



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies  
Département des Sciences et Technologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER**

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *hydraulique*

Spécialité : *hydraulique urbain*

Par : **CHELGHAM Maamar**

**Thème**

*Etude de la Qualité des eaux potable produite par la  
station de déminéralisation de GHARBOUZ  
à la ville de Ouargla.*

Soutenu publiquement le :04/06/2016

Devant le jury :

<b>CHERIF Salah</b>	Maitre Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>MECHRI Bachir</b>	Maitre Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>ZEGAIT Rachid</b>	Maitre Assistant B	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>BOUTELLI Med Hichem</b>	Maitre Assistant B	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>

Année universitaire 2015/2016

# Remerciement

*Je tiens à exprimer nos vifs remerciements à:*

*\* Mon encadreur M .BOUATLLI Med Hichem pour son aide, ses conseils et ses précieuses orientations*

*\* DI TRAPIN François Chef d'aménagement bureau d'étude MERLIN France.*

*Je tiens à remercier également les membres de jury qui feront l'honneur d'apprécier notre travail.*

## *Résumé*

Dans la ville de Ouargla et au fil du temps est apparu les effets de l'eau potable à la vie de la population (bouchage les réseaux interne et externe, Dommages aux chauffe-eau ...).

Pour Résoudre ces problèmes il a été décidé de réaliser le projet « Etude, Réalisation, Exploitation et Assistance pour la maintenance de(09) neuf stations de Déminéralisation d'eau à Ouargla ».

Le projet de déminéralisation de l'Algérienne des Eaux (ADE). a été conçu pour fournir aux habitants de la ville de Ouargla une qualité d'eau au niveau des standards internationaux (OMS) et composé de 09 stations réparties à travers la ville, qui sont appelées à améliorer la qualité de l'eau potable dans la région d'Ouargla,

De ce fait, la station de déminéralisation d'eau potable, implantée dans le quartier "Gharbouz" (chef-lieu de wilaya d'Ouargla) qui a été mise en service après l'achèvement de l'opération. Cette station dans la phase d'essai. Cette eau déminéralisée permettra d'arrêter le phénomène d'entartrage des conduites et d'améliorer le rendement du réseau .Celle-ci est alimentée à partir de 02 forages et dispose d'une capacité de production de 3.000 m<sup>3</sup>/jour, est appelée à réduire le taux de salinité de l'eau à 0,5 g/l.

Après les analyses des eaux brut et traitée, nous avons remarqué une différence considérable entre la distribution auparavant, en termes de taux de salinité inférieure à 0.5 g/l, et l'amélioration des caractéristiques physico-chimique bien qu'il ne soit pas en conformité avec les normes de l'OMS.

## ملخص

في مدينة ورقلة وعلى مر الزمن ظهرت آثار مياه الشرب على حياة السكان بالمدينة (انسداد شبكات التوزيع الداخلية والخارجية، تلف مسخنات الماء.....). وكحل لهذه المشاكل قررت الجهات المسؤولة إنجاز مشروع "دراسة وإنجاز واستغلال والتسيير لصيانة تسع 09 محطات لنزع المعادن من الماء بمدينة ورقلة". مشروع نزع المعادن من الماء المشرفة عليه الجزائرية للمياه أوجد قصد توفير مياه شروب مطابقة للمعايير المعمول بها دوليا (منظمة الصحة العالمية) ومن بين محطات المشروع محطة غربوز (بعاصمة ولاية ورقلة)، والتي دخلت في الخدمة وهي في مرحلة التجارب. حيث أنه بعد انطلاق المحطة في معالجة المياه بالجهة وتضع حد لظاهرة الترسبات على مستوى القنوات وتحسين مردودية الشبكات. وكذا خفض من ملوحة الماء لنسبة تصل 0.5 ملغ/لتر، هذه المحطة تتغذى ببئرين (02) بقدرة إنتاج تصل إلى 3000 م<sup>3</sup>/يوم.

عملية نزع المعادن من الماء تعتمد على تقنية التناضح العكسي، حيث يفصل الماء إلى شطرين عمليا، الماء المراد معالجته يطبق عليه ضغط مرتفع مما يؤدي إلى شطره لقسمان بواسطة غشاء نصف نفوذ جزء منقى وجزء أقل منه كمية محمل بالمعادن يوجه للمصب.

بعد عملية التحليل للماء الخام والماء المعالج للمحطة، لاحظنا أن نسبة الملوحة تقارب 0.5 ملغ/ل، زيادتا على ذلك تحسن خصائص الماء الفيزيوكيميائية، إلا أنها لا تطابق المعايير المعمول بها دوليا.

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	A
<b>Chapitre I : présentation de la région d'étude.</b>	
I.1.Introduction.....	02
I.2. Présentation de la région d'étude.....	02
I.2.1. Situation géographique.....	02
I.2.2. Climatologie.....	04
a)- température.....	04
b)- Précipitations.....	05
c)-Humidité.....	06
d)-Evaporation.....	07
e)-Vents.....	07
I.2.3. Aspect hydrographique.....	08
a)-Oued M'Zab.....	09
b)-Oued N'sa.....	09
b)-Oued M'ya.....	09
I.2.3. Zones basses (chotts et sebkha) de la cuvette de Ouargla.....	09
I.2.4. Aspect géologique.....	10
I.2.5. Aspect hydrogéologie et ressources en eau.....	11
I.2.5.1.Le Continentale Intercalaire (CI).....	11
I.2.5.2.Le Complexe Terminal (CT).....	12
a)- La nappe de sénonien.....	12
b)- La nappe de mio-pléocène.....	12
I.2.5.3.La Nappe Phréatique.....	13
I.2.6. Situation démographique.....	13
I.3.1. Alimentation en eau potable.....	14
I.3.1.1. Dotation en eau potable.....	14
I.3.2. Réseau d'assainissement.....	15

I.4. Conclusion.....	15
----------------------	----

## **Chapitre II présentation le projet de déminéralisation à Ouargla.**

II.1. Introduction.....	17
II.2. Description du projet.....	17
II.3.Lieu d’implantation des stations.....	17
II.4. Fiche technique du projet.....	19
II.4.1. Intitulé du projet.....	19
II.4.2. Capacité du projet.....	19
II.4.3. Maitre d’ouvrage délégué.....	20
II.4.4.Entreprises de réalisation.....	20
II.4.5.Bureau de contrôle et suivi.....	20
II.5. Impact du projet.....	20
II.6.Station de déminéralisations de GHERBOUZ.....	20
II.6.1. Bâtiment de traitement.....	22
II.6.2.Bâtiment de chloration.....	22
II.6.3.Laboratoire d’analyse.....	23
II.6.3.Atelier d’entretien.....	23
II.6.4.Locale d’énergie.....	24
II.7. Procédés de déminéralisation utilisée en Algérie.....	24
II.7.1. Choix de la technique de déminéralisation.....	25
II.7.1.1. Les avantages de l'osmose inverse.....	25
II.7.2. Etapes d'une station de déminéralisations.....	25
II.7.2.1. Prétraitement.....	25
a)- Filtration.....	26
b)- Microfiltration.....	26
II.7.2.2.Traitement principale.....	28
a)- osmose inverse.....	28
- Principe de fonctionnement osmose inverse.....	28
b)- Pression osmotique.....	29

- Domaine d'application.....	29
II.7.2.3. Désinfection.....	30
a)- Principe de fonctionnement de chloration.....	30
II.7.3.L'installation les équipements de traitement.....	31
II.7.4.L'étape de traitement.....	32
II.6. Conclusion.....	33

## **Chapitre III Matériels et méthodes.**

III.1.Introduction.....	35
III.2.Caractéristiques des eaux potables.....	35
III.2.1. Caractéristiques organoleptiques.....	35
III.2.1. Caractéristiques organoleptiques.....	35
III.2.2.Propriétés physico-chimiques.....	36
III.2.3. Propriétés bactériologiques.....	40
III.3. Les analyses effectuées dans laboratoire de la station de GHERBOUZ.....	41
III.3.1. Les Méthodes analyses dans laboratoire de la station de GHERBOUZ.....	41
III.3.1. 1.Mesure des chlorures.....	42
a)-Principe de la méthode.....	42
b)-Prélèvement et stockage.....	42
c)-Mode opératoire.....	42
III.3.1.2.Mesure de dureté totale .....	44
a)-Définitions.....	44
b)-Domaine d'application.....	44
c)-Principe de la méthode.....	44
d)-Cas d'utilisation de la titrimétrie digitale HACH, après avoir tamponné.....	45
e)-Prélèvement et stockage.....	45
f)-Mode opératoire (cas de titrage par titrimétrie digital HACH).....	45
g)-Relations entre duretés.....	48
h)-Mode opératoire (cas de titrage par titrimétrie digital HACH) Interférences.....	48
III.3.1.3.Technique de mesure de MES.....	50
a)-Définition.....	50
b)-Domaine d'application.....	50

c)-Principe et théorie.....	50
d)-Interférence.....	50
e)-Prélèvement et conservation.....	51
f)-appareillage.....	51
g)-Réactifs et étalons.....	51
h)-Protocole d'analyse.....	51
III.3.1.4.Calcul et expression des résultats.....	52
a)-Matières en suspension.....	52
b)-Matières en suspension volatiles.....	53
III.4.Matériel d'analyses des eaux à la station de GHERBOUZ.....	54
III.5. Conclusion.....	57

## **Chapitre IV Résultats et discussions**

IV.1.Introduction.....	59
IV.2.Qualité des eaux de la station de GHARBOUZ.....	59
IV.2.1. Résultats d'analyses des eaux Brute.....	59
IV.2.2.Normes de potabilité.....	60
IV.2.3. Résultats d'analyses des eaux traitées.....	61
IV.2.3.Comparatif entre les résultats d'analyse et les normes de l'OMS.....	62
IV.2.3. Interprétation des résultats.....	63
IV.2.4. <b>discussion les résultats</b> .....	70
<b>IV.3.Conclusion</b> .....	71
IV.3. <i>Conclusion générale</i> .....	B
Bibliographie.....	75
Annexe	

## *Liste des figures*

<b>N° de figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Figure 01	Situation générale	02
Figure 02	carte de situation de la ville de Ouargla	03
Figure 03	La variation de la temperature moyenne menseuelle à Ouargla	04
Figure 04	La variation de la précipitation moyenne annuelle à Ouargla	05
Figure 05	La variation de l'humidite moyenne menseuelle à Ouargla	06
Figure 06	La variation de l'evaporation moyenne annuelle à Ouargla	07
Figure 07	La variation de la vitesse moyenne mensuelle de vent à Ouargla	08
Figure 08	Relief géologique de la région de Ouargla	10
Figure 09	Les nappes de complexe terminal et continental intercalaire	11
Figure 10	Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO 1972)	12
Figure 11	plan de localisation des Neuf stations avec les forages d'alimentation	18
Figure 12	Complexe de GHERBOUZ en 3D	21
Figure 13	Bâtiment de traitement à la station de GHARBOUZ	22
Figure 14	Bâtiment de chloration à la station de GHARBOUZ	22
Figure 15	Bâtiment de Laboratoire d'analyse à la station de GHARBOUZ	23
Figure 16	Bâtiment d'Atelier d'entretien à la station de GHARBOUZ	23
Figure 17	Bâtiment Locale d'énergie à la station de GHARBOUZ	24
Figure 18	Procédés et capacité de production respective	24
Figure 19	les filtres à sable de la station de GHARBOUZ	26
Figure 20	les Filtres à cartouches de la station de GHARBOUZ	27
Figure 21	les cartouches de microfiltration	27
Figure 22	Vue au microscope d'une membrane d'une cartouche de microfiltration absolue	28
Figure 23	Principe de l'osmose et de l'osmose inverse	29
Figure 24	unité d'osmose et de l'osmose inverse	30
Figure 25	Schéma synoptique de la station de GHARBOUZ	31
Figure 26	Résultat d'analyse de PH	45
Figure 27	Résultat d'analyse de Salinité	46
Figure 28	Résultat d'analyse de Turbidité	47
Figure 29	Résultat d'analyse de Dureté Totale	47
Figure 30	Résultat d'analyse de Calcium	48
Figure 31	Résultat d'analyse de Magnésium	49
Figure 32	Résultat d'analyse de Sodium	49
Figure 33	Résultat d'analyse de Potassium	50
Figure 34	Résultat d'analyse de Chlorures	51
Figure 35	Résultat d'analyse de Bicarbonate	51

## *Liste des Tableaux*

<b>N° de Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Tableau 01	Température moyenne mensuelle sur une période d'observation (2006/2015)	04
Tableau 02	Précipitations sur une période d'observation (2006/2015)	05
Tableau 03	Humidité moyenne mensuelle sur une période d'observation (2006/2015)	06
Tableau 04	Evaporations sur une période d'observation (2006/2015)	07
Tableau 05	Vitesse moyenne mensuelle sur une période d'observation (2006/2015)	08
Tableau 06	La capacité des stations du projet	19
Tableau 07	Qualité d'eau en fonction de sa dureté	36
Tableau 08	Les matériels d'analyses des eaux de la station	54
Tableau 09	Résultats d'analyses les Forage de la station	59
Tableau 10	Normes de potabilité	60
Tableau 11	Résultats d'analyses des eaux traitées	61
Tableau 12	tableau comparatif entre les résultats d'analyse et les normes algériennes et ceux de l'OMS	62

## *Liste des abréviations*

**3D** : Trois dimensions.

**ADE** : Algérienne des eaux.

**AEP** : Alimentation en Eau Potable.

**Ppm** : Particule par millions

**OMS** : Organisme mondiale de la santé.

**MT**: Electricité moyenne tension

# Introduction générale

### ***Introduction générale***

Le défi qui avait été lancé par le ministère des Ressources en eau, pour la décennie précédente était « l'eau pour tous ». Où plus tôt l'approvisionnement en eau sur tout le territoire national.

Le défi actuel est de l'eau de qualité qui répond à des critères applicables à l'échelle mondiale (Organisme Mondiale de la Santé).

Dans les premières étapes du processus au niveau des zones côtières (nord de l'Algérie) il a été choisi le dessalement, pour les régions centrales la création de barrages qui servent à stocker de grands volumes d'eau, pour la dernière phase le traitement des eaux souterraines de forte salinité au niveau du sud de l'Algérie.

La ville de Ouargla se trouve au-dessus de ces zones et au fil du temps les effets de l'eau potable sont apparus à la vie de la population (bouchage des réseaux interne et externe, Dommages aux chauffe-eau ...).

Pour Résoudre ces problèmes il a été décidé de réaliser le projet « Etude, Réalisation, Exploitation et Assistance pour la maintenance de(09) neuf stations de Déminéralisation d'eau à Ouargla ».

Parmi ces stations se trouve celle de GHARBOUZ, où Les études mettent l'accent sur la qualité du produit de cette station par rapport à l'ancienne distribution à partir du Complexe hydraulique existant sur le même site.

# **Chapitre I :** **présentation de la région d'étude**

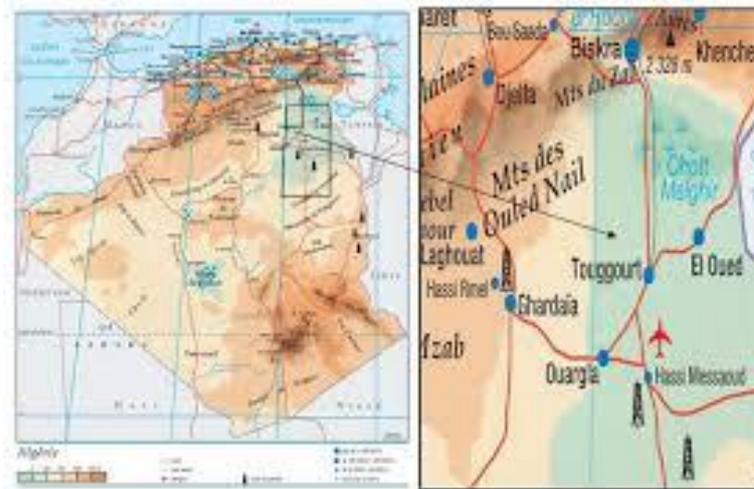
## I.1. Introduction

L'identification du site dans son environnement est une phase importante dans tous les projets d'études pour obtenir une gestion efficace et durable. Cette identification passe par une connaissance approfondie du site à travers certains paramètres quantitatifs et qualitatifs entre autres : relief, topographie, évaluation de la population .....etc pour cela dans le présent chapitre, nous allons présenter la région de Ouargla en indiquant sa situation géographique, démographique, climatologique ainsi que l'aspect hydrologique, géologique, hydrogéologique, sans oublier ses ressources en eau.

## I.2. Présentation de la région d'étude

### I.2.1. Situation géographique

La ville de Ouargla est située au sud-est de l'Algérie, est l'une des grandes villes de Sahara Algérienne, elle est dans une dépression appelée « cuvette de Ouargla ». La cuvette de Ouargla est située au sud de la wilaya, occupant le chef-lieu, ayant une superficie d'environ 99,000 hectares. Elle inclut les agglomérations de Ouargla, N'Goussa, Rouissat, Ain El Beida



**Figure 1** : Situation générale [01]

et Sidi Khouled. Ses coordonnées géographiques sont : [01]

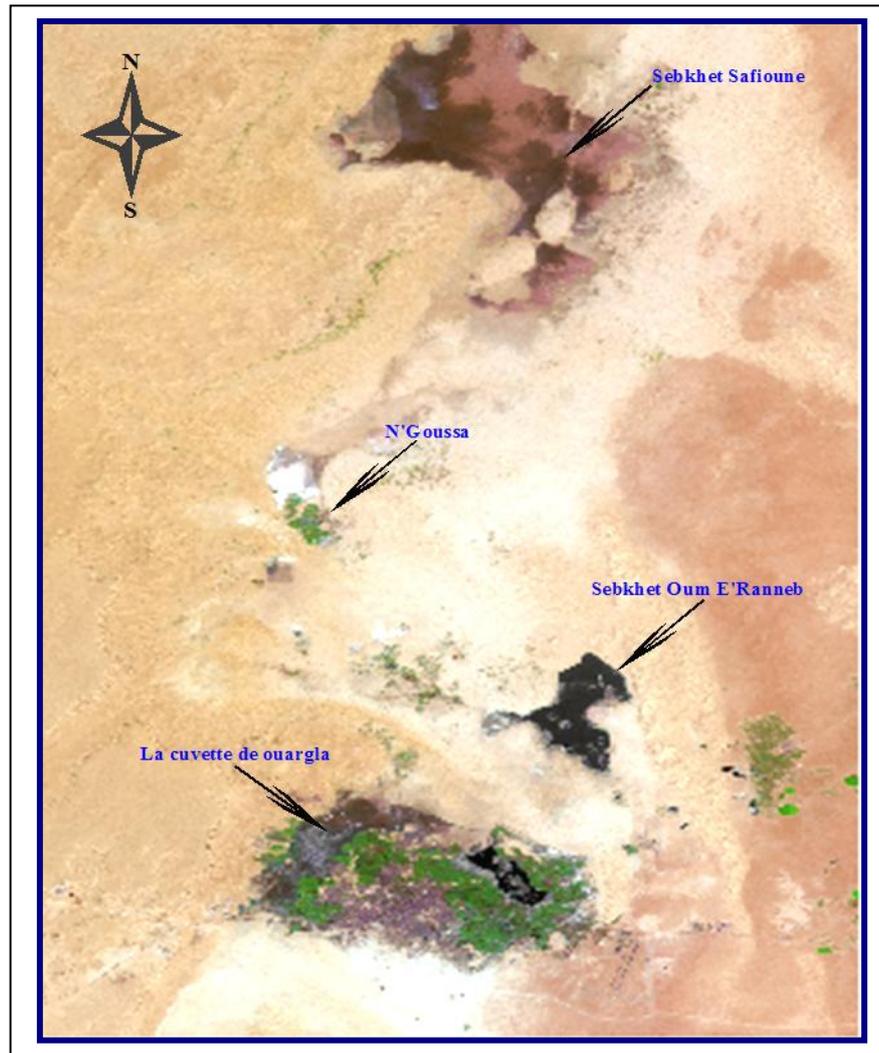
les Longitudes 5°15' et 5°25' Est et

les Latitudes 31°55' et 32°00' Nord

La cuvette de Ouargla est limitée :

- Au Nord par Sebkhath Safioune ;
- A l'Est par ergs Touil et Arifdji ;
- Au Sud par les dunes de Sedrata ;
- A l'Ouest par le versant est la dorsal du M'Zab ;

La distance du Sud au Nord est de 70 km, celle de l'Est à l'Ouest de 20 km. Comme le montre la figure (2).



**Figure 2** : carte de situation de la ville de Ouargla [01]

### I.2.2. Climatologie

Les données climatologiques dans cette étude (série en annexe) ont été fournies par l'office national de la météorologie (ONM) et concernent la station de Ouargla, dont la série d'observations est de 10 années soit de 2006 à 2015.

Le climat de la wilaya est saharien, se caractérise par des étés aux chaleurs torrides et des hivers doux, surtout pendant la journée.

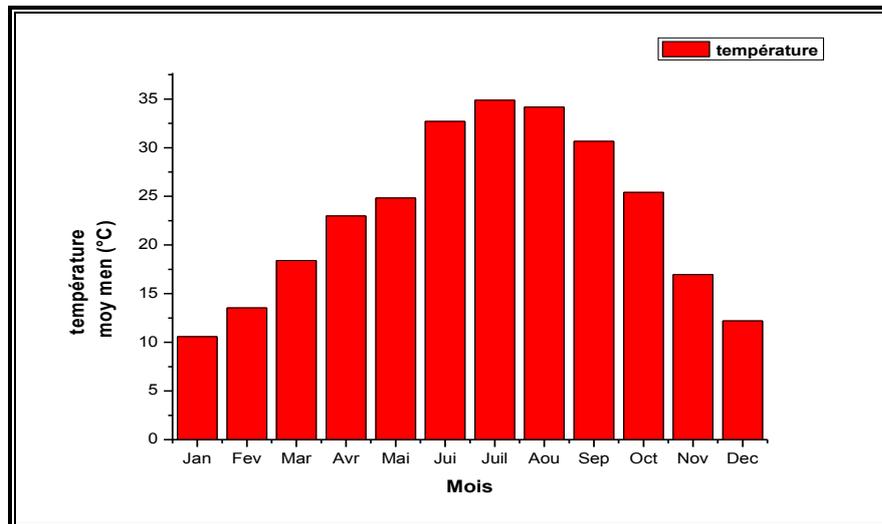
#### a)- température

L'interprétation des données de la série d'observations enregistrée à la station de l'ONM de Ouargla sur une période d'observations de 10 ans, a fait ressortir que les températures moyennes mensuelles enregistrées au mois plus chaud (juillet) sont de 34.89°C et au mois plus froid (janvier) sont de 10.59°C indiqué dans le tableau (1) :

**Tableau 1 : Température moyenne mensuelle sur une période d'observation (2006/2015) [2]**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
température moy men (°C)	10,59	13,54	18,4	22,98	24,84	32,71	34,89	34,16	30,66	25,4	16,96	12,2

Et la (fig.3) présente la variation de la température moyenne mensuelle à Ouargla



**Figure 3:** La variation de la temperature moyenne menseuelle à Ouargla

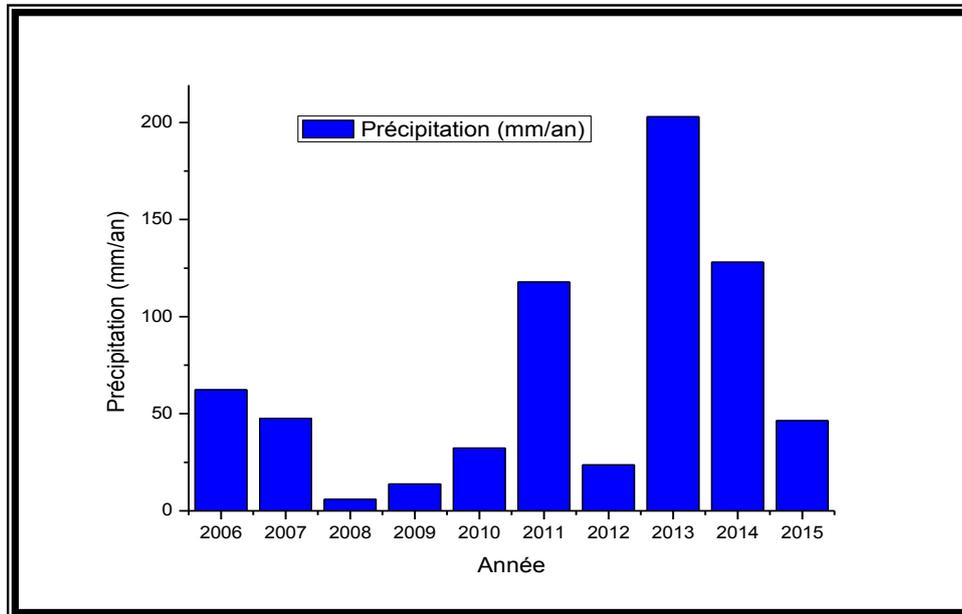
**b)- Précipitations**

Selon les données statistiques, sur une période d'observation de 10 ans, on constate que les précipitations sont rares et irrégulières. La moyenne annuelle est de 68.09 mm. Elle se produit essentiellement en hiver et en automne après une période sèche généralement entre avril et octobre. (Tableau 2)

**Tableau 2 : Précipitations sur une période d'observation (2006/2015) [2]**

Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	$P_{moy an}$ (mm)
Précipitation (mm/an)	62,3	47,6	5,9	13,9	32,3	117,8	23,7	203	128	46,4	68.09

La répartition mensuelle de précipitation à Ouargla est présente dans la (fig.4)

**Figure 4:** La variation de la précipitation moyenne annuelle à Ouargla

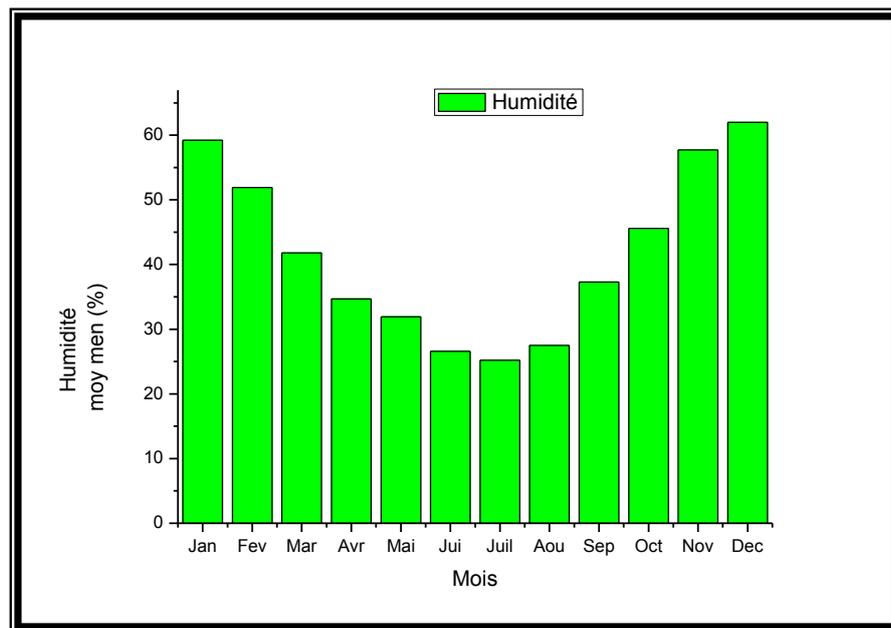
**c)-Humidité**

L'humidité de l'air est très faible. La moyenne annuelle est de 41.78 %, elle varie sensiblement en fonction de saison de l'année,

En effet, pendant l'été, elle chute jusqu'à 26.6 %, sous l'action d'une forte évaporation et des vents chauds ; alors que en hiver elle s'élève et atteint jusqu'à 62 %. (Tableau 3).

**Tableau 3: Humidité moyenne mensuelle sur une période d'observation (2006/2015) [2]**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Humidité moy men (%)	59,2	51,9	41,8	34,7	31,9	26,6	25,2	27,5	37,3	45,6	57,7	62



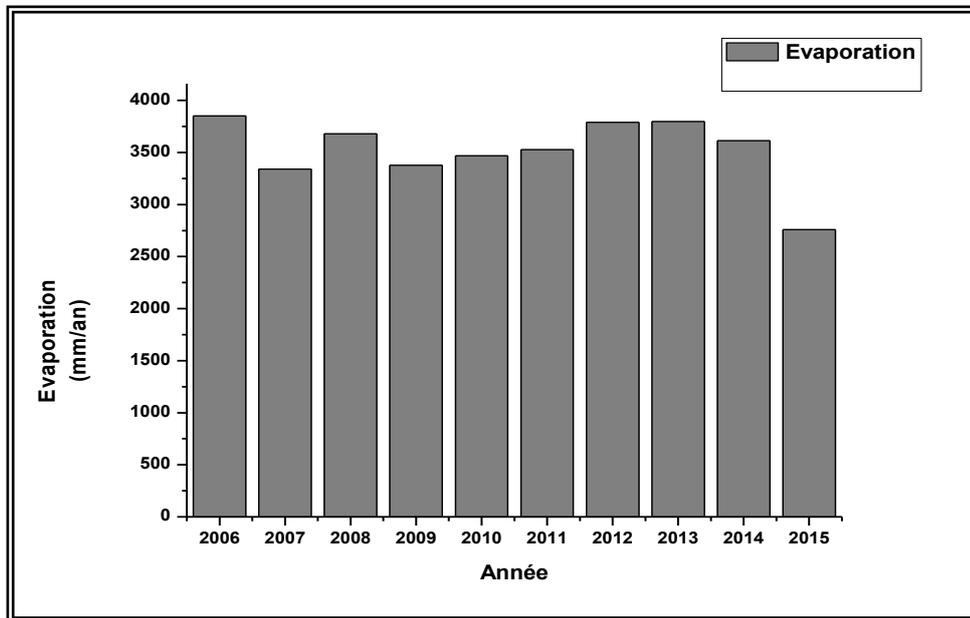
**Figure 5:** La variation de l'humidité moyenne mensuelle à Ouargla

**d)-Evaporation**

La quantité d'eau évaporée dans la région de Ouargla est influencée par le degré de température et les vents et les précipitations, elle augmente quand ceux-ci augmentent et vice versa (tableau 4).

**Tableau 4 : Evaporations sur une période d'observation (2006/2015) [2]**

Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Evaporation (mm/an)	3852	3341	3678	3378	3468	3526	3789	3796	3612	2759

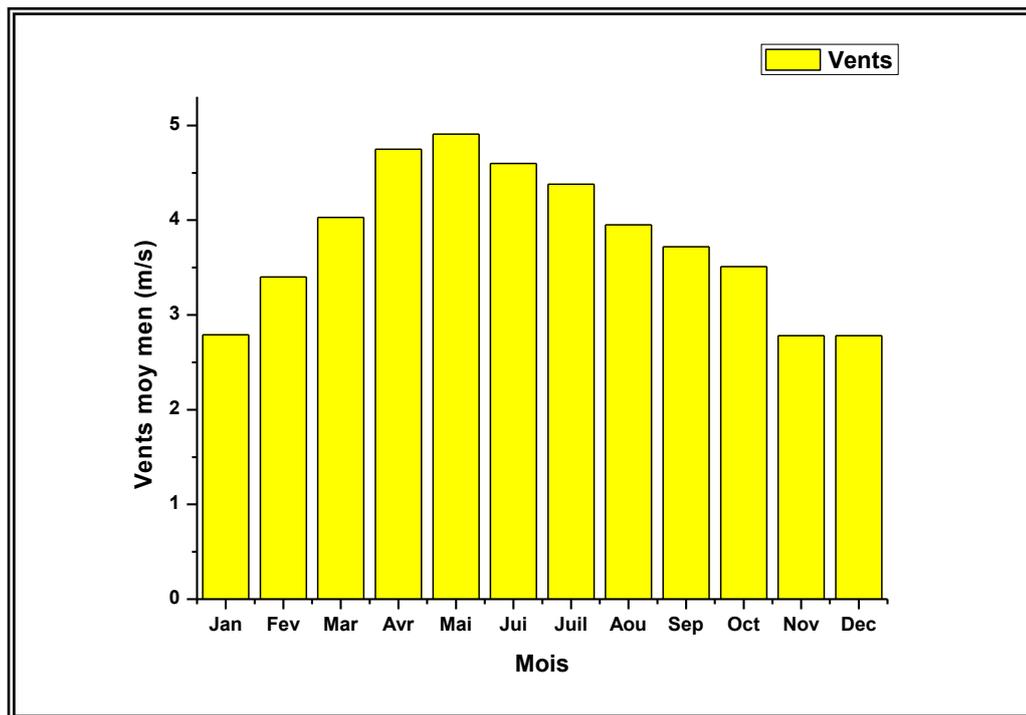
**Figure 6:** La variation de l'évaporation moyenne annuelle à Ouargla**e)-Vents**

Les vents dominants d'été sont forts et chauds tandis que ceux d'hiver sont froids et humides. Les vents de sable sont très fréquents dans la région surtout pendant le printemps, les mois d'avril, mai et juin.

Le Sirocco (vent chaud et sec) dans la zone de Ouargla peut être observé à toutes époques de l'année, les vitesses les plus élevées sont enregistrées durant la période allant de avril jusqu' en juillet, avec un maximum de 4.91m/s durant le mois de mai et la direction dominante des vents est le nord ouest; (tableau 5.)

**Tableau 5 : Vitesse moyenne mensuelle sur une période d'observation (2006/2015) [2]**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Vents moy men (m/s)	2,79	3,4	4,03	4,75	4,91	4,6	4,38	3,95	3,72	3,51	2,78	2,78

**Figure 7:** La variation de la vitesse moyenne mensuelle de vent à Ouargla

### 1.2.3. Aspect hydrographique

Etant donné la position géographique et le relief de la région, le réseau hydrographique y est naturellement endoréique. Malgré leur nombre assez élevé, les oueds sont peu importants avec très peu de crue. Les oueds les plus importants sont:

**a)-Oued M'Zab**

L'oued M'Zab coule d'ouest en est sur environ 320 kilomètres de la région de Botma Rouila à 750 mètres d'altitude jusqu'à la Sebkha safioune à 107 mètres située au nord de la cuvette de Ouargla.

La surface du bassin versant est de 5 000 km<sup>2</sup>. Il n'y a pas d'écoulement pérenne. Les crues sont exceptionnelles, les dernières observées datent de 1901, 1951, 1991, 1994 et octobre 2015. Le débit estimé en 2015 a atteint 900 jusqu'à 1200 m<sup>3</sup>/seconde. [03]

**b)-Oued N'sa**

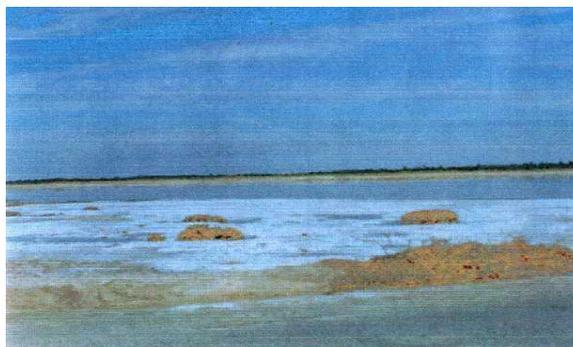
Le bassin versant de oued N'sa couvre une superficie de 7 800 km<sup>2</sup>. Il coule selon une direction ouest-est dans son cours supérieur, en direction Nord Nord ouest – Sud Sud Est dans son cours moyen sur une longueur d'environ 100 kilomètres et de nouveau vers l'est en son cours inférieur pour se déverser dans la sebkha Safioune. Les crues sont également exceptionnelles. La dernière date de 1994, où le débit enregistré a été de 35 m<sup>3</sup>/seconde. [03]

**b)-Oued M'ya**

Le bassin de l'oued M'Ya couvre une superficie de 19 800 Km<sup>2</sup>. Les écoulements sont plus fréquents en novembre, octobre, mai et juin. Les crues de l'oued M'Ya se perdent à 200 kilomètres en amont de la ville de Ouargla. [03]

**I.2.3. Zones basses (chotts et sebkha) de la cuvette de Ouargla**

Sur les 99000 hectares de la cuvette de Ouargla, la superficie occupée par les zones de sebkhas et chotts est évaluée à 21 000 ha, dont 3 500 ha sont représentées par les chotts (lieux d'apparition des eaux stagnantes), parmi les plus importants on distingue le chott Ain Beida, Oum Raneb et Sebkhet Safioune, les autres sites sont de moindre importance comme les Chotts de said-Otba et Bour El-Haicha, les sebkhas de N'Goussa et Bamendil. [03]



Sebkhet Safioune



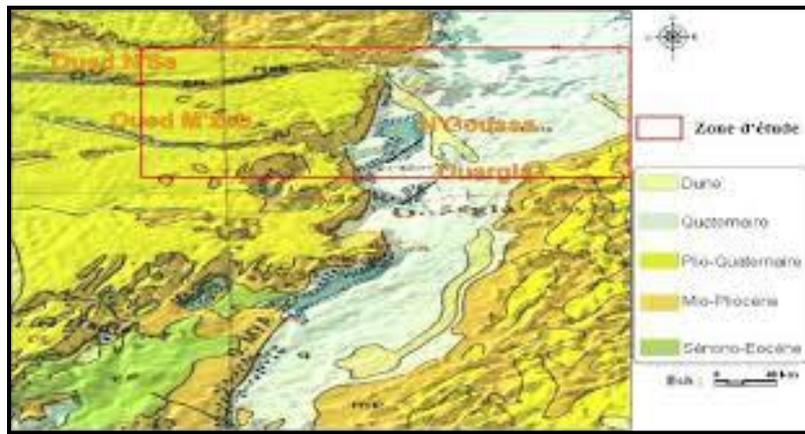
Chott Ain Beida  
Chott Oum El



#### ***1.2.4. Aspect géologique:***

La géomorphologie de la région est constituée des éléments suivants :

- La hamada (plateau où affleurent de grandes dalles rocheuses) Mio-Pliocène et Plio-Quaternaire : formation continentale détritique qui forme des plateaux dont l'altitude est de 200 m en moyenne (cf. figure 8);
- Les formations sableuses : composées de dunes et de cordons d'erg
- Les étendues alluviales correspondant au lit de l'oued Mya selon un axe SW-NE
- Les sebkhas : marécages salés, le plus souvent asséchés, occupant le fond d'une dépression, la plus grande est la Sebkhet Safiouna à l'extrémité Nord, c'est aussi le point le plus bas de la région. [03]



**Figure 8** : Relief géologique de la région de Ouargla [04]

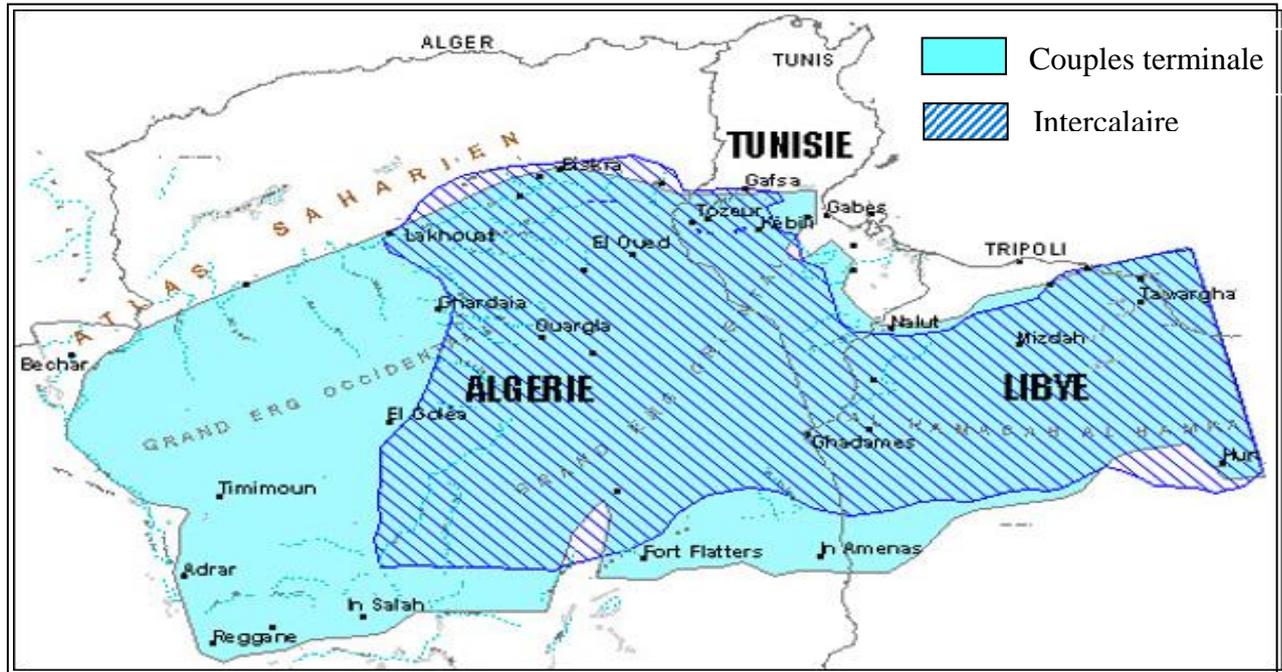
### ***1.2.5. Aspect hydrogéologie et ressources en eau***

Les eaux souterraines représentent la principale ressource hydrique de la région, elle dispose d'un réservoir important en matière de ressources souterraines qui sont :

#### ***1.2.5.1. Le Continental Intercalaire (CI)***

qui contiennent la nappe albienne :

C'est un des plus grands réservoirs souterrains en Afrique. Cette nappe couvre le Sahara septentrional, contenue dans les argiles sableuses et les grès du continental intercalaire elle constitue un très important réservoir. Sa lithologie est formée de 10% de grès, de (10÷50) % de grès argileux et 50% d'argiles. Cet aquifère est homogène avec une formation diversifiée en couches isolées les unes des autres. Sa hauteur dépasse 150 m et atteint 1000 m au nord-ouest et elle se trouve à environ 1300 m de profondeur dans la ville de Ouargla. Son eau jaillit à la surface à une température de 57°C avec une faible teneur en sel (2 g/l) et est captée entre 1120 m et 1380 m de profondeur dans la région. Le sens d'écoulement se fait du sud vers le nord. Un forage artésien peut donner un débit de 200 l/s avec une pression à la sortie de 20 bars et une conductivité hydraulique de  $8 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s dans la région d'étude. [04]



*Figure 9* : Les nappes de complexe terminal et continental intercalaire

### ***1.2.5.2. Le Complexe Terminal (CT)***

il contient deux nappes :

#### ***a)- La nappe de sénonien***

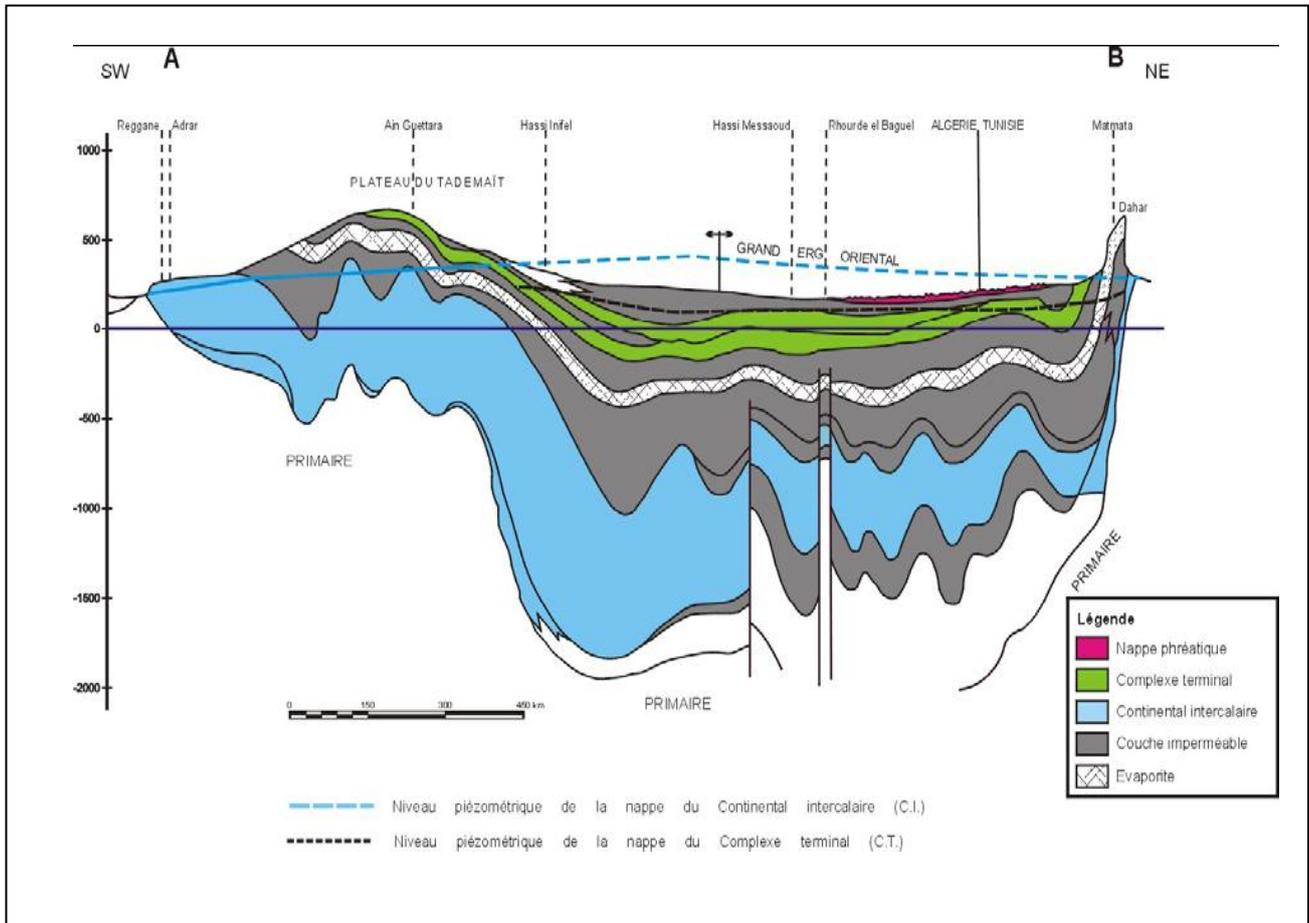
C'est une nappe sous sol de la vallée de l'oued Mya, elle est mal connue, il s'agit du sénonien lagunaire et de sénonien carbonaté. La nappe de sénonien carbonaté est la plus exploitée dans la ville d'Ouargla pour l'alimentation en eau potable en raison de sa bonne qualité chimique par rapport aux autres nappes. [04]

#### ***b)- La nappe de mio-pléocène***

C'est la nappe la plus importante et la plus exploitée pour satisfaire les besoins en eaux des superficies agricoles. Elle s'écoule du Sud-Sud\_Ouest ver le Nord-Nord\_Est en direction du chott Melghir, avec une profondeur qui varie d 60 à 200 m.

La salinité de l'eau varie 1,8 à 4 g/l (dans certaines cas elle atteint les 7 g/l), avec une température de 23 à 25 °C. elle est exploitée par pompage avec une capacité de 15 à 40 l/s.

Mise à part le complexe terminal, il existe d'autres nappes très mal connues, il s'agit du Sénonien Lagunaire, du Sénonien Carbonate et le Turonien. [04]



**Figure 10** : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO 1972) [04]

### ***1.2.5.3. La Nappe Phréatique***

Elle est contenue dans des fonctions récentes qui sont les sols alluviaux de la vallée avec un sens d'écoulement pas bien défini. Il semblerait qu'elle est deux sens, du Sud vers le Nord suivant la pente de la vallée, et de l'Ouest vers l'Est les parties Bamendil chott. La profondeur de la nappe peut se trouver juste à 50 cm de la surface et peut même affleurer le sol avec une qualité des eaux salées. Cette nappes phréatique n'est pas exploitée a cause de sa grande salinite (plus de 15 g/l ). En effet une études effectués l'ANRH (2007) montre que les

fluctuations saisonnières de niveaux piezométriques sont irrégulières, tenant compte des apports saisonniers et des conditions climatiques, deux états peuvent être distingués, eaux basses au printemps et l'état et eaux hautes en automne et hiver.

les résultants suivant quant au niveau de la nappe phréatique et qui est de:

en zones urbaines agricoles nous avons de -0,3 à -1,5 mètre

dans les chotts le niveau est compris entre +0,2 à +0,8 mètre

Et dans les sebkhat +0,8 à -1,5 mètre

La nappe phréatique est étalée quelques mètres de la surface du sol dans les dernières formations du complexe terminal. Cette nappe est plus ou moins étalée dans l'espace, sa salinité est excessivement élevée et peut être atteindre le 70 g/l dans certaine région dans la ville. [03]

### ***1.2.6. Situation démographique. [3]***

D'après les résultats du dernier recensement (2008), la population de la ville de Ouargla a atteint 224325 habitants avec un taux d'accroissement de 0,8%, pour connaître le nombre estimatif de la population pour l'horizon actuel, et aussi pour le moyen et long terme, on applique la relation suivante :

$$P_n = P_0 \times (1 + t)^n$$

Avec :

- $P_n$  : Nombre d'habitants dans l'horizon d'étude.
- $P_0$  : Nombre d'habitants (2015).
- $t$  : Taux d'accroissement en %
- $n$  : Nombre d'années entre deux horizons.

### ***1.3.1. Alimentation en eau potable***

Le réseau d'eau potable de la ville de Ouargla est de type mixte, il a une longueur totale de 398,572 Km. Le système comprend 41 forages et 33 réservoirs. [6]

#### ***1.3.1.1. Dotation en eau potable***

La dotation qui est alimente l'habitant de ville de ouargla est égale à 160 l/j/hab. [6]

### ***1.3.2. Réseau d'assainissement***

Le raccordement au réseau d'assainissement des communes de Ouargla est cuvette, par la mise en place d'un nouveau réseau dans le cadre de la réalisation du projet de remontée des eaux, les données actuellement disponibles auprès de l'office national de l'assainissement de Ouargla (voir tableau 7), il se fait avec des pourcentages différents, qui varient d'une commune à l'autre de 40 % à 60 %. Le réseau est de type unitaire (eau usée + eau de pluie).  
[6]

### ***1.4. Conclusion***

Au cours de ce chapitre, nous avons vu que la ville de Ouargla est caractérisée par un climat saharien aride, et elle repose sur deux nappes aquifères qui forment un grand réservoir d'eau, et un relief caractérisé par des faibles pentes. Nous avons remarqué également que le taux d'accroissement de la population varié dans une commune à l'autre ce qui implique une population importante pour l'horizon future. Les eaux consommées sont liées au nombre d'habitants ainsi que les quantités des eaux usées.

**Chapitre II**  
**présentation le projet**  
**de déminéralisation à Ouargla**

## **II.1. Introduction**

En raison de la qualité de l'eau potable qui dépassent la salinité de 3 g / l, provoquant des problèmes au niveau des différents systèmes d'eau dans la ville de Ouargla ,il a fallu opter de lancer un Projet intitulé : Etude, réalisation, exploitation et assistance pour la maintenance de neuf stations de déminéralisation d'eau à Ouargla pour rabaisser le taux de salinité à 0,5 g/l et mettre fin ainsi à la souffrance des citoyens .

Dans ce chapitre nous mettons en évidence les spécificités techniques de ce projet

## **II.2. Description du projet**

Le projet consiste à réaliser neuf (09) stations de déminéralisation. Chaque station est implantée à l'intérieur d'un complexe hydraulique déjà existant.

Les neuf (09) complexes hydrauliques existants sont alimentés à partir de forages, et donnent des eaux d'une salinité d'environ 03 g/l.

L'objectif premier de ce projet est d'améliorer la qualité de l'eau potable actuellement déminéralisé à la population de la ville d'Ouargla et d'en réduire la salinité pour la ramener à une valeur inférieure à 0,5 g/l.

Les paramètres physicochimiques et bactériologiques seront conformes aux recommandations de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé). Les neuf (09) stations permettront de traiter 70 500 m<sup>3</sup>/j pour fournir 75% d'eau traitée, soit 52 875 m<sup>3</sup>/j.[7]

## **II.3.Lieu d'implantation des stations**

Le projet se compose de neuf stations , dont Sept stationsdans la commune de Ouargla , GHERBOUZ, AIN ELKHIR, M'KHADMA, IFRI GARA, BAMENDIL VILLAGE, BAMENDI L'KHEFDJI.et les deux stations restantes dans la commune de Rousset , ELHDEB et ZIAYNA , Comme le montre la figure (11).[7]

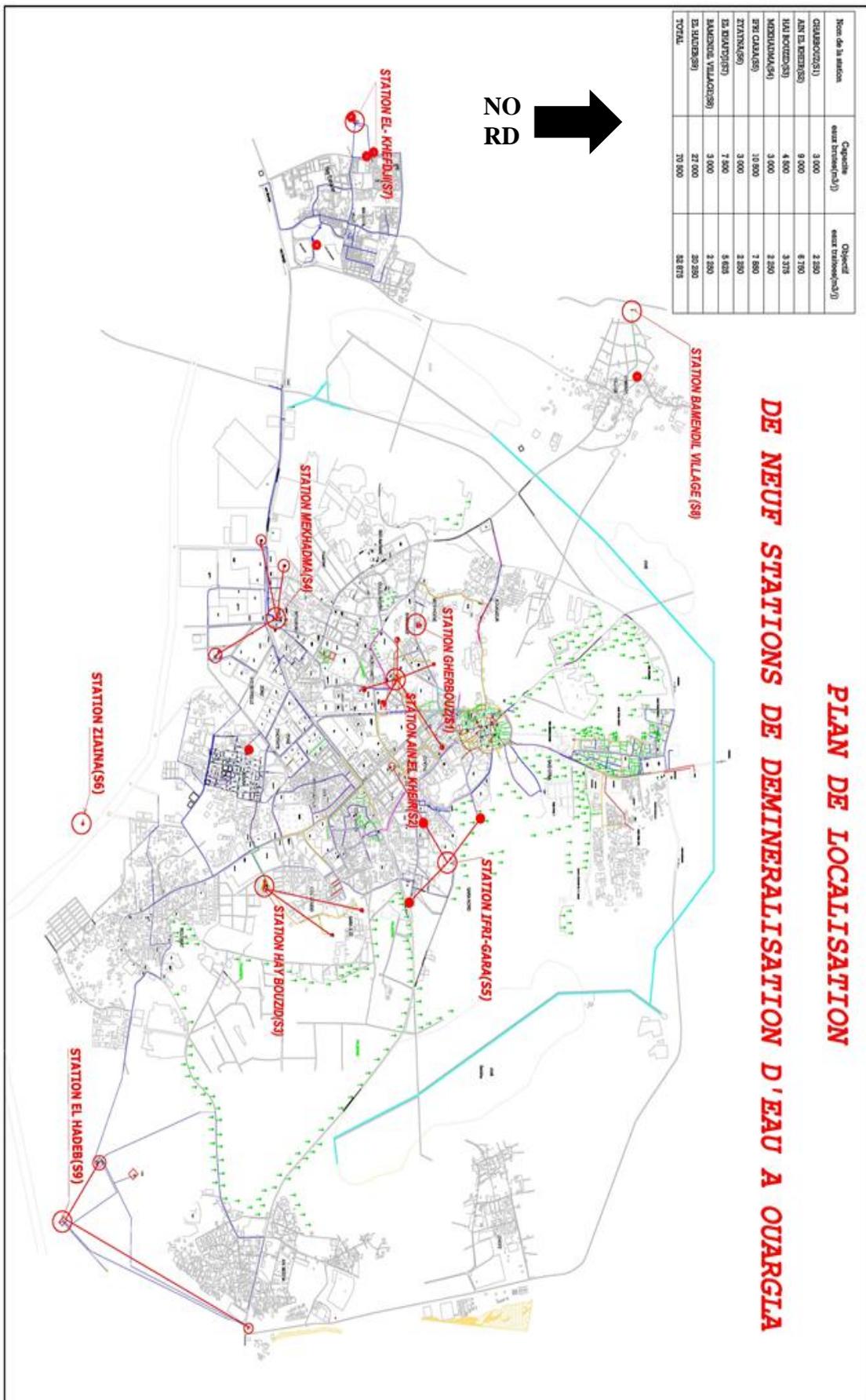


Figure 11: plan de localisation des Neuf stations avec les forages d'alimentation . [7]

## II.4. Fiche technique du projet

### II.4.1. Intitulé du projet

« Etude, Réalisation, Exploitation et Assistance pour la maintenance de(09) neuf stations de Déminéralisation d'eau à Ouargla ».

Les prestations à réaliser par l'entrepreneur font l'objet d'un marché unique, ayant pour objet :

- Les études, la réalisation des travaux, le montage des équipements et la mise en service des neuf stations.
- L'exploitation des neuf stations par l'entrepreneur pendant une durée de vingt quatre mois à compter du premier jour suivant la date de la réception provisoire de la partie travaux et des essais industriels.
- L'assistance technique à l'ADE pour l'exploitation et la maintenance des équipements pendant une durée de trois années.[7]

### II.4.2. Capacité du projet

**Tableau 6 : La capacité des stations du projet[7]**

Nom de la station	Capacité eaux brutes (m3/j)	Capacité eaux traitées (m3/j)
<b>G HARBOUZ</b>	3 000	2 250
<b>A IN EL KHEIR</b>	9 000	6 750
<b>H AI BOUZID</b>	4 500	3 375
<b>M 'KHADMA</b>	3 000	2 250
<b>I FRI-GARA</b>	10 500	7 850
<b>Z YAYNA</b>	3 000	2 250
<b>E L KHAFDJI</b>	7 500	5 625
<b>B AMENDIL VILLAGE</b>	3 000	2 250
<b>E L HADEB</b>	27 000	20 250
<b>TOTAL</b>	70 500	52 875

La capacité des stations de projet diffèrent en termes de différences dans la superficie et la capacité des complexes hydrauliques existants. Comme le montre le tableau (8).

**NB:** Le rendement de la station est 75 %. c.à.d. L'eau brute  $\times 75\% =$  l'eau traité.

#### **II.4.3. Maître d'ouvrage délégué**

Le maître d'ouvrage de ce projet est l'Algérienne des Eaux délégué par le Ministère des Ressources en Eau et de l'environnement, pour tous les ouvrages d'AEP. [7]

#### **II.4.4. Entreprises de réalisation**

L'entreprise qui charge la Etude, réalisation, exploitation et assistance, Groupement d'entreprises AQUA ENGINEERING GmbH (Autriche) pour les équipements de traitement, exploitation et assistance et CGC (Chine) / SPA CHINAGEO (Algérie) pour génie civile.

Avec montant du marché 5 223 037 857,88 DA TTC dont 32 714 038,72 €

Et délais de réalisation contractuel 20 mois plus 32 mois des avenants. [7]

#### **II.4.5. Bureau de contrôle et suivi**

Le bureau technique qui est chargé du contrôle et suit le Groupement de bureaux d'études Cabinet MERLIN (France) / SATEIG (Algérie) / MERLIN INGENIERIE SPA (Algérie).

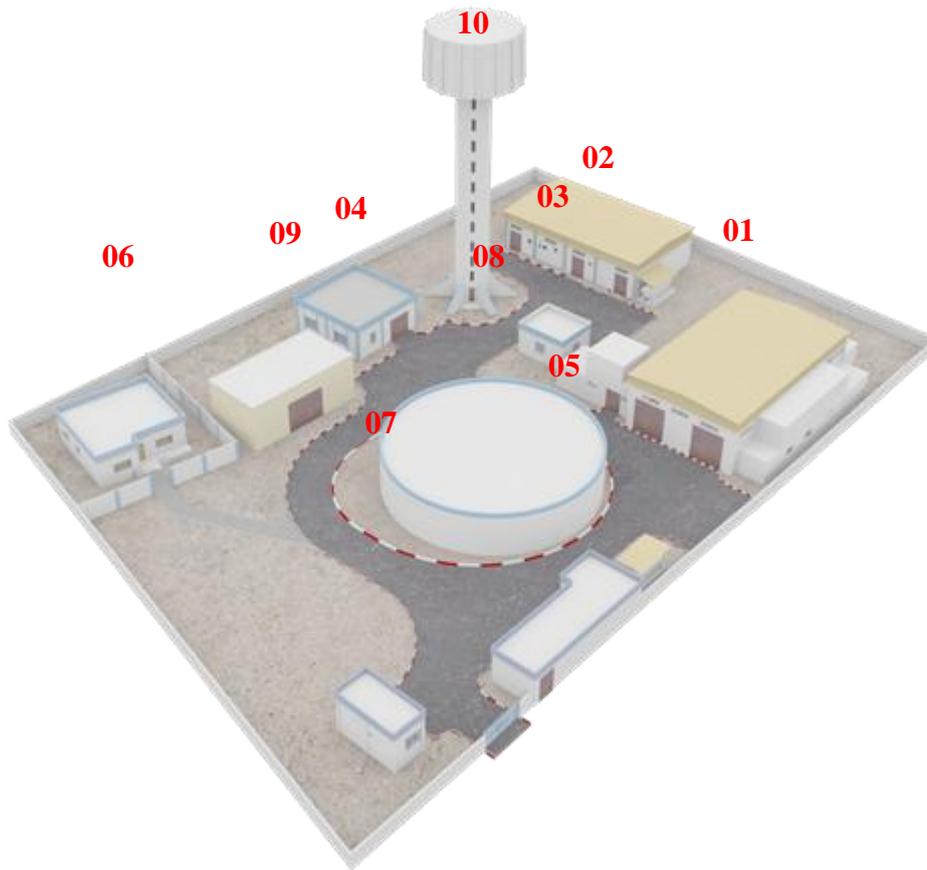
Avec un montant du marché 241 154 075,40 DA TTC dont 942 392,50 €. [7]

### **II.5. Impact du projet**

- Réduction de la salinité de l'eau (avant le projet  $\pm 3$  g/litre et salinité actuelle  $< 0,5$  g/litre).
- Respect des normes de l'organisation mondiale de la santé OMS par rapport aux caractéristiques physicochimiques de l'eau distribuée.
- Amélioration de la qualité de l'eau.
- Diminution et élimination du phénomène d'entartrage des réseaux.
- Créations d'emplois définitifs. (93 emplois) et temporaires. [7]

### **II.6. Station de déminéralisations de GHERBOUZ**

La station de GHARBOUS située à complexe hydraulique, la teneur en protéines du Nord à cité de Mekhadma, qui couvre 10 000 citoyens d'eau potable, la surface globale de la complexe est 6169 M<sup>2</sup>, En plusieurs bâtiments existant et réalise dans le projet. Comme montre la figure 12



**Figure 12 : Complexe de GHERBOUZ en 3D.**

- 01) Bâtiment de traitement.
- 02) Bâtiment de chloration.
- 03) Laboratoire d'analyse.
- 04) Atelier d'entretien.
- 05) Locale d'énergie.
- 06) Logement de fonction.
- 07) Poste de gardiennage.
- 08) La Bâche d'eau (ouvrage existant).
- 09) Station de pompage (ouvrage existant).
- 10) Château d'eau (ouvrage existant).

Mettez en surbrillance les bâtiments importants qui entrent dans la production de séries de traitement de l'eau sont les suivantes:

### II.6.1. Bâtiment de traitement

Bâtiment de traitement est le cœur de la station où ils se trouvent dans toutes les étapes de la production d'eau (traitement) Jusqu'à l'arrivée de l'eau au processeur de réservoir de stockage de l'eau la surface de cette bâtiment est 260M<sup>2</sup> . Et sont disponibles sur la salle de contrôle et bureau pour chef de la station.



**Figure 13 : Bâtiment de traitement à la station de GHARBOUZ .**

### II.6.2. Bâtiment de chloration

Elle est une filiale de Bâtiment de traitement. Elle est la préparation et le stockage des produits chimiques utilisés dans les étapes de traitement, Divisé en quatre parties la première partie pour la préparation du lait de chaux et la deuxième partie pour stocker du Chlore et la troisième partie pour stocker chlorure ferrique et la partie IV est le plus grand espace pour stocker la poudre de chaux avant la préparation et après la préparation de ces matériaux pompes entraînées traités construit par la concentration de chaque substance.



**Figure 14 : Bâtiment de chloration à la station de GHARBOUZ .**

### II.6.3.Laboratoire d'analyse

Son rôle est de surveiller la qualité de l'eau et les caractéristiques de chaque étape du traitement sur une base régulière, où nous révélons tous:

- PH : 7.5-8.5
- Indice de Langelier : Positif
- Alcalinité : Pas moins de 30ppm  $\text{HCO}_3^-$
- Matières Total Dissoutes : entre 150ppm et 500ppm
- Dureté totale  $\text{CaCO}_3$  : pas moins de 150ppm
- Turbidité NTU : 0.4 au maximum
- Couleur Pt +-Co :15 mg/l[8]



**Figure 15 : Bâtiment de Laboratoire d'analyse à la station de GHARBOUZ .**

### II.6.3.Atelier d'entretien

Son rôle se limite à l'entretien et la réparation de tous les appareils qui composent la station (Pompes, moteurs.....).la surface d'Atelier d'entretien est 64M<sup>2</sup>.



**Figure 16 : Bâtiment de Atelier d'entretien à la station de GHARBOUZ .**

### II.6.4. Locale d'énergie

Elle est la source d'énergie qui alimente l'installation pour la production d'eau à propulsion électrique. Une superficie de 44 M2. Se compose de deux parties, la première partie par Poste d'électrique avec une moyenne tension MT et la deuxième partie par le groupe électrogène, fonctionne automatiquement après un coup de pannes de courant, Taux de couverture de 75%.



Figure 17: Bâtiment Locale d'énergie à la station de GHARBOUZ.

### II.7. Procédés de déminéralisation utilisés en Algérie

Au niveau national, il existe plusieurs stations de déminéralisation ou de dessalement qui traitent soit des eaux de mer soit des eaux saumâtres et qui utilisent les différents procédés de traitement tels que l'osmose inverse, l'électrodialyse, les échangeurs d'ions. Cependant, le traitement par osmose inverse demeure le procédé le plus utilisé en Algérie (figure 15).

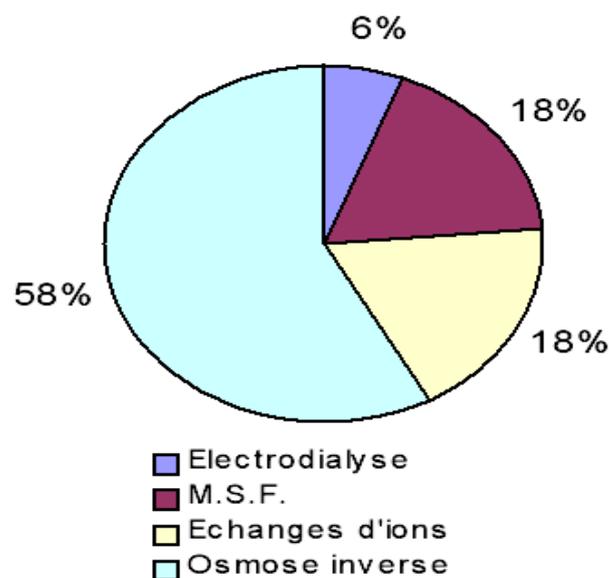


Figure 18 : Procédés et capacité de production respective [9]

### II.7.1. Choix de la technique de déminéralisation

le procédé d'osmose inverse et l'électrodialyse sont les meilleurs adaptés à la déminéralisation des eaux saumâtres de salinité inférieure 4000mg/l par rapport aux autres procédés.

Par contre, l'osmose inverse est la plus utilisée en Algérie donc le marché de cette demande est adapté à l'osmose inverse qui est le procédé qui est utilisé en Algérie,

Dans cette étude nous choisissons le procédé membrane par la technique d'osmose inverse parce que il est présenté plusieurs avantages par rapport aux autres techniques et la plus utilisée en Algérie, on choisit cette technique pour donner un aide sur le dimensionnement d'une station de déminéralisation par osmose inverse, pour adapter le marché de main d'œuvre.

#### II.7.1.1. Les avantages de l'osmose inverse

- le procédé le plus utilisé en Algérie

- le coût de  $m^3$  d'eau produit, le prix d'investissement et le prix de revient d'un  $m^3$  d'eau acceptable.

- la consommation d'énergie faible

- le débit de production très élevé

- facilité d'automatisation et de contrôle

- coût de produit chimique négligé

Par contre les inconvénients de cette technique est la qualité d'eau est très douce et la durée de vie des membranes à cause du colmatage.

Ces inconvénients sont un problème solution par la reminéralisation très simple dans le réservoir de stockage, et injecté le Anti-scalon pour diminuer le colmatage

### II.7.2. Etapes d'une station de déminéralisations

Une station de déminéralisation est composée de plusieurs étapes qui s'avèrent d'une nécessité primordiale afin d'aboutir à la qualité d'eau souhaitable. On peut distinguer trois procédés principaux qui sont :

- Prétraitement
- Traitement principal
- Désinfection

#### II.7.2.1. Prétraitement

Le prétraitement est l'ensemble des opérations de correction effectuée sur l'eau d'alimentation en vue de la rendre compatible avec le bon fonctionnement du système de traitement de point de vue physique, chimique et bactériologique.

Il vise un double rôle

- obtenir une qualité d'eau compatible avec les membranes semi-perméables.
- Protéger les membranes de traitement principal

Dans une station de déminéralisation, le prétraitement comporte un filtre rapide à sable et une microfiltration.

### a)-Filtration

Dans une chaîne de traitement des eaux, la filtration est un procédé destiné à clarifier les eaux en les faisant passer à travers un milieu poreux (filtre) constitué d'un matériaux granulaire qui sert à retenir les matières en suspension. La filtration permet également d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur et de la turbidité.

Dans cette étape nous utilise filtre à sable comme montre la figure suivant. [10]



**Figure 19 : les filtres à sable de la station de GHARBOUZ**

### Mécanismes de filtration

Dans le phénomène de filtration, on peut distinguer trois mécanismes : [10]

\* L'interception directe concerne les particules qui ont une taille inférieure au pore de filtre..\*

Le mouvement brownien concerne les particules flocculées

\* L'adsorption physique ou la rétention à la surface des particules, généralement c'est le mécanisme prépondérant.

### b)- Microfiltration

La microfiltration est semblable à la filtration, la différence entre les deux procédés existe dans le diamètre des pores et le matériau de construction de filtres de procédés précités.

En pratique, les micronnages utilisés en purification de l'eau sont :

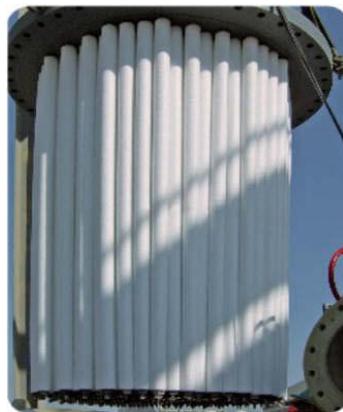
- 0,2  $\mu\text{m}$  : suffisant pour arrêter les bactéries

0,05 à 0.1  $\mu\text{m}$  : souvent employés en microélectronique



**Figure 20:les Filtres à cartouchesde la station de GHARBOUZ.**

- La microfiltration se fait pratiquement toujours avec des filtres à cartouches consommables. [10]



**Figure 21:les cartouches de microfiltration.**

Il s'agit de filtration de surface avec des membranes plissées.

On distingue les cartouches de microfiltration pour filtration nominale et celles pour filtration absolue. En général, les cartouches de filtration absolues utilisent des membranes avec des pores..

On peut tester l'intégrité de certaines cartouches de microfiltration, cela est utile pour des applications où la qualité de la filtration doit être démontrée et documentée, comme par exemple dans l'industrie pharmaceutique.



**Figure 22: Vue au microscope d'une membrane d'une cartouche de microfiltration absolue. [10]**

### **II.7.2.2.Traitement principale**

Dans cette étape, on applique la technique de déminéralisation pour traiter les eaux potables. La déminéralisation est l'ensemble des opérations qui servent à éliminer totalement ou partiellement certains ions gênants ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , ....ect).

#### **a)- osmose inverse**

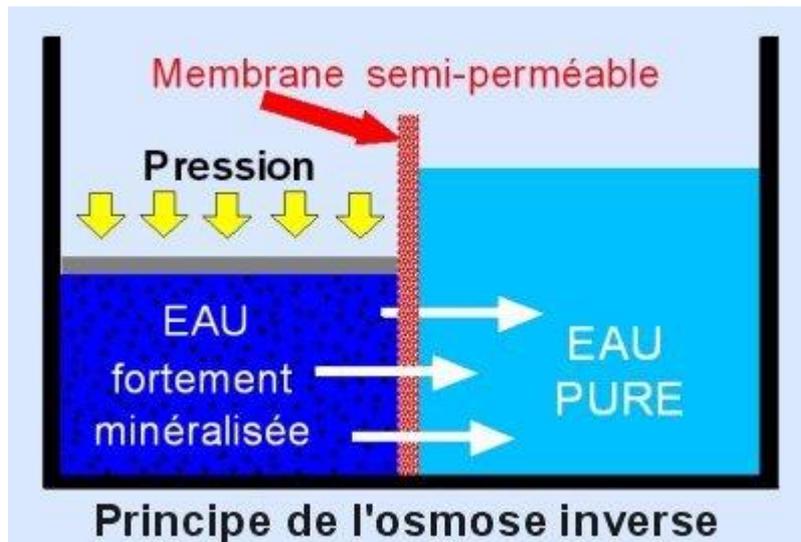
##### **-Principe de fonctionnement osmose inverse**

L'osmose inverse peut être définie comme étant un procédé de séparation en phase liquide par perméabilité à travers une membrane permsélective sous l'action d'un gradient de pression.

Une membrane permsélective est une barrière qui permet certains transferts de masse entre deux milieux qu'elle sépare et qui en interdit d'autres, ou de façon moins restrictives, qui en favorise certains par rapport à d'autres. Rappelons qu'on appelle osmose le transfert de solvant (eau dans à plupart des cas) à travers une membrane sous l'action d'un gradient de concentration.

Considérons un système à deux compartiment séparés parc une membrane permsélective et contenant deux solutions de concentrations différentes.

Le phénomène d'osmose va se traduire par flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée. L'osmose inverse est largement appliquée au dessalement d'eau saumâtre, mais nécessite un traitement poussé pour le dessalement d'eau de mer, afin de prévenir le colmatage des membranes. [11]



**Figure 23 : Principe de l'osmose et de l'osmose inverse**

#### b)- Pression osmotique

La pression osmotique d'une solution est reliée à l'activité du solvant par la relation

$$\pi = \frac{RT}{V} \log_e a$$

$\pi$  : pression osmotique (bar)

R : concentration des gaz parfaits ( $\text{cm}^3 \cdot \text{bar} \cdot \text{k}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

T : température thermodynamique (k)

V : volume partiel molaire du solvant ( $\text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

a : activité du solvant

#### -Domaine d'application

L'osmose inverse s'applique à tous les cas où une déminéralisation d'une concentration d'ions ou de molécules organiques sont recherchées, on le trouve dans :

- Déminéralisation des eaux saumâtres.
- Dessalement des eaux de mer.
- Traitement des eaux résiduaires industrielles urbaines.
- Production de chlore et de soude.
- Production d'eau de très haute qualité (eau de chaudière, eaux ultra pures, des industries électroniques, fabrication des semi-conductrices industries photo, fabrication des produits de beauté, produit pharmaceutiques, industrie nucléaire, et l'eau ultra pure pour les laboratoires et les hôpitaux.
- Récupération des métaux dans le rinçage à l'aval des bains de galvanisation



**Figure 24 : unité d'osmose et de l'osmose inverse**

### **II.7.2.3. Désinfection**

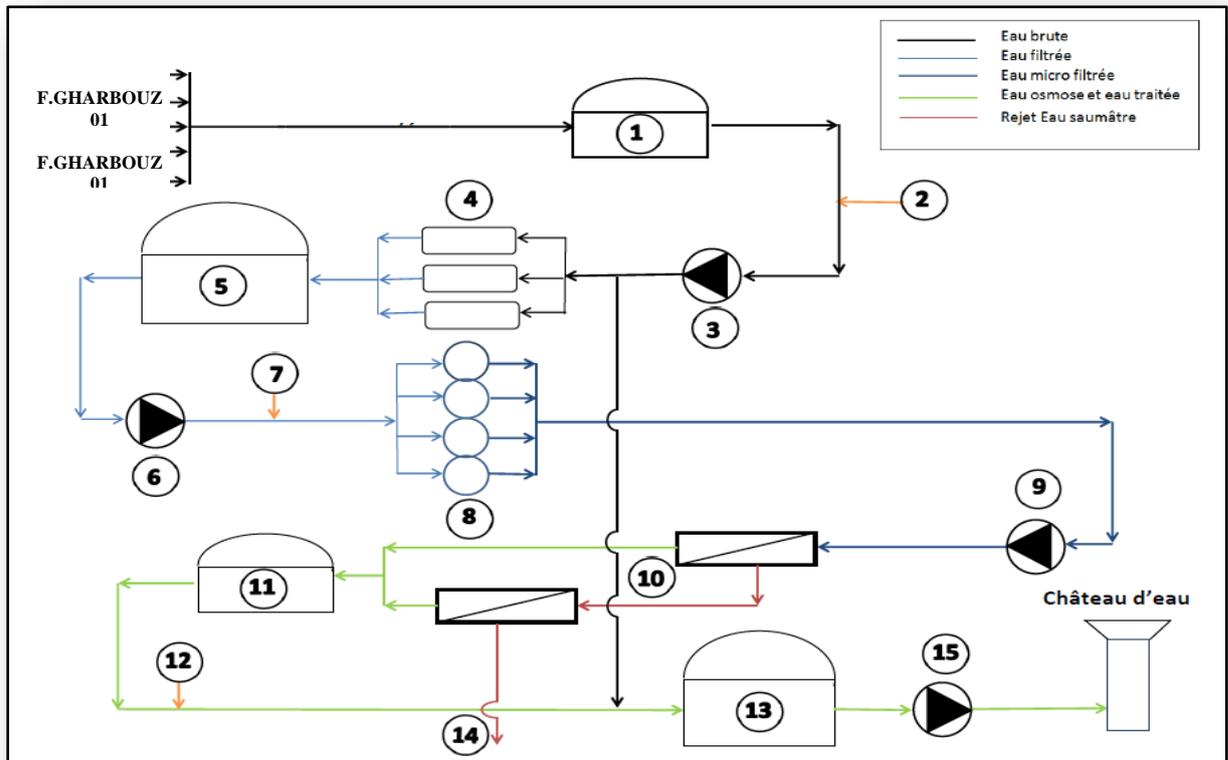
Le but de la désinfection est d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau afin d'empêcher le développement de maladies hydriques. Le principe de la désinfection est de mettre en contact un désinfectant à une certaine concentration pendant un certain temps avec une eau supposée contaminée. Cette définition fait apparaître trois notions importantes : les désinfectants, le temps de contact et la concentration en désinfectant.

Actuellement, il existe diverses techniques de désinfection les plus utilisées (chloration de l'eau, stérilisation par les rayons U.V et l'ozonation). A la station de GHERBOUZ utilisé désinfection par chloration de l'eau.

#### **a)- Principe de fonctionnement de chloration**

Le principe de fonctionnement de la chloration est d'une extrême simplicité : on injecte du chlore dans l'eau avec une pompe pour injection ou un injecteur Venturi, et on attend que le chlore agisse. La chloration est très peu employée en purification de l'eau dans l'industrie, essentiellement en raison du problème insoluble posé par le résidu de chlore et de dérivés chlorés présents dans l'eau désinfectée.

### II.7.3.L'installation les équipements de traitement



**Figure 25 : Schéma synoptique de la station de GHARBOUZ[7]**

Les équipements sont prévus en première phase pour produire 22.500 m<sup>3</sup>/j d'eau osmosée à 200 ppm.

Les ouvrages de génie-civil, bâtiment compris, sont conçus pour une production d'eau osmosée de 30.000 m<sup>3</sup>/j.

L'installation comprend principalement:

- 1) Bassin d'eau brute 40 m<sup>3</sup>
- 2) Injection : Chlore (désinfection), acide sulfurique (réduction pH), chlorure ferrique (floculation)
- 3) (2+1) Pompes de 9 600 m<sup>3</sup>/j sur 21mCE pour l'alimentation des filtres à sable
- 4) Filtres à sable bicouche (contre les matières en suspension) 3 U; surface unitaire 15,12 m<sup>2</sup>
- 5) Bassin d'eau filtrée (130 + 70 m<sup>3</sup>) (dont un compartiment pour les eaux de lavage des filtres à sable)
- 6) (3+1) Pompes d'alimentation des filtres à cartouches ( 8 784 m<sup>3</sup>/j sur 25 mCE)
- 7) Injection SBS (Décoloration) et ASC (anti-tartre)
- 8) Filtres à cartouches (3+1) U ; 50 cartouches / filtre

- 9) (3+1) Pompes d'alimentation haute pression vers l'unité d'osmose inverse ( 8 784 m<sup>3</sup>/j sur 139 mCE)
- 10) Unité d'osmose inverse à deux passes ; 33 U/1<sup>er</sup> étage et 15 U/2<sup>eme</sup> étage (06 membranes/U)
- 11) Bassin d'eau osmosée(40 m<sup>3</sup>)
- 12) Injection : lait de chaux (Potabilisation de l'eau osmosée), chlore (désinfection)
- 13) Bâche d'eau traitée (2 × 1000 m<sup>3</sup>)
- 14) Evacuation saumure vers drains
- 15) (2+1) Pompes eau traitée ( 7 056 m<sup>3</sup>/j sur 51 mCE) vers château d'eau (500 m<sup>3</sup>)[7]

#### II.7.4.L'étape de traitement

L'eau brute, conditionnée par l'eau de javel (NaOCl) et le chlorure ferrique (FeCl<sub>3</sub>), entre dans le bassin d'oxydation, où les ions Fe<sup>++</sup> sont oxydés avec formation d'hydroxyde de Fer, qui est ensuite retenu sur les filtres à sable. FeCl<sub>3</sub> assure un rôle de coagulation des colloïdes et autres matières en suspension. Son action permet de diminuer l'indice de colmatage (SDI = silt density index).

Les filtres à sable ont un fonctionnement automatique, tant en production qu'en cycle de lavage prévu au minimum une fois par semaine ou à fréquence plus élevée si la perte de charge dans le matériau de filtration dépasse les valeurs de consigne.

L'eau filtrée est reprise par 3 pompes qui alimentent 3 lignes de prétraitement et ensuite d'osmose inverse produisant 3 x 7.500 m<sup>3</sup>/j d'eau osmosée.

Dans le bâtiment des pompes une place est prévue pour l'extension de la production de 22.500 m<sup>3</sup>/j à 30.000 m<sup>3</sup>/j, c.a.d à l'installation d'une 4<sup>eme</sup>. ligne de production.

Afin d'éviter toute difficulté qui pourrait être due à un indice de colmatage trop élevé de l'eau brute par rapport à celui admissible par les membranes, nous avons placé un traitement de filtration à Pré-couche de terre à diatomée

Des filtres à cartouches (un par ligne) apportent une sécurité complémentaire de traitement avant de passer sur les membranes d'osmose inverse.

Entre les filtres à pré-couche et les filtres à cartouche le RPI 2000 est injectée dans le système afin d'empêcher toute précipitation dans les membranes.

Le bisulfite de soude (NaHSO<sub>3</sub>) est injecté aval le filtre à pré-couche dans le système afin de réduire la concentration en chlore libre à zéro. Pour éliminer l'effet d'oxydation des Membranes, chlore libre est un oxydant.

Des chlorométries sont prévus pour mesurer la quantité de chlore libre, ajuster l'injection de NaHSO<sub>3</sub> et déclencher une alarme et l'arrêt de l'installation

En cas de présence de chlore libre.

Après acidification par ajout de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> jusqu' à PH ± 6,9, l' eau est portée à une pression

de 15,5 bar (absolu) pour traverser les modules d'osmose inverse.

L'eau y est séparée en 2 courants, l'un, le PERMEAT, d'où les ions ont été retirés jusqu' à une concentration résiduelle de l'ordre de 7% de la concentration initiale, l'autre, le CONCENTRAT, où les ions sont plus concentrés et qui constitue à rejeter.

Cette opération s'effectue en 2 étapes, le concentrat de la première, étant de T4% (taux de conversion) pour une température de l' eau de 30 °C.

La qualité du perméat, c'est-à-dire l' eau osmosée, est contrôlée par une mesure continue de conductivité.

Après chaque arrêt d'une ligne d'osmose inverse les éléments d'osmose inverse sont rincés afin d'empêcher les dépôts de sels et d'autres composants.

Le rinçage est effectué en une étape avec du perméat pur venant de la bâche dont la capacité

Le perméat, qui contient une très petite quantité de CO<sub>2</sub> est neutralisé par NaOH et dirigé via la bâche de rinçage puis vers la bâche de stockage de 2.500 m<sup>3</sup>. [9]

## **II.6. Conclusion**

Durant ce chapitre, nous avons présenté les neuf stations de déminéralisation à la ville de Ouargla pour améliorer la qualité d'eau dans cette ville. Ainsi que les procédés utilisés dans le traitement par osmose inverse et nous avons remarqué que le traitement par osmose inverse est le procédé qui présente les meilleurs avantages et qu'il est le plus utilisé au niveau national. Dans le prochain chapitre Nous examinerons la qualité de la station d'eau GHARBOUS.

# **Chapitre III**

## **Matériels et méthodes**

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

Une eau potable est une eau qui ne provoque pas de risque infectieux ou parasitaire ni de risque due à sa composition chimique. Elle doit être limpide, fraîche et ne contient ni odeur ni saveur. Cependant, les eaux souterraines qui sont considérées comme potables, peuvent contenir des substances minérales ou organiques qui gênent par conséquent leur qualité. Durant ce chapitre, nous allons présenter les différentes caractéristiques des eaux potables (organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques).

### **III.2.Caractéristiques des eaux potables**

#### **III.2.1. Caractéristiques organoleptiques**

Ces caractéristiques englobent la turbidité, la couleur, l'odeur et le goût. Jadis, lorsque les eaux renferment ces propriétés, elles sont considérées comme potables.

##### ***\*Turbidité***

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée de la teneur en matière en suspension. Une turbidité importante peut mettre les micro-organismes à l'abri des effets de la désinfection, stimule la croissance des bactéries et entraîne une demande élevée en chlore. Une eau dont la turbidité est inférieure à 5 unités néphélobimétrie (UNT) est généralement jugée acceptable pour la consommation.,[8]

##### ***\* Couleur***

La couleur de l'eau de boisson peut être imputable à la présence de matière organique colorée, par exemple de substances humiques, de métaux tel que le fer et le manganèse ou de déchets industriels à coloration intense. La plupart des gens sont capables de déceler la coloration de l'eau contenue dans un verre lorsqu'elle dépasse 15UNT (unité colorimétrique vraie) [8]

##### ***Goût et'odeur\****

L'odeur de l'eau de boisson s'explique principalement par la présence de substances organiques. Certaines odeurs témoignent une augmentation d'activité biologique tandis que d'autres tirent leur origine d'une pollution industrielle.[8]

### III.2.2. Propriétés physico-chimiques

#### \* *pH*

Il dépend de l'équilibre calcocarbonique dans la plupart des eaux naturelles. Le pH de la plupart des eaux brutes se situe entre 6.5 et 8.5. Au-dessous de ce seuil, l'eau est dite agressive. Il a un effet corrosif sur les canalisations, et peut conduire à la dissolution de certains métaux toxiques tel que le plomb. Le pH influe sur les différents procédés de traitement physicochimique., [9]

$$\text{pH} = 10 - \log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad [10]$$

#### \* *Température*

L'eau est plus agréable à boire fraîche que tiède. L'eau de boisson a une bonne fraîcheur si sa température varie de 9 à 12<sup>0</sup> C. Les eaux souterraines gardent généralement une fraîcheur constante, mais la température des eaux de surface varie selon plusieurs facteurs saisonniers et autres. La température agit également sur les traitements physicochimiques des eaux. [9].

#### \* *Conductivité*

Toute eau est plus ou moins conductible. Cette conductivité est liée à la présence des ions dans l'eau, elle augmente avec la concentration des sels ioniques dissous et aussi avec la température. La conductivité donne une idée précise sur la minéralisation de l'eau. [9].

#### \* *Dureté (TH)*

La dureté de l'eau ou l'hydrométrie est une mesure globale de la concentration en sels (de calcium et de magnésium) dissous dans l'eau. Dans les zones où l'eau est très dure, les canalisations peuvent être obstruées par des dépôts de tartre. Une dureté de 100 mg (CaCO<sub>3</sub>)/l représente un bon compromis entre la corrosion et l'entartrage bien que, pour des considérations organoleptiques, la valeur indicative recommandée soit fixée à 500 mg/l de (CaCO<sub>3</sub>) ou soit entre 32 et 54 F°

(Tableau 2). [11]

**Tableau 7 : Qualité d'eau en fonction de sa dureté**

Dureté (°F)	0-7	7-22	22-32	32-54	>54
Qualité d'eau	Douce	Modérément douce	Assez douce	dure	Très dure

**\* Titre alcalimétrique (TA)**

Le titre alcalimétrique (TA) correspond à la somme des teneurs en ions hydroxyde et carbonate exprimé en degré français (°F).

$$\text{TA} = [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] \quad [10]$$

**\* Titre alcalimétrique complet (TAC)**

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la somme des teneurs en ions hydroxyde, bicarbonate et carbonate exprimé en degré français (°F).

$$\text{TAC} = [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] \quad [10]$$

**\* Sels minéraux nécessaires**

La nature et la composition de l'eau sont en relation avec sa structure naturelle. Au contact prolongé du sol, les eaux se chargent de plusieurs substances que l'on trouve communément dans l'eau, il s'agit essentiellement de sels minéraux comme le calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ), le potassium ( $\text{K}^+$ ), le sodium ( $\text{Na}^+$ ), le chlore ( $\text{Cl}^-$ ), les sulfate ( $\text{So}_4^{-2}$ ), bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), les carbonate ( $\text{Co}_3^{-2}$ ).

**1. Calcium  $\text{Ca}^{2+}$** 

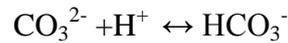
Considéré comme un élément essentiel (99% dans le squelette), le calcium doit être fourni au corps humain à raison de 0.7 à 2 g/j. Des concentrations élevées dans l'eau ne présentent pas de danger pour la santé. Le seuil de détection gustative se situe entre 100 à 300 mg/l. Dépendant de la température, du pH et de l'alcalinité de l'eau, la concentration en calcium constitue un facteur favorisant selon le cas, soit l'entartrage (forte teneur), soit la corrosion (faible teneur). Une teneur suffisante peut provoquer un léger dépôt de carbonate sur les conduites métalliques et les protéger contre la corrosion. [10]

**2. Magnésium  $\text{Mg}^{2+}$** 

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre. Il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau. A partir d'une concentration de 100mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau. S'ils ne provoquent pas de phénomènes toxiques (sauf chez les personnes insuffisantes rénales), les sels de magnésium, essentiellement les sulfates, peuvent avoir un effet laxatif à partir de 400 mg/l. [10]

### 3. Bicarbonates $\text{HCO}_3^-$

Les bicarbonates résultent de la dissolution de carbonate de calcium ou suite à l'hydrolyse de  $\text{CO}_2$  comme le montre les équilibres chimiques suivants :



Leur concentration dépend de plusieurs facteurs tels que le pH, l'alcalinité ainsi que la température du milieu aqueux [10].

### 4. Chlorures $\text{Cl}^-$

Ils sont très répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium ( $\text{NaCl}$ ), de potassium ( $\text{KCl}$ ), et de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ). La présence de chlorures dans les eaux naturelles peut être attribuée aux effluents des industries chimiques, aux rejets des égouts. Chacune de ces sources de pollution peut contaminer localement les eaux de surface et les eaux souterraines. Les eaux chlorurées alcalines sont laxative, mais généralement les chlorures présents dans l'eau potable n'ont pas de conséquences toxiques pour l'homme, même à de fortes concentrations (1000 mg/l). A des concentrations élevées, ils peuvent provoquer des maladies rénales ou cardiovasculaires ou nuire le goût de l'eau en lui donnant une saveur salée. [9].

### 5. Sodium $\text{Na}^+$

Pour le sodium contenu dans les eaux de boisson, il faut souligner que les valeurs limites varient en fonction de ressources disponibles et des habitudes alimentaires. Le sodium est le plus abondant des éléments alcalins. Ses composés largement répandus dans la nature, représentent 26g/kg de la croûte terrestre.

Les eaux souterraines en contiennent parfois beaucoup, ce qui dans certains cas peut accroître leur salinité.

### 6 - Sulfates $\text{SO}_4^{2-}$

La teneur en sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dans l'eau est liée aux composés alcalins de la minéralisation. Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau est de l'ordre de 400mg/l.

### 7. Potassium $\text{K}^+$ :

La teneur du potassium dans les eaux naturelles est de l'ordre de 10 à 15mg/l à une telle valeur, le potassium ne présente pas d'inconvénients pour la santé des individus. [9].

### 8. Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau agit essentiellement sur les réactions d'oxydoréduction qui mettent en jeu le fer, le magnésium, le cuivre et d'autres composés. Généralement, les eaux souterraines sont dépourvues d'oxygène et elles nécessitent une aération avant leur utilisation pour la consommation. [9].

#### \* *Eléments Indésirables*

##### 1- Fer:

Le fer contenu dans les eaux superficielles peut avoir une origine géologique, mais le plus souvent il provient de lessivage de terrains et de pollution minières ou métallurgique. Dans les eaux souterraines, plus réductrices, le fer va se retrouver sous forme ferreuse  $Fe^{2+}$  qui est soluble. Dans les eaux superficielles plus aérées, le fer se trouve sous forme ferrique et précipite sous forme d'hydroxyde ferrique  $Fe(OH)_3$ ; il sera donc associé aux matières en suspension. Le fer est un élément essentiel de la nutrition humaine. Les limites des potabilités sont basées sur les effets esthétiques, les effets ménagers et sur les inconvénients qu'il procure au réseau de distribution. Pour le sulfate de fer, on a trouvé comme seuil gustatif les valeurs de 0.1 à 0.2 mg/l mais la moyenne des individus testés n'ont perçu un goût qu'à partir de 1.8 mg/l. [9]

##### 2. Nitrates $NO_3^-$

Un excès de nitrates dans les eaux de boisson peut provoquer une inflammation des muqueuses intestinales chez l'adulte. L'OMS considère comme limite maximale acceptable une concentration de 50mg/l de nitrates. [9]

##### 3. Nitrites $NO_2^-$

Un excès de nitrites dans les eaux de boisson peut provoquer de l'hypotension chez les adultes et la méthémoglobinémie chez les nourrissons. Donc, il est conseillé qu'une eau potable ne doit pas contenir plus que 0.1mg/l en azote nitreux. [9].

##### 4. Fluorures

Il y a des traces de fluorures dans de nombreux types d'eau, les teneurs les plus élevées se trouvent fréquemment dans les eaux souterraines. Rien n'indique que des effets nocifs quelconques soient associés aux concentrations relativement faibles auxquelles les humains sont couramment exposés. On considère généralement qu'une faible teneur en fluorure dans l'eau (0.4 mg/l) est favorable à la formation de l'email dentaire et protège les dents contre la carie.

Des doses supérieures à 1mg /l risquent de faire, apparaître des taches sur l'email dentaire qui s'aggravent par des calcifications et des chutes des dents. [9].

**\* *Éléments toxiques***

Les éléments toxiques dans l'eau ayant une incidence directe sur la santé, ils regroupent les métaux lourds (mercure Hg, plomb Pb, cuivre Cu, cadmium Cd<sup>2+</sup> Chrome Cr<sup>2+</sup>), les pesticides et les hydrocarbures. Actuellement pour les éléments toxiques dans l'eau les teneurs tolérées sont de plus en plus minimales, parfois de l'ordre de micro de gramme par litre. [9].

**III.2.3. Propriétés bactériologiques**

L'eau destinée à la consommation humaine peut contenir des microorganismes pathogènes pouvant être responsables d'épidémies. Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux.

Le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets, qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48h à 35°C. Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24h à 44.5 °C.

On retrouve les bactéries de coliformes fécaux en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud. Etant donné que cette particularité est associée à la contamination fécale. On utilise de préférence les coliformes fécaux comme indicateurs de la qualité des eaux brutes, ce qui permet de déceler la présence d'organismes pathogènes à la source.

Les coliformes totaux étant largement répartis dans la nature, ils n'indiquent pas nécessairement qu'il y a une contamination. Par ailleurs, ces organismes survivent plus longtemps dans l'eau et résistent mieux à la chloration que les coliformes fécaux ou les bactéries pathogènes communes. On utilise donc de préférence les coliformes totaux comme indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau potable. La présence d'un organisme coliforme quelconque dans l'eau traité révèle en effet que le traitement n'était pas efficace ou qu'il y a eu une contamination après traitement.[11].

### III.3. Les analyses effectuées dans laboratoire de la station de GHERBOUZ

Les différentes analyses effectuées dans le laboratoire de la station de GHARBOUZ sont :

- 1- dureté calcique (Méthode : titrage par EDTA).
- 2- dureté totale (Méthode : titrage par EDTA).
- 3- dureté magnésienne (par calcul (TH-THCa)).
- 4- titre alcali-métrique TA (Méthode : titrage par acide sulfurique).
- 5- titre alcali-métrique complet TAC (Méthode : titrage par acide sulfurique).
- 6- Chlorure (Méthode : titrage par nitrate d'argent).
- 7- fer total (Méthode : spectrométrie).
- 8- manganèse (Méthode : spectrométrie).
- 9- nitrate (Méthode : spectrométrie).
10. nitrite (Méthode : spectrométrie).
- 11- silice (Méthode : spectrométrie).
- 12- sulfate (Méthode : spectrométrie).
- 13- fluorure (Méthode : spectrométrie).
- 14- résidu sec.
- 15- Ph.
- 16- conductivité.
- 17- chlore libre.
- 18- turbidité.
- 19- SDI.

En plus de ces analyses, la station sont équipée de plusieurs analyseurs en ligne:

- 1- Turbidimètre
- 2- Conductimètre
- 3- PH-mètre
- 4- Mesure en ligne de potentiel redox
- 5- Analyseur de chlore libre.[12]

#### III.3.1. Les Méthodes analyses dans laboratoire de la station de GHERBOUZ

La différente méthode d'analyse dans laboratoire est les suivants :

### III.3.1.1. Mesure des chlorures

#### a)-Principe de la méthode

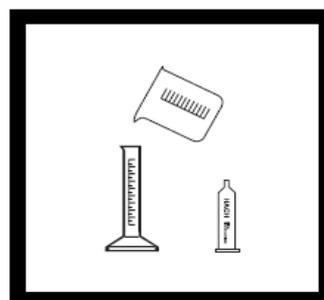
L'échantillon est titré avec le nitrate d'argent en solution en présence dichromate de potassium (venant de l'indicateur chlorure 2 en gélule). Le nitrate d'argent réagit avec le chlorure qui est présent pour produire du chlorure d'argent blanc insoluble. Lorsque tout le chlorure est précipité, les ions d'argent réagissent avec l'excès du chromate présent pour produire un précipité de chromate d'argent rouge-brun, ce qui indique le point de virage du titrage..[9]

#### b)-Prélèvement et stockage

Prélever au moins 100 à 200 ml d'échantillon dans un flacon propre en plastique ou en verre. Les échantillons peuvent être stockés jusqu'à 28 jours.

#### c)-Mode opératoire

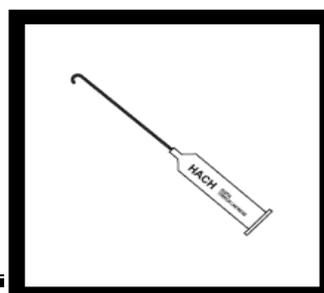
1. Dans le Tableau 1, sélectionner le volume d'échantillon et la cartouche de solution titrant de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) correspondant à la concentration prévue de chlorure.



**Tableau :09**

Gamme (mg/l en Cl <sup>-</sup> )	Volume d'échantillon (ml)	Cartouche $\text{AgNO}_3$ (N)	N° Référence	Facteur de multiplication
10-40	100	0,2256	14396-01	0,10
25-100	40	0,2256	14396-01	0,25
100-400	50	1,128	14397-01	1,00
250-1000	20	1,128	14397-01	2,50
1000-4000	5	1,128	14397-01	10,0
2500-10.000	2	1,128	14397-01	25,00

2. Fixer un capillaire propre sur la cartouche. Monter la cartouche sur le corps du titrimétrie.



3. Tourner le bouton de commande pour faire  
Couler quelques gouttes de solution titrant.  
Remettre le compteur à zéro et essuyer l'extrémité du capill



4. Au moyen d'une pipette ou d'une éprouvette graduée,  
Mesurer le volume d'échantillon sélectionné.  
Transférer l'échantillon dans une fiole Erlenmeyer de 250 ml.  
Diluer à environ 100 ml avec de l'eau dés ionisée si nécessaire.



5. Ajouter le contenu d'une gélule d'indicateur Chlorite 2  
et agiter pour mélanger.

**Note :** L'exactitude des résultats n'est pas affectée  
si une petite partie de la poudre n'est pas dissoute.



6. Placer le capillaire dans la solution et agiter  
La fiole tout en titrant avec la solution de nitrate  
D'argent jusqu'à virage du jaune au rougebrun.  
Noter le nombre d'unités nécessaires.



7. Calculer : Nombre d'unités X Facteur de multiplication = mg/l de chlorure.

**Note:** Les résultats peuvent être exprimés en mg/l de chlorure de sodium en multipliant le résultat en mg/l de chlorure par 1,65.

**Note:** mg/l Chlorure = mg/l  $\text{Cl}^- \div 35,45$ . [13]

$$\text{M Chl} = \text{Nn} \times \text{F}$$

Nn : Nombre d'unités

F : Facteur de multiplication

M Chl : Mesure de chlorure. mg/l

### III.3.1.2. Mesure de dureté totale

#### a)-Définitions

La première définition de la dureté (TH ; titre hydrotimétrique) de l'eau était sa capacité de transformer le savon en un composé insoluble. Maintenant, la dureté de l'eau est calculée en mesurant la quantité d'ions calcium, magnésium, aluminium, fer, strontium, etc. présents dans l'eau, les deux premiers cations ( $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ ) étant généralement les plus abondants. Comme le calcium est un des ions les plus abondants, il devient donc un bon indicateur de la dureté de l'eau. C'est pourquoi on exprime la dureté selon la quantité de trioxycarbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ , communément appelé le carbonate de calcium) présente dans une solution. Cette quantité est exprimée en mg/l ou en ppm.

Dans la plupart des cas la dureté totale d'une eau est égale à la somme de sa dureté calcique et de sa magnésienne. La dureté Calcique se rapporte aux ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et celle Magnésienne se rapporte aux ions magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ . Une eau est dite dure (pas douce), donc très concentrée en cations minéraux  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ . [9]

#### b)-Domaine d'application

Eau potable, eau de mer, eau usée,...

#### c)-Principe de la méthode

Placer 10,0 ml de la solution contenant  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  dans un bécher de 100 ml avec le tampon à pH = 10. Ajouter une pointe de spatule d'indicateur NET (Noir d'Eriochrome

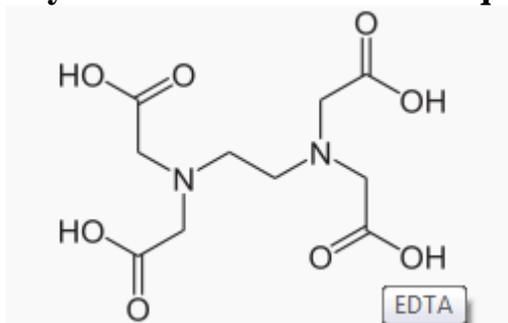
T): la solution prend la teinte rouge du complexe Mg – NET. Cette teinte sera conservée tant qu'il y aura des ions magnésium libres dans la solution. Titrer avec la solution d'E.D.T.A (Éthylène Diamine Tétra-Acétique), les ions calcium se complexent d'abord et lorsqu'il n'y a plus d'ions calcium, les ions magnésium libres se complexent. Au moment où tous les ions magnésium libres ont été complexés par l'E.D.T.A, le complexe Mg – NET est détruit; la couleur bleue de NET libre apparaît. On a donc dosé à la fois les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et les ions  $\text{Mg}^{2+}$ , ce qui détermine la «dureté» totale ou titre hydrotimétrique de l'eau.

#### d)-Cas d'utilisation de la titrimétrie digitale HACH, après avoir tamponné

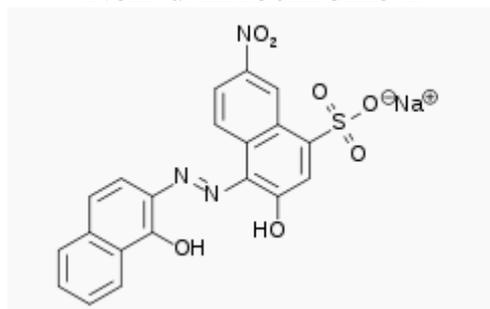
L'échantillon à pH 10, l'indicateur ManVer 2 est ajouté, et forme un complexe rouge avec une partie du magnésium dans l'échantillon.

Le titrant EDTA réagit d'abord avec les ions calcium et magnésium libres, puis avec ceux liés à l'indicateur, provoquant un changement de couleur du rouge au bleu pur au point de virage..[9]

#### Éthylène Diamine Tétra-Acétique



#### Noir d'Eriochrome T



#### e)-Prélèvement et stockage

Prélever les échantillons dans des flacons propres en plastique ou en verre. Remplir complètement et boucher soigneusement. Minimiser l'agitation ou l'exposition prolongée à l'air. Les échantillons peuvent être stockés jusqu'à 7 jours en les refroidissant à 4° C et en les acidifiant à pH 2 avec de l'acide nitrique concentré. Neutraliser l'échantillon acidifié jusqu'à pH 7 avec de l'hydroxyde d'ammonium avant l'analyse..[9]

#### f)-Mode opératoire (cas de titrage par titrimétrie digital HACH)

1. Dans le Tableau 1, sélectionner le volume D'échantillon et la cartouche de solution Titrante EDTA correspondant à la concentration Prévue de dureté en mg/l.

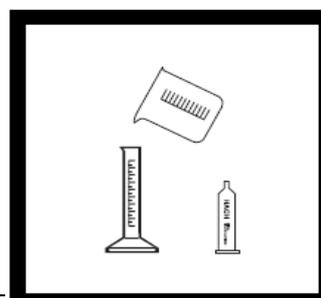
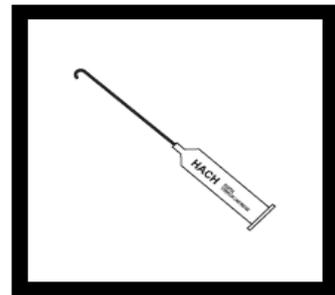


Tableau 10 :

Gamme (mg/l en $\text{CaCO}_3$ )	Volume d'échantillon (ml)	Cartouche EDTA (N)	N° Référence	Facteur de Multiplication
10-40	100	0,0800	14364-01	0,1
40-160	25	0,0800	14364-01	0,4
100-400	100	0,800	14399-01	1,0
200-800	50	0,800	14399-01	2,0
500- 2000	20	0,800	14399-01	5,0
1000-4000	10	0,800	14399-01	10,0

2. Fixer un capillaire propre sur la cartouche.

Monter la cartouche sur le corps du titrimétrie.



3. Tourner le bouton de commande pour

Faire couler quelques gouttes de solution titrante.

Remettre le compteur à zéro et essuyer l'extrémité du capill



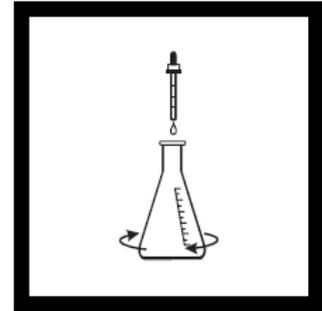
4. Au moyen d'une pipette ou d'une éprouvette graduée, mesu sélectionné.

Transférer l'échantillon dans une fiole Erlenmeyer de 250 ml.

Diluer à environ 100 ml avec de l'eau désionisée si nécessaire.



5. Ajouter 2 ml de tampon Hardness1 et  
Agiter pour mélanger.



6. Ajouter le contenu d'une gélule d'indicateur  
ManVer 2 et agiter pour mélanger.

**Note1:** Quatre gouttes d'indicateur ManVer en solution  
Ou une mesure de 0,1 g d'indicateur ManVer 2 en poudre  
Peuvent être utilisés à la place de la gélule.



7. Placer le capillaire dans la solution et agiter la fiole tout  
En titrant avec la solution d'EDTA jusqu'à virage du rouge au  
Bleu pur. Noter le nombre d'unités nécessaires.

Note : Titrer lentement en approchant du point de virage car  
La réaction est lente, particulièrement dans les échantillons froids.



8. Calculer :  
**Nombre d'unités X Facteur de multiplication**  
**(Tableau 10) = mg/l de dureté totale en CaCO<sub>3</sub>..[9]**

$$M D T = N_n \times F$$

Nn : Nombre d'unités

F : Facteur de multiplication

M D T : Mesure de chlorure. mg/l

**Note 2:** Pour trouver la concentration de manganèse, soustraire le résultat de la détermination de calcium de la détermination de dureté totale.

**Note 3:** Titrer lentement en approchant du point de virage car la réaction est lente, particulièrement dans les échantillons froids.

**g)-Relations entre duretés**

$\text{mg/l Ca} = \text{mg/l dureté totale en CaCO}_3 \times 0,400$

$\text{mg/l dureté totale en CaCO}_3 = \text{mg/l Calcium en CaCO}_3 + \text{mg/l Magnésium en CaCO}_3$

**h)-Mode opératoire (cas de titrage par titrimétrie digital HACH) Interférences**

Bien que moins abondants que le calcium et le magnésium, d'autres ions métalliques polyvalents produisent les mêmes effets de dureté et seront inclus dans le résultat.

Certains métaux de transition et métaux lourds complexent l'indicateur et empêchent le changement de couleur au point de virage.

Le fer n'interfère pas jusqu'à 15 mg/l. Au-delà de cette concentration, il provoque un virage du rouge-orangé au vert qui reste net et peut être utilisé jusqu'à 30 mg/l de fer.

Remplacer les cartouches EDTA 0,0800 M ou 0,800 M respectivement par les cartouches CDTA 0,0800 M et 0,800 M si une interférence du fer est probable.

Le manganèse est titré directement jusqu'à 20 mg/l, mais masque le point de virage au-dessus de cette concentration. L'addition d'une mesure de 0,1 g de chlorhydrate d'hydroxylamine monohydraté élève ce niveau à 200 mg/l de manganèse.

Le cuivre et l'aluminium interfèrent à des concentrations de 0,10 et 0,20 mg/l respectivement. Le cobalt et le nickel interfèrent à toutes les concentrations et doivent être absents ou masqués. Une mesure de 0,5 g de cyanure de potassium élimine l'interférence de 100 mg/l de cuivre, 100 mg/l de zinc, 100 mg/l de cobalt et 100 mg/l de nickel. Une mesure de 1,0 g augmente la concentration permise d'aluminium à 1 mg/l. Les métaux masqués avec du cyanure ne feront pas parti des résultats de dureté..[9]

L'ortho- phosphate donne un virage lent et le polyphosphate doit être absent pour des résultats exacts.

L'acidité et l'alcalinité à 10.000 mg/l (en CaCO<sub>3</sub>) n'interfèrent pas.

Les solutions saturées de chlorure de sodium ne donnent pas un point de virage distinct, mais le titrage peut être effectué directement sur les échantillons d'eau de mer.

L'addition d'une gélule de CDTA, sel de magnésium, élimine l'interférence des métaux jusqu'aux concentrations suivantes :

**Tableau 11**

Métal	Le CDTA élimine les interférences au-dessous de ce niveau
Aluminium	50 mg/l
Cobalt	200 mg/l
Cuivre	100 mg/l
Fer	100 mg/l
Manganèse	200 mg/l
Nickel	400 mg/l
Zinc	300 mg/l

Si plus d'un métal est présent à ou au-dessus des concentrations indiquées ci-dessus, une gélule supplémentaire de CDTA sel de magnésium peut être nécessaire.

Les résultats obtenus par cette technique incluent la dureté due aux métaux. Si la concentration de chaque métal est connue, une correction peut être appliquée pour obtenir la dureté due au calcium et magnésium. L'équivalent en dureté (en mg/l de CaCO<sub>3</sub>) apporté par chaque mg/l de métal est listé ci-dessous et peut être soustrait de la valeur de dureté totale obtenue ci-dessus pour obtenir la dureté due au calcium et magnésium.

**Tableau 12 :**

Métal	Facteur d'équivalence en dureté
Aluminium	3.710
Baryum	0.729
Cobalt	1.698
Cuivre	1.575
Fer	1.792
Manganèse	1.822
Nickel	1.705
Strontium	1.142
Zinc	1.531

Le baryum, le strontium et le zinc sont titrés directement.

Les échantillons fortement tamponnés ou ayant un pH extrême peuvent dépasser le pouvoir tampon des réactifs et nécessiter un prétraitement de l'échantillon..[13]

### III.3.1.3. Technique de mesure de MES

#### a)-Définition

Les solides en suspension sont constitués par la matière en suspension dans l'eau. Ils proviennent de sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du ruissellement des terres agricoles et des retombées de matières particulaires atmosphériques.

Les eaux avec des niveaux élevés de solides en suspension peuvent provoquer des inconvénients dans certains procédés industriels.

Cette méthode est basée sur la méthode « Total suspended solids dry at 103-105 °C»..[9]

#### b)-Domaine d'application

Cette méthode sert à déterminer les solides en suspension dans les effluents industriels. Le domaine d'application se situe entre 1 et 20 000 mg/l. Une limite de détection plus basse peut être obtenue en filtrant un volume d'échantillon plus grand..[9]

#### c)-Principe et théorie

La détermination des solides en suspension est faite en filtrant une portion d'échantillon au travers d'un filtre « Whatman 934 AH » préalablement pesé. Lorsque la filtration est terminée, le résidu est séché à 105 °C et pesé de nouveau. Le poids de solides en suspension est obtenu par différence des poids.

Pour les solides en suspension décantables, une portion de l'échantillon est décantée pendant un certain temps, puis la quantité de solides en suspension est déterminée. La différence entre les solides en suspension totaux et les solides en suspension non décantables donne la concentration de solides en suspension décantables.

La quantité de solides en suspension volatils est obtenue par la différence entre le poids du résidu calciné à 550 °C et celui séché à 105 °C. .[13]

#### d)-Interférence

Pour les solides en suspension, la principale interférence est la perte de certains composés solubles dans l'eau mais volatils à 105 °C.

Pour les solides en suspension volatils, l'interférence la plus importante est causée par la matière inorganique instable à 550 °C. .[13]

**e)-Prélèvement et conservation**

Prélever un échantillon représentatif dans un contenant de plastique ou de verre et conserver à 4 °C.

Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse ne doit pas excéder 7 jours.

**f)-appareillage**

- Rampe de filtration et entonnoir à filtration
- Filtre Whatman 934 AH 47 mm ou l'équivalent
- Étuve à une température de 105 °C ± 2 °C
- Dessiccateur
- Balance analytique dont la sensibilité est de 0,1 mg
- Pompe à vide
- Plaque agitatrice
- Chronomètre. [13]

**g)-Réactifs et étalons**

L'eau utilisée est de l'eau distillée ou déminéralisée.

**h)-Protocole d'analyse****❖ Conditionnement des filters**

- Numéroter une cupule d'aluminium.
- Placer le filtre sur l'entonnoir.
- Laver le filtre avec 3 portions successives de 20 ml d'eau déminéralisée.
- Déposer le filtre dans une cupule d'aluminium.
- Conditionner les filtres et les cupules d'aluminium en les chauffant dans une fournaise à moufle 550 °C pendant un minimum d'une heure.
- Laisser refroidir le filtre dans un dessiccateur (un minimum de 4 heures). .[13]

**❖ Dosage**

- Peser le filtre et la cupule d'aluminium à l'aide d'une balance analytique (immédiatement avant de l'utiliser).
- Un filtre de même type suit le cheminement et est utilisé comme témoin. Homogénéiser l'échantillon.
- Filtrer un volume d'échantillon homogène à travers le filtre Whatman 934 AH ou équivalent de façon à mesurer un maximum de 200 mg de matières en suspension.

- Noter le volume d'échantillon filtré.
- Laver le cylindre et l'entonnoir avec 5 portions de 10 ml d'eau que l'on videra sur le filtre en s'assurant que tout le filtre soit bien rincé.
- Maintenir la filtration sous vide 3 minutes après le dernier rinçage. Remettre le filtre dans sa cupule.
- Faire sécher à l'étuve à 105 °C pendant une nuit.
- Laisser refroidir au dessiccateur pendant un minimum de 4 heures.
- Peser le filtre et la cupule. Si le temps de séchage (une nuit) et le temps minimum mis au dessiccateur (4 heures) n'est pas respecté, peser le filtre et la cupule jusqu'à l'obtention d'un poids constant c'est-à-dire que la différence entre 2 pesées successives soit inférieure à 1 mg en répétant le cycle (séchage - refroidissement - pesage).
- Pour la détermination des matières en suspension volatiles, chauffer pendant un minimum de deux heures le filtre et la cupule dans la fournaise à moufle à 550 °C.
- Laisser refroidir le filtre au dessiccateur (un minimum de 4 heures).
- Peser le filtre et la cupule. Si le temps de calcination (2 heures) et le temps minimum mis au dessiccateur (4 heures) n'est pas respecté, peser le filtre et la cupule jusqu'à l'obtention d'un poids constant c'est-à-dire que la différence entre 2 pesées successives soit inférieure à 1 mg, en répétant le cycle (calcination - refroidissement - pesage).[13]

#### ❖ Préparation spéciale de la verrerie

Aucun soin autre que le lavage et le séchage de la verrerie n'est nécessaire pour la détermination des solides en suspension.

#### III.3.1.4. Calcul et expression des résultats

##### a)-Matières en suspension

$$E=1000\ 000\ (A-B)/D$$

**E** : quantité de matières en suspension (mg/l);

**A** : poids du filtre + solides avant calcination (g) (après 105 °C);

**B** : poids du filtre + solides après calcination (g) (après 550°C);

**D** : volume d'échantillon utilisé (ml).

**b)-Matières en suspension volatiles**

$$E=1000\ 000\ (A-F)/D$$

**E** : quantité de matières en suspension volatiles (mg/l);

**A** : poids du filtre + solides avant calcination (g) (après 105 °C);

**B** : poids du filtre + solides après calcination (g) (après 550°C);

**D** : volume d'échantillon utilisé (ml).

➤ **Matières en suspension volatiles**

$$E=S - [1000\ 000\ (A-B)/D]$$

**E** : quantité de matières en suspension décantables (mg/l);

**S** : quantité de matières en suspension totales avant décantation (mg/l);

**A** : poids du filtre + solides (g) pour les solides en suspension non décantables (après 105 °C);

**B** : poids du filtre vierge (g) pour les solides en suspension non décantables (avant 105 °C);

**D** : volume d'échantillon utilisé (ml). .[13]

### III.4. Matériel d'analyses des eaux à la station de GHERBOUZ

Les matériels d'analyses des eaux de la station dans ce tableau :

*Tableau 08 : Les matériels d'analyses des eaux de la station*[12]

N°	Designation	Analyses correspondent
<b>1</b>	<b>Saveur et Odeur</b>	
1.1	Flacon en verre borosilicate avec bouchon 100 ml	Saveur et Odeur
1.2	Acide chlorhydrique 2mol/l pour lavage de la verrerie 1l	
1.3	Etuve de laboratoire 5-105°C 36l	
<b>2</b>	<b>Temperature</b>	includans item 3
3	Analyseur multi paramètres pour analyses PH/ température/ conductivité/oxygène dissous. kit comprenant appareil, électrodes, cellules de conductivité, solutions tampons et étalon et accessoires	valeur de ph
<b>4</b>	<b>Couleur</b>	
4.1	comparateur orchidis	Couleur
4.2	Plaquette colorimétrique gamme 15-200 PT/CO	
4.3	Paire de cuvettes a/b/c	
4.4	Rehausse du comparateur	
5	Turbidimètre de laboratoire 0-1000 NTU	Valeur de Turbidité
6	Inclu dans item 8	Valeur de Conductivité
<b>7</b>	<b>matières dissoutes ou en suspension</b>	
7.1	Kit de filtration complet comprenant une fiole a vidé 1l, un Entonnoir support, un support de filtration et une pince en aluminium	Valeur de matières dissoutes ou en Suspension
7.2	Pompe à vide	
7.3	Tuyau à vide 1m	
7.4	Etuve de laboratoire incluse dans item 6.3	
7.5	Balance de précision 210g/0,1mg avec calibration interne	
7.6	Dessiccateur 200 mm avec disque et robinet	
7.7	Gel de silice 1kg	
7.8	Boite de 100 membranes de filtration	
7.9	Pissette eau distillée 1000 ml	
7.10	Boite de 100 capsules pour membranes	
7.11	Pince à membrane	

7.12	Spatule Inox	
7.13	Capsules porcelaines	
<b>8</b>	<b>TA et TAC</b>	
8.1	Burette Triturateur ML	Valeur de TA et TAC
8.2	Statif de laboratoire	
8.3	Flacon gradue 125 ML	
8.4	Réactif TA et tac: liqueur alcalimétrique N/25 1000ML	
8.5	Réactif TA: phénophtaléine 125ML	
8.6	Réactif TAC: hélianthine 125 ML	
<b>9</b>	<b>TH</b>	
9.1	Burette triturateur et statif inclus dans item 8.1 et 8.2	Valeur de TH
9.2	Flacon gradue 125 ML	
9.3	Réactifs TH total: indicateur net 125ML	
9.4	Liqueur complexométrique N/25 1000ML	
9.5	Tampon K10 125 ML	
10	Kit en mallette pour analyse colorimétrique du chlore total DPD 2,0-6,0 MG/L (100 Tests)	Valeur de chlore résiduel
<b>11</b>	<b>Demande en chlore</b>	
11.1	Kit en mallette pour analyse a la goutte du chlore libre 5-30 MG/L (70 Tests)	Valeur de la demande en chlore
11.2	Kit en mallette pour analyse a la goutte du chlore libre 10-100 MG/L	
<b>12</b>	<b>Chlorures</b>	
12.1	burette triturateur et statif inclus dans item 8.1 et 8.2	Valeur de chlorure
12.2	Flacon gradue 125 ML	
12.3	Jauge 0,2 ML	
12.4	Réactifs pour analyses des chlorures: acide nitrique N/5 125 ML	
12.5	Réactifs pour analyses des chlorures: nitrate mercurique N/25 1000 ML	
12.6	Indicateur CBP 60 ML	
12.7	Peroxyde d'hydrogène 60ML	
<b>13</b>	<b>Kit analyses des sulfates par turbidimétrie 40-160 MG/L</b>	Valeur de sulfates
14	SILICE	
14.1	Burette triturateur et statif inclus dans item 8.1 ET 8.2	Valeur de Silice

14.2	Flacon gradue 125 ML	
14.3	Réactifs: comprimés sulfites N°1 (100U)	
14.4	Réactifs: comprimés sulfites N°2 (250U)	
<b>15</b>	<b>Phosphates</b>	
15.1	Comparateur orchidée inclus item 9.1	Valeur de Phosphate
15.2	Plaquette colorimétrique gamme 0,5-10 MG/L	
15.3	Réactifs prêts a l'emploi pour gamme 0,5-10 MG/L	
15.4	plaquette colorimétrique gamme 0,7-80 MG/L	
15.5	Réactifs prêts a l'emploi pour gamme 0,7-80 MG/L	
15.5	paire de cuvettes A/B	
<b>16</b>	<b>Oxygène dissous</b>	inclu dans item 8
<b>17</b>	<b>Anhydride Carbonique Libre</b>	
17.1	Burette triturateur et statif inclus dans item 8.1 et 8.2	Valeur d'anhydride carbonique libre
17.2	Flacon gradue 125 ML	
17.3	pipette graduée 5 ML	
17.4	Propipette	
17.5	Réactifs pour co2 libre: liqueur acidimétrique seing 1000ML	
17.6	Réactifs pour CO <sub>2</sub> libre: liqueur alcalimétrique N/25 1000ML	
17.7	Phénophtaléine TA 125 ML	
<b>18</b>	<b>Fer</b>	
18.1	Comparateur orchidées inclus item 9.1	Valeur de fer
18.2	Paire de cuvettes A/B	
18.3	Flacon gradue 125 ML	
18.4	Jauge 0,2 ML	
18.5	Plaquette colorimétrique fer total gamme 0,06-1 MG/L	
18.6	Lot de réactifs prêts a l'emploi gamme 0,06-1 MG/L	
18.7	Plaquette colorimétrique fer total gamme 0,3-5 MG/L	
18.8	Lot de réactifs prêts a l'emploi gamme 0,3-5 MG/L	
18.9	Papier indicateur PH 1-11	
19	Kit rapide analyses magnésium	Valeur de magnésium
20	Kit analyses du calcium a la goutte gamme 2-60°F (100 Tests)	Valeur de calcium
<b>21</b>	<b>Essai de décantation (test a la jarre)</b>	
21.1	Floculateur de laboratoire 6 postes	Essai de décantation (test a la jarre)

21.2	Béchers de floculations 1L	
<b>22</b>	<b>Contrôle granulométrique du sable fin</b>	
22.1	Tamiseuse analytique - gamme de mesure 20 $\mu$ M a 25MM	Analyse granulométrique
22.2	Tamis inox diamètre 200mm, maille 50 $\mu$ M	
22.3	tamis inox diamètre 200mm, maille 63 $\mu$ M	
22.4	fond collecteur acier inox diamètre 200mm	
22.5	Couvercle acier inox	
<b>23</b>	<b>Autres matériels</b>	
23.1	Agitateur magnétique	Divers
23.2	Barreaux longueur 20mm diamètre 6mm (lot de 3)	
23.3	Bombonne pe 25l	
23.4	Chronomètre	
23.5	Egouttoir	
23.6	Distillateur d'eau	

### III.5. Conclusion

Après nous avons discuté dans ce chapitre, les caractéristiques des eaux à analyser et les méthodes utilisées propriétés, ainsi que les matériels d'analyses, sera notre étude dans le chapitre suivant sur toutes les étapes tout au long de l'eau, y compris les saumâtre évacuer vers le rejet de la station.

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussions**

## IV.1.Introduction

Les laboratoires jouent un rôle clé et important dans les usines, de sorte que la qualité et le suivi de la matière première des matériaux à convertir en regardant régulièrement et intervention en temps opportun en cas de caractéristiques de changement de traitement. Tout cela s'applique à notre laboratoire et au même rôle, mais il est différent en termes de matière produite (l'eau), en regardant les caractéristiques physico-chimique de l'eau et les bactériologies.

## IV.2.Qualité des eaux de la station de GHARBOUZ

### IV.2.1.Résultats d'analyses des eaux Brute

Afin de déterminer la qualité physicochimique des eaux de la station de GHARBOUZ, on a effectué des analyses sur des échantillons prélevés au niveau de forages qui alimentent la station (tableau 11).

Il est à noter que les caractéristiques biologiques n'ont été pas mesurées car les eaux qui alimentent la station sont souterraines de la nappe sénonien profonde et qui se considère comme protégée contre toute contamination.

**Tableau 09: Résultats d'analyses les Forage de la station**

L'élément	Unité	Forage GHARBOUZ (01)	Forage GHARBOUZ (02)
<b>Paramètres Physico-Chimique</b>			
Ph	-	7.72	7.59
Conductivité à 25 °C	µs/cm	3300	3500
Turbidité	NTU	0.449	0.624
T.D.S	mg/l	1550	1750
Salinité	mg/l	1.5	1.7
Résidu sec à 105 °C	mg/l	1727	1974
<b>Paramètres de Pollution</b>			
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	00	00
Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	00	0.027
Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	00	0.013
<b>Paramètres Globale</b>			

Calcium $\text{Ca}^{+2}$	mg/l	252.5	288.57
Magnesium $\text{Mg}^{+2}$	mg/l	72.91	82.63
Sodium $\text{Na}^+$	mg/l	300	350
Potassium $\text{K}^+$	mg/l	17	20
Chlorures $\text{Cl}^-$	mg/l	743.83	783.82
Sulfate $\text{SO}_4^{2-}$	mg/l	480	500
Bicarbonate $\text{HCO}_3^-$	mg/l	148.52	159.13
Dureté Totale (TH)	mg/l $\text{CaCO}_3$	930	1006
Titrealcalin complet	mg/l $\text{CaCO}_3$	121.73	130.43
<b>Paramètres Bacteriologiques</b>			
Coliformes totaux	Ge/100ml	00	00
Echerichea-coli	Ge/100ml	00	00
Streptocoques fécaux	Ge/100ml	03	00

#### IV.2.2. Normes de potabilité

Une eau potable doit répondre à des normes physico-chimiques établies officiellement par chaque pays. En absence de ces dernières, la plupart des pays se réfère aux normes de l'OMS. [11]

Les différentes normes de potabilité sont regroupées dans le tableau (12).

**Tableau (10) : Normes de potabilité** [11]

Pays références paramètres	Unités	OMS	Algérie
<b>Turbidité</b>	FTU	10	10
<b>Température</b>	°C	25	25
<b>PH</b>	Un.pH	6,5 à 8,5	6,5 à 8,5
<b>Conductivité</b>	$\mu\text{s}/\text{cm}$ (20°C)	2800	1250
<b>Résidus secs</b>	mg/l	2000	2000
<b>Chlorures</b>	mg/l	250	200
<b>Sulfates</b>	mg/l	400	200
<b>Calcium</b>	mg/l	200	75 à 200
<b>Magnésium</b>	mg/l	50	30 à 150
<b>Sodium</b>	mg/l	200	200
<b>Potassium</b>	mg/l	12	20
<b>Nitrates</b>	mg/l	44	0
<b>Nitrites</b>	mg/l	3	0,1
<b>Ammoniaques</b>	mg/l	-	0,5
<b>Hydrocarbures</b>	$\mu\text{g}/\text{l}$	-	-

<b>Fer</b>	µg/l	300	-
<b>Manganèse</b>	µg/l	100	-
<b>Cuivre</b>	µg/l	1000	-
<b>Zinc</b>	µg/l	5000	-
<b>Fluore</b>	µg/l	1500	-
<b>MES</b>	µg/l	-	-
<b>Cadmium</b>	µg/l	-	-
<b>Chrome</b>	µg/l	-	-
<b>Nickel</b>	µg/l	-	-
<b>Plomb</b>	µg/l	-	-
<b>Chlore</b>	µg/l	0,1	-
<b>Dureté</b>	°F	50	50
<b>Minéralisation</b>	mg/l	250	250
<b>Alcalinité</b>	°F	-	-
<b>Paramètres bactériologiques</b>			
<b>Germe totaux A 37 °C</b> <b>A 22 °C</b>	UFC/ml	-	-
	UFC/ml	-	-
<b>Coliformes totaux</b>	ge/100 ml	-	-
<b>Echerichea-coli</b>	ge/100 ml	-	-
<b>streptocoques fécaux</b>	ge/100 ml	-	-
<b>clostridium sulf-red</b>	ge/100 ml	-	-
<b>chlore résiduel libre</b>	Mg/l	-	-

#### IV.2.3.Résultats d'analyses des eaux traitées

Pour étudier les résultats des analyses du traitement de l'eau pour la station GARBOUZ nous avons pris les échantillons deux fois par mois pendant trois mois consécutifs: Janvier, Février, en Mars.Comme le montre le Tableau 13

**Tableau (11):Résultats d'analyses des eaux traitées**

L'élément	Unité	Echantillons					
		Janvier		Février		Mars	
		1 <sup>er</sup>	2 <sup>eme</sup>	3 <sup>er</sup>	4 <sup>eme</sup>	5 <sup>er</sup>	6 <sup>eme</sup>
<b>Paramètres Physico-Chimique</b>							
pH	-	7.05	7.60	7.44	7.25	7.5	7.3
Conductivité à 25 °C	µs/cm	830	890	758	1047	1760	1503
Turbidité	NTU	0.195	0.268	0.873	0.171	0.625	0.129
T.D.S	mg/l	490	445	379	523.5	880	751.5
Salinité	‰	0.35	0.44	0.879	0.523	0.9	0.751
Résidu sec à 105 °C	mg/l	701	678	378	746	432	902

<b>Paramètres de Pollution</b>							
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0.02	0.018	0.040	0.008	00	0.003
Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	00	00	00	0.003	00	0.014
Orthophosphate PO <sub>4</sub> <sup>5-</sup>	NTU	0.004	0.003	0.116	0.009	0.062	00
<b>Paramètres Globale</b>							
Calcium Ca <sup>+2</sup>	mg/l	69	68.13	180.36	88.17	132.26	112.22
Magnesium Mg <sup>+2</sup>	mg/l	20	19.93	34.02	34.02	85.06	46.17
Sodium Na <sup>+</sup>	mg/l	73	70	100	104	100	100
Potassium K <sup>+</sup>	mg/l	6.5	8	14	11	15	20
Chlorures Cl <sup>-</sup>	mg/l	220.05	207.95	379.91	219.95	372.79	338.97
Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	80	82	120	116	280	201
Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	17.53	16.33	132.6	153.82	109.8	44.73
Dureté Totale (TH)	mg/lCaCO <sub>3</sub>	275	252	590	390	680	470
Titrealcalin complet	mg/lCaCO <sub>3</sub>	14.02	13.33	108.7	126.08	90	36.66

#### IV.2.3. Comparatif entre les résultats d'analyse et les normes de l'OMS

Nous faire la comparaissant les paramètres l'important entre les résultats d'analyse et les normes de l'OMS, Pour voir l'étendue de concordance entre l'eau traitée et les normes révérencielle (OMS). Comme le montre le Tableau 14

Tableau (12) : tableau comparatif entre les résultats d'analyse et les normes algériennes et ceux de l'OM :

Pays références paramètres	Unités	Forage GHERBOUZ 01	Forage GHERBOUZ 01	L'échantillons						OMS
				Janvier		Février		Mars		
				1 <sup>er</sup>	2 <sup>eme</sup>	3 <sup>er</sup>	4 <sup>eme</sup>	5 <sup>er</sup>	6 <sup>eme</sup>	
<b>PH</b>	Un.pH	7.72	7.59	7.3	7.5	7.25	7.44	7.60	7.05	<b>6,5 à 8,5</b>
<b>Salinité</b>	‰	1.5	1.7	0.35	0.44	0.879	0.523	0.9	0.751	<b>0.5</b>
<b>Turbidité</b>	NTU	0.449	0.624	0.195	0.268	0.873	0.171	0.625	0.129	<b>10</b>
<b>Dureté Totale (TH)</b>	mg/lCaCo3	930	1006	275	252	590	390	680	470	<b>200</b>
<b>Calcium (Ca<sup>2+</sup>)</b>	mg/l	252.5	288.57	112.22	132.26	88.17	180.3	68.13	69	<b>75 à 200</b>
<b>Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)</b>	mg/l	72.91	82.63	46.17	85.06	34.02	34.02	19.93	20	<b>50</b>
<b>Sodium (Na<sup>2+</sup>)</b>	mg/l	300	350	100	100	104	100	70	73	<b>200</b>
<b>Potassium (K<sup>+</sup>)</b>	mg/l	17	20	20	15	11	14	8	6.5	<b>12</b>
<b>Chlorures Cl<sup>-</sup></b>	mg/l	743.83	783.82	220.05	207.95	379.91	219.9	372.79	338.97	<b>250</b>
<b>Bicarbonate HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	mg/l	148.52	159.13	17.53	16.33	132.6	153.8	109.8	44.73	<b>200</b>

### IV.2.3. Interprétation des résultats

Après l'apparition du résultat des échantillons et résultat des eaux broute(forages) pour chacune paramètre (PH, Salinité, Turbidité, Dureté Totale, Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium, Chlorures et Bicarbonate). Nous pouvons comparer la valeur de chaque séparément avec les normes de OMS sur ces courbes suivant :

#### **PH**

Dans la période d'étude on remarque la valeur de PH de l'eau brute varie entre 7,59 et 7,72 avec une valeur moyenne 7,65 et pour l'eau traité à la sortie de la station varient entre 7,05 et 7,6, avec une valeur moyenne 7,35. (Figure.11)

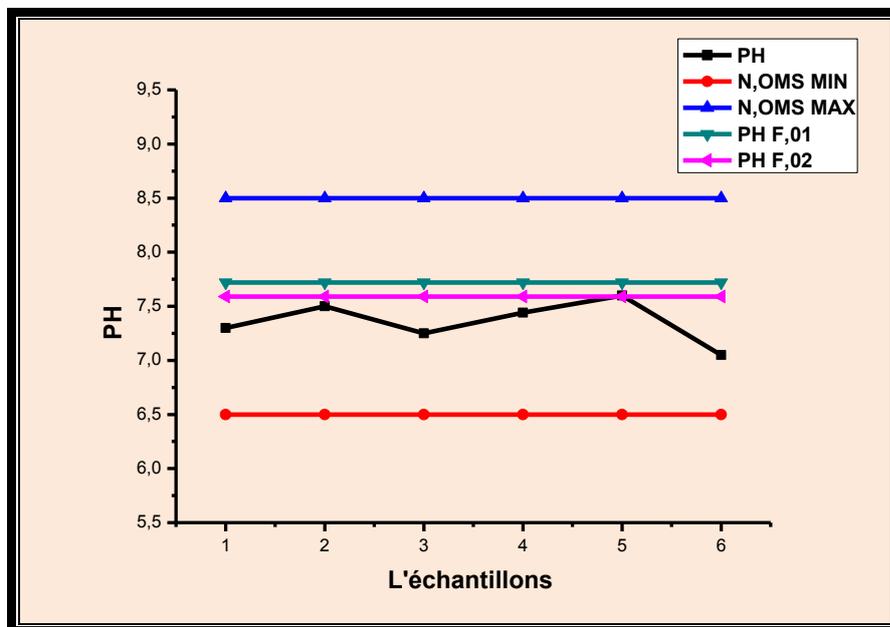


Figure 26 Résultat d'analyse de PH

Donc la valeur de PH entre les valeurs (6.5 et 8.5) minimales et maximale de la norme de référence (OMS) De cela, nous ne concluons que PH de l'eau brute et l'eau traitée dans les normes.

#### - Salinité

La figure 12, en présente la variation de la salinité da l'eau à l'entrée et à la sortie de la station.

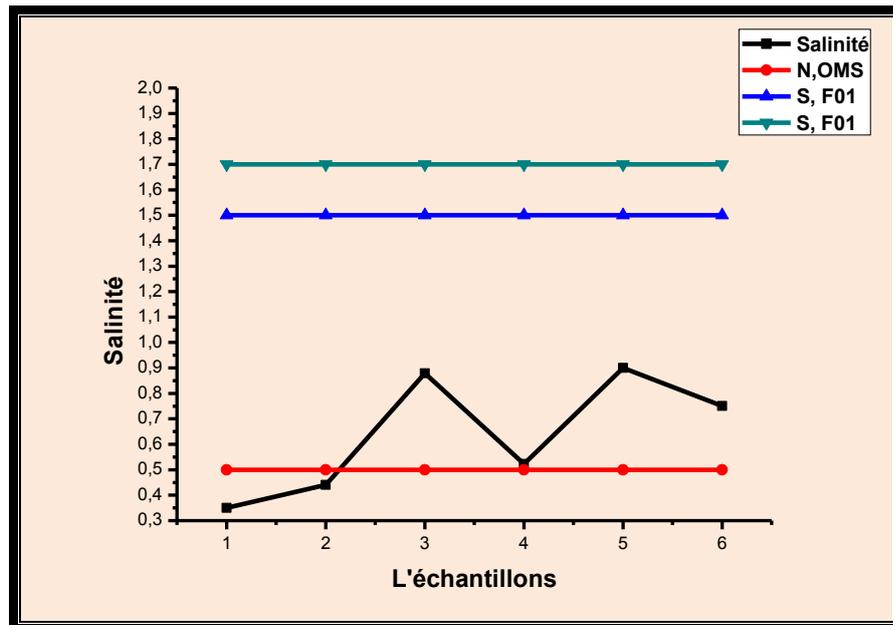


Figure 27 : Résultat d'analyse de Salinité

A l'entrée de station on remarque la salinité très élevée dans l'eau brute entre (1.7 mg/l et 1.5 mg/l).

À la sortie de la station la salinité des eaux traitées varie entre (0.35 et 0.9) et la majorité dépasse la norme (OMS). Généralement la salinité d'eau brute et l'eau traitée .inacceptable

#### **Turbidité**

Dans la figure 13 on trouve que la turbidité d'eau brute varie entre 0.449 et 0.624 et pour l'eau traitée à la sortie de la station varient entre 0,171 et 0.873, avec une valeur moyenne 0,37.

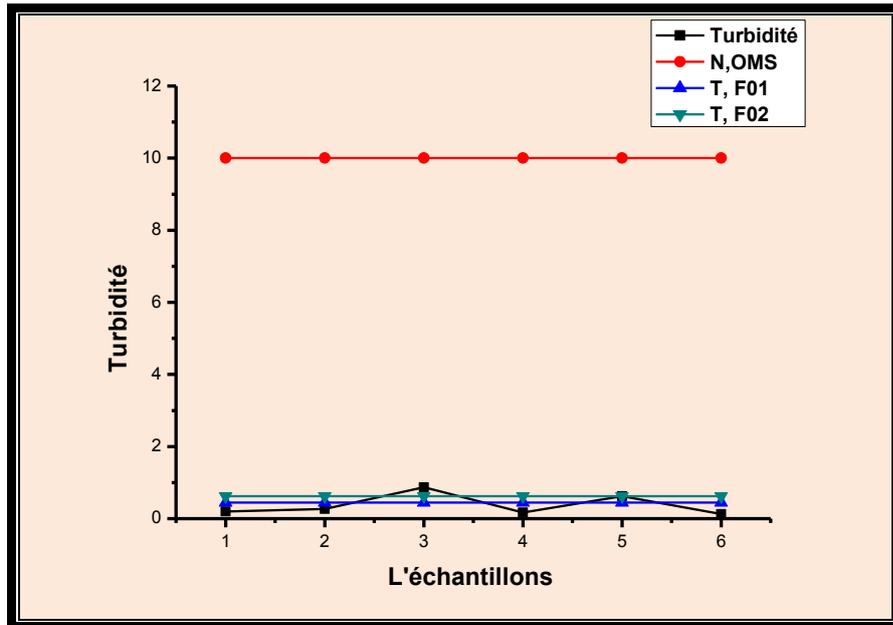


Figure 28: Résultat d'analyse de Turbidité

On remarque la turbidité très faible Que ce soit à l'entrée ou à la sortie de la station Très loin de turbidité référentielle (OMS).parce que la nappe sénonien est une source potable.

**Dureté Totale (TH)**

Dans la Figure.14 on remarque la valeur de dureté totale de l'eau brute varie entre (930mg/l et 1006 mg/l),et pour l'eau traité à la sortie de la station varient entre (252mg/let 680mg/l) avec une valeur moyenne 442.83.

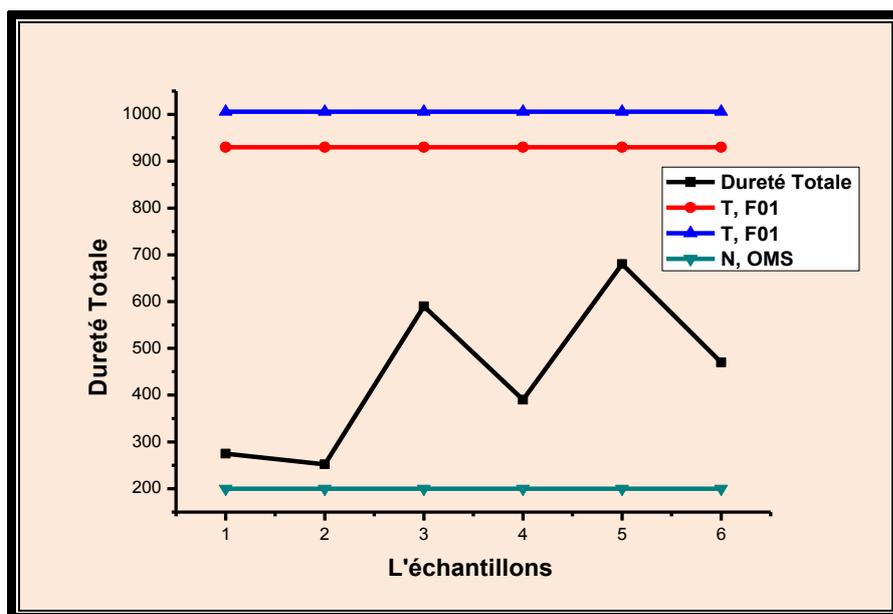


Figure 29 Résultat d'analyse de Dureté Totale (TH)

La figure 14 montre que La dureté totale présélevées dans eau brute et l'eau traitée par rapport à dureté totale de norme d'OMS.

**Calcium**

La Figure.15 montre que la valeur de calcium de l'eau brute varie entre (252,5 mg/l et 288,57 mg/l), et pour l'eau traitée à la sortie de la station varient entre 68,13 mg/l et 180,36 mg/l avec une valeur moyenne 108.35.

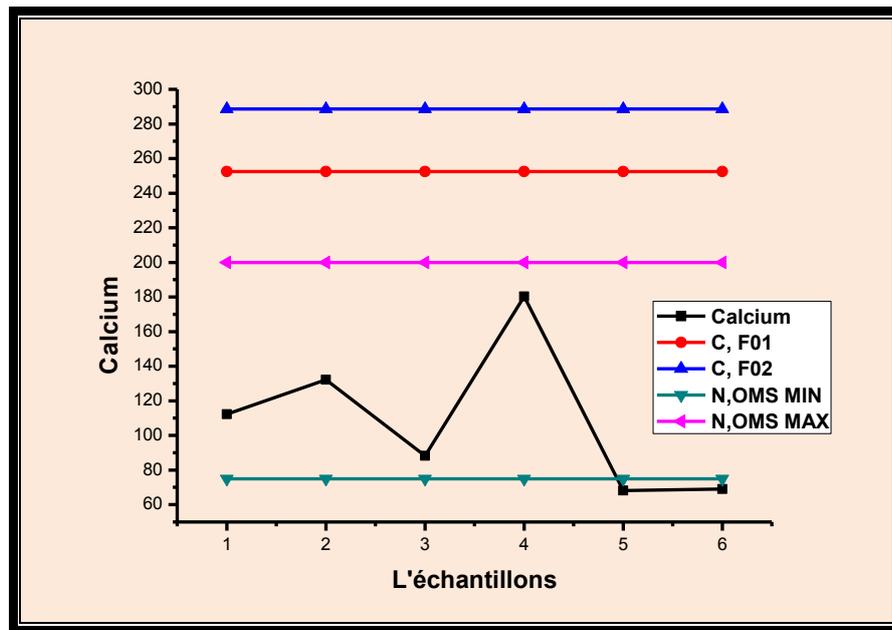


Figure 30: Résultat d'analyse de Calcium(Ca<sup>2+</sup>)

Donc la valeur de calcium de l'eau brute a l'entrée de la station élevée par rapport à dureté totale de norme référentielle .et pour l'eau traité à la sortie de la station les valeurs ne sors pas de les valeurs minimales et maximale de la norme de référence (OMS) De cela, nous ne concluons que calcium de l'eau brute et l'eau traitée dans les normes.

**Magnésium**

Dans cette courbe, (Figure16). Montre que la valeur de Magnésium de l'eau brute varie entre 72,91 mg/l et 82,63 mg/l, et pour l'eau traitée à la sortie de la station varient entre 19,93 mg/l et 85,06 mg/l avec une valeur moyenne 39.86mg/l.

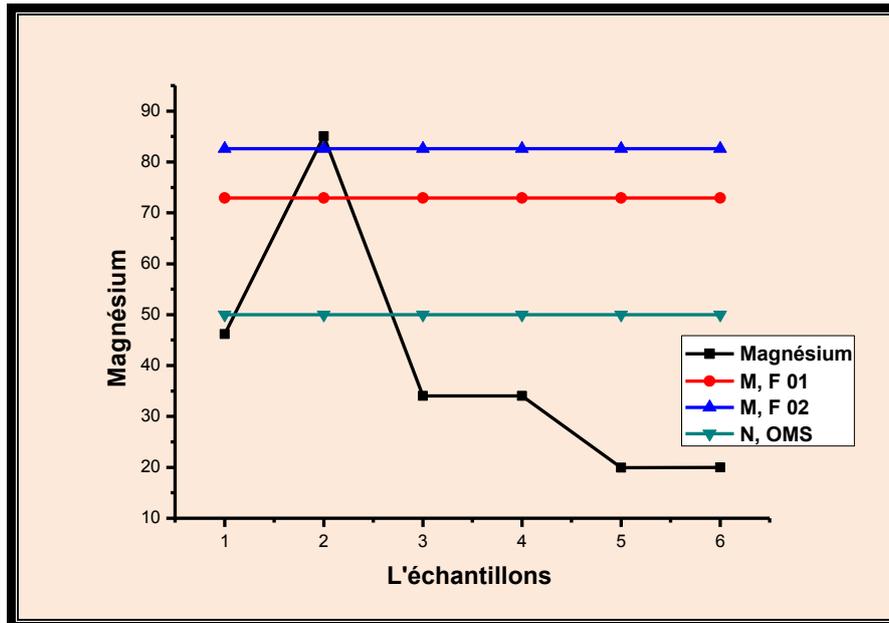


Figure 31: Résultat d'analyse de Magnésium(Mg<sup>2+</sup>)

Nous constatons la valeur de Magnésium de l'eau brute à l'entrée de la station élevées par rapport à Magnésium de norme référentielle .et pour l'eau traité à la sortie de la station les valeurs inférieures à la valeur de la norme de OMS.

De cela, nous ne concluons que Magnésium de l'eau brute et l'eau traitée hors les normes.

#### **Sodium**

La Figure.17 montre que la valeur de sodium de l'eau brute varie entre (300mg/l et 350 mg/l), et pour l'eau traitée à la sortie de la station varient entre 70 mg/l et 104 mg/l avec une valeur moyenne 91.16mg/l.

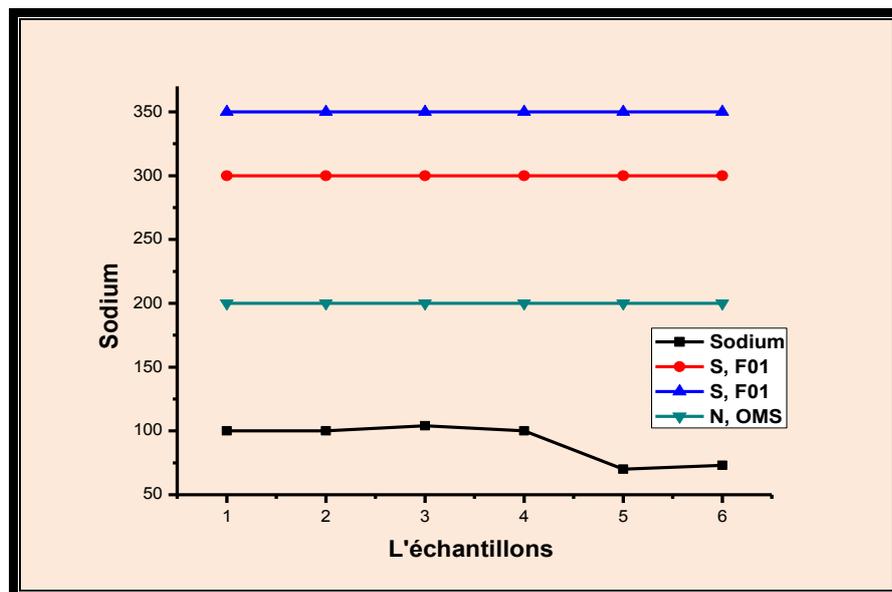


Figure 32: Résultat d'analyse de Sodium (Na<sup>2+</sup>)

Dans la Figure.17 on remarque la valeur de Sodium de l'eau brute varie entre très élevée, par contre les valeurs d'eau traitée faible par rapport la valeur de norme d'OMS.

De cela, nous ne concluons que sodium de l'eau brute et l'eau traitée hors les normes.

#### **Potassium**

La Figure.18 montre que la valeur de Potassium de l'eau brute varie entre (17mg/l et 20 mg/l), et pour l'eau traitée à la sortie de la station varient entre 8 mg/l et 20 mg/l, avec une valeur moyenne 12.41 mg/l.

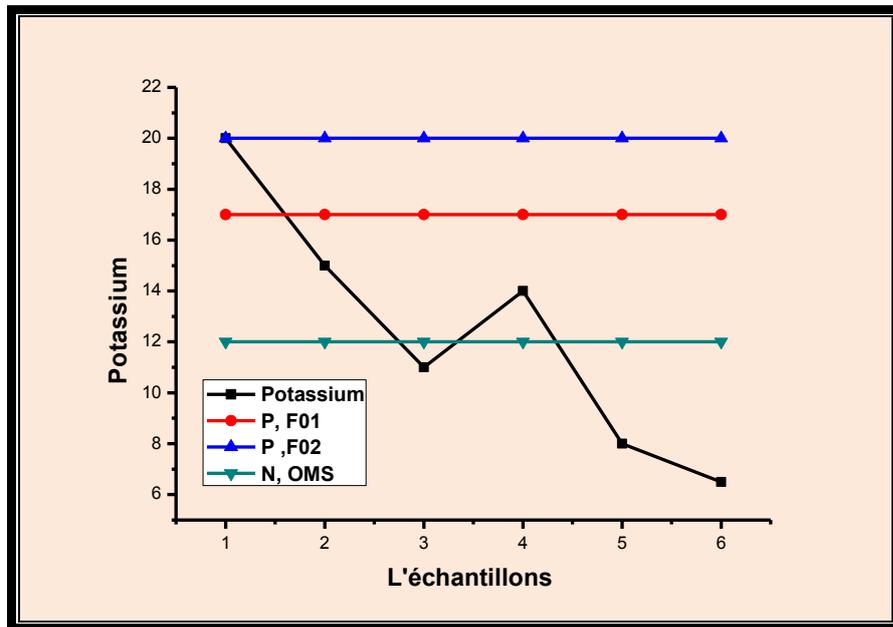


Figure 33 Résultat d'analyse de Potassium ( $K^+$ )

on trouve que le Potassium d'eau brute très élevée, et pour l'eau traitée à la sortie de la station pas stable la valeur maximale est 20mg/l et la valeur minimale 8 mg/l c.à.d. les valeurs de potassium non conforme à la norme.

#### **Chlorures**

La Figure.19 montre que la valeur de Chlorures de l'eau brute varie entre (743,83 mg/l et 783,82 mg/l), et pour l'eau traitée à la sortie de la station varient entre 207,95 mg/l et 379,91 mg/l, avec une valeur moyenne 289.93 mg/l.

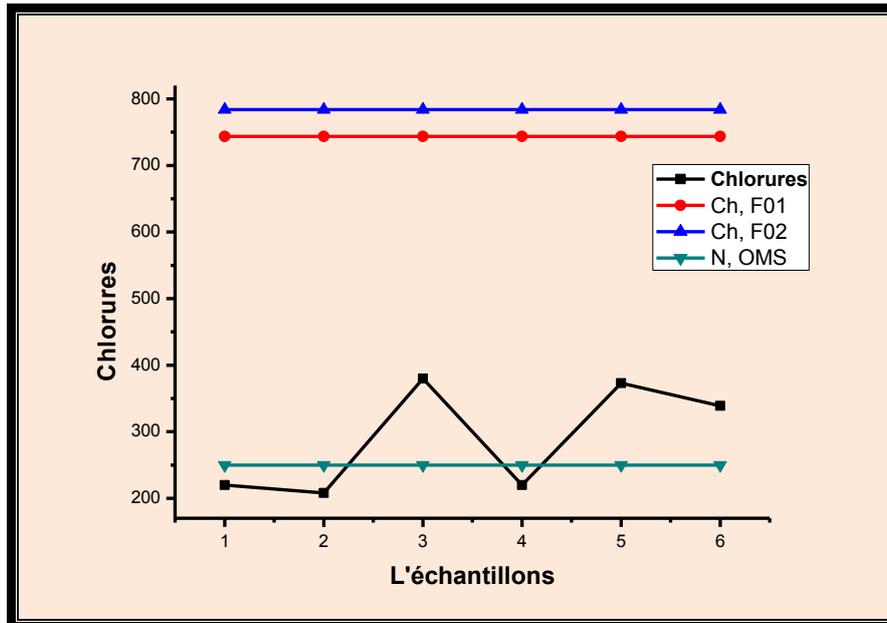


Figure 34: Résultat d'analyse de Chlorures (Cl<sup>-</sup>)

Nous trouve que leChlorures d'eau brute très élevée , et pour l'eau traitée à la sortie de la stationne pas stablela valeur maximale est 379,91mg/l et la valeur minimale 207,95mg/l c.à.d. les valeurs de Chlorures nonconforme à les norme de OMS .

**Bicarbonate**

La Figure.20 montre que la valeur de Bicarbonate de l'eau brute varie entre (148,52 mg/l et 159,13 mg/l), et pour l'eau traitée à la sortie de la station varient entre 16,33 mg/l et 153,82 mg/l, avec une valeur moyenne 77.8 mg/l.

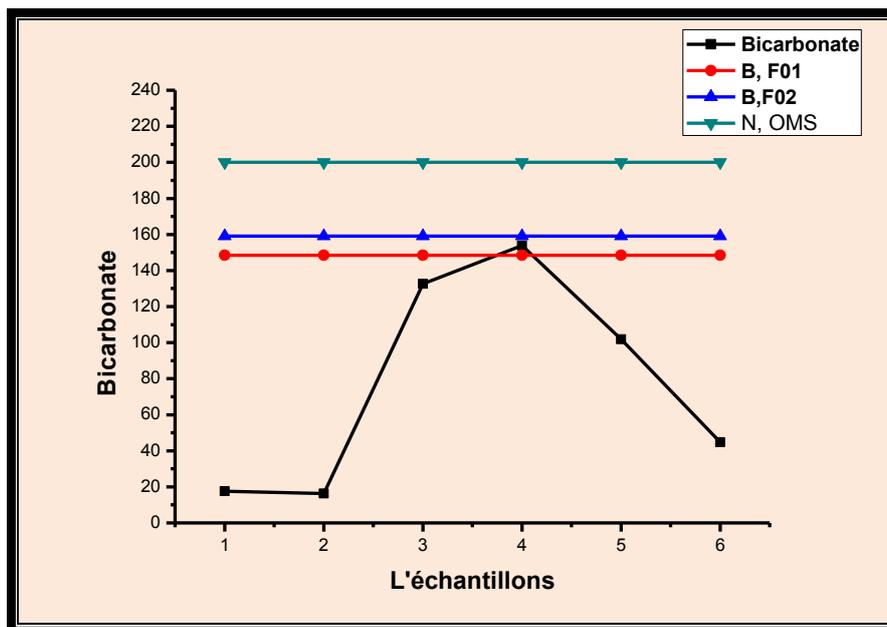


Figure 35 Résultat d'analyse de Bicarbonate(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Donc la valeur de Bicarbonate de l'eau brute et l'eau traitée inférieure dépasse pas la valeur de 159,13 mg/l par contre la valeur de la norme est 200 mg/l. De cela, nous ne concluons que Bicarbonate de l'eau brute et l'eau traitée non conforme à la norme de OMS.

#### IV.2.4. discussion des résultats

Le pH est une mesure de l'acidité et de l'alcalinité de l'eau. Le contrôle du pH est important durant le traitement de l'eau potable afin de maximiser l'efficacité et le bon fonctionnement du traitement, et dans le réseau de distribution, afin de contrôler la corrosion et de diminuer le relargage du réseau et des éléments de plomberie.

Le PH de l'eau est lié à d'autres caractéristiques de l'eau, notamment : les propriétés physique (principalement la température) ; les caractéristiques chimiques comme la dureté (TH) c'est l'indicateur de la minéralisation de l'eau elle est surtout due aux ions calcium et magnésium, ainsi que l'alcalinité (TA) que se définit comme étant la somme des charges des acides inactifs et les caractéristiques microbiologiques, comme le bio film.

Dans notre système de déminéralisation des eaux par le méthode d'osmose inverse qui est un procédé de séparation en phase liquide par perméation à travers des membranes semi-sélectives sous l'effet d'un gradient de pression. La sélectivité des membranes d'osmose inverse pour les différentes espèces.

Chimiques dépend de leur possibilité de solvation par l'eau. Les espèces les plus fortement solvatées ont un taux de rejet toujours plus important. Alors une sélectivité très importante qui va produire des eaux très douce (permeat) avec des caractéristiques physico-chimique différents de celui des eaux brutes avant le traitement.

L'équilibre des eaux distribuées dépend de savoir faire le mélange entre les eaux douce (permeat) et les eaux brute pour qu'ont puissent avoir des eaux potable équilibrés et dans les normes de l'OMS..

Vu que notre station est en phase d'essai de mise en service alors ces résultats d'analyses effectuées vont nous idées à chercher d'approcher de point d'équilibre des eaux distribuées suivant la norme de l'OMS.

Généralement et à l'échelle mondiale c'est très difficile de produire parfaitement des eaux suivant la Norme de l'ONS parce que il nous faut beaucoup des moyens hydrauliques (équipements, ouvrage, réhabilitation de réseaux, forage .....

### **IV.3.Conclusion**

D'après les analyses effectuées sur les échantillons d'eau à partir des six tests sur trois mois et de le comparer avec les normes de l'OMS de référence, nous constatons que les résultats de l'eau brute à l'entrée, et l'eau traitée à la sortie de la station ne pas stable et non conforme à les normes de OMS.

Fluctuationsles résultats, causés la station au début de l'opération et les caractéristiques de l'eau ne sera pas conformea les normes de l'OMS, mais après avoir passé la phase d'exploitation, qui exige que l'entrepreneur chargé de l'application les normes internationales(OMS), selon le contrat.

# Conclusion générale

### *Conclusion générale*

Le but de cette étude est de déterminer la qualité d'eau pour l'alimentation en eau de la ville de Ouargla, Lorsque l'eau potable est distribuée directement à partir de la source (Forage) sans tenir compte de ses propriétés physico-chimique, la qualité se trouve à ne pas être conforme aux normes établies, que ce soit au niveau national ou international. Le taux de salinité allant jusqu'à 3 g / l.

Causant des problèmes et de la souffrance aux citoyens et aussi à long terme , le phénomène d'entartage au niveau des réseaux internes et externes et dégâts au niveau des équipements domestiques tel que les chauffe-eau....).

Après la mise en œuvre du programme ministériel au niveau de la ville de Ouargla à travers le projet « Etude, réalisation, exploitation et assistance pour la maintenance de (09) neuf stations de déminéralisation d'eau à Ouargla ». il y a eu amélioration de la qualité de l'eau potable dans le réseau, qui couvre la ville de Ouargla.

Grâce à notre étude du traitement de l'eau pour la station de GHARBOUZ, nous avons remarqué une différence considérable entre la distribution auparavant, en termes de taux de salinité inférieure à 0. 5 g / l, et l'amélioration des caractéristiques physico-chimique bien qu'il ne soit pas en conformité avec les normes de l'OMS,

A l'entrée de station (l'eau brute) on constate que la Salinité, Dureté Totale, Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium et Chlorures très élevée par rapport les valeurs des normes.et les valeurs de Turbidité et Bicarbonate faible par rapport les valeurs des normes.

A la sortie de station (l'eau traitée) on constate que la Salinité, Dureté Totale, Chlorures est élevée par rapport les valeurs des normes. et les valeurs de Turbidité, Sodium et Bicarbonate faible par rapport les valeurs des normes.

Lors de l'entrée en exploitation des stations et selon les responsables du projet, la qualité de l'eau traitée contractuel sera conformément aux normes de l'OMS .

D'ailleurs le contrat qui lie le Groupement d'entreprises et l'ADE ( l'Algérienne des eaux )est stricte et exige une qualité aux normes Internationales en la matière .

Aussi et pour conclure il est indispensable de s'assurer qu'il y a une gestion rigoureuse et une exploitation rationnelle, car ces deux éléments sont fondamentaux pour la pérennité de la station concernée.

# Bibliographie

[1] BONARD et GARDEL, Etudes d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation. Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. Lausanne SUISSE, 2004. pages 22-39

[2] : guide des météo de la météo de la région de ouargla 2015, Office national de la météo pages 13-34

[3] G. AUMASSIP. Néolithique sans poterie de la région de l'oued Mya. SNED, Alger, 1971. pages 07-12

[4] : O.N.U.E.S.C, Etude des ressources en eau du Sahara septentrional plaquette 1, France, 1972. pages 13-18.

[5] : guides statistiques wilaya de Ouargla 2008 O.N.S (office national statistique) édition pages 05.

[6] : Mémoire technique de marché Etude, Réalisation, Exploitation et Assistance pour la maintenance de(09) neuf stations de Déminéralisation d'eau à Ouargla 2008. E.P Algérienne des eaux, Alger page 03.

[7] : rapport du projet « Etude, Réalisation, Exploitation et Assistance pour la maintenance de(09) neuf stations de Déminéralisation d'eau à Ouargla » 2015. E.P Algérienne des eaux, Alger page 01-04.

[8] : directrices des qualités de l'eau de boisson. Destinée à l'approvisionnement des petites collectivités Genève 1986, O.M.S

[9] : directrices des qualité de l'eau de boisson. Vol2.critair d'hygiène et recommandation à l'appui Genève 1986, O.M.S

[10] Jean-Luc POTELON: Le guide des analyses de l'eau potable (nouvelle édition) page 54-59

[11] Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec : technique d'analyse physico-chimique 42-81.

[12] : Mémoire technique de marché Etude, Réalisation, Exploitation et Assistance pour la maintenance de(09) neuf stations de Déminéralisation d'eau à Ouargla, 2008. E.P Algérienne des eaux, Alger page 15-35.