



UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGÉNIEUR
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
Vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures en Biologie

Option : Biochimie

THEME

Présenté par :
GUERD Hadjera
MESGHOUNI Asma

Performances de la station de Dessalement des eaux dans la région d'El-Oued

Composition du jury :

Président:	Mr OULD EL HADJ M. D.	(M.C.) UNIVERSITE KASDI ERBAH
Promoteur :	Mr TOUIL Y.	(M.A.C.C) UNIVERSITE KASDI MERBAH
Co-Promoteur :	Melle SLIMANI R.	(M.A.) UNIVERSITE KASDI MERBAH
Examineur :	Mr NEZLI I. E.	(M.A) UNIVERSITE KASDI MERBAH

Année Universitaire : 2006/2007



! # \$ % & (

) * + ;

-. / 0 1 2 3 4

; 1 2 5 6 7 8 (9 : %

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions ALLAH. Tout puissent de nous avoir accordé la force, courage et moyens pour accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et nos profondes reconnaissances à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Nous remercions tout particulièrement notre promoteur Mr. TOUIL Y, Maître assistant chargé de cours, université KASDI Merbah. Pour l'intérêt scientifique qu'il a porté à ce travail, il nous a guidés et fait bénéficier de ses précieux conseils, qu'il soit assuré de nos reconnaissances et notre respect indéfectibles.

Melle Slimani R, notre co-promotrice (maître assistant) qui nous a aidés pour la réalisation de ce travail.

Mr. OULD ELHADJ M. D. Maître de conférence (université KASDI Merbah) pour avoir accepté de présider le jury.

Mr NEZLII I.E. Maître assistant, (université KASDI Merbah); nous lui adressons nos remerciements les plus sincères pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nous remercions toute l'équipe de laboratoire (ITAS) pour leur collaboration dans la réalisation de ce travail.

Nous remercions Mme AICH, ingénieur de la D.H.W d'El-Oued pour nous avoir fournis des informations importantes.

Nous remercions plus particulièrement DRICHEM Mohammed Larbi, directeur général de la station TIBA DRINKING WATER, qui nous a toujours orientés, et beaucoup encouragés et sur tout aidés pour la réalisation de ce travail.

Liste d'abréviation

DPAT : Direction Planification et l'Aminagement de Territoire.

DHW : Direction d'Hydraulique de la Wilaya d'EL Oued.

ERSS : Etude des Ressources en Eau du Sahara Septentrionale.

F° : Degré Français.

Hab /km : Habitant par kilomètre.

Méq : Milliéquivalent.

Ms : Millisimens.

μs : Microsimens.

NEE : National Eau et Environnement.

ND : Niveau Dynamique.

NPP : Nombre le plus probable.

NS : Niveau Statique.

NTU : Unité Néphélogéométrique.

ONM : Office Nationale Météorologique.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PPM : Partie Par Million.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TH : Titre Hydrométrique.

UF : Ultra Filtration.

UV : Ultra Violet.

Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
Tableau N° 0 1	Les caractéristiques techniques du forage	
Tableau N° 02	Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau brute	
Tableau N° 03	Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau Brute	
Tableau N° 04	Résultats d'analyses bactériologiques de l'eau Brute	
Tableau N° 05	Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau osmosée	
Tableau N° 06	Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau stable	
Tableau N° 07	Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau sortie	
Tableau N° 08	Résultats d'analyses bactériologiques de l'eau sortie	
Tableau N° 09	Le taux de rétention des différents sels minéraux	
Tableau N° 10	Les conséquences de la carence des sels	
Tableau N° 11	La concentration des éléments dans l'eau mitigée	

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	Un système a deux compartiments séparés par une membrane semi sélective et contenant deux solutions de concentration différente.	
Figure 2	Principe d'électrodialyse.	
Figure 3	Carte de limite géographique d'El-Oued.	
Figure 4	La série de rejet.	
Figure 5	Le principe de membranes d'osmose inverse.	
Figure 6	La structure interne d'une membrane à spirale d'osmose inverse.	
Figure 7	Schéma simplifié de la station.	
Figure 8	Présentation des résultats physico-chimique de l'eau brute sur le diagramme de Piper.	
Figure 9	Présentation des résultats physico-chimique de l'eau osmosée sur le diagramme de Piper.	
Figure 10	Présentation des résultats physico-chimique de l'eau stable sur le Diagramme de Piper.	
Figure 11	Présentation des résultats physico-chimique d'eau sortie sur le diagramme de Piper.	

Liste des photos

N°	Titre	Page
Photo 1	La façon externe des réservoirs.	
Photo 2	Les pompes.	
Photo 3	Les cinq cartouches des modules UF 120.	
Photo 4	Les trois modules d'osmose inverse.	
Photo 5	La face externe des membranes d'osmose inverse.	
Photo 6	La technique de nettoyage des membranes.	
Photo 7	Perma Treat PC 191.	
Photo 8	Le filtre à neutralite.	
Photo 9	La stérilisation par l'ultra violet.	
Photo 10	La javellisation.	
Photo 11	Conductimètre.	
Photo 12	pH- mètre.	

ANNEXES

N°	Titre
ANNEXE N° 01	Mesure de pH.
ANNEXE N° 02	Mesure de la conductivité électrique.
ANNEXE N° 03	Dosage de sodium et potassium.
ANNEXE N° 04	Courbe d'étalonnage de sodium.
ANNEXE N° 05	Courbe d'étalonnage de potassium.
ANNEXE N° 06	Dosage des carbonates et des bicarbonates.
ANNEXE N° 07	Dosage des chlorures.
ANNEXE N° 08	Dosage des sulfates.
ANNEXE N° 09	Dosage de calcium, magnésium et les éléments traces (fer, zinc, plomb).
ANNEXE N° 10	Recherche et dénombrement des germes totaux.
ANNEXE N° 11	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.
ANNEXE N° 12	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.
ANNEXE N° 13	Recherche et dénombrement des colstridium sulfito-reductrices.
ANNEXE N° 12	Table de Mac Crady.

Sommaire

Remerciements	
Liste des Abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Introduction	
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
Le CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES EAUX.	
1- Cycle de l'eau	
1.1-Cycle naturel	
1.2-Cycle de l'eau de consommation	
2. Définition l'eau potable	
3. Les sources d'eau	
3.1- Les eaux de surface	
3.2- Les eaux souterraines	
CHAPITRE II: QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU	
I- Qualités physique de l'eau	
1- pH	
2- Conductivité électrique	
3- Température	
II- Qualités chimique de l'eau	
1- Les substances chimiques dites indispensables	
1.1- Potassium (K^+)	
1.2- Calcium (Ca^{+2})	
1.3- Magnésium (Mg^{+2})	
1.4- Chlorure (Cl^-)	
1.5- Sodium (Na^+)	
1.6- Sulfates (SO_4^{-2})	
2- Les substances chimiques dites indésirable	
2.1- Nitrates (NO_3^-)	
2.2- Les nitrites (NO_2^-)	
2.3- Fluor (F^-)	
2.4- Hydrocarbures (CO_3^-)	
2.5- Fer (Fe^{+2})	

3- Les éléments traces	
3.1- Plomb	
3.2- Zinc	
CHAPITRE III: L'EAU ET LA SANTE PUBLIQUE	
1- Les maladies à transmission hydriques	
1.1- Les maladies causées par l'eau contaminée par des déchets humains ou animaux	
1.1.1- Origine bactérienne	
1.2- Maladies causées à l'excès des éléments chimiques	
1.2.1- fluorose	
1.2.2- Arsénicisme	
CHAPITRE IV : LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE DESSALEMENT DES EAUX	
I- Le Dessalement	
1- Introduction	
2- Evolution des procédés de dessalement dans le monde	
3- Expérience Algérienne dans le dessalement	
II- Les techniques de dessalement	
1- Les paramètres de choix d'un procédé de dessalement	
2- Les techniques de dessalement	
2.1- Procédé membranaire	
2.1.1- Nano filtration	
2.1.2- Osmose inverse	
2.1.3- L'électrodialyse	
2.2- Procédé qui agit sur la liaison chimique	
2.2.1- L'échange d'ion	
2.3- Les procédés thermique	
2.3.1- Dessalement par congélation	
2.3.2- Distillation	
PARTIE PRATIQUE	
CHAPITRE V: PRESENTATION DE LA REGION	
1- Situation géographique	
2- Climatologie de la région	
3- Hydrogéologique de la région	
3.1- Nappes phréatique	
3.2- Nappes du complexe terminal	
3.2.1- Nappe de sable	
3.2.2 - Nappes de calcaire	
3.3- Nappe du continentale intercalaire	

CHAPITRE VI: ENQUETE	
1- Introduction	
2- Description de la station	
2.1- Phase primaire	
2.1.1- Forage	
2.1.2- Dessablage	
2.1.3- Stockage	
2.2- Chaîne prétraitement	
2.2.1- Filtres à sable	
2.2.2- Ultrafiltration	
2.3- Phase de traitement	
2.3.1- Les membranes	
2.3.2- Stabilisation	
2.4- Phase finale	
2.4.1- Stérilisation	
3- Conclusion	
CHAPITRE VII : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
I- Technique d'échantillonnage	
II- Résultats d'analyses physico- Chimiques et Bactériologiques des quatre types d'eau	
1- L'eau brute	
2- l'eau osmosée	
3- L'eau mitigée	
3.1- L'eau stable	
3.2- L'eau sortie	
III- Discussion d'analyses physico- Chimiques et Bactériologiques des quatre types d'eau	
1- Discussion d'analyses physico- Chimiques	
1.1- L'eau brute	
1.1.1- pH	
1.1.2- Conductivité électrique	
1.1.3- Minéralisation globale	
1.1.3.1- Le calcium (Ca^{2+})	
1.1.3.2- Le Magnésium (Mg^{2+})	
1.1.3.3- Le Sodium (Na^+)	
1.1.3.4- Le potassium (K^+)	
1.1.3.5- Le chlorure (Cl^-)	
1.1.3.6- Le sulfate (So_4^{2-})	
1.1.4- Les éléments traces	
1.1.4.1- Le fer (Fe^{+2})	

1.1.4.2- Le Zinc (Zn^{2+})	
1.1.4.3- Plomb (Pb)	
1.1.5- Autre paramètre	
1.1.5.1-TAC	
1.1.5.2- TH	
1.2- l'eau osmosée	
1.2.1-pH	
1.2.2- Conductivité électrique	
1.2.3- Minéralisation globale	
1.3- L'eau mitigée	
1.3.1- pH	
1.3.2- Conductivité électrique	
1.3.3- Minéralisation globale	
2- Evolution des eaux dans les différentes phases de traitement	
2.1- Les faciès chimiques des eaux	
2.2- Explication des changements des faciès	
3- Discussion d'analyses bactériologique	
Conclusion générale	
Références bibliographie	
Annexes	

:

! " # \$ % & '() * +
 , - . / 0 , (1 # 2 " 3 4 . 5 6 7 8 ' % 7
 ! ') :) ! ; < : = 7
 / \$ % 1 > 8) . (5 ? > / 5
 9 4 - & @ 1 !) / A = . # " 6

:

:) ! ; ' '() * + '\$ % * 4 ' ' 1
 9 4 ' B '<: ')

Résumé:

Le présent travail a pour but de faire une étude technique d'une station de dessalement, une station qui fonctionne par le procédé d'osmose inverse.

La nécessité d'utiliser ce mode de dessalement est la conséquence de la qualité des eaux de consommation de l'agglomération d'El-oued qui est caractérisée par une forte salinité de l'ordre 4,04ms/cm, cette dernière, influe sur la santé de consommateur, qui est provoquée dans certains cas l'apparition des maladies graves.

A partir des résultats d'analyses physico-chimique et bactériologique des eaux traitées a montré que la réalisation de ce type de station a un effet et rendement positif pour les consommateurs, car elle permet d'avoir de l'eau de bonne qualité, douce, et agréable et contenue en teneur des sels conformément à l'organisation mondiale de la santé.

Mot clé : performance, station de dessalement, eaux potables, osmose inverse, salinité, analyses physico-chimique et bactériologique, résultats, norme et qualité, santé publique.



Introduction

Introduction

L'eau est la vie pour tous les êtres vivants, elle couvre les trois quart (3/4) de la surface terrestre, et environ les deux tiers (2/3) du corps humain. [ARAOUA, 1997]

« L'homme peut vivre plusieurs semaines sans manger, il meure après quatre jours sans eau »

Mais est ce que toutes les eaux sont potables et consommable pour l'homme ?

Les origines des eaux de consommation sont multiples (eaux de surface, eaux souterrains), mais ceux qui répondent aux normes de potabilités sont très peu nombreuses (eaux souterraines).

Les eaux souterraines sont considérées comme la seule ressource dans notre région, mais elles présentent une forte salinité car la composition de ces eaux est reliée à la nature chimique des couches géologiques traversées.

Cette salinité présente un problème majeure, face à des conditions climatique défavorable, à une croissance démographique très importante, au développement industriel, les volumes d'eau mobilisées et mobilisable sont insuffisante et le recours à des ressources en eau non conventionnelles telle que: le dessalement des eaux saumâtres semblent être la solution incontournable.

Le dessalement des eaux saumâtre est un sujet très importants actuellement, et de penser à réaliser des unités de dessalement de vient jour après jour une nécessité car il permet la satisfaction des besoins des consommateurs en eau potable soit du coté quantitatif ou qualitatif (eau de bonne qualité, douce et agréable).

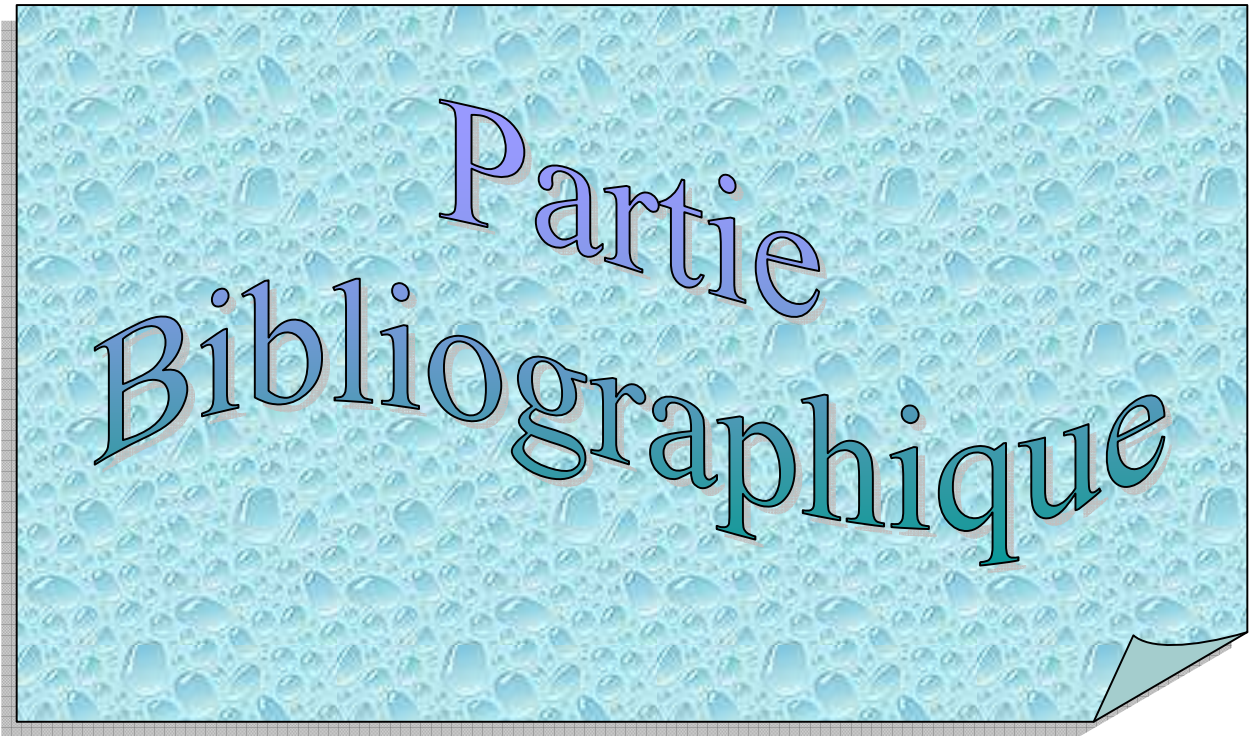
C'est pour cette raison notre travail est partagé en deux parties:

Partie bibliographique: dans laquelle nous avons parlés de la qualité physico-chimique des eaux et des différentes procédés de dessalement.

Partie Expérimentale: qui porte sur les enquêtes effectuées sur les différentes parties de la station de traitement et leur fonctionnement, ainsi que la réalisation d'analyses physico-chimique et bactériologiques des échantillons prélevés de cette station.

L'objectif de ce travail est:

- L'évaluation des résultats d'analyses physico-chimique et bactériologique des ces échantillons pour voir le principe de fonctionnement des membranes d'osmose inverse.
- Démontrer L'efficacité de la station de dessalement des eaux par le procédé d'osmose inverse à partir de la discussion des résultats d'analyse physico-chimique des eaux traitées.



Partie
Bibliographique



Chapitre I
Généralités sur les eaux.

2- Définition l'eau potable :

L'eau potable est une eau qui peut être bue par l'homme sans danger pour sa santé, elle doit pour cela répondre à un certain nombre des normes fixées par l'OMS.

L'eau potable ou l'eau destinée à la consommation humaine doit être fraîche (la température comprise entre 20°C et 25°C), limpide, incolore et de saveur agréable. Ainsi que : ses propriétés physico-chimique, ses composés minéraux et organique et sa qualité bactériologique ne peuvent nuire à la santé.

3- Les sources d'eau :

L'eau qui résulte de la condensation des vapeurs produites à la surface des mers, forme des nuages qui sont emportées par les vents et tombent en suite sous forme de brouillard, de pluie, de neige ou de grêle, une partie glisse à la surface du sol, mais la plus grand portion s'infiltrer à l'intérieur de la terre jusqu'à ce qu'elle se trouve arrêter par une couche géologique imperméable. [LECOCK, 1965]

En fonction même de cette répartition et ainsi à leur approvisionnement de la population, il est fait appel soit aux eaux de surface, soit aux eaux souterrains.

3.1- Les eaux de surface :

Comprennent les eaux des cours d'eau, lacs, étangs....etc. Ces eaux proviennent surtout des pluies et ont constitués d'un mélange d'eau de ruissellement et d'eau souterrains qui alimentent les rivières, les vallées, les barrages.

Ce sont des eaux de moins bonne qualité parce que elles sont presque toujours contaminées c'est-à-dire cette source est caractérisé par une pollution microbienne et chimique maximale, mais ces eaux sont fréquemment utilisées dans les régions à forte densité de population ou très industrialisées. [LAYOCHIS, 1992 et *al*; BOUZIANI, 2000]

3.2- Les eaux souterraines :

L'eau d'une nappe souterraine à une composition généralement plus stable et elle est plus riche en sels minéraux.

Seul, les sources et les gisements aquifères souterraines sont susceptibles, sous certaines conditions de fournir des eaux naturellement pures.

Les nappes d'eau souterraine revêtent une importance énorme pour l'approvisionnement en eau, car elles constituent la plus grande réserve d'eau potable dans la plupart des régions du monde, c'est à dire les nappes souterraines produisent généralement une eau de bonne qualité et longtemps considérée comme pure et protégée par le sol contre les diverses activités humaines. Mais son exploitation est plus difficile et nécessite la mise en place de systèmes de captage et des équipements hydrauliques de distribution (pompe) qui sont souvent importants. [BOUZIANI, 2000]

3.2.1- Captage des eaux souterrain :

Les eaux souterraines sont généralement captées soit par des puits, des sources ou des galeries d'infiltration.

- Les puits :

Un puits est un procédé de captage des eaux d'une nappe phréatique de moyenne profondeur. Il peut être creusé de différentes manières et on distingue plusieurs types de puits.

- Les puits ordinaires.

- Les puits forés.

- Les puits artésiens.

- Les puits foncés ou puits tubulaires.

Chapitre I --- --- *Généralités sur les eaux*

- Les sources :

Représente l'émergence des eaux souterraines, elles sont plus fréquemment rencontrées dans la région montagneuse.

- Les galeries d'infiltration :

Sont des galeries souterraines conçues sous forme des puits horizontaux qui recueillent l'eau sur pratiquement toute leur longueur, les galeries d'infiltration le plus connues sont les foggaras.

Les foggaras sont des galeries filtrantes ; très répandues à Oued Souf en particulier.
[BOUZIANI, 2000]



Chapitre II
Qualité physico-chimique de l'eau

CHAPITRE II: QUALITIE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU :

A partir des informations, notamment médicales ou toxicologiques, une relation entre les valeurs d'un paramètre et les effets sur la santé peut être élaborée; des limites de qualité sont définies en appliquant des coefficients de sécurité et de prévention a fin qu'aucun effet néfaste ne puisse être observé sur la santé du consommateur.

De plus en plus, ce travail est mené au niveau international par des experts sous l'égide de l'Organisation Mondiale de la santé. Les paramètres qui se réalisent au contrôle de l'eau sont les suivants : [GUERBOUZ, 2006]

I- Qualités physique de l'eau :

1- pH :(Le potentiel d'hydrogène)

Dans la plupart des eaux naturelles, il dépend de l'équilibre carbonate- bicarbonate anhydrique carbonique. Il est inférieur ou supérieur à sept suivant que l'eau est acide ou basique.

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau :

- Si le pH inférieur à 7 peut conduire à corrosion du ciment ou des métaux des canalisations avec entraînement de plomb par exemple.

- Si le pH élevé peut conduire à des dépôts incrustant dans les circuits de distribution, pour cela les normes préconisent un pH compris entre 6,5 et 8,5. [RODIER, 1984]

2- Conductivité électrique : (CE)

Elle exprime la capacité de conduction de courant électrique d'une eau, Toute eau est plus ou moins conductrice. Cette conductivité électrique est liée à la présence des ions dans l'eau, l'existence d'une relation entre la teneur des sels dissous d'une eau et sa conductivité.

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. C'est à dire la conductivité électrique constitue de ce fait un critère d'appréciation de la minéralisation.

Une conductivité électrique élevée traduit soit une température élevée, soit le plus souvent une salinité élevée comme elle peut conduire à un entartrage des conduites. Les normes fixent la conductivité électrique entre 200 et 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$. [RODIER, 1984 ; DENTELLE, 2001]

3- Température :

Il est important de connaître la température de l'eau parce qu'elle joue un rôle dans la solubilité des sels, la mesure de la température s'effectue dans le terrain.

La température d'une eau potable devrait être inférieure en été et supérieure en hiver à la température de l'air, donc l'eau potable a une température 10 à 20°C, voir même 25°C mais l'eau de boisson à une bonne fraîcheur sa température varie entre 9 et 12°C. L'OMS ne recommande aucune valeur. Pratiquement, la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. Cependant, une température supérieure à 15°C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs par contre, une température inférieure à 10°C ralentit les réactions dans les différents traitements des eaux. [RODIER, 1984]

II- Qualités chimique de l'eau :

1- Les substances chimiques dites indispensables :

1.1- Potassium (K^+) :

La teneur en potassium soit presque aussi important que celle du sodium, sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/l.

La concentration maximale admissible de 12 mg/l (selon les normes l'OMS).

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

Le potassium joue un rôle dans l'osmolarité des cellules et dans la transmission de l'influx nerveux. Des concentrations sensiblement plus élevées que la norme peuvent être acceptées car cet élément est sous contrôle de l'hémeostasie, même des variations important de la teneur de l'eau n'auraient que des effets négligeables sur la concentration de l'organisme et son excès est éliminé par transpiration, par les urines et par les selles.
[RODIER, 1984]

1.2- Calcium (Ca^{+2}) :

Le calcium est un métal alcalino-terreux, extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates.

Composant majeure de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfate, chlorure, etc.

Le calcium est composant essentiel pour les os du corps humain. Il aide aussi le fonctionnement des nerfs et des muscles.

Le manque de calcium est l'un des principales causes de l'ostéoporose. L'ostéoporose est une maladie dont les sujets ont des os extrêmement poreux, sont sujets à des fractures qui guérissent lentement. Elle touche essentiellement les femmes après la ménopause et conduit souvent à une courbure de la colonne vertébrale et à un tassement des vertèbres de la colonne.

Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/l de calcium, les eaux qui dépassent 200 mg de calcium présentent de nombreux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation chaudières (l'installation de chauffage).[RODIER, 1984]

1.3- Magnésium (Mg^{+2}) :

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue 2.1% de l'écorce terrestre, son abondance géologique, sa grande solubilités, sa large utilisation industrielle (réducteur chimique batteries sèches...) font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes.

Le magnésium est par ordre d'importance le deuxième cation contenu dans les cellules après le potassium, il joue le rôle de stabilisateur de la membrane cellulaire en protégeant la cellule contre une rétention de sodium.

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

Il constitue un élément activateur pour les systèmes enzymatiques (phosphatase, catalase) pour la synthèse des protéines et pour le métabolisme des lipides.

L'insuffisance magnésique entraîne des troubles neuromusculaires, l'intérêt du

magnésium dans thérapeutique de la spasmodie est bien connu.

A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau, s'ils ne provoquent pas des phénomènes toxiques, les sels de magnésium et surtout les sulfates ont un effet laxatif à partir de 400 à 500 mg/l (taux de magnésium dans l'eau doit se faire en liaison avec les sulfates).

Élément essentiel de la nutrition chez l'homme et l'animal, la concentration maximale admissible est 50 mg/l. [RODIER, 1984]

1.4-Chlorure (Cl⁻) :

Les teneurs en chlorure dans l'eau sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés.

Une surcharge en chlorure dans l'eau peut être à l'origine d'une saveur désagréable, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium et considère comme un gros inconvénient.

Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé, sauf pour les personnes devant suivre un régime hyposodé. Cependant, les chlorures sont susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier les éléments en acier inoxydable pour lesquels le risque s'accroît à partir de 50 mg/l.

La norme d'OMS recommande que la teneur en chlorure (Cl⁻) des eaux ne dépasse pas 250 mg/l. [RODIER, 1984 *et al* ; BOUZIANI, 2000]

1.5- Sodium (Na⁺) :

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

peut augmenter le risque d'hypertension artérielle.

Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau, il n'a pas de valeur limite standard, cependant les eaux trop chargées en sodium devient saumâtre et prennent un goût désagréable. [RODIER, 1984]

1.6- Sulfates (SO_4^{2-}) :

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

La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalino-terreux de la minéralisation suivant ceux-ci, et selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfate dans l'eau peut entraîner des troubles gastro-intestinaux en particulier chez l'enfant. La propriété principale des sulfates sur la santé est une action laxative est plus importante en présence de magnésium et de sodium, utilisées d'ailleurs dans le thermalisme. Les concentrations maximales admissibles en sulfates sont de l'ordre de 400 mg/l selon la norme d'OMS. [RODIER, 1984]

2- Les substances chimiques dites indésirable :

Sont des substances dont la présence dans l'eau est tolérée, tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil. Plusieurs éléments sont indispensables à l'organisme humain à faible dose. [BOUZIANI, 2000]

2.1-Nitrates (NO_3^-) :

Les nitrates sont des ions minéraux nutritif soluble dans l'eau, toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrite ...etc.) sont susceptible s'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique.

Toutes les eaux destinées à la consommation humaine devant avoir une teneur en nitrate sont voisines ou inférieure à 50 mg/l (selon les normes d'OMS).

Si l'existence des nitrates à des doses inférieures à la norme dans l'eau donne une saveur agréable en laissant une sensation de fraîcheur.

Par contre leur excès n'a pas d'effet toxique direct (sauf à doses très élevées) les faits qu'ils puissent donner naissance à des nitrites conduits à une toxicité indirecte provoquant chez nourrissons, une cyanose liée à la formation méthémoglobine.

Cette intoxication, provoquée par l'absorption de petite dose de nitrate, est en réalité due aux nitrites formés par la réduction des nitrates sous l'influence d'une action bactérienne, cette réduction ne se produit pas chez l'adulte car elle est contrôlée par l'acidité du suc gastrique, par contre dans l'estomac de nourrisson le liquide gastrique est insuffisamment acide, surtout chez les sujets diarrhéique, permet la prolifération de bactéries réductrices de nitrates en nitrite. [RODIER, 1984]

2.2- Les nitrites (NO₂⁻) :

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux, mais généralement à des doses faibles, les nitrites sont la forme intermédiaire entre l'azote ammoniacal et les nitrates car ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant.

Il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme cela est indiqué à propos des nitrates.

Les valeurs limites recommandées pour les nitrites dans l'eau boisson, sont des doses inférieures à 1 mg/l pour la norme d'OMS.

Une eau renfermant une quantité élevée des nitrites (supérieur à 1 mg/l) est considérée chimiquement impure. [RODIER, 1984]

2.3- Fluor (F⁻) :

Le fluor élément le plus électronégatif et par suite oxydant le plus puissant à la chimie. On considère généralement qu'une faible teneur en fluor dans l'eau (0.4 à 1 mg/l) est favorable à la formation de l'émail dentaire et protège les dents contre la carie, des doses supérieures à 1 mg/l risquent de faire apparaître des taches sur l'émail dentaire (fluorose) qui s'aggravent par des décalcifications et des chutes des dents. [BOUZIANI, 2000]

2.4- Hydrocarbures (CO₃⁻) :

Les hydrocarbures sont des substances qui surnagent à la surface de l'eau sous forme d'un film superficiel, ils peuvent être également émulsionnés dans l'eau ou adhérer aux particules en suspension dans le cas de contamination de réservoir ou d'un circuit de distribution d'eau par les hydrocarbures, les modifications du goût et de l'odeur de l'eau peuvent persister longtemps, rendant cette eau inutilisables durant de longues périodes.

La concentration maximale admissible a été réduite à 1µg/l. [BOUZIANI, 2000]

2.5- Fer (Fe⁺²) :

Le fer est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et qui précipite par oxydation à l'air. Fer est un élément ne représentant aucun inconvénient pour l'organisme humaine, il peut, cependant à certain concentration (excès), présenter des désagréments à la consommation (saveur) et au ménager (tache de rouille sur la ligne), les normes de l'OMS retiennent la valeur limite de 0.3 mg/l de fer dans l'eau de boisson. [BOUZIANI, 2000 ; DENTELLE, 2001]

3- Les éléments traces :

3.1- Plomb (Pb) :

Il est rencontré en quantité très négligeable dans l'eau naturelle (non contaminées)

ne dépasse pas quelques dizaine de microgramme par litre parce que le plomb est élément très toxique pour l'homme, est responsable du saturnisme et des altérations de la fertilité, les normes fixent sa CMA à 0,05 mg/l. [DENTELLE, 2001]

3.2- Zinc (Zn^{+2}) :

Zinc est considéré comme un élément essentiel dans la nutrition humaine et animale mais la quantité ingérée par l'eau est négligeable, sa teneur dépasse rarement les 0.1 mg /l. Les normes fixent sa concentration maximale à 5 mg /l, valeur au delà de laquelle il confère à l'eau un goût désagréable. [DENTELLE, 2001]



Chapitre III
L'eau et la santé publique

CHAPITRE III : L'EAU ET LA SANTE PUBLIQUE

L'eau est un élément de préservation de la santé, mais actuellement, on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues. [BOUZIANI, 2000]

L'eau souillée est l'agent de transmission principale de plusieurs maladies : c'est les maladies à transmission hydrique appelée également maladies de canalisation ou maladies des mains sales, ils constituent un groupe des maladies à allure épidémique, dont la symptomatologie est le plus souvent digestive (diarrhées, vomissement) et dont la nature et la propagation sont liées à divers facteurs comme la mauvaise qualité de l'eau, le manque d'hygiène et la pauvreté.

Comme pour toutes les maladies contagieuses, la transmission des maladies d'origine hydrique, dépend de trois facteurs : l'agent (l'organisme infectant), l'environnement et l'individu.

Ces maladies peuvent être :

1- Les maladies causées par l'eau contaminée par des déchets humains ou animaux :

1.1- Origine bactérienne :

➤ **Fièvre typhoïde :** la fièvre typhoïde est une infection bactérienne causée par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés. Les symptômes sont des maux de tête, des nausées et l'anorexie. Quelque 12 millions de personnes sont infectées par la typhoïde chaque année. [SASSON, 2005]

➤ **Choléra :** est une infection bactérienne aiguë du tractus intestinal. Il cause de graves crises de diarrhée qui, en l'absence de traitement, peuvent entraîner rapidement une déshydratation intense et la mort. Le choléra est un problème mondial, surtout dans les situations d'urgence. Il peut être prévenu par l'accès à l'eau salubre, l'assainissement et un bon comportement en matière d'hygiène. En 2002, plus de 120 000 cas de choléra ont été

déclarés dans le monde. [SASSON, 2005]

➤ **Les gastro-entérites** : elles peuvent être dues à de nombreux germes pathogènes transmis par l'eau ou par les aliments souillés et qui déterminent les diarrhées, des intoxications, il faut signaler la gravité des gastro-entériques du nourrisson qui sont dues à des germes variés et peuvent donner surtout en période de chaleur, des complications comme la neurotoxose responsable de nombreux décès. [AROURA, 1997]

2- Maladies causées à l'excès des éléments chimiques :

2.1- fluorose :

La fluorose est une condition anormale causée par une prise excessive de fluore, comme de l'eau potable fluorée, présente naturellement dans la nappe phréatique.

Une dose élevée de fluore entraîne :

➤ Effet toxique sur le squelette :

Une ingestion à long terme des grandes quantités peut mener à des problèmes squelettiques potentiellement graves (fluorose squelettique) comme :

- **L'ostéopéotrose** : c'est-à-dire une hyper calcification et s'accompagne dans le cas graves d'érosions osseuses. L'os perd sa souplesse, devient dur et cassant.

- **L'ostéoporose** : C'est-à-dire la décalcification des tissus osseux, l'os devient poreux, léger, friable et cassant. [KETTAB, 1992]

➤ Maladies dentaire appelée "émail tachette" (dents jaunâtres) :

Un niveau modéré d'exposition chronique (supérieur 1,5 mg/l d'eau) est assez courant. [KETTAB, 1992]

2.2- Arsénicisme :

L'exposition prolongée à de faibles concentrations d'arsenic dans l'eau de boisson cause une kératodermie douloureuse (lésions durcies) et peut déboucher sur des cancers de la peau, des poumons, de la vessie et des reins. Des millions de personnes courent un risque d'arsénicisme parce qu'elles utilisent des points d'eau (essentiellement naturels) contaminés par l'arsenic n'ont pas accès à une autre source d'eau salubre ou ignorent les risques qu'elles courent. [SASSON, 2005]



Chapitre IV
Les différentes techniques
de dessalement des eaux

CHAPITRE IV : LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE DESSALEMENT DES EAUX.

I- Le dessalement:

1- Introduction :

L'Algérie à l'instar d'autres pays est confrontée à la problématique de l'eau, beaucoup d'efforts ont été consentis pour juguler cet épineux problème qui freine le développement socio-économique du pays. Néanmoins le manque et la rareté des pluies pénalisent la politique hydraulique entreprise par état qui est surtout axé sur la mobilisation des ces ressources naturelles par voir de captage. L'eau est obtenu à partir ces ressources, est caractérisée par fortes donc, L'Algérie dispose de ressources en eau très limitées, ce déficit fait que l'Algérie est classée 14^{ème} pays manquant le plus d'eau et qu'en 2025, elle sera démographie oblige, classée à la 6^{ème} place, déjà que l'Algérie consomme uniquement 55 m³ par an.

Comme l'Algérie dispose d'un littoral de 1200 Km, aussi l'une des solutions consiste à dessaler de l'eau. [KEHAL, 2000] .

2- Evolution des procédés de dessalement dans le monde :

Depuis le premier colloque européenne sur le dessalement (Athènes 1962) jusqu'à nos jours, les techniques de dessalement n'ont cessé de se développer ; des milliers d'unités de dessalement ont été construite dans les différentes pays notamment au moyen orient ou la capacité de production d'eau dessalée représente 80% de la production mondiale; l'Arabie Saoudite détient à elle seule 40% de la production mondiale. [AMMOUR et al, 2001]

3- Expérience Algérienne dans le dessalement :

L'expérience algérienne en matière de dessalement des eaux est étroitement liée au développement de l'industrie et tout particulièrement de l'industrie pétroliers et sidérurgique.

Le recours au dessalement en vue d'un usage destiné exclusivement à l'alimentation de la population en eau potable est qua-inexistant.

Néanmoins une seule expérience a été tentée dans une situation où il n'existait aucune autre solution. Il s'agit de l'unité de déminéralisation d'Oueled Djellal dans la wilaya de Biskra (Sud-est Algérien).

En 1969, une autre installation avue le jour à Arzeui avec une capacité de production de 4560m³/j.

Il y'a également quelque installation qui sont de faible capacité de quelques dizaine à quelques certaines de mètre cube par jour.

En se référant à l'expérience des 10 dernières années quelle que soit l'évolution de le pluviomètre et les améliorations attendues par les ouvrages en coure de réalisation, il a été retenu de faire appel au dessalement de l'eau de mer.

La technique du dessalement se sera généralisée entraînant une baisse généralisée des coûts, il pourra être envisage d'augmente de manière significatif les capacités de production.

L'Algérie est programme que les capacités de production entre 2005 et 2010, est 1890000 m³/j. [KEHAL, 2000 ; SAIDI, 2005]

II – LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE DESSALEMENT DES EAUX.

1- Les paramètres de choix d'un procédé de dessalement :

Pour obtenir une eau potable : ils y'a plusieurs méthode des traitements, on peut

Choisir d'un procédé de dessalement selon les paramètres suivants:

- Composition chimique de l'eau à traiter, particulièrement dans le cas des eaux saumâtres.
- Salinité des eaux produites, selon le l'usage qui en sera fait, elle peut varie de 300 → 500 ppm pour l'approvisionnement en eau potable et à 15 → 30 ppm pour l'alimentation en eau industrielle.
- Durée de vie de l'unité.
- Impact sur l'environnement.
- Le choix d'un procédé de dessalement reste tributaire du coût du m³ d'eau produit. [AMMOUR et *al*, 2001]

2- Les techniques de dessalement:

Pour réduire la teneur en sel, on utilise :

- 1- des procédés à membrane comme l'osmose inverse, l'électrodialyse et nano filtration.
- 2- des procédés que agissent sur les liaisons chimique comme l'échange des ions.
- 3- des procédés thermique comme la distillation et la congélation. [GUENNONE et *al*, 2003]

2.1- Procédé membranaire:

En 1780, L'abbé L'NOLLET nit au point les premières membranes a dialyse. Plus récemment, L'osmose inverse prit son en vol dans les années cinquante. De nos jours, de nombreux procédés a membrane s'imposent dans le domaine de l'eau potable et même des eaux résiduaire, les limites des traitements conventionnelles en terme de turbidité, de bactériologie, de goût et de sous- produit de désinfection sont atteintes, comparativement, les procédés membranaires ont un efficacité exceptionnelles vis a vis de ce paramètre.

- Dans les procédés membranaires : le rôle de membrane est d'arrête le passage de certain espèces et d'en laisser passe d'autre. [RAYMONDDES, 1990]

. 2.1.1-Nano filtration

Cette technique permet de séparation des composants ayant une taille en solution voisine de celle du nanomètre (soit 10Å°) d'où son nom. Les sels ionisés monovalents et les composés organiques non ionisé de masse molaire inférieure à environ $200 \rightarrow 250$ g/mol ne sont retenus par ce type de membrane. Les sels ionisées multivalents (calcium, magnésium, aluminium, sulfates) et les composés organique non ionisés de masse molaire supérieur à environ 250 g/mol sont, par contre fortement retenus.

La nano filtration fonctionne sur le principe de la filtration tangentielle avec un transfert de matière à travers la membrane dû à un gradient de pression pouvant varie entre $10 \rightarrow 40$ bars. [ARIST, 2004]

2.1.2- Osmose inverse

Introduction:

L'osmose est un phénomène naturel courant, parce que les procédés osmotiques permettant aux plantes d'absorber les nutriments du sol, dans notre corps, nos reins purifient le sang grâce à l'osmose.

Chapitre IV --- Les différentes techniques de dessalement des eaux

Bien que l'osmose a été découverte et étudié dès 1850, il a fallu attendre jusqu'en 1960 pour être capable d'appliquer ce procédé pour:

- le dessalement des eaux saumâtre.
- le dessalement des eaux de mer.
- la production de l'eau ultra pure (industrie électrique, pharmaceutique). [27]

Définition:

L'osmose inverse 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 membrane semi sélectives permettant certains de transferts de matière entre deux milieu qu'elle sépare, en interdisant d'autre, ou plus généralement en favorisant certain par rapport à d'autre.

L'écoulement s'effectue en continu tangentiellement à la membrane, une partie de la solution à traiter (débit Q_0) se divise au niveau de la membrane en deux parties de concentration différent:

- Une partie (débit Q_p) passe à travers la membrane (perméat).
- Une partie qui ne passe pas appelé concentrât ou retentât qui contient les particules retenues par la membrane.

La fraction de débit qui traverse la membrane est le taux de conversion \dot{y} définie par :

$$\dot{y} = \frac{Q_p}{Q_0} \quad [27]$$

Chapitre IV --- *Les différentes techniques de dessalement des eaux*

La membrane:

L'osmose inverse utilise des membranes denses sans porosité qui laissent passer le solvant et arrêtent les ions.

Ces membranes sont le plus souvent fabriquées en acétate de cellulose ou en polymères de synthèse (Polyamides, Poly sulfone), et caractérisées par :

- Leur stabilité chimique (pH, chlore, oxydant)
- Leur stabilité thermique (important facteur pour les utilisations biologiques où il y a stérilisation en autoclave...etc.)

Pour être mises en œuvre les membranes doivent être montées dans les supports appelés: modules. On trouve trois types principaux :

1-Module spirale : une membrane plane est enroulée autour d'un tube creux collecteur de perméat.

2- Module tubulaire : une membrane tubulaire est fixée sur un support poreux.

3- Module à fibres creuses : Les fibres en forme U sont mises en faisceau et assemblées en parallèle de façon à réaliser l'étanchéité aux deux extrémités du module, le liquide à traiter circule perpendiculairement à l'axe des fibres tandis que le concentrat est recueilli dans une enceinte qui enveloppe le faisceau et permet son évacuation à une des extrémités du module, le perméat s'écoule à l'intérieur de chacune des fibres puis dans un collecteur.

[27]

Principe:

Si on considère un système à deux compartiments séparés par une membrane semi-sélective et contenant deux solutions de concentrations différentes, l'osmose se traduit par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée.

Chapitre IV Les différentes techniques de dessalement des eaux

Si on applique une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer, avec une pression suffisamment forte, le flux d'eau va même d'annuler, cette pression est nommée: la pression osmotique P . Si on dépasse la valeur de la pression osmotique, on observe un flux d'eau dirigé en sens inverse de flux osmotique: c'est le phénomène d'osmose inverse. (Voire la figure 1)

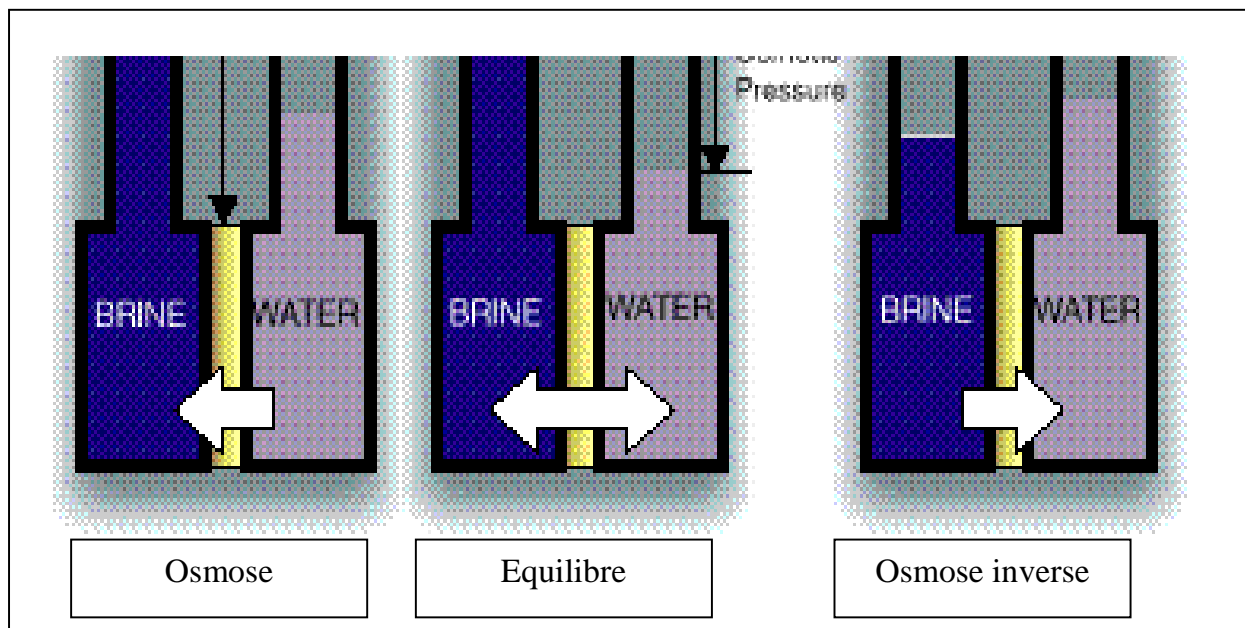


Figure 1 : Un système a deux compartiments séparés par une membrane semi sélective et contenant deux solution de concentration différentes

[JEROME, 1989]

Le technique d'osmose inverse présenté les avantages suivants :

- Consommation énergétique faible vis à vis de l'autre technique de dessalement de l'eau (distillation, électrodialyse).
- Pas d'intervention des réactifs chimique comme des agents d'extraction qui sont des sources de pollution.

Néanmoins des inconvénients existent :

Chapitre IV ===== *Les différentes techniques de dessalement des eaux*

- Baisse de la perméabilité et modification de la sélectivité en cas de colmatage des membranes.
- Durée de vie limitée des membranes soit par perte de résistance mécanique, soit par suite d'une mauvaise tenue aux réactifs utilisée pour le nettoyage. [27]

2 .1.3- L'électrodialyse:

Définition:

Il s'agit d'une technique électro-membranaire qui permet un transfert sélectif des ions, à travers des membranes à perméabilité sélective sous l'action d'un champ électrique. Le but de l'opération est d'extraire les sels d'une solution.

Principe de fonctionnement:

Chaque molécule de sel qui à l'état solide est électriquement neutre donne lieu en solution dans l'eau à une dissociation en particules chargées d'électricités appelées: ions

-Si les ions chargés d'électricités positives sont nommés : cation.

-Si les ions chargés d'électricités négatives sont nommés : anion. [YASSAD, 1982]

L'électrodialyse repose sur la mise au point et l'utilisation des membranes imperméables à l'eau et sélectives pour les ions, ainsi seuls les anions peuvent traverser une membrane anionique et seuls les cations peuvent traverser une membrane cationique. Pour construire un électro dialyser. On place dans un bac, des membranes anioniques en alternance avec des membranes cationiques. Lorsque le bac est rempli d'une solution, on crée une différence de potentiel continue entre le premier et les derniers compartiments. (Voir la figure 2)

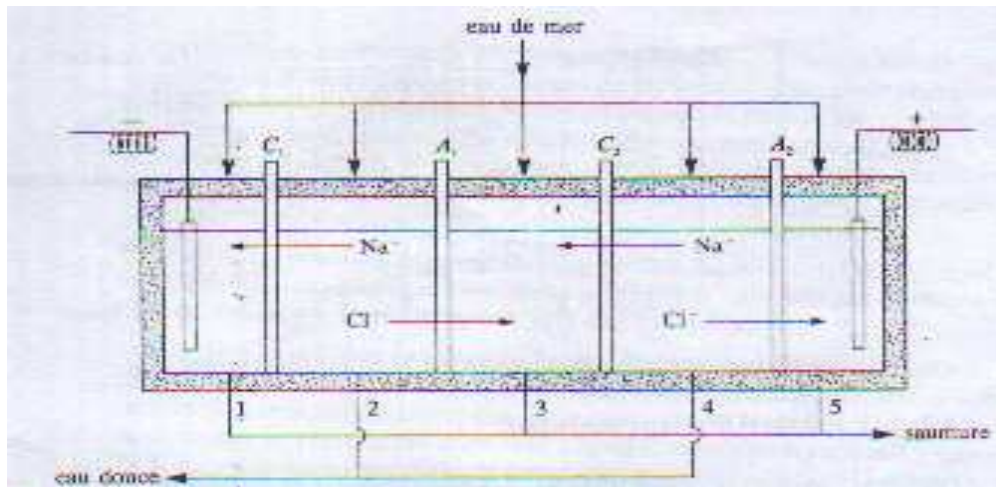


Figure 2 : Principe d'électrodialyse
[RAYMONDDES, 1990]

On remarque que les ions sodium Na^+ de la cellule n°:02 attirés vers l'électrode négative traversent la membrane cationique C_1 tandis que les ions chlorures Cl^- attirés vers l'électrode positive traversent la membrane anionique A_1 . Les ions Na^+ et Cl^- sont ainsi concentrés dans la cellule n°:03, dans ce dernier, les ions Na^+ sont attirés vers l'électrode négative mais il ne peut pas traverser la membrane anionique A_1 et les ions Cl^- attirés vers l'électrode positive, ne peuvent pas traverser la membrane cationique C_2 . Après un certain temps. On retrouve donc une solution plus concentrée dans les cellules n°:1 et 3 et 5 et une solution moins concentrée dans les cellules n°:02 et 4. (Dans les cellules 1,3 et 5: la solution est riche en sel et dans les cellules 2 et 4: les solutions à dessaler). [RAYMONDDES, 1990]

2.2- Procédé qui agit sur la liaison chimique

2.2.1- L'échange d'ion :

Définition:

Les substances doués cette procède sont des substances granulaire insoluble (résine) comportant dans leur structure moléculaire des radicaux acide ou basique susceptible de permuter, sans modification apparente de leur aspect physique et sans altération ou solubilisation les ions positif ou négatif fixées sur ces radicaux contre des ions de même signe (rejetée) se trouvant en solution dans le liquide a leur contact, cette permutation appelle: échange d'ions permet de modifier la composition ionique du liquide objet de traitement sans modification de nombre de change existant dans ce liquide avant l'échange. [JEROME, 1989]

Principe et fonctionnement:

- Les résines échangeuse d'ion sont constituées par des polymères synthétique rendus, in soluble par réticulation (de nature généralement phénolique, acrylique) et portant des groupes fonctionnelle ionisable.

- Suivant la nature des groupes fonctionnels. On distingue:

- ❖ Résine échangeuse de cation qui porte du groupement anionique généralement carboxylique R-COOH échangeuses acide faible ou sulfurique R-SO₃H (échangeur acide fort)
- ❖ Résine échangeuse d'anion qui porte du groupement cationique soit aminés primaires, secondaire ou tertiaire (échangeurs faiblement basique) soit ammonium quaternaire (échangeurs fortement basique). [JEROME, 1989]

- La déminéralisation nécessite l'utilisation deux types de résine :

Chapitre IV --- --- Les différentes techniques de dessalement des eaux

- ❖ La résine échangeuse des cations faiblement acide, il se fixe seulement les cations (Ca, Mg, Na), liés aux bicarbonates mais peuvent échanger les cations en équilibre avec des ions forte (SO₄, CL, NO₃).
- ❖ La résine échangeuse faiblement basiques éliminent les anions fortes (sulfates, chlorures, nitrates), par contre les anions faible (silicate et carbonates ou bicarbonates) sont éliminer par les résines fortement basique.

- Les ions H⁺ et OH⁻ laissés par les deux résines s'étant recombinaison pour former les eaux.

Après certain quantité d'ion retenue, la résine est saturé, il est donc nécessaire de la régénérer, cette dernier se fait par utilisation de solutions de sel concentré (acide ou base) qui traverser la résine. [RAYMONDDES, 1990]

2.3- Des procédés thermique :

2.3.1-Dessalement par congélation

Lorsqu'on refroidit une eau de mer jusqu'à environ - 2°C, il y a formation de cristaux de glace constitués d'eau douce. L'eau de mer étant alors plus concentré, elle résiste mieux à la congélation.

Le dessalement des eaux de mer par congélation est particulièrement intéressant dans les régions où la température de l'eau est souvent inférieure à 0°C car, dans ces conditions, on peut aménager des bassins à ciel ouvert. Lorsque la température est suffisamment basse, on remplit ces bassins sur une hauteur de 10 à 15 cm; lorsque la couche de glace atteint une épaisseur de 1 à 1.5 cm, on enlève la saumure et on recueille la glace.

La production d'eau douce de ces bassins est de 40 à 50 l/m²d lorsque la température de l'aire est de - 5°C et de 120 à 160 l/m²d lors que cette dernière est de - 20°C.

Le procédé de la congélation plus économique que la distillation pour produire de l'eau

douce. [RAYMONDDES, 1990]

2.3.2-Distillation:

La distillation est un procédé qui comporte une vaporisation, une condensation et une récupération de la chaleur libère par la condensation.

On procède à la vaporisation en fournissant de l'énergie sous forme de chaleur (procédé thermique) ou sous forme de travail mécanique. La température de travail en 0.5 et 125°C, la salinité d'eau obtenue est nettement inférieure à 100 mg/l.

Il y à plusieurs types de distillation:

- Distillation sans récupérations de la chaleur libère par la condensation.
- Distillation avec récupérations de la chaleur libère par la condensation.
- Procédé de dessalement par détentes successives.
- Distillations par évaporateur solaire.

On utilise surtout la distillation solaire pour obtenir des petites quantités d'eau douce mais une bonne qualité et aussi très économique car on a besoin que soleil. [RAYMONDDES, 1990]



Partie pratique



Chapitre V
Présentation de la région

1- Situation géographique:

Le Souf vient du nom berbère désignant rivière ou Oued. A l'origine, la principale activité des habitants de la région était l'agriculture et le commerce.

La wilaya d'EL OUED est située au Nord-Est du Sahara septentrional, elle s'étend sur une superficie de 44586,8 Km² avec une population de plus 500,000 habitants donnant ainsi une densité 12 hab/Km².

EL OUED l'une des Oasis du Sud-est algérien à 700 Km de la capital, elle est limitée par les Wilaya suivantes :

- Au Nord par les Wilayets de Biskra, Khenchela et Tébessa.
- Au Nord-Ouest par la Wilayat de Djelfa.
- Au Sud par la Wilayat d'Ouargla.
- Au l'Est par la frontière tunisienne. (Voir figure 3) [DPAT].

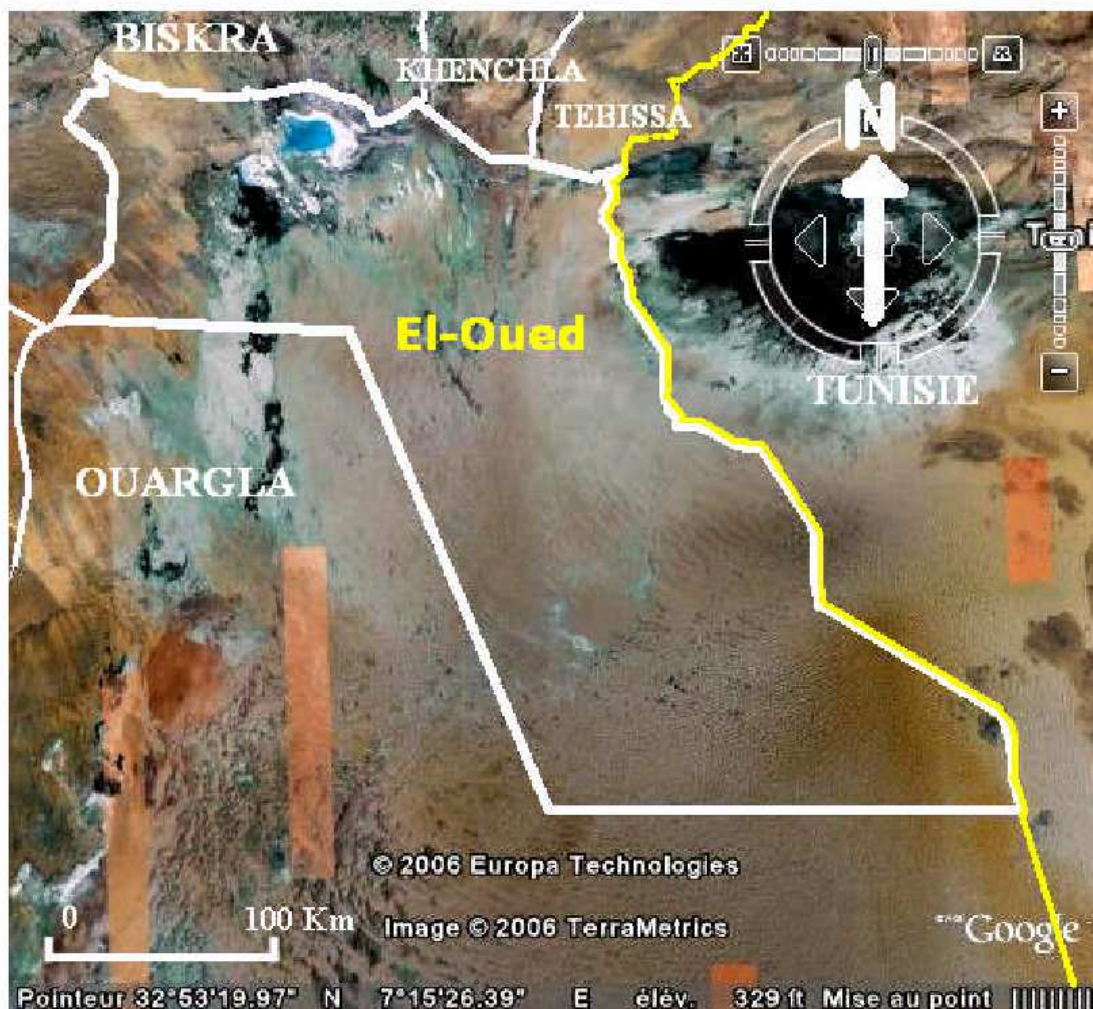


Figure 3 : Carte de limite géographique d'El-Oued modifier a partir de Google Erthe

2- Climatologie de la région :

2.1- Le climat :

Le climat de région est de type saharien, caractérisée par un été chaud et un hiver doux et ainsi par irrégularité et la faiblesse des ses précipitation .Les principales contraintes climatique restent la fréquence régulière des vents et leur violence connus sous le nom de chhili (sirocco) ainsi que des ventes de sables durant le printemps.

La température :

La température est l'un des facteurs climatique le plus important, c'est elle qu'il faut examiner tant premier lieu pour voir l'action climatique sur les êtres vivants.

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 22,9 °C, la température la plus élevée est notée au moins le plus chaud, juillet, avec une température de 34,99 °C et la température la plus basse du mois le plus froid, janvier, est 11,27 °C

La pluviométrie :

Les origines de la précipitation dans les régions sahariennes son inhérentes aux saisons. L'analyse pluviométrique de la région révéler qu'il y a une irrégularité des précipitations moyenne mensuelle.

Néanmoins, on distingue deux périodes :

- ❖ La chute de certaines pluies, s'étale du moins de septembre au moins d'Avril.
- ❖ L'autre sèche durant le reste de l'année.

L'évaporation :

Le facteur évaporation a enregistré pendant ces dernières années des valeurs importantes, ceux-ci ne peuvent être expliqué par l'effet de température et de la

pluviométrie, ces deux paramètres contribuent le plus souvent à la variation de cette dernière sans oublier l'ouvert végétale pour l'humidité.

Les vents :

Les vents dans la région sont fréquentes, mais aux printemps sont les plus fortes et peuvent durer jusqu'à trois jours consécutif avec une vitesse allant de 40 à 60 Km/h et parfois même plus.

Leur direction est des secteurs qui sont: Est et Nord –Est, Ouest et Sud-Ouest, mais la direction Est et Nord-Est est prédominant, puis à un degré moindre ceux de Ouest et Sud-ouest qui caractérise par une température élevée du au sirocco [ONM, 2006].

3- Hydrogéologique de la région :

D'après les études effectuées et les coupes de sondages de forages réalisées dans la région du Souf, nous distinguons deux complexes (le complexe terminale et le complexe continentale intercalaire), et la nappe phréatique.

3.1- Nappes phréatique :

La nappes phréatique présente dans toute l'étendue du Souf correspond essentiellement à la partie supérieure des formations quaternaire, d'une profondeur moyenne 50 m et constituée essentiellement par des formations sableuses, à grains fins intercalées par des tufs ou lentilles d'argiles sableuses à gypseuses. Ce type facilite le phénomène d'infiltration et le processus de rencontre capillaire.

Vu son caractère dunaire très perméabilité, sa faible profondeur ainsi que ses propriétés physico-chimique, cette nappe captée par plus de 15000 puits atésiens [DHW, 2005] reste une source d'eau d'irrigation très sollicitée pour le fellah soufi.

La nappe phréatique dans la région est principalement alimentée par les eaux utilisées par la population : l'excès des eaux d'irrigation et les rejets des eaux usées

(industrielles et domestique), et la source absolue de ces dernières sont des nappes profondes du complexe terminale continentale intercalaire et exceptionnellement par les pluies.

3.2- Nappes du complexe terminal :

Dans l'aquifère complexe terminal, il existe deux nappes suivantes :

3.2.1- Nappe de sable :

Au sein de ce niveau sableux, viennent s'engendrer deux nappes captives dont la première correspond à la formation supérieure du complexe terminal, elle constituée par des sables à grains peu grossier et faisant partie du Mio pliocène dont la profondeur peut atteindre à 280 m. La deuxième nappe des sables d'Age Pontien (Eocène supérieure), Constituée par des formations sableuse fortement perméable et captée à une profondeur variant entre 400 et 480 m.

Vu son intérêt hydraulique important, la nappe de Pontien est la plus sollicitée soit pour l'alimentation en eau potable ou pour l'irrigation.

L'écoulement des eaux dans ces dernières nappes se fait Sud-ouest vers le Nord-est (autrement dit vers la zone des Chotts)

Les principales caractéristiques de cette nappe sont :

-Débit : 89231295 m³/an.

-Température : 20 à 26 °C.

3.2.2 - Nappes de calcaire :

Les forages profonds passant par cette nappe montrent qu'elle se situe dans les formations calcaires de l'Eocène inférieur d'une profondeur variant entre 500 et 800 m, mais vu sa faible perméabilité et un taux élevée de salinités de ses eaux, cette nappe ne

présent aucun intérêt hydrogéologique.

3.3- Nappe du continentale intercalaire :

Le continentale intercalaire appelle aussi Albien, occupe l'intervalle stratigraphique entre la base de trias et le sommet de l'Albien. Cet horizon aquifère est constitué essentiellement par des sables gréseux avec des intercalations argileuses, sa profondeur varie entre 1600 et 1800 m.

Les eaux du continentale intercalaire sont caractérisées par :

- Une température qui dépasse les 60°C sauf certains endroits.
- Une charge en H₂S et CO₂ qui lui donne un caractère corrosif.
- La minéralisation de l'eau oscille entre 1 à 2 g/l de résidu sec et peut atteindre 5 g/l.

Les eaux souterraines considérées comme une eau potable dans notre région mais celles-ci peuvent être contenue des éléments toxique ou indésirable, et présent une dureté plus élevée responsable du goût désagréable, ces derniers considérer comme un problème majeur pour les eaux de la région d'El-Oued et les régions saharienne, qui sont utilisées les souterraines comme une sources principale pour l'alimentation de la population, pour cela : il est indispensable de connaître la qualité de cette eaux.

Le traitement des eaux par l'ozone et l'eau de javel est un technique ancien et moins efficace, à partir l'évolution technologique, on découverte des technique permet d'obtenir une eau potable, même si cette eau a une mauvaise qualité, il s'agit de notre région par le technique membranaire d'osmose inverse.

Le choix de cette technique revient des plusieurs causes sont:

- ❖ Tout les stations des traitements des eaux dans notre région est base sur cette procédé.

Chapitre V --- --- *Présentation de la région*

- ❖ Est une procède techno-économique pour éviter les problèmes qui résulte de la forte salinités des eaux et leur manque qui revient de l'explosion démographique et l'activité industrielle.

A partir là: notre étude est base sur la description de l'un des stations du dessalement dans notre région. [ERSS, 1982]



Chapitre VI
Enquête

CHAPITRE VI : ENQUETE

1- Introduction :

La station de dessalement de TIBA DRINKING WATER est une station de traitement des eaux potable utilisant le procédé d'osmose inverse. La mise en services était en 2005.

Après une année de service la station a pu réaliser un succès remarquable en produisant et fournissant une quantité d'eau douce assez importante de l'ordre de 13 m³/h pour la population et l'industrie (fabrication des parfums).

Ce succès est le résultat d'une bonne gestion de cet ouvrage, par des techniciens du suivi qui ont remonté le défi et surmonté les difficultés rencontrées durant les premiers mois d'exploitation.

2-Description de la station :

Dans ce qui suite nous allons voir les composantes d'une station d'osmose inverse et les différentes étapes à suivre dans le traitement des eaux (forage → consommateur).

2.1- Phase primaire :

2.1.1- Forage : Le puits d'eau réalisé dans la nappe phréatique et les caractéristiques techniques du forage, elles sont mentionnées dans le tableau N°01. [DHW, 2001]

Tableau N°01: les caractéristiques techniques du forage

Année de réalisation	2002
Nappe	Phréatique
Profondeur (m)	62
NS (m)	9
Débit d'exploitation (l/s)	8,5
ND (m)	25

Pour les caractéristiques physico-chimiques de l'eau brute elles sont mentionnées dans le tableau N°02. [NEE, 2004]

Tableau N°02: les caractéristiques physico-chimiques de l'eau brute

les éléments	mg/l	Meq/l
Calcium Ca ⁺⁺	681	33,98
Magnésium Mg ⁺⁺	29,2	2,4
Sodium Na ⁺	138	6
Potassium K ⁺	50	1,27
Somme Cations	898	43,65
Chlorure	179	5,04
Sulfate	1625	33,85
Bicarbonate	68,3	1,11
Carbonate	0	40
Fluor	0,2	/
Somme anions	1872,5	40
Somme des ions	2770,5	83,65
Balance ionique (%)	4,3%	
pH	6,5	
Conductivité ms/cm	3,69	
TAC (F°)	5,6	
TH (F°)	182	

D'après les données précédent et en comparant ces résultat aux normes d'OMS, on

déduit que:

- Certain éléments sont d'une concentration très élevée qui dépassent les normes surtout SO_4^{-2} , Ca^{++} et Cl^- ce qui rend l'eau dure.

- la salinité des eaux est 2800 mg/l, d'où sa concentration le considère comme eau saumâtre. Alors cette eau est considérée une eau non potable en surtout pour les sujet ayant certaines complication sanitaire tel que les problèmes rénal, tension artérielle et autres.

Les résultats obtenus sont à l'origine de la nécessité de l'utilisation d'un procédé de dessalement.

Dans la station de TIBA, le traitement des eaux passe par les étapes suivantes:

2.1.2-Dessablage:

C'est une technique d'élimination de sable qui peuvent être contenue dans les eaux de forage de façon à éviter leur dépôt dans les canalisations et à protéger les pompes et les autres équipements hydraulique, et en surtout les membranes.

Elle est assurée par un dessableur c'est à dire: l'eau brute passe directement vers le dessableur, à la sortie de ce dernier il existe deux lampes pour vérifier la qualité d'eau qui passe:

1- lampe vert : c'est à dire l'eau entrée sans sable.

2- lampe rouge : c'est à dire l'eau entrée contient le sable, il repasse alors au dessableur une 2^{ème} fois.

2.1.3 - Stockage:

Dans cette étape: l'eau brute sans sable arrive par gravité dans les réservoirs pour le stabiliser et pour l'alimentation de la station.

➤ **Les réservoirs** : sont utilisées dans la station, qui sont de haut qualité et cela revient selon la nature de la composition des réservoirs ainsi leur structure qui comprend 4 couches, chacune d'elle joue un rôle très important.

La 1^{ère} couche joue un rôle de l'inhibition de l'absorption de la poussière et résiste au rayon d'ultraviolet.

La 2^{ème} couche possède une couleur noire, qui ce un rôle principal de l'arrêt de la pénétration de tous les rayons lumineux. Cette dernière inhibe l'apparition de différents types des algues.

La 3^{ème} couche joue un rôle thermique, qui est préserve la température optimale de l'eau dans le réservoir surtout dans l'été.

La 4^{ème} couche, lisse et blanchâtre qui inhibe l'accumulation des impuretés sur la paroi interne de réservoir.

- Les réservoirs sont hermétiquement fermés par des bouchons en polyéthylène.

-Le nombre de ces réservoirs est de sept de différentes capacités. Voir photo 1

- Un réservoir de grande capacité environ 85 m³.

- Deux réservoirs d'une capacité 25 m³.

- Quatre réservoirs d'une capacité 8 m³.



Photo 1 : La disposition des réservoirs.

Le mode d'emploi de ces réservoir est en alternance, si on utilise les eaux de groupe de réservoir pour les traitée, les autres sont rempli pour les stockages et les stabiliser.

A coté des réservoirs, il y a deux pompes d'un débit 17 m³/h. (voir photo 2)



Photo 2 : Les pompes

2.2- Chaîne prétraitement :

Avant de procéder au traitement de l'eau saumâtre, un prétraitement est nécessaire pour un bon fonctionnement de l'unité.

Le prétraitement concerne les qualités physico-chimiques, organiques et microbiologiques de l'eau à dessalé. Dès son arrivée à l'entrée de la station, l'eau brute subit une aération intensive pour oxyder le fer et le magnésium et les transformer en hydroxyde. [KAMEL *et al* ,2000]

Après l'eau brute traverse le turbidimètre : Qui est un petit appareil qui mesure la turbidité de l'eau.

- Si la turbidité inférieure 0.3 NTU l'eau passe vers les opérations de traitement suivant.

Une turbidité élevée de l'eau révèle les problèmes suivants:

- Précipitation de fer, aluminium due à une oxydation dans le réseau.
- Une corrosion important. [DETELLES ,2001]

Mais l'eau est exploité par la station ne dépasse jamais 0,3 NTU.

La chaîne de prétraitement elle se compose de :

2.2.1-Filtres à sable: se sont des filtres qui retiennent les matières en suspension, ils sont équipés d'un mécanisme d'auto nettoyage pilote par un moteur électrique.

Principe de filtration :

L'eau pénètre dans le filtre via un pré-filtre destiné à protéger le mécanisme de nettoyage des particules grossières, puis s'écoule à travers le tamis fin de l'intérieur vers l'extérieur de celui-ci. Un gâteau de filtration s'accumule sur la surface interne du tamis fin et développe une perte de charge.

- Caractéristique:*
- Débit jusqu'à 400 m³/h.
 - Application pré filtration d'eau brute, eau usée.....etc.
 - large surface de tamise 1500, 3000, 4500 et 6000 cm².

Procédé de contre lavage:

Le filtre à sable déclenche un cycle d'auto nettoyage quand le différentiel de pression à travers le atteint une valeur programmée. Ce cycle d'auto lavage dure 15 à 40 secondes.

2.2.2- Ultrafiltration : est un procédé de clarification et de désinfection de l'eau, et ainsi rétention totale des algues, bactéries, virus et kystesetc.

L'ultrafiltration utilise des membranes microporeuses dont le diamètre des pores est compris entre 1 et 100 nm. De telles membranes laissent passer les petites molécules (eau, sels) et arrêtent les molécules de masse molaire élevée (polymère, protéines, colloïdes). [JEAN-MARC *et al*, 2002]

Modules UF 120 polymem :

Qui permet d'éliminer les particules les plus fines, constituée des fibres creuse en poly sulfone, est comparable à un micro tube de diamètre interne environ 0,72 mm, ces fibres creuses sont rassemblées dans un cartouche (5 cartouches), chaque cartouche étant placée en position verticale comme dans la photo 3, l'eau entre par la partie inférieur et circule à l'intérieur des fibres. Une partie traversée la membrane et le retentât chargé en constituants à éliminer est évacué au sommet de chaque cartouche. [ROBERT, 1990]

Nettoyage module UF polymem:

Les modules d'ultrafiltration sont dotés d'un rétro-lavage périodique tout les 90 min qui permet d'éliminer les impuretés retenues par vois hydraulique: la membrane sont lavées cela, en inversant le sens de passage de l'eau à travers la membrane.

Du chlore est ajouté aux eaux de rétro lavage parce que l'osmose inverse exige une eau ne comportent pas d'oxydants.



Photo 3 : les cinq cartouches des modules UF 120.

2.3-Phase de traitement :

L'eau ultrafiltrée traverse les membranes d'osmose inverse pour cela les membranes constituent le cœur de traitement ou encore servir d'étape d'affinage à un traitement plus conventionnelle. Ce dernier est caractérisé par des pores de très petites tailles $\approx 0.0001\mu\text{m}$ qui retiennent la majorité des minéraux présente dans l'eau et permettent donc d'obtenir une eau déminéralisée.

2.3.1-Les membranes:

Les membranes sont le plus souvent fabriquées en acétate de cellulose ou en polymères de synthèse (polyamides, poly sulfones), pour être mises en œuvre les membranes doivent être montées dans des supports appelés : Modules.

Pour l'osmose inverse, il y'a trois modules qui caractérisées par:

- Sa position qui se trouve en série parce que l'augmentation le nombre de module en série induit l'augmentation le taux globale de récupération.
- Sa forme spirale:

Au sein des modules spiraux, une membrane plane est enroulée sur elle-même autour d'un tube poreux qui recueille le filtrat. On obtient ainsi un cylindre multicouche le perméat s'écoule selon un chemin spiralé vers le tube poreux tandis que l'alimentation circule axialement dans les canaux. Voir photo 4 et 5

A l'aide de procédé d'osmose inverse: l'eau brute est déminéralisée comme dans la figure 4 et :

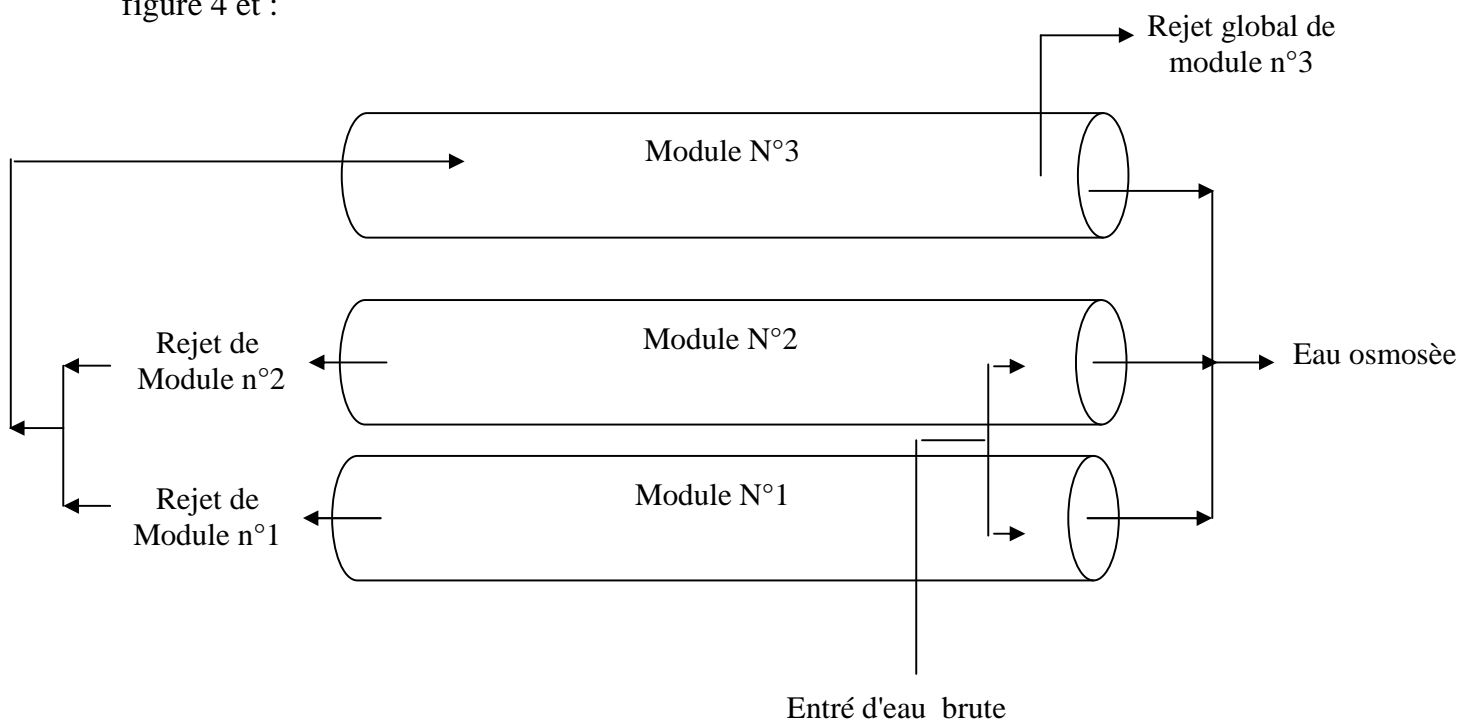


Figure 4 : La série de rejet

1- l'eau à traiter circule à l'intérieur des deux modules d'OI N°1 et N°2 au même temps. A partir là l'eau prend deux catégories: comme dans le figure 5.

- Une partie qui passe à travers les membranes qui caractérise par une faible concentration en sels (perméat) qui est récupéré à l'extérieur (le perméat de module 1 et 2).
- Une partie qui ne passe pas à travers la membrane (concentrât ou retentât)

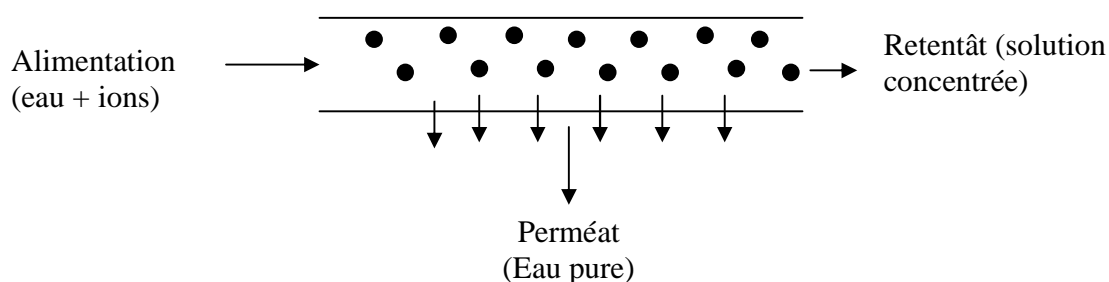


Figure 5 : le principe des membranes d'osmose inverse

2- Le rejet ou le concentrât des modules 1 et 2 s'orienter vers le module N°3 pour déminéraliser. Le perméat qui résulte du module N°3 est recueilli avec les autres perméats qui donnent une eau osmosée.

- Le rejet de module N°3 est considéré comme un rejet global de traitement.

Cette méthode est appelée : le série de rejet. A l'aide de cette méthode, le taux de rejet global est diminué. La salinité de perméat des modules N°1 et N°2 sont inférieure de la salinité de perméat de module N°3, cela revient à la qualité d'eau à l'entre dans le module N°3.

Mais cette eau osmosée n'est pas convenable à la santé publique parce qu'elle leur concentration en sel minéraux sont très faible par rapport au normes l'OMS, ces carences en sels provoque des maladies (voir le tableau N°10), pour cela :il faut mélanger de l'eau

Chapitre VI ===== *Enquête*

déminéralisée avec une proportion d'eau ultrafiltrée (contient le sel et sans bactérie) pour ajuster la salinité de l'eau a des valeurs acceptable , sans apporter des produits chimiques dangereux, l'eau obtenu est appelé : Eau Mitigée de salinité optimale: 423 mg/l, cette valeur est rapproche a la conductivité électrique d'eau minérale.



Photo 4 : Les trois modules d'osmose inverse



Photo 5 : La face externe des membranes d'osmose inverse

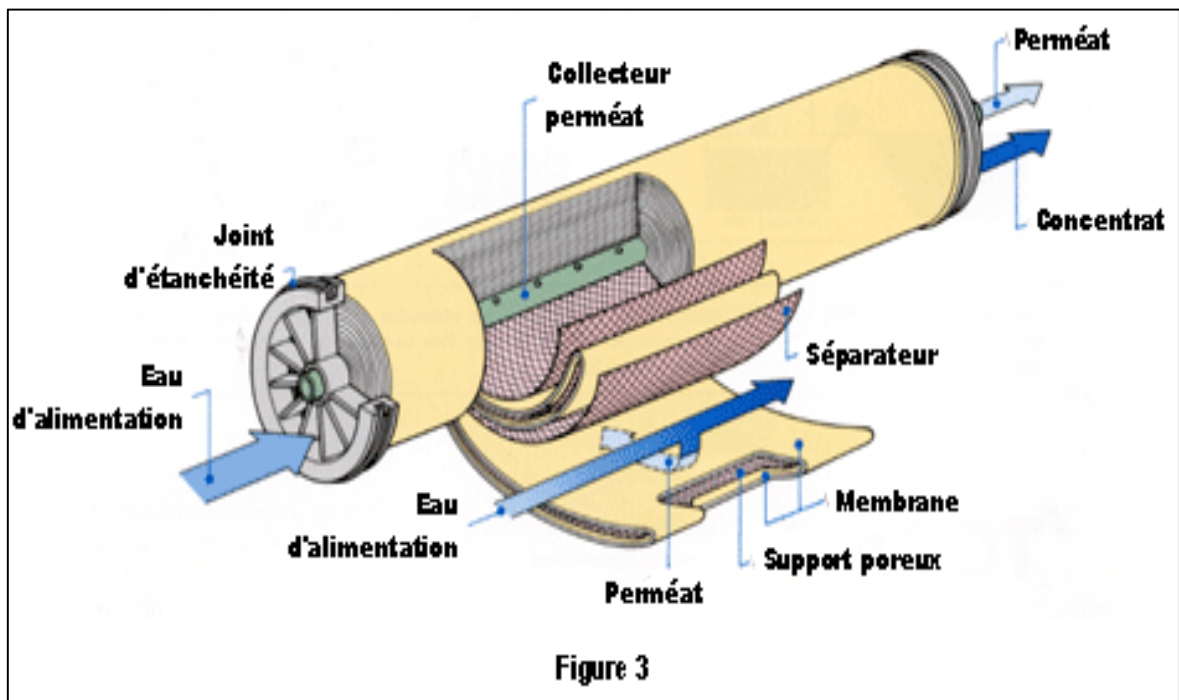


Figure 3

Figure 6: La structure interne d'une membrane à spirale d'osmose inverse

[DEGREMONT, 1989 ; et site Internet de la société SOUFRANCE ,1992]

La technique de nettoyage des membranes:

Le nettoyage des membranes a pour but de limiter le colmatage et pour à prolonger la durée de vie de membrane.

- On utilise Perma Treat PC 191 (inhibiteur d'entartrage) qui est une liquide jaune pale, leur miscibilité dans l'eau est totale et très efficace sur grand quantité d'eau, la quantité utilisée est 20 ml par moins. (Voir les photos 6 et 7)
- La durée de vie des membranes est 3 ans.



Photo 6 : La dispositif de nettoyage des membranes



Photo 7: Les fux de Perma Treat PC 191

2. 3.2- Stabilisation:

La stabilisation consiste à faire passer l'eau à travers un filtre contenant un lit de granulés de carbonate de calcium et de magnésium (neutralite). L'objectif de la neutralisation est de modifier la position de l'équilibre calco-carbonique de l'eau afin de réduire son agressivité et d'obtenir une eau légèrement entartrant (stabilisation de pH et absorption de CO₂). (Voir photo 8)



Photo 8: Le filtre à neutralite

2.4- Phase finale :

2.4.1-Stérilisation :

Finalement l'eau subit à une stérilisation qui vise à tuer ou inactiver les germes pathogènes qui peuvent se trouver dans l'eau, susceptible de causer des maladies infectieuses chez l'homme.

Elle se fait par ultra violet qui est de type de rayonnement optique dont la longueur d'onde est plus courte que celle de la lumière visible et dont les photons (particules de rayonnement) ont plus grande énergie.

La désinfection par ultra violet n'a pas effet rémanent c'est dire que son effet désinfectant ne persiste pas. Pour cela : si l'on stocker l'eau dans le réservoir plus 24 heure, il faut stériliser une 2^{ème} fois par l'UV. Voir photo 9



Photo 9 : Le stérilisation par l'ultra violet

Chapitre VI Enquête

Cependant, le principale avantage de ce procédé est de n'apporter aucun additif à l'eau traitée et très efficace par rapport les autres.

Après les stérilisations, l'eau stockée dans les réservoirs, mais les réservoirs constituent un maillon privilégié de sédimentation des dépôts et par la même une zone à tant risque pour la dégradation de la qualité de l'eau, leur nettoyage doit être donc fréquent.

Cette opération se fait d'une façon périodique tous les 15 jours par l'eau de javel.

En fin; avant la sortie de l'eau il faut mesurer son pH et aussi la traiter par eau de javel de concentration faible 0,2 mg/l. La direction de la prévention sanitaire à exigée la javellisation de l'eau produite avant distribuer. (Voir la photo 10).



Photo 10 : La javellisation

Les problèmes rencontrés:

Les problèmes majeurs qui rencontrée par les gestionnaires de la station, sont les suivants:

- 1- Colmatage membranaire est possible en osmose inverse, on peut atteindre la limite de solubilité des sels au niveau des membranes et avoir une formation de tarte lors de la déminéralisation d'eaux saline, qui résulte de faible nettoyage des membranes, si les clapets d'injection de perméat ne jouent pas leur rôle.
- 2- Perte de charge: est crée par le colmatage du filtre augmente, il s'agit de la différence entre le débit de l'eau dans les canaux.

Mais le suivi de la station s'accroît ces problèmes, les paramètres qui l'on suivi sont:

- Conductivité électrique de l'eau à traiter, Conductivité de l'eau osmosée, conductivité électrique de l'eau mitigée. Voir photo 11
- Turbidité d'eau à traiter.
- Température d'eau à traiter.
- Débit entrée à l'UF, eau ultra filtrée, entrée osmoseur.
- Pression entrée pré filtre, entrée UF, entrée osmoseur.
- pH d'eau filtré. Voir photo 12
- Concentration de chlore.



Photo 11 : Conductimètre installé dans le chaîne de traitement.



Photo 12 : pH- mètre installé dans le chaîne de traitement

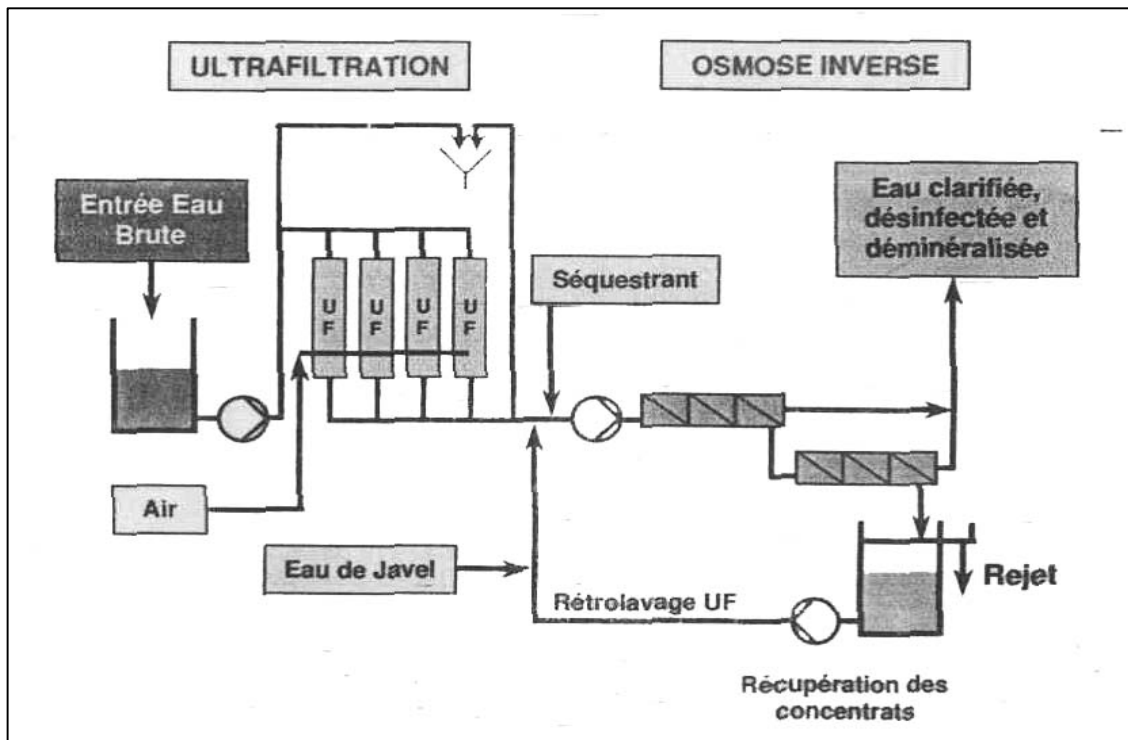


Figure 7 : Schéma simplifié de la station

3- Conclusion :

La station TIBA DRINKING WATER est la station de dessalement la plus reconnue et la plus sophistiquée dans la région d'EL Oued. Après une année de fonctionnement, en utilisant le procédé d'OI, la station a fait sa preuve en produisant une eau de bonne qualité qui répond aux normes nationales et internationales (OMS) et qui servira à la consommation de la population.

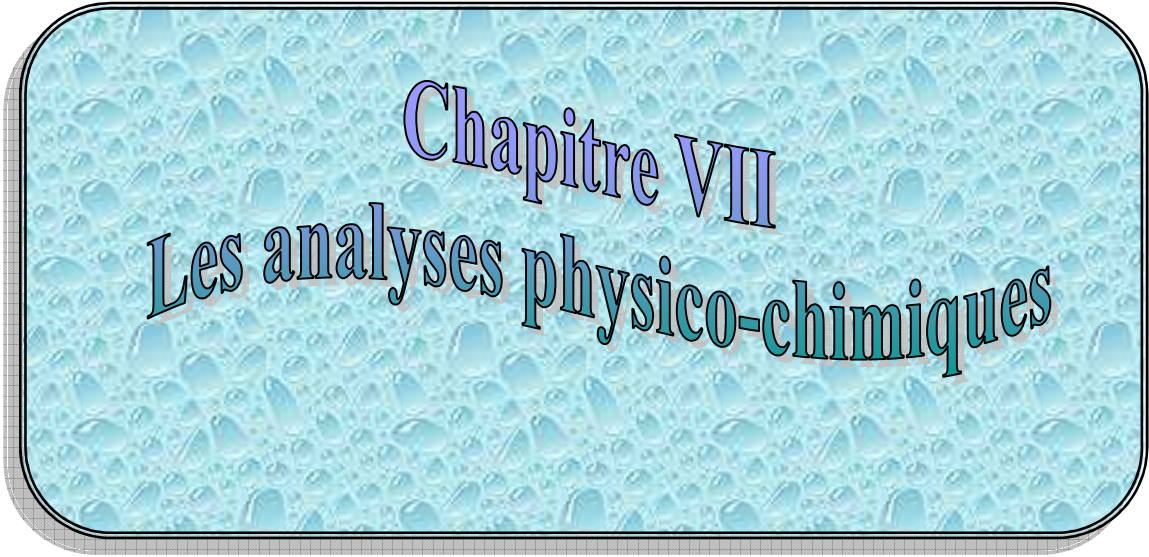
La bonne gestion de la station est l'un des facteurs qui a contribué à la continuité du bon fonctionnement, le personnel qualifié est un autre facteur qui justifie le bon état de la station. La technique de dessalement par le procédé d'OI.

D'un angle technico-économique reste l'une des méthodes les plus pratiques en

Chapitre VI --- --- *Enquête*

Algérie, sa présence dans la région saharienne (El-oued par exemple) représente un saut vers une amélioration de vie quotidienne de la région et un élément important pour son développement durable.

Pour confirmer ces dites, nous avons procédé à la détermination des caractéristiques physico-chimique et bactériologique des eaux de cette station :



Chapitre VII
Les analyses physico-chimiques

CHAPITRE VII : LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

I- Technique d'échantillonnage :

Comme à été indiquée dans les paragraphes précédents, notre étude a été réalisée dans la station d'osmose inverse "TIBA DRINKING Water" pour:

- Connaître les différentes étapes des traitements et l'efficacité de chaque étape.
- Voir l'efficacité de cette station en matière de dessalement.

Dans cette station, il existe 4 points possible pour faire le prélèvement sont:

- Eau de forage.
- Eau après traversée le module d'OI. (Eau osmosée).
- Eau stable (eau osmose+ eau brute sans bactérie) → eau mitigée + gravier (stabiliser).
- Eau sortie: eau traitée subit la stérilisation et le javellisation.

On faire les analyses sur le plan physico-chimique et bactériologie de chacun de ces eaux pour:

- Contrôle la qualité de l'eau et l'efficacité de la station.
- Déterminer le taux d'élimination de chaque élément.

Prélèvement de l'eau :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être : homogène parce que de toute façon, en présence d'une turbidité significatif, les résultats analytique pourront être faussées par la manque d'homogénéité du prélèvement, représentatif et obtenir sans modifier les

Chapitre VII ===== *Les analyses physico-chimiques*

caractères physico-chimique de l'eau, il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytique. [RODIER, 1996]

Matériels de prélèvement :

Doit faire l'objet d'une attention particulier, l'emploi des flacons neufs en verre borosilicaté de préférence bouchés à l'émeri ou le cas échéant avec des bouchons en polyéthylène.

Pour les analyses bactériologiques, les flacons utilisés doivent assurés une fois bouchés, une protection totale contre toute contamination pour cela les échantillons seront recueillis dans des flacons, soumis au préalable à un nettoyage rigoureux et stérilises. [RODIER, 1996]

Mode de prélèvement:

Le mode de prélèvement variera suivant l'origine de l'eau, Dans le cas de prélèvement à un robinet, si le but est le contrôle de l'eau de distribuer, il sera indispensable de faire couler l'eau pendant un certain temps pour éliminer l'eau en stagnation dans les canalisations. [RODIER, 1996]

Au moment de prélèvement :

Pour les analyses physico-chimiques, les flacons seront de nouveau rincés trois fois avec l'eau à analyser puis remplir jusqu'au bord .le bouchon sera placé de tel flacon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

*pour les analyses bactériologiques, le prélèvement s'effectue dans les meilleures conditions de stérilisation et avant de procéder au prélèvement proprement dit, il y à lieu de suivre les étapes suivants :

- Ouvrir le robinet et laisser coulent l'eau pendant 2 m avant de faire le

Chapitre VII --- --- *Les analyses physico-chimiques*

prélèvement, tout en gardant la flamme allumée à côté du robinet. [RODIER, 1996]

- **Le transport** : le prélèvement subira obligatoirement un certain temps de transport et une attente au laboratoire avant la mise en route analytique.

De la façon générale, le transport à la température de 4 ° C et à l'obscurité dans des emballages isothermes permet d'assurer une conservation satisfaisante.

-les analyses bactériologiques devront commencer moins de six heures après le prélèvement.

Pour faciliter le travail de l'analyse et l'exploitation des résultats tout en évitant les erreurs, tout prélèvement doit être accompagné d'une fiche de renseignement sur laquelle, on note:

1- L'origine de l'eau

2- La date et l'heure de prélèvementetc.

3 -Température de l'eau. [RODIER, 1996]

II- Résultats d'analyses physico- Chimiques et Bactériologiques des quatre type d'eau

Pour connaître les caractéristiques physico-chimique après chaque étape de traitement de l'eau de la station TAIBA DRINKING WATER El Oued, nous avons effectué deux campagnes, les premiers résultats ont été rejetés à cause de grands écart retrouve et beaucoup de contradiction constate ceci est dure aux conditions d'analyse dont on s'est retrouve.

Nous avons procédé à la détermination de la qualité physico-chimique des quatre type d'eau à savoir : eau Brute, eau osmosée, eau mitigée (l'eau stable, l'eau sortie) et nous avons obtenue les résultats présent dans les tableaux 3, 4,5 et 6.

* **Balance ionique :**

On calcule la balance ionique pour déterminer le pourcentage des erreurs pendant les analyse (la fiabilité des analyses), le pourcentage des erreurs tolérés théoriquement devrais être inférieur ou égale à 5%, et se calcule comme suit:

$$\frac{\text{la somme des cation} - \text{la somme des anions}}{\text{la somme des ions}} \times 100$$

* Il procédé le diagramme de piper pour classifie les quatre type d'eau, on utilise le programme de logicielle.

1- L'eau brute

Tableau N° 03 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau Brute (L'eau à traiter)

Les paramètres		mg/l	meq/l	
Minéralisation globale	cations	Ca ⁺⁺	693,50	34.60
		Mg ⁺⁺	75,5	6.21
		Na ⁺	179	7,78
		K ⁺	42	1,07
	Somme des cations		990	49.66
	anions	Cl ⁻	440	12,39
		So ₄ ²⁻	1682	35,04
		Co ₃ ²⁻	00	00
		Hco ₃ ⁻	90,6	1.48
	Somme des anions		2212,6	48.91
Somme des ions		3202,6	98.57	
Balance ionique (%)		0,76%		
Les éléments traces	Fe ²⁺	0.252	0.009	
	Zn ⁺²	0,451	0.013	
	Pb	0,072	0.001	
Paramètres physico-chimique	PH	7.52		
	Température C°	24.3		
	Conductivité électrique à 25°c (ms/cm)	4.23		
	Minéralisation globale (mg/l)	3208,64		
Autre paramètres	TAC (F°)	7,4		
	TH (F°)	204,05		

Tableau N° 04 : Résultats d'analyses bactériologique de l'eau Brute

Type de germe	Résultats
Germe Totaux à 37°	Absence dans 100 ml
Coliformes Totaux et Fécaux	Absence dans 100 ml
Streptocoque Fécaux	Absence dans 100 ml
Clostridium Sulfito-reducteurs	Absence dans 20 ml

Diagramme de Piper

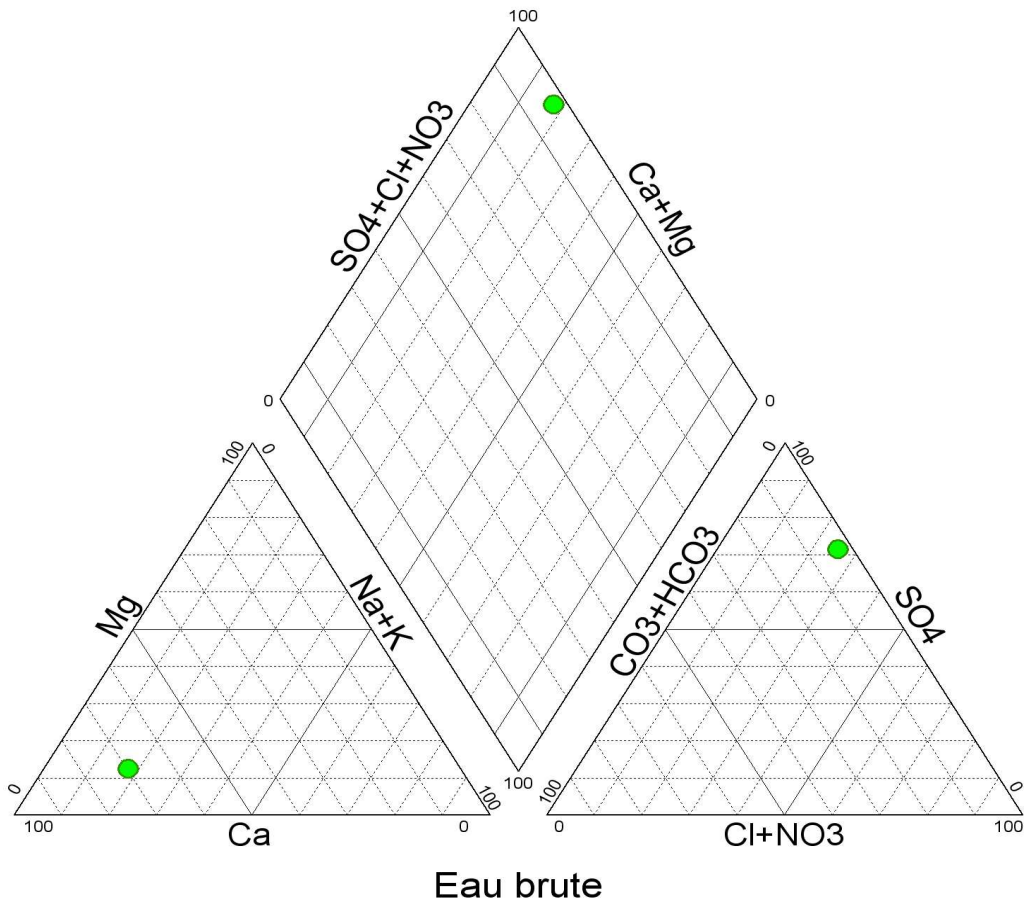


Figure 8 : Présentation des résultats des analyses physico-chimique de l'eau brute sur le diagramme de Piper

2-L'eau osmosée

Tableau N° 05 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau osmosée.

Les paramètres		mg/l	meq/l	
Minéralisation globale	cations	Ca ⁺⁺	6,5	0,32
		Mg ⁺⁺	3	0,24
		Na ⁺	18	0,78
		K ⁺	4	0,10
	Somme des cations		31,5	1,44
	anions	Cl ⁻	23	0,64
		So ₄ ²⁻	26	0,54
		CO ₃ ²⁻	00	00
		HCO ₃ ⁻	15	0,24
	Somme des anions		64	1,42
Somme des ions		95,5	2,86	
Balance ionique (%)		0,69		
Les éléments traces	Fe ²⁺	0.058	0.002	
	Zn ⁺²	0,135	0.0041	
	Pb	0.019	0.0003	
Paramètres physico-chimiques	PH	7.09		
	Température	24		
	Conductivité électrique à 25°c (ms/cm)	0,141		
	Minéralisation globale (mg /l)	133,61		
Autre paramètres	TAC (F°)	1,2		
	TH (F°)	2,8		

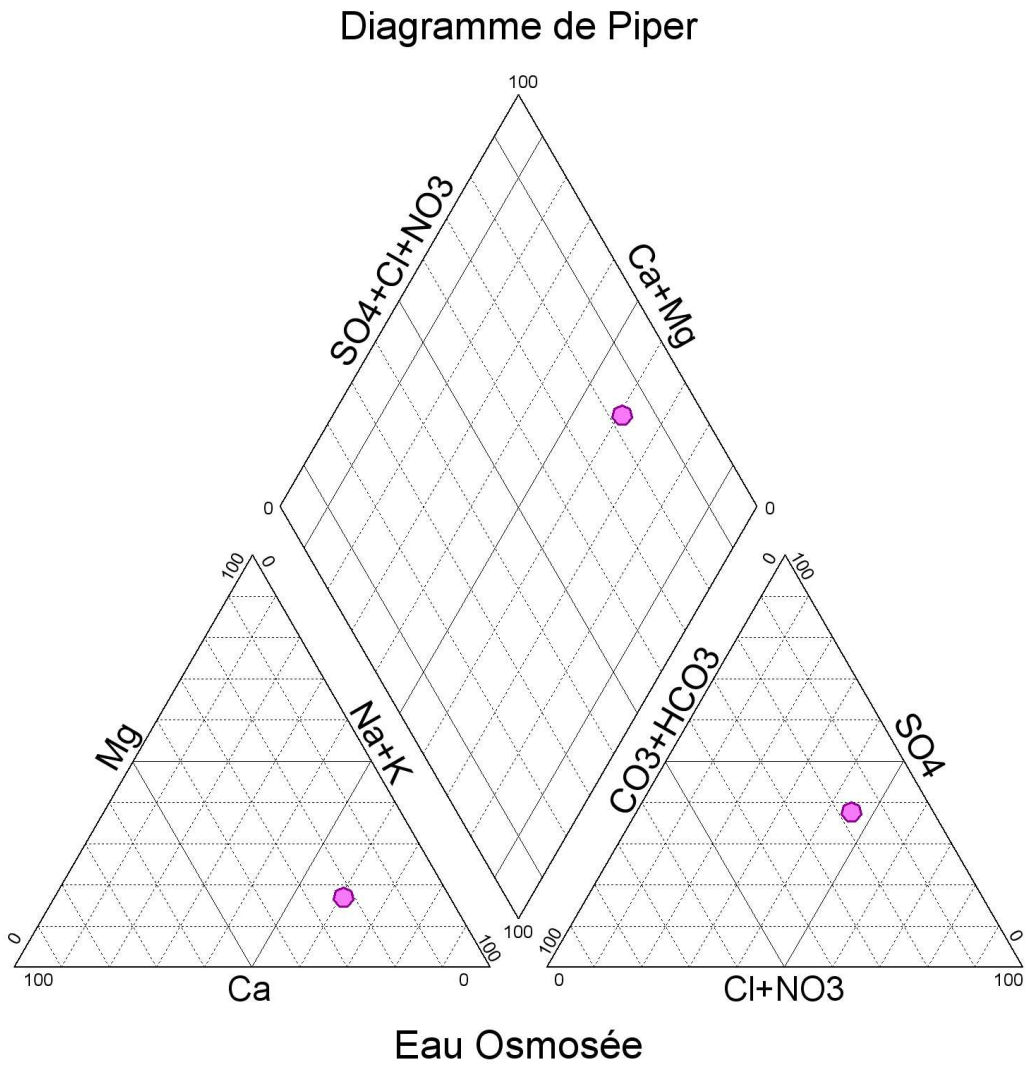


Figure 9 : Présentation des résultats des analyses physico-chimique de l'eau osmosée sur le diagramme de Piper

3- L'eau mitigée:

3.1-L'eau stable

Tableaux N° 06 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau stable

Les paramètres		mg/l	meq/l	
Minéralisation globale	cations	Ca ⁺⁺	28	1,39
		Mg ⁺⁺	6	0,49
		Na ⁺	32	1,39
		K ⁺	5	0,12
	Somme des cations		71	3,39
	anions	Cl ⁻	45,6	1,28
		So ₄ ²⁻	80	1,66
		CO ₃ ²⁻	00	00
		HCO ₃ ⁻	24,1	0,39
	Somme des anions		149,7	3,33
Somme des ions		220,70	6,72	
Balance ionique (%)		0,89		
Les éléments traces	Fe ²⁺	0. 112	0.004	
	Zn ⁺²	0,246	0.075	
	Pb	0.029	0.00056	
Paramètres physico-chimiques	PH	7.35		
	Température	24,1		
	Conductivité électrique à 25°c (ms/cm)	0,444		
	Minéralisation globale (mg /l)	315		
Autre paramètres	TAC (F°)	1,95		
	TH (F°)	9,4		

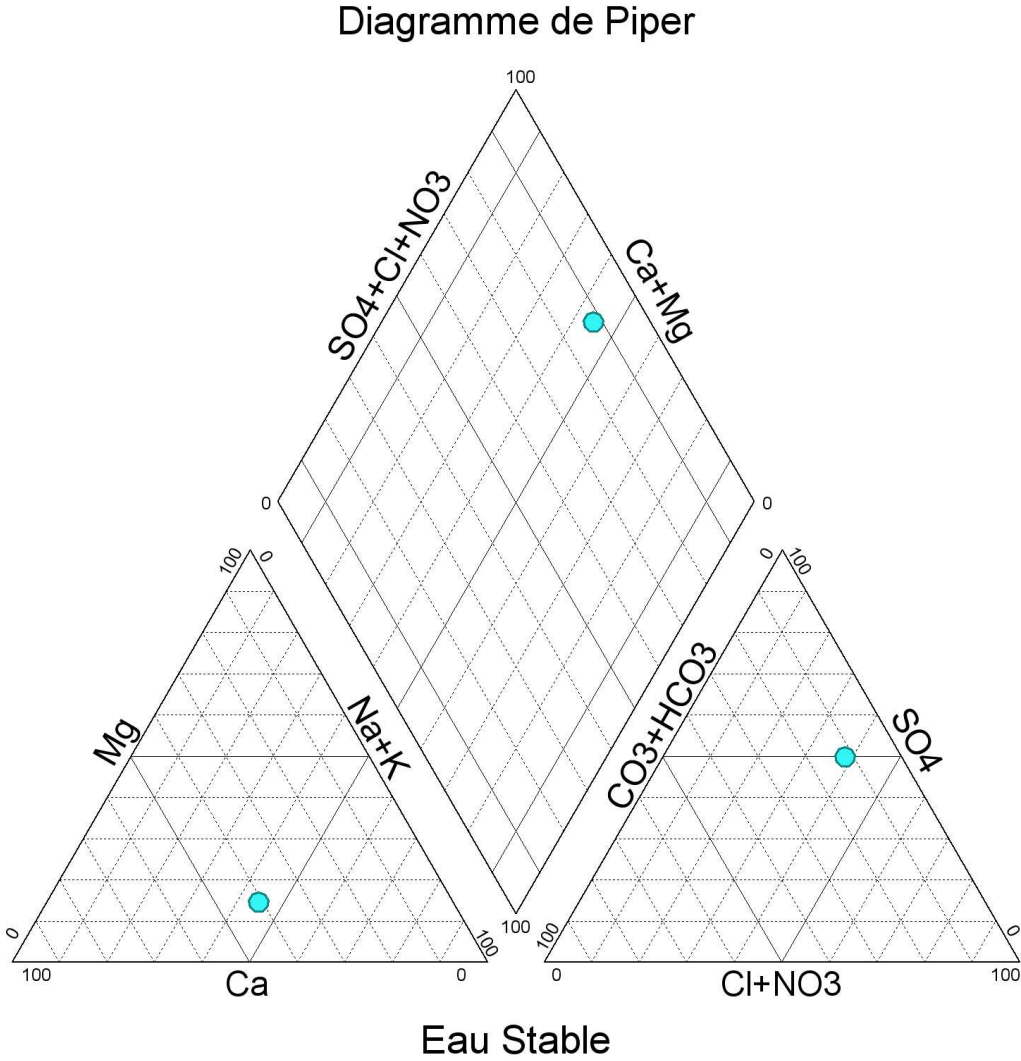


Figure 10 : Présentation des résultats des analyses physico-chimique de l'eau stable sur le diagramme de Piper

3.2- L'eau sortie

Tableaux N° 07 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau sortie.

Les paramètres		mg/l	meq/l	
Minéralisation globale	cations	Ca ⁺⁺	30	1,49
		Mg ⁺⁺	8	0,65
		Na ⁺	34	1,47
		K ⁺	7	0,17
	Somme des cations		79	3,78
	anions	Cl ⁻	56	1,57
		So ₄ ²⁻	85	1,77
		CO ₃ ²⁻	0	00
		HCO ₃ ⁻	25	0,40
	Somme des anions		166	3,74
Somme des ions		245	7,52	
Balance ionique (%)		0,53		
Les éléments traces	Fe ²⁺	0. 117	0.0041	
	Zn ⁺²	0,265	0.0081	
	Pb	0.034	0.00065	
Paramètres physico-chimiques	PH	7.41		
	Température	21,6		
	Conductivité électrique à 25°c (ms/cm)	0,448		
	Minéralisation globale (mg /l)	320,73		
Autre paramètres	TAC (F°)	0,2		
	TH (F°)	10,7		

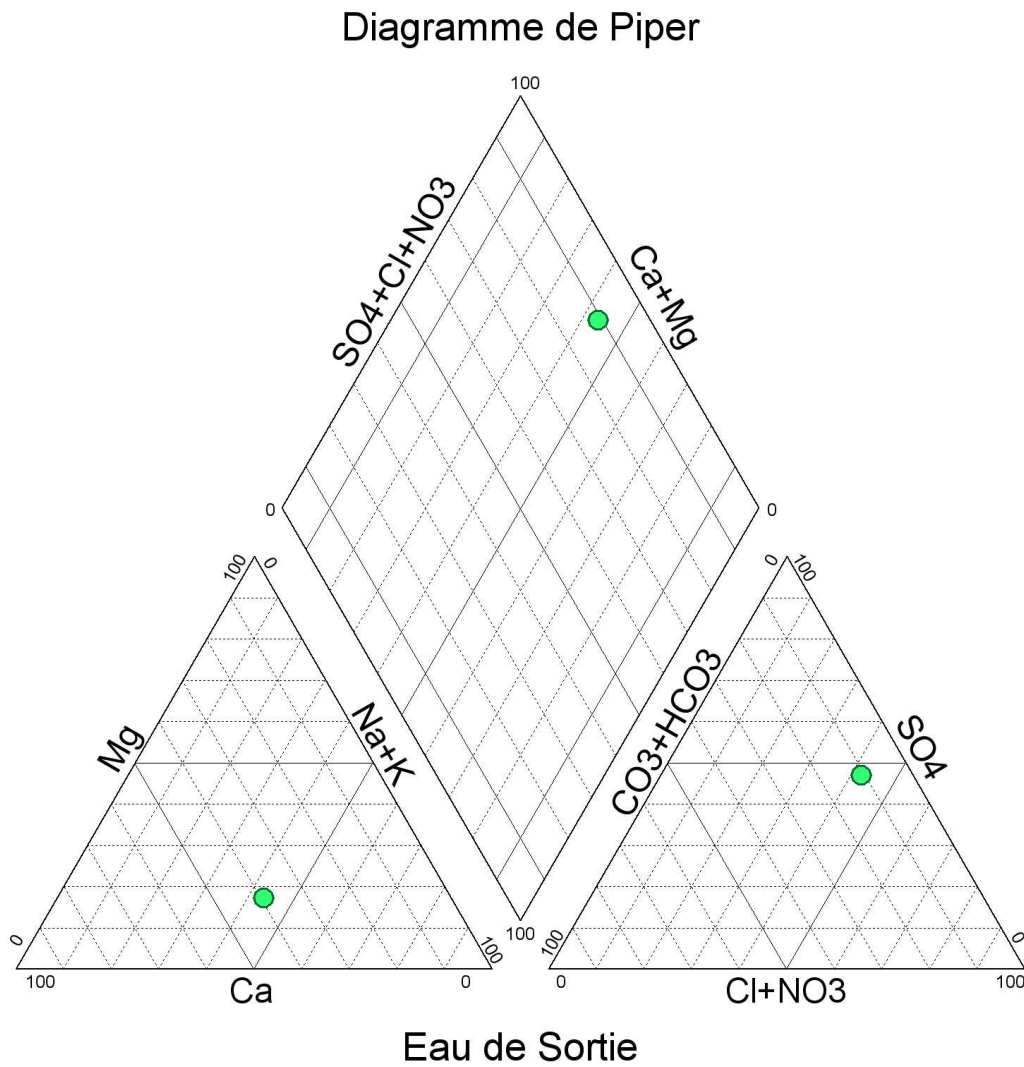


Figure 11 : Présentation des résultats des analyses physico-chimique de l'eau sortie sur le diagramme de Piper

III- Discussion d'analyses physico- Chimiques et Bactériologiques des quatre type d'eau

1- Discussion d'analyses physico- Chimiques

1.1- L'eau Brute:

L'eau brute qui est alimenter la station TAIBA, captée par la nappe phréatique.

*Comparaison entre nos résultats et les résultats obtenues par le proprieter de la station (Tableau N° 02), nous constatons, qu'il y'a une différence entre les résultats, mais L'écart est minime pour certain élément et remarquable pour d'autre : magnésium, chlorure, sodium, ceci est due à l'exploitation de cette nappe qui peut provoquer une augmentation de la salinité.

* D'après nos résultats dans le tableau N° 03, nous constatons :

1.1.1- pH :

Le pH est l'un des paramètres le plus important de la qualité de l'eau.

La valeur du pH (7.52) de l'eau brute, répond aux normes de l'OMS (6,5 → 8,5).mais on remarque une augmentation de pH de l'eau brute par rapport la valeur du pH (6,5) dans l'analyse initiale.

Le pH des eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés : d'une façon générale, les eaux très calcaires ont un pH élevé et celles provenant des terrains pauvres en calcaire ou siliceux ont un pH voisin de 7 et quelque fois un peu inférieur. [RODIER, 1996]

1.1.2- Conductivité électrique :

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximative la minéralisation globale de l'eau et l'en suivre l'évolution. [RODIER, 1996]

L'eau brute présente une conductivité électrique très élevée (4.23 ms/cm), supérieur aux normes de l'OMS (0.2 ms/cm → 1 ms/cm), et supérieur à la conductivité électrique obtenue par le propriétaire de la station (3,69 ms/cm).

1.1.3- Minéralisation globale:

La minéralisation globale est en fonction de la géologie des terrains traversés, d'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. La minéralisation est exprimée en mg/l, et obtenue par la formule suivant:

$$\text{Minéralisation (mg/l)} = 0.759 \times \text{conductivité } (\mu\text{s/cm}) \text{ à } 20^{\circ}\text{c}$$

Pour une conductivité comprise entre 833 et 10000 $\mu\text{s/cm}$ (ce qui est notre cas) le coefficient est de 0.759. [RODIER, 1996]

Nous remarquons que l'eau brute est très minéralisée (3208,64 mg/l), cette valeur est supérieure à la valeur obtenue dans le résultat initial (2800 mg/l), mais cette dernière est considérée aussi comme eau très minéralisée, cela revient à l'évolution des teneurs des éléments: calcium, bicarbonate, sulfate, chlorure et leur dissolution dans l'eau.

Les eaux très minéralisées contribuent à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant. Cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes. [RODIER, 1996]

1.1.3.1- Le calcium (Ca^{2+}) :

Le calcium est généralement l'élément dominant dans les eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés et extrêmement répandue dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. [RODIER, 1996]

La teneur en calcium de l'eau brute est très élevée (693.5 mg/l) qui dépasse la norme de l'OMS « 200 mg/l », mais il est rapproché à la teneur de calcium dans

l'analyse initiale, Ceci est dû à une dissolution de carbonate de calcium par l'action de CO_2 aux niveaux des sables gypseux (la nature de nappe).

1.1.3.2- Le Magnésium (Mg^{2+}) :

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, et leur teneur dépend de la composition des roches sédimentaire rencontrées.

La teneur en magnésium (75.5 mg/l) est supérieur à la norme dans l'eau brute (50 mg/l), et ainsi considère l'un des élément qui représente un grand écart, si on compare avec les résultats initiale.

La présence relativement élevée de magnésium s'expliquée par sa grand solubilités dans l'eau ainsi que son abondance géologique car il entre dans la composition des argiles qui constituent les formations imperméable et semi-perméable des toits et/ou des murs des horizons renfermant ces eaux.

Cet élément ne présente aucun danger sur le plan sanitaire, par contre il peut donner un goût désagréable à partir de 100 mg/l. [RODIER, 1996]

1.1.3.3- Le Sodium (Na^+) :

Le sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région à un autre. Il est à une grande importance industrielle et alimentaire, s'il présente sous forme de chlorure de sodium.

Il y'a une différence entre les teneurs de sodium dans nos résultats (179 mg/l) et les résultats initiale (138 mg/l), mais ne dépasse pas aux normes (200 mg/l).

La présence du sodium dans les eaux est liée, indépendamment de la lixiviation des formations géologiques contenant du chlorure de sodium, aux sels qui peuvent provenir de la décomposition des sels minéraux comme les silicates de sodium et d'aluminium. [RODIER, 1996]

1.1.3.4- Le potassium (K^+)

La présence de potassium dans l'eau liée à la lithologie de la région étant donné que cet élément entre dans la composition des argiles qui se trouve dans la majorité des

Chapitre VII ===== *Les analyses physico-chimiques*

couches géologique. La teneur en potassium dans l'eau brute est 42 mg/l qui dépassent la norme (20 mg/l).

Le potassium est l'un des éléments, qui présente un écart minimum, si on compare avec les premiers résultats (50 mg/l).

Cet élément étant sous le contrôle de l'héoméostasie, même des variations importantes de leur teneur dans l'eau d'aurait que les effets négligeable sur la concentration d'organisme. [RODIER, 1996]

1.1.3.5-Le chlorure (Cl⁻) :

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés.

La teneur en chlorure dans l'eau brute est très élevée (440 mg/l) qui est dépasse la norme d'OMS (250 mg/l), si on comparons avec la valeur de premier résultats (179 mg/l), nous remarquons, que le chlorure présente une grande écart.

La teneur en chlorure dépend de l'importance des métaux alcalins (K⁺, Na⁺) et des métaux alcalino-terreux (Ca⁺², Mg⁺²) aux quels ils se trouvent associés sous forme de sels solubles.

Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé, sauf pour les personnes qui suivent un régime hyposodé, leur principal inconvénient est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau. [RODIER, 1996]

1.1.3.6- Le sulfate (So₄²⁻) :

Ils sont des composées naturelles de l'eau, sont liée généralement au cation majeur (Ca⁺², K⁺, Na⁺).

Le teneur en sulfate dans l'eau brute est très élevée (1682 mg/l), dans nos résultats et les résultats initial (1625 mg/l), qui est dépasse la norme (250 mg/l), leur présence résulte de la dissolution des sulfates de calcium des roches gypseuses.

A fort concentration, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinales en particulier chez l'enfant. Ils peuvent aussi confère a l'eau un goût désagréable. [RODIER, 1996]

1.1.4- Les éléments traces :

Vu le manque des analyses des éléments traces et les métaux lourds, nous avons effectué des analyses de trois éléments suivants :

1.1.4.1- Le fer :

Le résultat obtenue montre que la teneur (0.252 mg/l) est faible par rapport à la norme « 0.3 mg/l », car les sources principale de fer dans les eaux sont l'activité microbienne dans les sols, ainsi que les minéraux ferriques constituant les formations lithologique souterraine. [RODIER, 1996]

1.1.4.2-Zinc :

L'OMS recommande une valeur guide de 3 mg/l, le résultat obtenue montre que la teneur (0,451 mg/l) est très faible par apport à la norme.

Le zinc est considéré comme un élément essentiel dans la nutrition humaine et animal, mais sa présence avec un taux élevée est donne un goût désagréable des sels de zinc. [RODIER, 1996]

1.1.4.3- Plomb :

L'OMS recommande comme valeur limite pour le plomb 0.01 mg/l, on remarque que les teneurs (0.072 mg/l) est supérieur à la norme. (Reste à vérifier par d'autre mesure).

Il en est résulté de nombreuses intoxications d'origine hydrique toute fois, intoxication chronique, de loin la plus fréquente, a surtout une origine professionnelle, l'intoxication alimentaire étant beaucoup plus rare. [RODIER, 1996]

1.1.5-Autre paramètre :

1.1.5.1-Titre alcalimétrique complète: TAC

Correspond à la teneur en ions hydroxyles (OH^-) carbonate (CO_3^{2-}) et hydrogénocarbonates (HCO_3^-) et calcule comme suit :

$$\text{TAC (F}^\circ) = \text{HCO}_3^- \text{ (m}^\circ\text{q/l)} \times 5$$

Pour des pH inférieurs à 8.3, la teneur en ion OH^- et CO_3^- est négligeable ($\text{TA}=0$), l'eau brute est représentée par les bicarbonates

Les normes fixent une limite maximale exprimée par titre alcalimétrique à 50°F , D'après nos résultats. La valeur de TAC est conformée aux normes donc il n'existe aucun risque de dépôt excessif de carbonate de calcium.

1.1.5.2-La dureté total e: TH

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium, et calcule comme suit :

$$\text{TH (F}^\circ) = (\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}) \text{ (m}^\circ\text{q/l)} \times 5.$$

Les normes fixent pour la dureté totale une valeur limite de 50°F , mais le résultat obtenu pour l'eau brute qui est dépasse ($204,5^\circ\text{F}$).

Cette haute valeur de dureté montre que ces eaux proviennent des terrains calcaires et surtout de terrains gypseux.

Une dureté élevée constitue un risque important d'entartrage des canalisations.

Dans notre étude de cas, nous avons constaté que l'eau brute renferme des propriétés physico-chimiques nuisibles à la santé publique, du fait que certaines concentrations des éléments dépassent les normes.

En conclusion que le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, laquelle est fonction de son origine et peut varier dans le temps. L'eau à traiter doit donc être en permanence analysée car il est primordial d'ajuster le traitement d'une eau à sa

Chapitre VII ===== *Les analyses physico-chimiques*

composition et si nécessaire, de la moduler dans le temps en fonction de la variation observée de ses divers composants.

1.2-L'eau osmosée :

A partir des résultats obtenus dans le tableau N° 05, nous constatons :

1.2.1- pH:

On constate l'abaissement de la valeur pH dans l'eau osmosée (7,09) par rapport à l'eau brute, elle tend vers la neutralité.

1.2.2-La conductivité électrique:

La conductivité électrique de l'eau osmosée est très faible (141 $\mu\text{s}/\text{cm}$) qui est inférieure à la norme, cette valeur est rapprochée de la conductivité électrique d'une eau déminéralisée très pure, cela revient que le taux de rétention des sels est plus élevée (95.80%) à cause de la forte pression osmotique (40 bars), est calculée comme suit :

$$\text{TR (Totale)} = \frac{\text{TDS (initiale)} - \text{TDS (finale)}}{\text{TDS (initiale)}} \times 100$$

1.2.3- La minéralisation globale :

La minéralisation d'eau osmosée, est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Minéralisation (mg/l)} = 0.947658 \times \text{conductivité } (\mu\text{s}/\text{cm}) \text{ à } 20^\circ\text{C}$$

Parce que leur conductivité électrique comprise entre 50 et 166 $\mu\text{s}/\text{cm}$, et considérée comme eau à une minéralisation faible.

On remarque un déficit des teneurs des sels minéraux en proportion importante par rapport à l'eau brute (133,61 mg/l), cela revient de la sélectivité des membranes d'osmose inverse pour les différentes espèces chimiques.

Définition de la sélectivité membranaire:

La sélectivité d'une membrane est, en générale, définie par le taux de rétention de l'espèce que la membrane est censée de retenir. On calcule le taux de rétention de chaque élément comme suivant:voir le tableau N° 09

$$TR = \frac{c_0 - c_p}{c_0} \times 100$$

C_0 : est la concentration d'élément à retenir dans l'eau brute.

C_p : est la concentration du même élément dans l'eau osmosée. [JEAN-MARK *et al*, 2002]

La bonne efficacité de cette technique en matière d'élimination des sels.

Tableaux N° 09: Le taux de rétention des différents sels minéraux.

Elément	Taux de rétention
Ca ⁺²	99,06%
Mg ⁺²	96,02%
Na ⁺	89,94%
K ⁺	90,47%
Cl ⁻	94,77%
SO ₄ ⁻²	98,45%
HCO ₃ ⁻	83,44%

Le taux de rétention est différent entre les sels, ce dernier dépend de leur possibilité de solvation par l'eau, les espèces les plus fortement solvatées ont un taux de rétention plus important, on peut en tirer les indicateurs suivants:

-Pour les ions de valence différente, le taux d'élimination croît avec la valence des ions, on remarque que la concentration des cations divalents dans le perméat est faible, ceci revient de leur forte énergie des hydratations, sont bien retenus par contre les

ions monovalents moins hydrates, sont moins bien retenue même si les ions monovalents sont combinés avec les divalent l'élimination sera contrôlés par l'ion divalentes.

-Pour les ions de même valence, le taux de rétention diminue si leur masse molaire augmente, ce qui à été vérifier sauf dans le cas de Na⁺ et K⁺ .

Les concentrations des sels dans l'eau osmosée est très faible, si on compare avec la norme l'OMS, il considère comme eau dessous des critères de potabilité d'une eau de consommation humaine, ce qui nécessite un reminéralisation de cette eau (eau mitigée), car la carence des sels minéraux ont un effet négatif sur la santé humaine. (Tableau N°10)

Tableau: N° 10: Les Conséquences de la carence des sels

Elément	Symptôme de carence	Conséquences
Magnésium	Confusion, désorientation, propension à la colère, nervosité.	Maladie cardiaque, Troubles de la prostate, Acidité gastrique. Lésion des coronaire avec de trouble du rythme.
sodium	Perte de l'appétit, Gaz intestinaux, Pert volume musculaire.	Déshydratation, fièvre.
Potassium	Peau sèche, Constipation, Acné	Acné, Ethylisme allergies, Brûlures coliques.
Fer	Anémie, Gène respiratoire, constipation.	Anémie, Perte de sang.

[ADOUABED, 2005]

1.3-L'eau Mitigée :

La reminéralisation de l'eau osmosée par l'eau brute traversé les modules d'UF, on obtient une eau mitigée de conductivité électrique optimale qui répond au norme d'OMS, (le quantité de l'eau brute servant à enrichir l'eau osmosée est fonction de la conductivité de celle ci), au moment de notre prélèvement:

La partie de l'eau brute est 6%.

La partie de l'eau osmosée est 94%.

Dans cette phase: il y'a possible de faire deux prélèvements:

- l'eau stable : est une eau mitigée passe par un réservoir plein de gravité neutralité, pour la stabilisation le pH et les compositions spécifique de l'eau.
- L'eau de sortie : (eau commercialisé) est une eau mitigée, qui subit à la stérilisation par l'UV et à la javellisation.

A partir les résultats obtenues dans le tableau N° 06 et 7, nous constatons que :

1.3.1- PH :

La valeur du pH de l'eau mitigée est augmenté par rapport l'eau osmosée (7.09→ 7.41),

Cette augmentation est due qui l'on met une neutralité (granulé de carbonate de calcium et de magnésium), qui possède de caractère de leur mixibilité totale dans l'eau, donc la réaction se fait dans le sens de la dissolution du carbonate de calcium par le CO₂ présent dans l'eau, cette réaction se traduit par une augmentation

1.3.2- Conductivité électrique :

La conductivité électrique de l'eau mitigée est conforme à la norme, car elle est rapprochée de la conductivité électrique de l'eau minérale naturelle, qui est de l'ordre de 444 µs/cm.

L'intérêt d'une série de détermination successive de la conductivité électrique est de permettre de déceler la variation de la composition de l'eau et par conséquent donne une information importante sur sa qualité.

1.3.3- La minéralisation globale :

La minéralisation d'eau mitigée est obtenue par la formule suivant:

$$\text{Minéralisation (mg/l)} = 0.715920 \times \text{conductivité (}\mu\text{s/cm)} \text{ à } 20^{\circ}\text{c}$$

Parce que leur conductivité comprise entre 338 et 833 µs/cm, et considère comme eau a une minéralisation moyenne (315mg/l).

Chapitre VII *Les analyses physico-chimiques*

A l'aide de reminéralisation, les teneurs des tous les sels est augment donc la minéralisation est augmente, car elle est liée à variation de ces sels.

La concentration des éléments dans l'eau mitigé est calcule par la formule suivantes : Voir le tableau N° 11

$$C_m = \frac{C_B V_B + C_O V_O}{V_T}$$

C_b : concentration de l'eau brute.

C_o : concentration de l'eau osmosée.

V_b : volume de l'eau brute.

V_o : volume de l'eau osmosée.

V_t : volume totale de l'eau.

Tableau N°11:la concentration des éléments dans l'eau mitigé :

Les éléments	La concentration
Ca ⁺²	47.72
Mg ⁺²	7,35
Na ⁺	27.66
K ⁺	6.28
Cl ⁻	48.02
So ₄ ⁻²	125.38
HCo ₃ ⁻	19.536

2- Evolution des eaux dans les différentes phases de traitement:

2.1- Les faciès chimiques des eaux:

Le faciès est la somme des caractères lithologique et biologique d'un dépôt sédimentaire.

Sur la base de classification (piper), on va essayer de déterminer les faciès chimiques existant de chaque eau et son évolution pendant chaque phase de traitement (changement des faciès).

❖ présentation dans le diagramme de piper:

Le diagramme de piper montre que les eaux sont évaluées entre les faciès bicarbonaté et chloruré et sulfaté calcique et sodique.

-En analysant le triangle des anions, nous avons remarqué trois groupes bien distinctes:

- Au niveau du pôle sulfaté (l'eau brute).
- Dans la zone de mélange, proche des deux limites sulfaté et chlorure (l'eau osmosée).
- Au niveau du pôle sulfaté (l'eau stable).
- Dans la zone de mélange, proche des deux limites sulfaté et chloruré (l'eau sortie).

- Par contre le triangle des cations, nous avons remarqué deux groupes bien distincts:

- Au niveau du pôle calcique (l'eau brute).
- Au niveau du sodique (l'eau osmosée).
- Dans la zone de mélange, proche des deux limites sodique et calcique (l'eau stable et sortie).

- Donc nous avons remarqué les faciès de chaque eau:

- L'eau brute : sulfatée calcique.
- L'eau osmosée: sulfaté chlorure et sodique.
- L'eau stable: sulfaté sodique et calcique.
- L'eau sortie : sulfaté chlorure sodique et calcique

2.2- Explication des changements des faciès:

Le faciès chimique du l'eau brut est sulfaté calcique, cela est résulte de la nature géologique de la nappe est gypseux (dissolution des gypseuses $\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$).

Dans l'eau osmosée, on remarquée un changement des faciès sulfaté calcique par rapport l'eau brute vers sulfaté chlorure et sodique (l'eau osmosée), cela est due à la nature des membranes qui retiennent les ions (Ca^{+2} , Mg^{+2} et SO_4^{-2}) plus que les ions (Na^+ , K^+ , Cl^- et HCO_3^-).

Par contre le changement des faciès sulfaté chlorure et sodique d'eau osmosée vers les faciès sulfaté sodique et calcique d'eau stable, cela est due au rajoute d'une proportion de l'eau brute pour enrichir l'eau osmosée, car on a remarqué que la concentration des éléments dans l'eau osmosée est devenue faible par rapport l'OMS (mais ce pourcentage de l'eau brute ajoutée est de fonction du la conductivité électrique de l'eau osmosée, qui donnée l'eau mitigée).

Les faciès sulfaté chlorure sodique et calcique d'eau sortie, cela est due la javellisation.

3- Discussion des résultats d'analyse bactériologique:

L'analyse bactériologique atteste d'une potabilités exemplaire de toutes les eaux d'échantillon à analyser.

Nous n'avons révèlè aucun type des germes, cette absence est due à différents facteurs : (voir tableaux N° 4 et 8)

Chapitre VII --- --- Les analyses physico-chimiques

-pour l'eau de forage :

Cette absence est certainement le résultats conjuguée de la profondeur à la quelle puisse l'eau, cette dernier agit sur la teneur en oxygène dissous d'où une faible teneur.

L'absence de l'oxygène dissous inhibe le vivre et le développement des germes aérobies.

Ainsi la stratigraphie de forage qui ont formés par le sable fin, le gypse et les argiles ne permet pas de perméabilité des germes à l'eau.

La situation géographique de forage qui est loin a tout activation humaine, et n'existe aucune contamination de cette eau par le réseau d'épuration des eaux u usée.

Il ne reste alors que la possibilité de présence des germes anaérobies, mais ces germes ne peuvent vivre dans ces eaux à cause de la fortes salinites.

Donc les eaux souterraines sont naturellement dépourvues les germes.

-Pour l'eau sortie :(traiter)

Pendant le traitement : l'absence des germes dans cette eau revient le rôle de filtre à sable et les module d'UF qui permet d'ultrafiltration de l'eau qui considère comme un procède de clarification et désinfection de l'eau, à partie des pores à 0,01 micron permet de rétention totale des bactéries, les kystes, les algues et tous les particules le plus fine.

-Avant la sortie:

L'eau subit à la stérilisation qui vise à inactiver tous les germes pathogène dans l'eau, susceptible de causer des maladies infectieuses chez l'homme.

Cette stérilisation s'effectue par:

- Ultra -violet.
- Par des traitement chimique : le réactif chimique utiliser est le chlore, si on ajoute deux gouttes par litre et par conséquent l'élimination de tous les micro-organismes plus que par son action oxydante sur la structure même de la cellules vivants.



Conclusion générale

Conclusion générale

A L'issue de cette étude, nous pouvons conclure beaucoup des chose, en ressort :

Les eaux de la région d'El-oued sont des eaux légèrement saumâtre, dure et de qualité médiocre à mauvaise, et ceci nous ramène à penser à la nécessité de procéder au dessalement et la réalisation d'une station de traitement.

Dans notre région, le procédé de dessalement qui utilise, est l'osmose inverse. A l'aide de ce procédé, on obtient une eau très déminéralisée et cela revient de la sélectivité de membrane d'osmose inverse qu'il s'agit d'un fort taux de rétention pour tous les sels (95%).

L'eau osmosée est nettement en dessous des critères de potabilité d'une eau de consommation humaine sur le plan physico-chimique, une reminéralisation est indispensable pour obtenir une eau répondant aux normes de potabilité (OMS) et augmenter le volume d'eau traité.

Par conséquent: l'exploitation de cette station contribue considérablement à la maîtrise de la technique membranaire d'osmose inverse.

De notre point de vue, la réalisation d'une seule station dans la région ne satisfait pas les besoins de l'homme et l'industrie, il est préférable de réaliser d'autres stations.

Pour une bonne maîtrise de l'exploitation de ces stations et une maintenance correcte des installations de dessalement, on propose comme des étudiants que les instituts, les universités, centre de recherches posent un programme de recherche pour apporter des solutions aux problèmes des techniques au dessalement, parce que l'abondance des eaux considérée comme un point de départ pour le développement socio-économique.



Référence Bibliographique

Référence Bibliographique

- 1- AMMOUR F., KETTAB A. et OUSSEDIK S. (2001). Le dessalement des eaux de mer en Algérie: Expérience et perspectives. Hydrotop ,1-8.
- 2- ANONYME, 1998 .Données de l'Agence National des Ressource Hydraulique.
- 3- ANONYME ,1982.Etude de Ressources en eau de Sahara septentrional.
- 4- AOUABED A. (2005). Traitement des eaux potable. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique.
- 5- ARIST B. (2004).technologie propres et eau dans L'industrie, 2-20.
- 6- AROURA A. (1997). L'homme et son milieu. Ed 531/77 .135p
- 7- BELIEFERT C. et PERRAUD R. (2001).chimie de l'environnement. 477- 8-8-
- BOUZIANI M. (2000). L'eau de la pénurie aux maladies. Éd., Ibn Khaldoun. 247p
- 9- Dentelles A. (2001).Maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution et lutte contre les pollution .EP-ADE, Tizi Ouzou.
- 10- GUENNONE S. et HOMCI S. (2003). Mémoire de fin d'étude
«Dimensionnement d'une station de déminéralisation des eaux d'albien de la ville de Touggourt par méthode d'OI et ED .Ouargla .
- 11- GUERBOUZ E F. (2006). Contribution à l'étude cinétique de la qualité de l'eau au niveau de la ville de Metlili (GHARDAIA).
- 12- JEAN-MARC B. et CATHERINE J. (2002). Les procédés membranaires pour le traitement de l'eau. Office International de l'eau, 14, 1-71.
- 13- JEROME M. (1989). Mémento technique de l'eau.Tome1.9^{ème} Ed., Degrement, Paris.
- 14- KAMEL E. et CHHEIBI H. (2000). Performance de la station de dessalement de Gabés (22,500 m³ /j) après cinq ans de fonctionnement : Desalination, 136 (2001), 263-272.
- 15- KEHAL S. (2000). Rétrospective et perspectives du dessalement en Algérie. Desalination, 136(2001), 35-42
- 16- KETTAB A. (1992). Traitement des eaux «les eaux postales ». Office de puplication universitaires, Ed., Ben-Aknoun, Alger.

- 17- KOUL N. et BASSOU E. (2003).Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de l'agglomération de Ouargla. 84 p
- 18- LAYOCHIS H. (1999). Microbiologie appliquée. Éd., Doin, Paris.
- 19- LECOCK R. (1965). Manuel d'analyses alimentaire et d'expertisés usuelles. Tome 1. Éd., Doin.-Deron et cie, Paris.
- 20- MOUFFOK F. (2001). Guide technique d'analyse Bactériologique des eaux de consommation de mer. Institut Pasteur, Alger.
- 21- RAYMONDDES J. (1990). Le traitement les eaux. .3^{ème} Ed., l'école polytechnique de Montréal.
- 22- ROBERT D. (1990). Ultrafiltration, une technique économique de raffinage de l'eau déminéralise.
- 23- RODIER J. (1984). L'analyse de l'eau : l'eau naturelle, eau résiduaire, eaux de mer. 7^{ème} Ed., Dunod, Paris.1354p
- 24- RODIER J. (1984). L'analyse de l'eau : l'eau naturelle, eau résiduaire, eaux de mer. 8^{ème} Ed., Dunod, Paris.1365p
- 25- SAIDI A. (2005). Le recours aux eaux non conventionnelles comme alternative pour y remédier. Ministère des ressources en eau.
- 26- SASSON D. (2005). Les maladies liées à l'eau le colloque international sur les ressources en eau souterraine dans le Sahara. Ciress Ouargla. P145
- 27- Technique de l'ingénieur : Article relatif à l'ultrafiltration et à l'osmose inverse.
- 28- YASSAD M. (1982). Cours de traitement des eaux. 103p

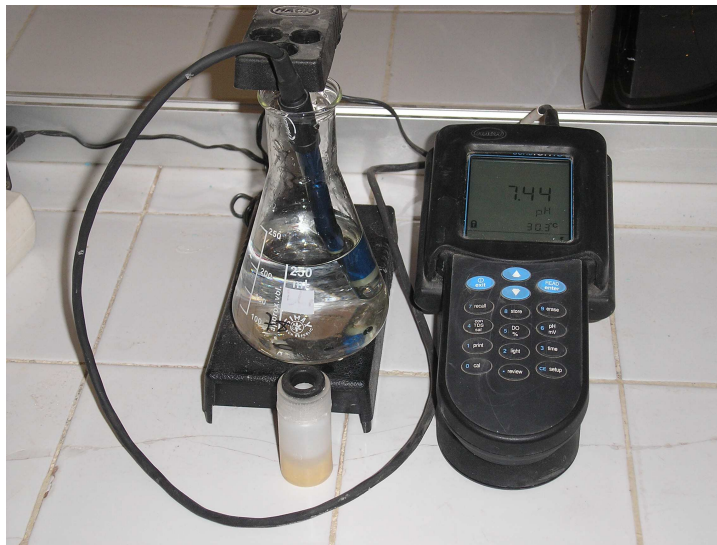


Annexe

ANNEXE N° 01

Mesure de pH

Le pH représente la quantité de proton (H^+) présent dans une solution. Il est mesuré à l'aide d'un pH mètre, le principe de fonctionnement de l'appareil est basé sur la méthode potentiométrique dont la mesure est directement marquée sur l'appareil. [ANONYME, 1998]



pH mètre

ANNEXE N° 02

Mesure de la conductivité électrique

La Conductivité électrique est la teneur d'un liquide en sels minéraux, elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre, la mesure est directement affichée sur l'appareil et se faire par une méthode électrochimique. [ANONYME, 1998]



Conductimètre

ANNEXE N° 03

Dosage de sodium et potassium

Il se fait par la spectrophotométrie à flamme. Les ions en solution sont portés, au moyen d'une flamme de température convenable, à un niveau énergétique supérieur à la normale (on dit que atomes sont excités par la flamme) libérés de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de élément.

On pulvérise donc au moyen d'un gicleur, la solution à doser dans une flamme de température déterminée par l'élément que l'on recherche, on sélectionne la radiation attendue au moyen d'un filtre, l'intensité de la radiation est proportionnelle à la concentration de l'élément présent dans la solution, on établit donc une gamme étalon pour chaque élément dosée et l'on s'y réfère pour déterminer une concentration inconnue.

-Le sodium et le potassium sont dosés à partir de la même solution à des sensibilités différentes du photomètre de flamme. La courbe d'étalonnage donne directement les teneurs en sodium et potassium exprimées en mg/l.

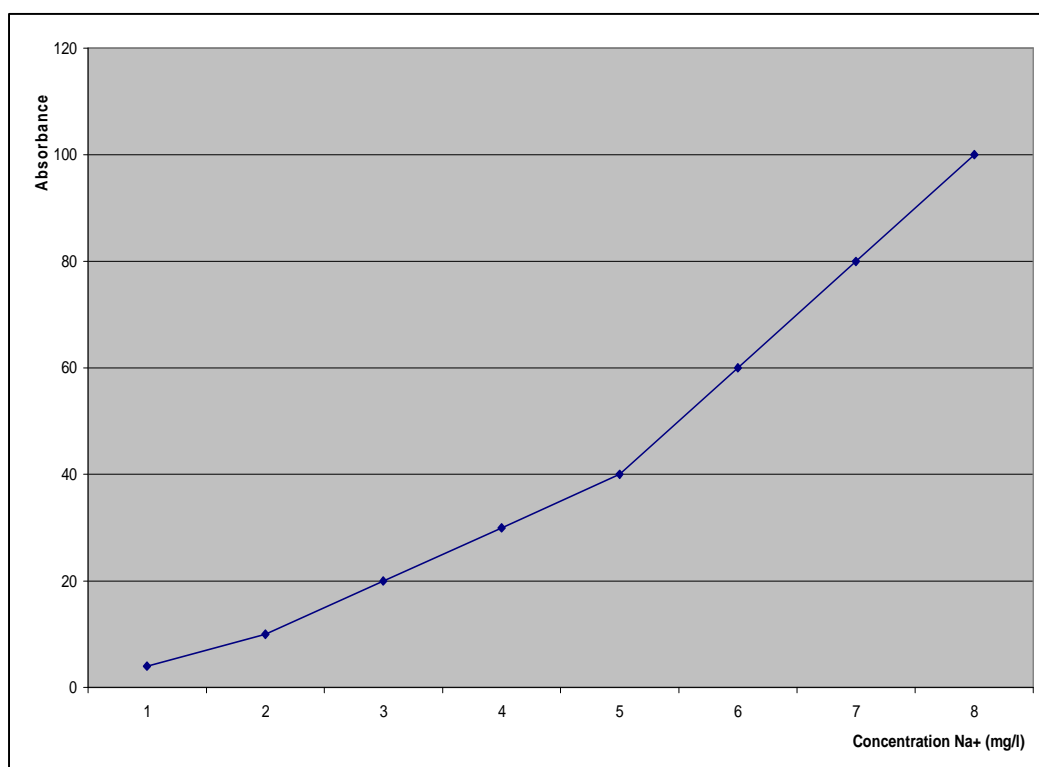
-Etablissement de la gamme d'étalonnage, préparer à partir de chacune des solutions étalons quatre dilutions couvrant la gamme des concentrations à dose. Pour suivre comme le mode opératoire tracer la courbe d'étalonnage. [ANONYME, 1998]

Mode Opératoire:

Neutralité l'échantillon dans la flamme en intercalant de l'eau permutée entre chaque solution, effectuer les lectures au spectrophotomètre de flamme à une longueur d'onde de 422,70nm, 585,00nm et 766,50nm relativement pour le sodium et potassium, régler à zéro de l'appareil avec de l'eau permutée, se séparer à la courbe d'étalonnage.

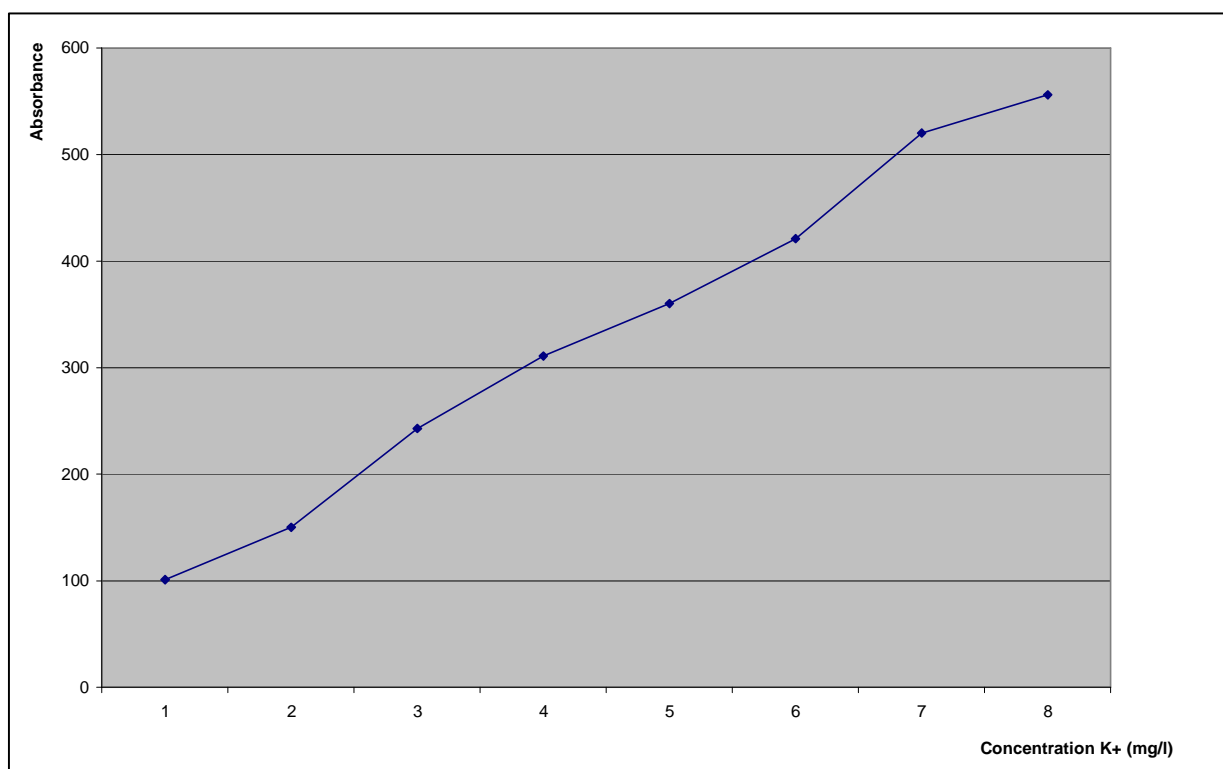
ANNEXE N° 4

Courbe d'étalonnage de sodium



ANNEXE N° 05

Courbe d'étalonnage de potassium



ANNEXE N° 06

Dosage des carbonates et des bicarbonates

1-principe: Ces déterminations sont basées sur neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'inducteur coloré. [ANONYME, 1998]

2-Réactifs: -acide sulfurique.

-orange de méthyle à 0.01% pour les bicarbonates.

-phénol phtaléine à 1% pour les carbonates.

3-Mode Opératoire:

détermination de T_A : qui mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et carbonates: - prélever dans un bécher, 50 ml d'eau à analyser, Ajouter 10gouttes de solution de phénophthaléine: en présence de T_A la couleur devient rouge, si la couleur rouge n'apparaît pas, une coloration rose doit alors se développer, c'est-à-dire le T_A est nul, ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le PH est inférieur à 8,3 verser ensuite l'acide sulfurique dans le bécher à l'aide d'une burette en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution, soit V le nombre de millilitres d'acide utilisé pour obtenir le virage.

- B/ détermination de T_{Ac} : correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonate et hydrogénocarbonates.
- Utiliser l'échantillons traité précédemment, ajouter 10 gouttes de méthylorange et titrer avec le même acide (acide sulfurique) jusqu'au virage jaune au orange (PH: 4,3), soit V le nombre de millilitre d'acide.

Effecteur dans un bécher témoin sur l'eau distillé, ajouter même produit qui on ajouter l'eau à analyser. [ANONYME, 1998]

-

ANNEXE N° 07

Dosage des chlorures

1-principe: Le dosage se fait par la méthode de Mohr

Le chlore est précipité par du nitrate d'argent en présence de chromate de potassium dont la réaction se fait entre les ions de chlorure avec les ions d'argent pour former du chlorure d'argent (AgCl) insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un excès d'ion d'argent en présence des ions de chromate de potassium comme inducteur et indique la formation du chromate d'argent. [RODIER, 1996]

2-Réactifs: -solution de nitrate d'argent (AgNO_3).

-solution de chromate de potassium. (K_2CrO_4).

3-Mode Opérateur:

A l'aide d'une pipette, introduire 25 ml de l'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml. Ajouter 10 gouttes d'indicateur de chromate de potassium et titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rouge due à la précipitation de chromate d'argent

- un essai à blanc est traité de la même façon.

* changement de couleur rouge: il est observé dans tous les échantillons mais la précipitation s'observe dans le cas d'eau brut (change en chlorure)

ANNEXE N° 08

Dosage des sulfates

1-principe:

Les sulfates sont dosés par a méthode gravimétrique. Les ions des sulfates SO_4^{2-} sont précipités et pesés à l'état de sulfates de baryum (BaSO_4). [RODIER, 1996]

2-Réactifs :

- solution de chlorure de baryum à 10% ($\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$).
- acide hydrochlorique (HCl) concentré.

3-Mode opératoire

A l'aide d'un pipette, introduire 25ml de l'échantillon à analyser dans un tube à essai, chauffer jusqu'à l'ébullition l'eau à analyser dans un bain marie puis tomber goutte à goutte solution de chlorure de Baryum et ainsi prolonger. L'ébullition sans interrompe l'agitation ce qui pour faire la précipitation les sulfates, ajouter quelques gouttes de chlorure de Baryum en excès jusqu'à les sulfates soit complètement déposes au fond de tube à essai, filtre le surnageant en utilisant du papier filtre sans cendre placé sur un entonnoir, laver les précipité reste dans le tube à essai avec l'eau distillé bouillante, en façon progressive au moins 3 fois jusqu'à l'eau de lavage ne faire pas un réaction avec le nitrate d'Argent, ceci conduit: l'élimination complète de chlorure de Baryum, transférer le filtre contenant dans un capsule taré à l'étuve à 105 °c pour sécher pendant 1 heure puis transférer les capsules dans un four à mon fier à 500 °c pendant 1 heure, laisser les capsules refroidit dans le four pour le facteur de humidité en suite porter les capsules dans un dessiccateur (absorption humidité) et finalement pesés les précipite qui résulte.

ANNEXE N°09

Dosage de calcium, magnésium et les éléments traces (fer, zinc, plomb)

Le dosage se fait par spectrophotométrie d'absorption atomique, est une technique qui s'est largement développée pour cela: Les éléments présents dans l'eau peuvent être classés en fonction de l'analyse par absorption atomique en:

- Les éléments prédominants, tels que le calcium, le magnésium et sodium.
- Les éléments à 'état traces, tels que le chrome, le cuivre, le fer.

Principe:

Lorsque les atomes d'un élément ont été excités, leur retour à l'état fondamental s'accompagne de l'émission de photons, de fréquence F bien définie et propre à cet élément.

L'utilisation de ce phénomène la base du spectrophotomètre d'émission. Le même élément dispersé à l'état atomique dans un flamme possède également la propriété d'absorber tout rayonnement de même fréquence F. il en résulte une absorption du rayonnement incident liée à la concentration de l'élément considéré par : une relation de la formule:

$$\text{Log} \frac{L_0}{I} = KLC$$

L₀ : intensité de la relation incidente.

I : Intensité de la radiation après la traversée de la flamme.

L: longueur du chemin optique.

C: concentration de la solution de l'élément considéré. (27)

ANNEXE N°10

Recherche et dénombrement des germes totaux

Il s'agit d'un dénombrement des germes aérobies mésophiles se développent sur un milieu ordinaire, comme la gélose tryptophane glucose à l'extrait de levure (TGEA).

-Gélose: Tryptone, Glucose, Extrait de levure, Agar (T.G.E.A)

-Tryptone.....	05 g
-Glucose.....	01g
-Extrait de levure.....	2,5g
-Gélose.....	15g
- Eau distillée.....	1000 ml

Technique :

- Exécution des dilutions décimales

- Dilution au $\frac{1}{10}$: dans un tube à essai contenant 9ml d'eau distillée ajouter 1mL d'eau à analyses.

- On place 1mL de dilution précédente dans 9mL d'eau distillée pour obtenir un dilution $\frac{1}{100}$.

- dilution suivante : $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{10000}$,...etc. On opère toujours de la même façon.

- le choix du nombre de l'eau, pour une eau de consommation on peut se contenter les dilutions $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{100}$

- Répartition des inclus et la gélose en 3 boîtes pétri stérile après on faire fondre (TGEA).

- Agiter doucement par un mouvement circulatoire pour assurer un mélange homogène de l'eau avec la gélose

- Incuber une boîte de chaque dilution à 37°C.

Lecture :

Elle se fait après 24 h et 48 h.

- La dénombrement sera fait sur les boîtes pétri contenant plus 30 à 300 colonies. .

ANNEXE N° 11

Recherche et dénombrement des coliformes

La colimétrie consiste à déceler et à dénombrer les germes coliformes totaux et parmi eux les coliforme fécaux (E.-choli), dont seule l'origine fécale est certaine .il comporte 2 temps :

1-La recherche présomptive des coliformes:

Il est effectué en utilisant le bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (B.C.P.L), tous les tubes sont soumis de cloches de durham. Pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu.

*Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (B.C.P.L)

a) Double concentration (D/C)

-Peptone.....	10 g
-Lactose.....	10 g
- Extrait de viande de bœuf.....	06 g
-Pourpre de bromocrésol.....	0,06 g
- Eau distillée.....	1000 ml

b) Simple concentration (S/C)

-peptone.....	05 g
-lactose.....	05 g
- extrait de viande de bœuf.....	03 g
-pourpre de bromocrésol.....	0,03
- eau distillée.....	1000 ml

- On fait l'ensemencement comme suit:

* 1 flacon contenant 50 ml de B.C.P.L double concentration avec 50 ml de l'eau.

* 3 tubes de 10 ml de B.C. P.L double concentration avec 10 ml de l'eau.

* 3 tubes de 10 ml de B.C. P.L simple concentration avec 10 ml de l'eau.

- incuber à 37°C

- la lecture se fait après 48 heures d'incubation

Tous les tubes présentent un aspect trouble de couleur jaune et du gaz dans la couche considère comme positifs, c'est-à-dire contenant des coliformes totaux.

Noter les tubes positifs dans chaque série, et se reporter aux tables du nombre le plus probable (NPP), pour obtenir le nombre de coliformes totaux présents dans 100 ml. (26).

2- Recherche confirmatif:

A partir de chaque bouillon BCPL positif, en semence 2à3 gouttes dans un tube de milieu indole mannitol (milieu de Schubert) (Annexe N°) muni d'une cloche de Durham.

*Milieu Indole- mannitol (Schubert)

-Tryptophane.....	0,2 g
-Acide glutamique.....	0,2 g
-sulfate de magnésium.....	0,7 g
-sulfate d'ammonium.....	0,4 g
-Citrate de sodium.....	0,5 g
-Chlorure de sodium.....	0, 2 g
-Tryptone Oxoid.....	10 g

- Incuber à 44 °C

- Après 24 heures d'incubation tous les tubes présentant un anneau rouge en surface (réaction indole positive) et du gaz dans la cloche après addition de réactifs d'Erlich Kovacs, sont considérés comme positifs c'est-à-dire comme contenant des coliformes fécaux(E-choli) dans 100 ml d'eau.

- le nombre des coliformes fécaux se reporter aux tables NPP à partir le nombre de tube positif dans chaque série. (26).

ANNEXE N° 12

Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Ces streptocoques sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale, car tout ont un habitat fécal.

1-test présomption :La recherche se fait en bouillon à l'acide de sodium (bouillon de Rothe).

*Bouillon glucosée à l'azide de sodium (ROTH)

a) Double concentration (S/C)

-Tryptone.....	40 g
-Glucose.....	10 g
-Chlorure de sodium.....	10 g
-Phosphate mono potassique.....	5,4 g
-Phosphate bi potassique.....	5,4 g
-Azide de sodium.....	0,4 g
-Eau distillée.....	1000 ml

b) Simple concentration (S/C)

-Tryptone.....	20 g
-Glucose.....	05 g
-Chlorure de sodium.....	05 g
-Phosphate mono potassique.....	2,7 g
-Phosphate bi potassique.....	2,7 g
-Azide de sodium.....	0,2 g
-Eau distillée.....	1000 ml

On fait l'ensemencement comme suit :

-1 flacon contenant 50 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 50 ml d'eau.

-3 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 10 ml d'eau

-3 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe simple concentration avec 10 ml d'eau -

-incuber à 37°C

- la lecture se fait après 48 heures d'incubation

Les tubes présentant une louche microbienne seront considérés comme pouvant contenir un streptocoque fécal, il est obligatoirement soumis au test confirmatif

Noter les tubes positifs. (26).

2- Test confirmatif : A partir des tubes de bouillon de Rothe positifs, ensemencement 2à3 gouttes dans un bouillon à l'éthyle violet ou acide de sodium (EVA ou listky).

*Bouillon glucose à l'éthyle violet et Azide de sodium (EVA)

-Tryptone.....20 g

-Glucose.....5 g

-Chlorure de sodium.....5 g

-Phosphate mono potassique.....2,7 g

-Phosphate bi potassique.....2,7 g

-Azide de sodium.....0,3 g

-Ethyle violet.....0,3g

-Eau distillée.....1000 ml

-incuber à 37°C pendant 24 heures

Les tubes présentant une culture et la présence dans le fond des tubes d'une pastille blanche, seront considérés comme positifs.

Noter le nombre de tubes positifs dans chaque série, et se reporter aux tables du NPP pour connaître le nombre de streptocoques fécaux dans d'eau. (26) **ANNEXE N° 11**

Recherche et dénombrement des colstridium sulfito-reductrices

-Méthode par incorporation en gélose :

- Dans un flacon de 200 ml de gélose viande –fois (VF), fondu au bain marin bouillant pour assurer la fusion du milieu.
- Refroidir à 55 ° C environ.
- repartir cette milieu de la culture (VF) dans quatre tubes, contenant chacun 20 ml de milieu
- ajouter à chaque tube 1 ml de la solution de sulfite de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer. (26).

Destruction des formes végétatives

- placer 25 ml d'eau analysé dans un tube à essai au bain marie à 80 ° C pendant 10 m afin de détruire toutes les bactéries végétatives et ne laisser viable que les spores colstridium.
- Refroidir rapidement
- Dans quatre tubes stérilises : répartir 5 ml d'eau traitée, Couler dans chacun d'eux le contenu d'un tube de milieu, mélanger doucement sans incorporer d'air.
- Refroidir sous l'eau du robinet.
- incuber à 37°C
- la lecture se fait après 24 heures d'incubation
- une deuxième lecture après 48 h.

Lecture et expression.

-considérer comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice, toute colonie noire entourée d'un halo noir exprimer le résultat en nombre de spore par 100ml.

Il est indispensable de procéder à une lecture dès la 24 heures, en présence de nombreuses colonies, une diffusion des halos peut conduire à une coloration noire uniforme du tube et tout dénombrement devient impossible aux 48 heures.

Par contre : s'il y a une faible quantité de colonies à la première lecture et si les colonies sont petites, il peut y avoir un développement de nouvelles colonies dans les 24 heures suivantes.

ANNEXE N° 13

Table de Mac Crady

Nombre le plus probable et intervalle pic confiance dans le cas du système d'ensemencement.

Nombre de tube donnant une réaction positive sur			Indice NPP
1 flacon de 50 ml	3 tubes de 1ml	3 tube 1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	29
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	190
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400