



N°d'ordre :

N° de série :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINSTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE HAMA LAKDAR D'EL-OUED
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET
MOLECULAIRE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Biochimie

THEME

**Contribution à l'étude des différentes techniques des production d'eau
potable dans la région d'EL Oued**

Présenté par:

BELKACEMI Maria

DJABBALAH Akila

GHEDIER MOHAMMED Leila

SOUAKER Mouna

Dirigé par :

M LAICHE AMMAR Touhami (M. A. A)

Année Universitaire 2014/2015

A decorative border composed of pink rose petals and a string of pearls, framing the central text. On the left side, there are several detailed illustrations of pink roses with green leaves and water droplets.

Dédicace

A ma Mère

la plus chère, ma

lune dans les nuits, mon bonheur et ma joie qui s'est sacrifié pour me

l'espoir dans la vie. Elle était contribue énormément a la

réalisation de ce travail celui qui a sert me donner l'espoir et le

courage nécessaire pendant mon long trajet d'étude, à vous mon

cher père

nous vous estime fort ainsi que nous vous aime.

*ma chère **grande mère** mon chère **grand père***

mes très chères sœurs et tout la famille

toute la promotion de science

de la nature et de vie Et en particulier

classe de la biochimie appliquée

*Et pour tous les **profs***

Je dédie ce travail

REMERCIEMENT

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 remerciement et nos profondes reconnaissances à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire . Nous remercions tout particulièrement notre promoteur M. LAICH AMMAR Touhami pour l'intérêt scientifique qu'il a porté à ce travail , il nous avons guidé et fait bénéficier de ses précieux conseil qu'il soit assuré de nous reconnaissance et notre respect indéfectibles .

Nos forts remerciements vont également à tous les profs tous les cadres de notre administration .

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

Nous remercions plus particulièrement DRIHEM Mohammed larbi directeur général de la station TIBA DRINKING WATER

Qui toujours orientons , et beaucoup encourageons et sur tout aide pour la réalisation de se travail .

Résumé

Titre : Contribution à l'étude des différentes techniques des production d'eau potable dans la région d'EL Oued.

L'objectif de cette œuvre est de réaliser une étude technique d'es stations de dessalement qui fonctionnent par le procédé d'osmose inverse. La nécessité d'utiliser ce mode de dessalement, c'est la conséquence de la qualité des eaux de consommation de l'agglomération d'El-Oued qui est caractérisé par une forte salinité, cette dernière influe sur la santé du consommateur. A partir des résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux traitées à montrer que la réalisation de ce type de station a un effet positif pour les consommateurs, car elle permet d'avoir de l'eau de bonne qualité et contenu teneur des sels conforment à l'organisation mondiale de la santé.

Mots clés : Station de dessalement, Eaux potable, Osmose inverse, Analyses physico-chimiques, Qualité microbiologique.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Introduction générale	
PREMIÈRE PARTIE: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I: Généralités sur l'eau	
1. Définition et importance de l'eau.....	2
2. Cycle de l'eau	2
3. Les Sources des eaux.....	3
3.1. L'eau de surface	3
3.2. Les eaux météoriques (eaux de pluies)	4
3.3. Les eaux souterraines.....	4
4. Les types d'eau.....	5
4.1. Eau usée	5
4.2. Eau de vanne.....	5
4.3. Eau conditionnée	6
4.4. Eau de source.....	6
4.5. Eau de table	6
4.6. Eau minérale naturelle	6
4.7. Eau polluée	6
5. Pollution de l'eau	6
5.1. Classification des polluants	7
5.1.1. Polluants biologiques.....	7
5.1.1.1. Les organismes libres	7
5.1.1.2. Les agents pathogènes	8
5.1.1.3. Les virus	8
5.1.1.4. Les bactéries	8
5.1.1.5. Les parasites	9
5.1.2. Les polluants chimiques	9
5.1.2.1. Les sels minéraux	9
5.1.2.2. Les composés toxiques	9
5.1.2.3. Les polluants organiques toxiques.....	10
5.1.3. Les polluants radioactifs.....	10

5.1.4. Les nouveaux polluants	11
Chapitre II : Potabilité de l'eau	
1.1. Définition de l'eau potable	12
1.2. Paramètres organoleptiques	12
1.2.1. Couleur	12
1.2.2. Odeur	12
1.2.3. Goût et saveur	12
1.3. Qualités physiques de l'eau	13
1.3.1. Température	13
1.3.2. Le pH	13
1.3.3. Conductivité électrique (CE)	13
1.4. Qualités chimiques de l'eau	14
1.4.1. Les substances chimiques dites indispensables	14
1.4.1.1. Potassium (K^+)	14
1.4.1.2. Calcium (Ca^{++})	14
1.4.1.3. Magnésium (Mg^{++})	15
1.4.1.4. Chlorure (Cl^-)	15
1.4.1.5. Sodium (Na^+)	15
1.4.1.6. Sulfate (SO_4^{2-})	16
1.4.2. substances chimiques indésirables	16
1.4.2.1. Nitrate (NO_3^-)	16
1.4.2.2. Nitrite (NO_2^-)	17
1.4.2.3. Fluor (F^-)	17
1.4.2.4. Hydrocarbures	17
1.4.2.5. Fer (Fe^{++})	17
1.4.3. Les éléments traces	18
1.4.3.1. Plomb (Pb)	18
1.4.3.2. Zinc (Zn^{++})	18
1.5. Qualité bactériologique de l'eau	18
1.6. Les différentes étapes d'un traitement de l'eau	19
1.6.1. La clarification	19

1.6.2. La filtration	19
1.6.3. La désinfection	20
1.4. Les traitements de “ finition”	20
1.6.5 Les traitements particuliers	20
1.6.5.1.Dureté,agressivité et pH.....	21
1.6.5.2. Le fer et le manganèse.....	21
1.6.5.3.Les nitrates.....	21
1.6.5.4.L’ammoniaque.....	22
1.6.5.5.La matière organique.....	22
1.6.5.6. Les micropolluants organiques.....	22
DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE	
Chapitre III: Matériel et méthodes	
1. Etude du milieu	23
1.1.Situation géographique de l'aire d'étude	23
1.2. Cadre géologique de la région Oued Souf	23
1.3. Climat de la région	24
1.3.1. Température.....	24
1.3.2. Pluviométrie.....	24
1.3.3. Les Vents.....	24
1.3.4. L’humidité.....	25
1.4.Hydrogéologique de la région	25
1.4.1. Nappe du Complexe Terminal.....	25
1.4.1.1. Nappe de sable.....	25
1.4.1.2. Nappe de calcaire.....	25
1.4.2. La nappe phréatique.....	26
1.4.3. Nappe du continentale intercalaire.....	26
1.5. Relief	27
2. Matériel biologique	27
3. Méthodes d'analyses	27
3.1. Technique d'échantillonnage	27
3.2. Prélèvement et analyses physico-chimique et microbiologie.....	28

3.2.1. Prélèvement de l'eau.....	28
3.2.2. Méthodes d' analyses physico-chimique.....	28
3.2.2.1. La température	28
3.2.2.2. Le pH	28
3.2.2.3. Conductivité.....	29
3.2.2.4. Salinité.....	29
3.2.2.5.Matière solide dissous totale (TDS).....	29
3.2.2.6. Oxygène dissous.....	30
3.2.3. Méthodes d'analyses bactériologiques	30
3.2.3.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	31
3.2.3.2. Recherche et dénombrementdes streptocoques fécaux	31
3.2.3.3. Recherche et dénombrementdes colstridiumsulfito-reductrice.....	32
Chapitre IV: Enquête	
1. Présentation des stations de filtrage.....	33
1.1. 1 ^{er} Station: Afrique du Nord d' Hadj Bachir(Tiksebt).....	33
1.2. 2eme Station: TIBA DRINKING WATER.....	33
1.3. 3ème Station : El Atra.....	33
2. Les étapes de traitement de l'eau dans les stations étudiées.....	34
2.1. Phase primaire.....	34
2.1.1.Forage.....	34
2.1.2. Dessablage.....	34
2.1.3. Stockage.....	35
2.2. Chaîne prétraitement.....	35
2.2.1. Filtres à sable.....	36
2.2.1.1. Procédé de contre lavage.....	36
2.2.2. Ultrafiltration.....	36
1.2. Principales caractéristiques liées à son utilisation.....	36
1.3. Modules UF 120 Polymem.....	36
2. Nettoyage module UF Polymem: (Station de lavage).....	37
2.3. Phase de traitement.....	38
2.3.1. Membranes.....	38

2.3.1.1. La technique de nettoyage des membranes.....	40
3.4.Phase finale.....	41
3.4.1.Stérilisation.....	41
4. Problèmes rencontrés.....	43
Chapitre V: RESULTATS ET DISCUSSION	
4. Dosage des paramètres physico-chimiques et microbiologies	44
4.1. Dosage des paramètres physico-chimiques des échantillons	44
4.2. Analyses microbiologies.....	47
4.2.1. Résultats des analyses.....	47
4.2.2. Discussion d'analyse microbiologie	48
Conclusion générale.....	50
Références bibliographiques	51
Annexes.....	53
Résumé	

LISTE DE FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	cycle de l'eau	3
Figure 2	Carte de limite géographique d'El Oued	23
Figure 3	PH mètre	29
Figure 4	La conductimètre	30
Figure 5	L'oxymétrie	30
Figure 6	Dessableur	34
Figure 7	Les réservoirs pour l'alimentation de la station	35
Figure 8	Les cinq cartouches des modules UF 120	37
Figure 9	La série de rejet	39
Figure 10	Les trois modules d'osmose inverse	39
Figure 11	La structure interne d'une membrane à spirale d'osmose inverse	40
Figure 12	Photo de la technique de nettoyage des membranes .	40
Figure 13	Le filtre à neutralite	41
Figure 14	La stérilisation par l'ultraviolet	42
Figure 15	La javellisation	42
Figure 16	Schéma simplifié du procédé de fonctionnement de la station	43

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	la différence entre de l'eau surface et l'eau souterraines	5
Tableau 2	Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau station de Tiba	44
Tableau3	Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de station Nord d'Afrique	45
Tableau4	Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de station El Atra	46
Tableau5	Résultats d'analyses bactériologiques de l'eau des trois stations	48

Liste d'abréviation

CE: Conductivité électrique.

°C: degré Celsius

D.P.S: direction publique et santé

Ms: Millisimens

NTU: Unité Néphélométrique

OI: Osmose inverse.

OMS: Organisation mondial de la santé

pH: potentiel d'hydrogène

TAC: Titre alcalimétrique complet.

TH: Titre hydrométrique.

UF: Ultra Filtration.

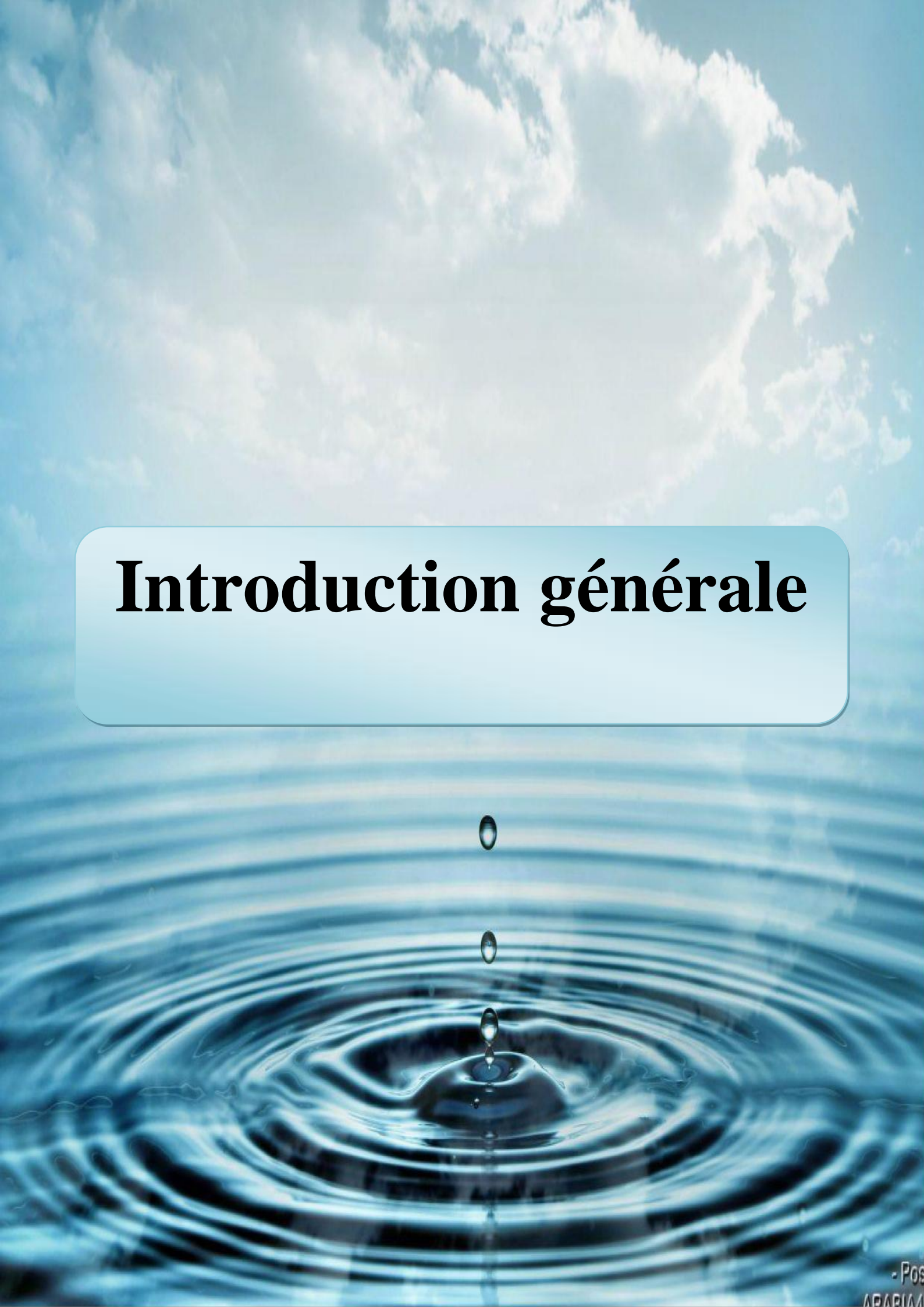
USA: Unité states Amérique

UV: Ultra Violet.

µs: Micro siemens.

\

Introduction générale



Introduction générale

Introduction générale

L'eau constitue un outil essentiel pour la vie pour tous les êtres vivants, elle couvre les trois quart de la surface terrestre, et environ les deux tiers du corps humaine. Les origines des eaux de consommation sont multiples (eaux de surface, eaux souterraines), 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 géologique traversées. Cette salinité présente un problème majeur, face à des conditions climatiques défavorables, à une croissance démographique très importante, au développement industriel, les volumes d'eau mobilisées sont insuffisantes et le recours à des ressources en eau.

En outre, la pollution guette à chaque instant et de plus en plus toutes nos réserves ; c'est pour cela qu'il est devenu très utile de procéder à des contrôles et analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau périodiquement.

A cause de la pollution de l'eau souterraine de wilaya d'El-Oued par certains polluants, certaine entreprise oriente ses travaux vers l'épuration de l'eau pour saturer la demande humaine de cette matière égale à la vie.

Notre travail s'inscrit dans cette optique en posant les questions suivantes :

- Quelles sont les procédés utilisés pour la production des eaux potables dans la Wilaya d'El Oued.
- Les eaux produites et destinées à la consommation répondent aux normes.

Le présent document sera divisé en deux parties ; La première, une étude bibliographique s'intéressant de l'eau et son stockage et les méthodes de traitement de l'eau destiné à la consommation. La seconde est autour de l'étude expérimentale, par une visite à quelques stations de production d'eaux dans notre Wilaya et le dosage de certains paramètres physicochimiques et microbiologiques.

Les résultats obtenus concernent une présentation des différentes stations visitées, ainsi l'étude de la conformité de nos échantillons aux normes.

***SYNTHESE
BIBLIOGRAPHUE***

Généralité sur l'eau

1. Définition et importance de l'eau

L'eau est indispensable à la vie. Elle constitue 70 % du poids du corps humain. Elle est utilisée pour de nombreux usages essentiels: la boisson, la préparation des repas, l'hygiène, l'entretien de l'habitation, les loisirs, la fabrication dans l'industrie, l'irrigation des cultures et l'abreuvement du bétail. Après avoir été captée, traitée, transportée, distribuée et puis consommée, l'eau est rendue à la nature via les égouts et les stations d'épuration, au fond d'un puits perdant ou directement au ruisseau. Après un parcours plus ou moins long, que l'on appelle le cycle de l'eau, nous pourrions la capter de nouveau pour satisfaire nos besoins (LEEMANS., 2002).

2. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau est lié aux mouvements de l'humidité dans l'atmosphère. Il est le principal élément régulateur du climat sur terre. L'énergie apportée par le rayonnement du soleil provoque l'évaporation de grandes quantités d'eau des océans, des lacs et zones humides. Les végétaux rejettent également une quantité importante de vapeur d'eau. On a calculé que sur l'ensemble de la planète, 450.000 km³ (ou 450 millions de milliards de litres) d'eau de mer et 70.000 km³ de l'eau douce présente sur les continents s'évaporent chaque année. L'air humide, plus léger que l'air sec, s'élève et se refroidit dans l'atmosphère. La vapeur d'eau se condense alors sous forme de nuages et retombe sous forme de pluie ou de neige (LEEMANS., 2002).

L'eau qui tombe sur les terres s'évapore à nouveau pour plus des deux tiers. Le reste s'accumule dans les neiges et les calottes glaciaires, s'écoule vers la mer via les rivières ou s'infiltré dans le sol et forme les nappes d'eau souterraine.

L'eau souterraine peut dans certains cas rester captive dans le sous-sol durant des millénaires ou parcourir de grandes distances avant de réapparaître sous forme de source (LEEMANS., 2002).

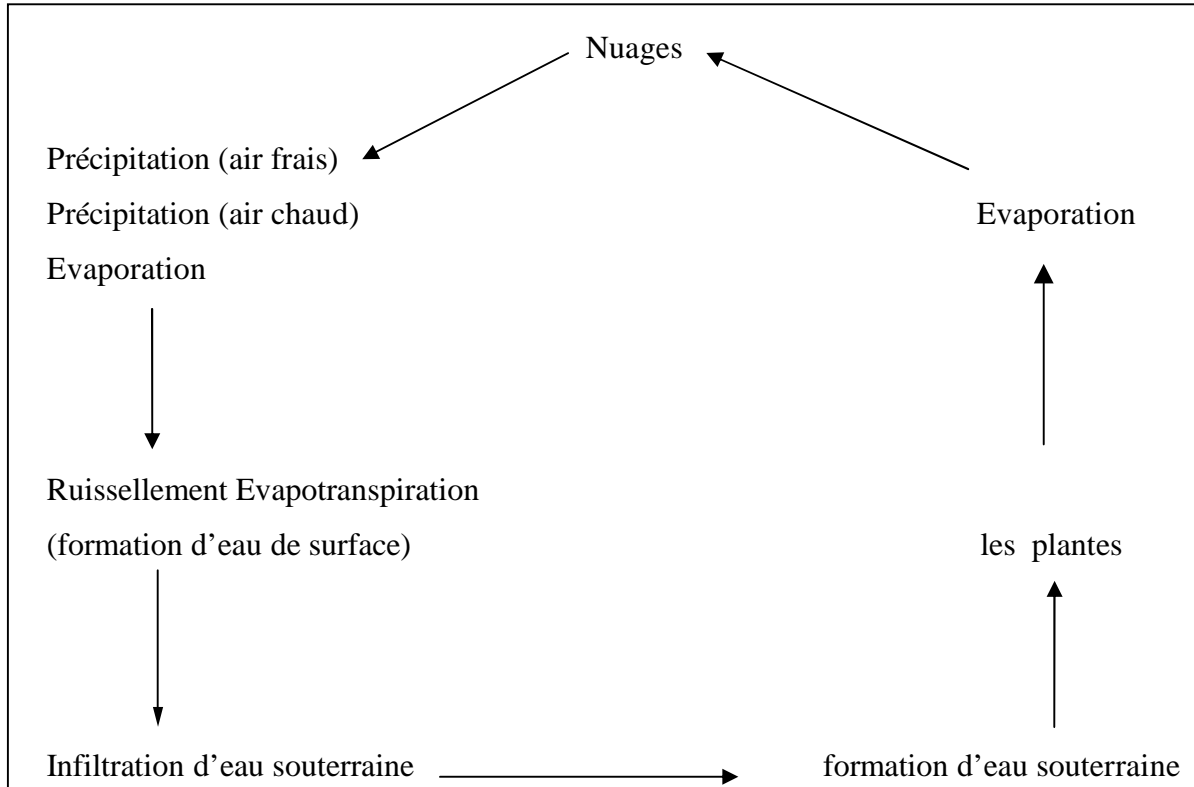


Figure 1: cycle de l'eau (BEKKOUCHE et *al.*, 2013).

3. Sources des eaux

On utilise le plus souvent l'exutoire naturel qu'on dégage afin de saisir l'eau à la sortie de la formation et non pas loin de l'ouvrage en un point où l'eau aura traversé des terrains susceptibles de la polluer.

Il s'agit le plus souvent d'ouvrages en maçonnerie protégés des eaux de ruissellement par des canaux de dérivation des eaux (TEREA., 2014).

3.1. Eau de surface

Les eaux de surface sont des eaux de mer, de rivières, des lacs, des fleuves. Elles sont largement utilisées mais sont sujettes à la contamination du fait des eaux de ruissellement et des eaux résiduelles, ces eaux couvrent la terre.

La terre «planète bleue» en raison de la présence d'eau, 97,5% de celle-ci consiste toutefois en eau salée dont l'essentiel est dans les océans et 2,5% seulement en eau douce. La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés

dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement(GUERD et *al.*, 2007).

3.2. Eaux météoriques (eaux de pluies)

Les pluies ne constituent qu'un rapport d'eau d'alimentation. Elles sont très utiles et précieuses dans les régions où les précipitations sont rares(MONJOUR., 1997).

3.3. Eaux souterraines

Elles sont plus minéralisées. L'eau de pluie qui arrive sur le sol dissout les substances solubles des roches et acquiert de nouvelles caractéristiques physiques et chimiques. Cette minéralisation dépend de la nature des roches lessivées, de la solubilité des sels minéraux, du temps de contact de l'eau avec les minéraux, de l'alimentation plus ou moins importante des aquifères. Parmi ces eaux souterraines, on distingue les aquifères peu profonds et les aquifères profonds (MONJOUR., 1997)..

Les aquifères peu profonds peuvent appartenir à deux catégories : les nappes alluviales en liaison avec les lits des rivières et les premières nappes sous le sol appelées aussi nappes phréatiques. Ces eaux ont une qualité variable qui dépend du substratum et de l'état des rivières avec lesquelles les échanges sont effectués (MONJOUR., 1997).

Cette qualité variable dépend également de la période de l'année : en saison sèche, ces eaux sont directement alimentées par les eaux de la rivière ou, si les rivières s'assèchent elles tendent à diminuer de volume et sont faiblement minéralisées. En saison humide, elles sont également alimentées par les eaux de pluies qui s'infiltrent.

En fonction des matériaux constituant le sol, ces nappes peuvent être contaminées, elles nécessitent impérativement une désinfection et une protection efficace si elles sont exploitées pour la boisson (MONJOUR., 1997).

Les aquifères profonds sont les plus souvent naturellement potables. Ces eaux profondes sont celles qu'on recherche en priorité pour l'alimentation des populations. Elles présentent en général une faible turbidité et peu de contamination bactériologique. Leurs caractéristiques physiques et chimiques sont stables et dépendent de la nature géologique des sols. Elles peuvent cependant comporter des éléments en excès à éliminer provenant des couches géologiques (nitrate, fer) (MONJOUR., 1997).

Tableau I : la différence entre l'eau de surface et l'eau souterraines (BORDET., 2007).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable selon la saison	Relativement constante autour de 14 °C
Matières en suspension	Variable selon la pluviométrie	Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
Seles minéraux	Variable en fonction des terrains ,des précipitations ,des rejets...	Sensiblement constante en général. Mais plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fe et Mn dissous	généralement absents sauf en profondeur pour les lacs en état de eutrophisation	souvent présents car issus de la dissolution des roches traversées par les eaux de infiltration
Gaz carbonique Agressif (CO ₂)	généralement absents	souvent présent
O ₂ dissous	souvent au voisinage de la saturation mais diminue dans le cas de eaux polluées	absent la plupart du temps
Nitrates	souvent peu abondants	teneur parfois élevée
Micropolluants minéraux et organiques	présents mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la pollution	généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste longtemps
Eléments vivants	présents partout	quelques micro-organismes ont été entraînés par ruissellement et infiltration
Solvants chlorés	rarement présents	souvent présents

4. Types d'eau

4.1. Eau usée

C'est l'eau qui provient des agglomérations. Elle est constituée par les déchets domestiques et ceux qui résultent des activités publiques; elle est responsable essentiellement d'une contamination biologique par les micro-organismes et d'une pollution organique par des produits putrescibles (biodégradable) (MONJOUR., 1997).

4.2. Eau de vanne

Elle désigne l'eau domestique qui contient exclusivement les urines et matières fécales (MONJOUR., 1997).

4.3. Eau conditionnée

Appellation désignant des eaux destinées à être bues et commercialisées en bouteilles (1,5 L maximum) ou en canettes aluminium. Les eaux embouteillées peuvent être de trois types différents : eau minérale naturelle, eau de source ou eau rendue potable par traitement (MONJOUR., 1997).

4.4. Eau de source

Une eau de source est une eau souterraine captée et conditionnée à la source, propre à la consommation humaine sans traitement. Sa composition peut varier. Elle n'a pas de propriété thérapeutique reconnue (MONJOUR., 1997).

4.5. Eau de table

C'est une eau « purifiée » propre à la consommation par l'homme. Elle est comparable à l'eau du robinet mais n'a pas le goût de « chlore », car elle n'a pas subi le traitement contre les contaminations microbiennes que nécessite le transport de l'eau du robinet dans les canalisations (MONJOUR., 1997).

4.6. Eau minérale naturelle

Une eau minérale naturelle est une eau souterraine de composition sensiblement constante, captée et conditionnée à la source, propre à la consommation humaine sans traitement, et utilisée à des fins thérapeutiques. Par sa composition et notamment du fait de la présence d'oligoéléments, elle contribue au bon fonctionnement de l'organisme (MONJOUR., 1997).

4.7. Eau polluée

Une eau polluée est une eau dont les qualités physiques sont altérées par l'introduction des substances qui provoquent sa turbidité, une couleur indésirable, un mauvais goût ou une mauvaise odeur (MONJOUR., 1997).

5. Pollution de l'eau

Après usage, l'eau, plus ou moins chargée en polluants, est rejetée dans le milieu naturel. Les usages industriels et domestiques créent une pollution majoritairement localisée qui touche les eaux superficielles. Les rejets se font via des réseaux et peuvent ainsi être

préalablement traités. L'agriculture, quant à elle, provoque une pollution diffuse qui affecte davantage les eaux souterraines (MOUMOUNI., 2005).

La pollution peut-être définie de plusieurs façons. La pollution de l'eau survient lorsque des matières sont déversées dans l'eau qui en dégrade la qualité. La pollution dans l'eau inclut toutes les matières superflues qui ne peuvent être détruites par l'eau naturellement. Autrement dit, n'importe quelles matières ajoutées à l'eau qui est au-delà de sa capacité à le détruire est considérée comme de la pollution. La pollution peut, dans certaines circonstances, être causée par la nature elle-même, comme lorsque l'eau coule par des sols qui a un taux élevé d'acidité. Par contre, la plupart du temps ce sont les actions humaines qui polluent l'eau (MOUMOUNI., 2005).

5.1. Classification des polluants

Selon leur origine, les polluants des eaux de surface se divisent en 3 grands groupes :

5.1.1. Polluants biologiques

Ils sont constitués d'organismes libres et des agents pathogènes.

5.1.1.1. Les organismes libres

Parmi les organismes libres présents dans l'eau, ceux qui importent sont : le plancton et les macro-invertébrés. Les planctons, organismes vivant essentiellement en suspension dans l'eau, se composent de zooplancton et de phytoplancton .

Le zooplancton est composé de rotifères, cladocères, de copépodes, de vers, de larves de certains insectes aquatiques, tandis que le phytoplancton regroupe les champignons et les algues (MOUMOUNI., 2005).

Les larves d'insectes, insectes aquatiques, les crustacées et les gastéropodes constituent la classe des macro-invertébrés. Les macro-invertébrés sont susceptibles de réduire l'efficacité des systèmes de traitement (MOUMOUNI., 2005).

Les organismes formant le plancton jouent un rôle important sur la qualité de l'eau. Cependant, ils perturbent le traitement en formant un « bloom » planctonique. Ils produisent des substances toxiques et hébergent des germes pathogènes pour l'homme. Il s'avère que de plus en plus, des substances toxiques produits par certaines algues des réseaux de distribution peuvent avoir des répercussions néfastes sur la santé publique.

La prolifération des algues dans les réseaux d'alimentation en eau peut altérer les qualités organoleptiques et empêcher le traitement en accroissant la demande en dichlore ce qui peut détruire la saveur et l'odeur (MOUMOUNI., 2005).

Le développement anarchique des plantes aquatiques (Jacinthe d'eau) dans les cours d'eau entraîne une obstruction des voies de communication, gêne la pêche et constitue un abri et nourriture pour les vecteurs des maladies. En Inde, aux Philippines et aux USA, des expériences ont montré une corrélation entre une forte concentration d'algues bleues et des épidémies de gastro-entérites chez l'homme (MOUMOUNI., 2005).

5.1.1.2. Agents pathogènes

Ils comprennent : les virus, les bactéries, les parasites. Les plus courants sont liés au péril fécal.

5.1.1.3. Virus

Les virus sont les plus préoccupants en matière de transmission par l'eau des maladies infectieuses. Ce sont essentiellement ceux qui se multiplient dans l'intestin ou entérovirus. Ils pénètrent essentiellement dans l'eau par les effluents des égouts ou la contamination directe par les matières fécales. Les entérovirus peuvent produire un large éventail de syndromes, notamment les éruptions cutanées, la fièvre, les gastro-entérites, la méningite, les affections respiratoires et les hépatites (MOUMOUNI., 2005).

5.1.1.4. Bactéries

- *Les coliformes*

Sous le terme de coliformes est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes Gram⁻ appartenant en fait à la famille des *Entérobacteriaceae* et dont la caractéristique classique est la fermentation du lactose. Le groupe des coliformes pris dans son ensemble ne présente pas une bonne spécificité ; ce sont des bactéries que l'on trouve dans l'intestin, mais qu'on peut rencontrer aussi dans d'autres environnements (MOUMOUNI., 2005).

- *Les streptocoques*

Dans la famille des *Streptococcaceae* bactéries Gram⁺, catalase -, aérobies-anaérobies facultatifs, les streptocoques se distinguent par leur forme coccoïde, leur mode de groupement en paires ou en chaînettes et leur caractère homofermentaire.

Dans ce groupe, les streptocoques fécaux se caractérisent par leur appartenance au groupe sérologique D de LANCEFIELD et par le fait que leur habitat normal étant le tube digestif des animaux à sang chaud (MOUMOUNI., 2005).

5.1.1.5. Parasites

C'est surtout le milieu physique (retenue d'eau, canal etc.) et les caractéristiques physico-chimiques qui créent les conditions propices à la prolifération des vecteurs et hôtes intermédiaires des parasites. Parmi les parasites pathogènes pour l'homme et qui sont transmissibles par l'eau, les plus importants sont les protozoaires et les helminthes (MOUMOUNI., 2005).

5.1.2. Polluants chimiques

Ils comprennent les sels minéraux et les composés toxiques. Ce sont des polluants majeurs des cours d'eau par leur abondance et leurs effets biologiques (MOUMOUNI., 2005).

5.1.2.1. Sels minéraux

Les plus couramment rencontrés dans la pollution des eaux sont : les nitrates, les phosphates ; les sulfates ; les nitrites ; les carbonates etc.... Les principales sources mises en cause sont :

- les effluents industriels et urbains.
- le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais .
- la nature des terrains traversés.

La conséquence la plus préoccupante de la pollution par les sels minéraux est le phénomène de l'eutrophisation. Le phénomène de l'eutrophisation se déroule en deux phases : au cours de la première phase ; les sels minéraux assurent une grande fertilité du milieu. Les phytoplanctons et les phanérogames se multiplient anarchiquement et les masses végétales mortes vont s'accumuler au fond de l'eau.

La seconde phase apparaît avec les conséquences néfastes du phénomène. Ainsi les bactéries aérobies assurent la dégradation des matières organiques, il se crée une demande de dioxygène secondaire.

Dans ce cas on parle de pollution caractérisée par une désoxygénation des eaux, sauf dans les parties superficielles où la photosynthèse est active (MEKHALIF., 2009).

5.1.2.2. Composés toxiques

Ils sont soit minéraux soit organiques; en l'occurrence sulfates, nitrites, nitrates, chrome (MOUMOUNI., 2005).

5.1.2.3. Polluants organiques toxiques

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, en entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement (dépôts de matières organiques au fonds des rivières) de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrices de nuisances olfactives. Ce sont principalement les pesticides et les détergents (MOUMOUNI., 2005).

5.1.3. Polluants radioactifs

Ces paramètres n'ont pas fait l'objet d'analyse par manque de matériels. Il existe plusieurs types de rayonnements :

- les rayons alpha ont un pouvoir de pénétration faible et sont arrêtés par la couche superficielle de la peau.
- les rayons bêta traversent quelques centimètres de tissus.
- les rayons gamma sont de nature plus énergétique.

Dans le biotope naturel, il existe une quantité de rayonnement d'origine cosmique ou terrestre. En effet il y a des radioéléments naturels dont l'uranium, le radium, le thorium de la croûte terrestre et des radio-isotopes biogènes ^{40}K (potassium); ^{14}C (carbone).

Les sources de pollution sont essentiellement les installations nucléaires. La difficulté sur le plan écologique de la pollution radioactive est due au fait que le seul moyen de faire disparaître la radioactivité est de laisser l'élément se désintégrer spontanément. Les radioéléments sont classés en fonction de leur temps de désintégration et de leur capacité d'intégration à la matière vivante :

- les radionucléides à période brève sont moins offensifs car soit ils disparaissent vite (1 à 2 jours), soit ils libèrent de faibles quantités de radiations.
- les radionucléides à période moyenne sont plus dangereux car ils ont le temps de s'accumuler dans l'organisme et la chaîne trophique, leur période de désintégration va d'une semaine à quelques années.

➤ les radio-isotopes des constituants fondamentaux de la matière vivante. ^{14}C (Carbone) ; ^{32}P (Phosphore); ^{40}Ca (Calcium)) sont les plus redoutables parce qu'ils sont biogènes. Certains éléments radioactifs présentent des similitudes avec les constituants fondamentaux de la matière vivante. Ce sont : ^{137}Cs (Césium) avec le potassium et ^{90}Sr (Strontium) avec le calcium. ^{90}Sr s'accumule dans l'os tandis que ^{137}Cs (Césium) s'accumule dans les muscles et à l'intérieur des cellules (MEKHALIF., 2009).

5.1.4. Nouveaux polluants

L'homme synthétise de plus en plus de nouvelles molécules chimiques : il s'agit essentiellement de phytosanitaires et de médicaments. Suite à leur utilisation, ces substances se retrouvent dans le milieu aquatique et peuvent perturber les équilibres naturels. En effet, ces molécules peuvent avoir un rôle de perturbateurs hormonaux ou être cancérigènes, mutagènes ou encore toxiques pour la reproduction. Ces produits font l'objet d'une surveillance particulière, car ils présentent un risque pour l'environnement mais aussi pour la santé publique. De plus, les spécialistes ne maîtrisent pas encore tout à fait le devenir de ces molécules dans le milieu naturel et l'ensemble des effets sur les organismes vivants (MOUMOUNI., 2005).

Potabilité de l'eau

1. Potabilité de l'eau

1.1. Définition de l'eau potable

L'eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé, afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites des différents constituants, à ne pas dépasser, pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau.

Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur (LABBI *et al.*, 2013).

1.2. Paramètres organoleptiques

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé (SARI., 2014)

1.2.1. Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. Elle représentera un indicateur de pollution si elle dépasse l'équivalent de 15 mg/l de platine cobalt (SARI., 2014).

1.2.2. Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme :

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (SARI., 2014).

1.2.3. Goût et saveur

- Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche.

- La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (SARI., 2014).

1.3. Qualités physiques de l'eau

1.3.1. Température

La température optimale est de 12° à 15°C. Elle dépend de la nature de la ressource : les eaux souterraines sont fraîches, les eaux de surface ont une température variable entre 2° à 30°C. La température maximum des eaux brutes est de 25°C (limites de qualités). La valeur guide à partir de laquelle il est nécessaire d'agir pour les eaux douces superficielles est de 22°C (TEREA., 2014).

1.3.2. pH

Le pH mesure l'acidité ou alcalinité. L'eau est acide lorsque son pH est inférieur à 7, alcaline s'il est supérieur, neutre à 7. Pour que l'eau garde un bon goût, le pH doit être supérieur à 6,5 et inférieur à 9. L'eau ne doit pas être ni agressive ni entartrant. L'eau agressive dissout le calcaire et attaque les métaux. L'eau entartrant dépose du calcaire. L'acidité est due à la dissolution du gaz carbonique dans l'eau. Le traitement s'appelle la « neutralisation » (TEREA., 2014).

Le pH d'équilibre recherché n'est pas obligatoirement le pH moyen de 7, mais un compromis entre coûts de traitement, bon goût de l'eau et neutralité vis-à-vis du réseau de distribution. Les eaux douces superficielles ont des références et des valeurs guides (TEREA., 2014).

1.3.3. 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 électrique. La conductivité permet d'avoir une idée de la minéralisation de l'eau. Les eaux ne doivent pas être corrosives (TEREA., 2014).

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 (GUERD et al., 2007) .

1.4. Qualités chimiques de l'eau

1.4.1. Les substances chimiques dites indispensables

Ce sont des substances dont la présence est tolérée tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil.

1.4.1.1. Potassium (K⁺)

La teneur en potassium est presque aussi importante 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 (TEREA., 2014).

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'homéostasie, même des variations importantes 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 (GUERD et *al.*, 2007).

1.4.1.2. Calcium (Ca⁺⁺)

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 un 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. 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/l de calcium présentent de nombreux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation chaudières (l'installation de chauffage) (TEREA., 2014).

1.4.1.3. Magnésium (Mg^{++})

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue 2.1% de l'écorce terrestre, son abondance géologique, sa grande solubilité, 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. L'insuffisance magnésique entraîne des troubles neuromusculaires, l'intérêt du magnésium dans la thérapeutique de la spasmophilie est bien connu.

A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau, s'ils ne provoquent pas des phénomènes toxiques, les sels de magnésium dans 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 50mg/l (TEREA., 2014).

1.4.1.4. 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 considéré 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 (HACHEMAOUI., 2014).

1.4.1.5. Sodium (Na^+)

Le sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région 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 (GUERD *et al.*, 2007).

1.4.1.6. Sulfate (SO₄²⁻)

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est variables, leur présence résulte de la légère dissolution des sulfate de calcium des roches gypseuses, de l'oxydation des sulfates dans les roches (pyrites), des matières organiques par l'origine animal. 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 (TEREA., 2014).

1.4.2. Substances chimiques indésirables

Ce 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 (TEREA., 2014).

1.4.2.1. Nitrate (NO₃⁻)

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

Selon les normes d'OMS, toutes les eaux destinées à la consommation humaine devant avoir une teneur en nitrate sont voisines ou inférieure à 50 mg/l. Si l'existence des nitrates à des doses inférieures à la norme d'OMS 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 conduisant à une toxicité indirecte provoquant chez les nourrissons, une cyanose liée à la formation méthémoglobine (HACHEMAOUI., 2014).

1.4.2.2. Nitrite (NO_2^-)

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 de nitrate sous l'influence d'une action dé nitrifiante (GUERD et *al.*, 2007) .

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

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

Une eau renfermant une quantité élevée des nitrites (supérieur à 1 mg/l) est considérée chimiquement impure (GUERD et *al.*, 2007) .

1.4.2.3. 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 (TEREA., 2014).

1.4.2.4. Hydrocarbures

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 inutilisable durant de longues périodes. La concentration maximale admissible a été réduite à 1 $\mu\text{g/l}$ (TEREA., 2014).

1.4.2.5. Fer (Fe^{++})

Le fer est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et qui précipite par oxydation à l'air. Le fer est un élément qui ne présente aucun inconvénient pour l'organisme humaine, il peut, cependant à une certaine concentration (excès), présenter des désagréments à la consommation (saveur) et au ménage (tache de rouille sur le linge), les normes de l'OMS retiennent la valeur limite de 0.3 mg/l de fer dans l'eau de boisson (HACHEMAOUI ., 2014).

1.4.3. Eléments traces

1.4.3.1. Plomb (Pb)

Est un métal très présent dans notre environnement quotidien. A ce titre, il est susceptible d'être retrouvé dans l'eau potable. En raison des effets néfastes qu'il est susceptible d'engendrer sur la santé, la concentration en plomb dans l'eau potable est contrôlée. Les normes fixent sa CMA à 0.05 mg/l (TEREA., 2014).

1.4.3.2. Zinc (Zn⁺⁺)

Le zinc est une substance très commune qui est présente naturellement. Beaucoup d'aliments contiennent du zinc. L'eau potable contient aussi une certaine quantité de zinc, qui peut être plus élevé lorsque l'eau est stockée dans des réservoirs en métal. Le zinc est un élément qui est essentiel pour la santé de l'homme. Le niveau de zinc dans l'eau peut atteindre des niveaux qui peuvent causer des problèmes de santé à cause des rejets industriels et des lieux de déchets, les normes fixent sa concentration maximale à 5 mg/l toxiques (GUERD et al., 2007).

1.5. Qualité Microbiologique de l'eau

L'idéal serait que l'eau ne contienne aucun microorganisme pathogène. Il faudrait qu'elle soit exempte de bactéries, signe de pollution. Pour garantir qu'un approvisionnement en eau potable satisfait à ces directives, il importe d'examiner régulièrement des prélèvements à la recherche d'indicateurs de pollution. Le principal indicateur bactérien recommandé à cet effet est le groupe des coliformes dans son ensemble et surtout des coliformes d'origine fécale. La détection des coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants notamment *Escherichia coli*, *Klebsiella* prouve d'une manière certaine qu'il y a pollution fécale. Les autres microorganismes indicateurs de pollution fécale sont les streptocoques fécaux, les *Clostridium sulfito* réducteurs ou pectinolytiques (*Clostridium*) (SARI., 2014).

Les streptocoques fécaux peuvent être utilisés comme indicateurs de bactéries pathogènes (qui se multiplient peu dans l'environnement aquatique) et des virus (qui survivent plus longtemps en milieu aquatique que les coliformes fécaux).

Le *Clostridium perfringens* est parfois utilisé comme témoin d'une contamination fécale ancienne ou indicateur d'efficacité de traitement d'eau de consommation. Il est également un indicateur d'un défaut d'oxygène dans le milieu (SARI., 2014).

1.6. Différentes étapes de traitement de l'eau

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des micro-organismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé. Qu'elles soient d'origine souterraines ou superficielles, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est souvent nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins approprié (SARI., 2014).

Si une protection contenue de la source aux consommateurs ne peut être garantie, il sera impératif de procéder à une désinfection et de maintenir une concentration de chlore résiduel suffisante (SARI., 2014).

1.6.1. Clarification

La première étape de la clarification est la coagulation/ floculation. Elle a pour but de déstabiliser les matières colloïdales qui sont des molécules qui ne s'agglomèrent pas naturellement, car elles sont chargées de forces de répulsion électrostatiques.

Dans la décantation, toute particule présente dans l'eau est soumise à deux forces. La force de pesanteur qui est l'élément moteur permet la chute de cette particule. Les forces de frottement dues à la traînée du fluide s'opposent à ce mouvement. La force résultante en est la différence (Hector., 2006).

La flottation est un procédé de séparation liquide-solide basé sur la formation d'un ensemble appelé attelage, formé des particules à éliminer, des bulles d'air et des réactifs, plus léger que l'eau. Cette technique convient principalement pour éliminer les particules de diamètre compris entre 1 et 400 μm (Hector., 2006).

1.6.2. Filtration

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES en le faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire. En effet, il subsiste de très petites particules présentes à l'origine dans l'eau brute ou issues de la floculation. La rétention de ces particules se déroule à la surface des grains grâce à des forces physiques. La plus ou moins grande facilité de fixation dépend étroitement des conditions d'exploitation du filtre et du type de matériau utilisé. L'espace intergranulaire définit la capacité de rétention du filtre. Au fur et à mesure du passage de l'eau, cet espace se réduit, le filtre se colmate. Les pertes de charge augmentent fortement. Il faut alors déclencher le rétrolavage. La filtration permet une élimination correcte des bactéries, de la couleur et de la turbidité (Hector., 2006).

1.6.3. Désinfection

La désinfection est un traitement visant à éliminer les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants. C'est le moyen de fournir une eau bactériologiquement potable, tout en y maintenant un pouvoir désinfectant suffisamment élevé pour éviter les reviviscences bactériennes dans le réseaux de distribution. L'eau potable, suivant les normes, contient toujours quelques germes banals, alors qu'une eau stérile n'en contient aucun (Hector., 2006).

La désinfection est une post-oxydation. En eau potable, elle est assurée par des oxydants chimiques tels que le chlore, le dioxyde de chlore ClO_2 , l'ozone O^3 et dans un certain nombre de cas, par un procédé chimique comme le rayonnement *UV*. Le principe de la désinfection est de mettre en contact un désinfectant à une certaine concentration pendant un certain temps avec une eau supposée contaminée. Cette définition fait apparaître trois notions importantes : les désinfectants; le temps de contact et la concentration en désinfectant (Hector., 2006).

1.6.4. Traitements de "finition"

Les "traitements de finition" sont le plus souvent constitués d'une filtration sur charbon actif en grain, voir une oxydation à l'ozone. Par exemple, les goûts sont difficiles à traiter sur une filière classique, puisqu'ils sont dus, essentiellement, à des substances dissoutes qui ne sont pas éliminées lors des phases de clarification ou de filtration sur sable.

Le charbon actif est un matériau poreux qui possède une très grande surface spécifique (5 m²/g) qui permet l'adsorption et la dégradation par voie biologique de substances chimiques comme les micropolluants que l'on peut rencontrer à l'état de traces dans les eaux brutes.

L'utilisation de membranes pour affiner l'eau est de plus en plus fréquente. Elles permettent de retenir des particules molécules d'une taille inférieure au centième de micromètre (Hector., 2006).

1.6.5. Traitements particuliers

Certaines substances ne sont pas atteintes par le seul traitement classique. Si leur quantité est supérieure à la norme, un traitement particulier est nécessaire (Hector., 2006).

1.6.5.1. Dureté, agressivité et pH

Les eaux naturelles contiennent différents éléments chimiques dissous. Selon leurs concentrations, ils confèrent à l'eau des caractéristiques particulières. Une eau peut être dure ou douce, entartrante ou agressive.

La dureté de l'eau provient d'une concentration excessive en sels de calcium et de magnésium. Une eau dure consomme du savon (il en faut davantage pour obtenir de la mousse) et n'est pas favorable à la cuisson des légumes (Hector., 2006).

Le caractère entartrant (dépôt de calcaire) ou agressif provient des conditions d'équilibre entre le gaz carbonique dissous dans l'eau et le calcium. Suivant les conditions d'équilibre entre le bicarbonate de calcium, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, l'élément le plus répandu, et le dioxyde de carbone, l'eau peut être agressive (dissolution de carbonate de calcium) ou entartrante (dépôt de carbonate de calcium ou calcaire) (Hector., 2006).

Le phénomène d'entartrage, qui provoque le plus de désagréments dans les installations des usagers, dépend donc de l'équilibre calco-carbonique. Pour réduire la concentration en calcium et limiter les risques de dépôt calcaire, plusieurs méthodes sont possibles :

- l'adoucissement sur résines échangeuses d'ions (remplacement des ions Ca^{2+} par des ions Na^+)
- la décarbonatation à la chaux. Au contraire, lorsque l'on veut augmenter la dureté de l'eau, on injecte, dans la plupart des cas, du gaz carbonique (CO_2) et de la chaux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Les corrections de pH qui permettent de déplacer cet équilibre sont obtenues par ajout de réactifs comme la soude, la chaux, l'acide sulfurique... (Hector., 2006).

1.6.5.2. Fer et le manganèse

Leur élimination s'effectue par oxydation chimique ou biologique, suivie d'une rétention des hydroxydes formés. L'oxydation chimique du fer est obtenue par injection d'air ou d'oxygène. Le manganèse nécessite un oxydant plus puissant, le plus souvent du permanganate de potassium. L'oxydation biologique fait intervenir des actions bactériennes qui transforment le fer et le manganèse en hydroxydes (Hector., 2006).

1.6.5.3. Nitrates

Un excès de nitrate dans les eaux de boisson peut provoquer une inflammation de la muqueuse intestinale chez l'adulte. L'OMS considère comme limite maximal acceptable une concentration de 50 mg.l-1 de nitrates (LABBI et al., 2013).

Deux grands procédés sont utilisés pour éliminer ou transformer les nitrates :

- un procédé physico-chimique fait intervenir des résines spécifiques ; des chlorures et des hydrogénocarbonates vont se substituer aux nitrates.
- un procédé biologique qui consiste en une réduction en azote gazeux, en l'absence d'oxygène. Dans le cas de l'eau potable, les bactéries sont fixées sur un support qui sert également de filtre (Hector., 2006).

1.6.5.4. Ammoniaque

Son élimination peut être réalisée par voie chimique ou biologique :

- L'oxydation chimique par le chlore transforme l'ammoniaque en azote gazeux. Ce procédé peut entraîner la formation de sous produits de chloration à l'origine de mauvais goûts.
- L'oxydation biologique est assurée par des bactéries nitrifiantes qui transforment l'ammoniaque en nitrites puis en nitrates. C'est lors de la filtration sur sable que ce procédé peut être développé (Hector., 2006).

1.6.5.5. Matière organique

La matière organique naturelle qui n'est pas éliminée par la filière classique peut être traitée à l'ozone, ce qui entraîne une décoloration et une désodorisation de l'eau. Elle peut également être adsorbée et/ou filtrée biologiquement sur du charbon actif en grain (Hector., 2006).

1.6.5.6. Micropolluants organiques

Ce sont essentiellement les procédés d'oxydation et d'adsorption qui permettent l'abattement de ces pollutions. L'ozone, oxyde plus ou moins facilement ces substances. L'adsorption sur charbon actif (qu'il soit en grain, sur des filtres ou en poudre, injecté au niveau de la clarification), permet une rétention de la plupart des micropolluants (Hector., 2006).

MATERIEL
ET
METHODES

1. Etude du milieu

1.1. Situation géographique de l'aire d'étude

La région de Oued Souf appelée aussi région du Bas-Sahara à cause de la faible altitude est située au Sud-est du pays au centre d'une grande cuvette synclinale. Elle forme une wilaya depuis 1984 et couvre une superficie totale de 4 458 600 ha. Oued Souf se trouve à environ 700 Km au Sud – Est d'Alger et 350 Km à l'Ouest de Gabes (Tunisie). Elle est limitée :

- au Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa.
- à l'Est par la Tunisie.
- à l'Ouest par les wilayas de Biskra, Djelfa et Ouargla
- au Sud par la wilaya de Ouargla (KHECHANA., 2007).

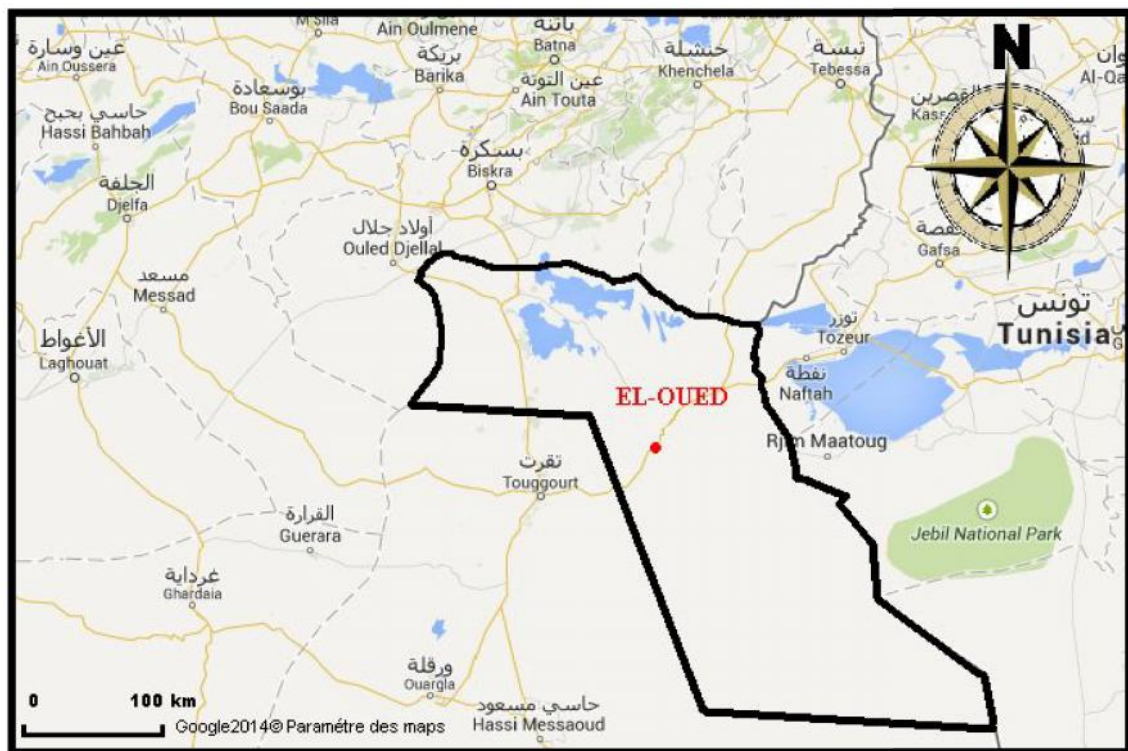


Figure 2 : Carte de limite géographique d'El Oued (TEREA., 2014).

1.2. Cadre géologique de la région Oued Souf

La géologie est un moyen d'investigation très utile en hydrogéologie car elle permet la détermination des horizons susceptibles d'être aquifères.

Le sous-sol de la région étant sableux et assurant l'infiltration et la circulation souterraines des eaux, est essentiellement représenté par des formations sablo gréseuses du continental intercalaire, et des accumulations sableuses fluvio-lacustres de tertiaire continental. Sur l'ensemble de la région d'El-Oued, les formations miopliocènes sont recouvertes par une considérable épaisseur de dépôts quaternaires présentés sous forme de

dunes donnant naissance à un immense erg qui lui-même fait partie de l'extension du grand erg oriental(KHECHANA.,2007) .

1.3. Climat de la région

Le climat joue un rôle essentiel dans la morphologie du relief, sur la végétation, la genèse et le type de sols et sur les activités agricoles.

Le climat d'El-Oued est comme le climat saharien se caractérise par un faible taux des précipitations, des températures élevées, d'une évaporation importante et d'un rayonnement solaire excessif(KHECHANA., 2007) .

1.3.1.Température

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 22,71 °C, dont la température la plus élevée est enregistrée au mois de juillet, elle est de l'ordre de 40 °C, la plus basse est enregistrée au mois de décembre elle peut atteindre des températures négatives au dessous de 0 °C(TEREA., 2014).

1.3.2.Pluviométrie

Les origines de la précipitation dans les régions sahariennes sont inhérentes aux saisons. dont l'analyse pluviométrique de la région révélée qu'il y a une irrégularité des précipitations moyennes mensuelles.

La wilaya d'El Oued est caractérisée par des irrégularités dans le temps et dans l'espace. La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la wilaya d'El Oued est de l'ordre de 50mm(LABBI et *al.*,2013).

1.3.3.Les Vents

Les vents sont fréquents, les plus violents se situent au printemps. La direction dominante est Nord-est, à l'exception des mois d'hivers dont la direction est Sud Ouest.

Le sirocco (Chihili) présente le vent caractérisant la saison d'été souffle fréquemment dans la région, prenant un sens Sud-Nord et jeter des courants d'air chaud parfois avoisiner des vagues de sables. Il faut aussi parler des vents de sables qui ont leurs saisons de prédilection entre février et avril (durant le printemps). Mais heureusement, les véritables tempêtes restent très rares. On remarque qu'au printemps les vents sont les plus forts dominés par le vent d'Est communément appelé "El-Bahri". Ce dernier souffle principalement pendant la période qui s'étale d'Avril à Juillet. En été, il apporte de la fraîcheur(KHECHANA., 2007) .

1.3.4.Humidité

L'humidité est un état de climat qui représente le pourcentage de l'eau existant dans l'atmosphère, L'humidité moyenne de la région où on remarque un minimum enregistré pendant le mois de juillet avec une valeur de l'ordre de 31,63 % et un maximum enregistré pendant le mois de décembre avec une valeur de 66,86 %. L'humidité relative est de 62.83 % en hiver et de 33.82 % en été(KHECHANA., 2007).

1.4.Hydrogéologique de la région

D'après les études effectuées et les coupes de sondages de forage réalisées dans la région du Souf, nous distinguons trois nappes : la nappe du complexe terminal, la nappe continentale intercalaire et la nappe phréatique (TEREA., 2014).

1.4.1.Nappe du Complexe Terminal

Le complexe terminale dans la région existe sous forme de trois nappes, Les deux premières correspondent aux nappes des sables d'âge miopliocene et Pontien, la dernière est celle des calcaires d'âge senonoEocène(LABBI et *al.*,2013).

1.4.1.1.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 est constituée par des sables à grains peu grossier et faisant partie du 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 perméables et captée à une profondeur variant entre 400 et 480 m(TEREA., 2014).

L'écoulement des eaux dans ces dernières nappes se fait du sud-ouest vers le nord-est (autrement dit vers la zone des Chotts) .Cette nappe est caractérisée par une température comprise entre 20 à 26 °C et le débit est égale à 89231295 m³/an(TEREA., 2014).

1.4.1.2.Nappe 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 élevé de salinité de ses eaux, cette nappe ne présente aucun intérêt hydrogéologique(TEREA.,2014).

1.4.2.Nappe phréatique

La nappe phréatique est comprise dans des dépôts sableux fins de type éolien, localement intercalés de lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Elle est limitée par un substratum argileux imperméable.

Le substratum de la nappe a une pente Sud-Ouest/Nord-Est, ce qui traduit par unécoulement des eaux dans ce sens, à travers les sables des atterrissements tertiaires etquaternaires(KHECHANA., 2007).

L'exploitation de la nappe phréatique est délicate à cause de sa faible profondeur quidépend de l'altitude qui varie de façon étonnante. La perméabilité avoisine les 10^{-4} m/s et le débitvarie de 0.4 à 18 l/s. Elle est exploitée par 1040 puits équipés de groupes motopompes. présente une épaisseur moyenne de 40 mètres. Sonsubstratum est structuré en de nombreuses dépressions, dômes et sillons. Il affleure au Nord-Ouest de la région de Foulia et se situe à moins de 10 mètres de profondeur aux extrémités Nord-Est de la région d'étude(KHECHANA., 2007).

La nappe phréatique, à l'origine des palmeraies, était alimentée initialement par les rares et faibles précipitations qui tombent dans la région et surtout par infiltration des précipitations plus abondantes qui tombent sur les reliefs bordant la cuvette, à des distances de l'ordre de 200 à 500 km. Depuis 1956, date d'exploitation des nappes profondes (CT et CI), la nappe phréatique est alimentée par tous les rejets et infiltrations des eaux pour l'AEP et l'irrigation(KHECHANA., 2007).

1.4.3.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(TEREA., 2014).

Selon le même auteur, 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 et la minéralisation de l'eau oscille entre 1 à 2 g/l de résidu sec et peut atteindre 5 g/l(TEREA., 2014).

1.5.Relief

Le relief de la ville d'El Oued est caractérisé par l'existence de trois principales formes :

- Une région sableuse : qui se présente sous un double aspect ; l'Erg et le Sahara.
- Une forme de plateaux rocheux : qui s'étend vers le Sud avec une alternance de dunes et de crêtes rocheuses.
- Une zone de dépression : caractérisée par la présence d'une multitude de chotts qui il est à signaler que l'altitude diminue du Sud vers le Nord et de l'Ouest vers l'Est pour devenir négative au niveau des chotts(KHECHANA., 2007).

2. Matériel biologique

Les échantillons de l'eau utilisés proviennent des puits destinés à la production de l'eau potable par des stations installées au niveau de la Wilaya d'El Oued ; à savoir .

- Station de Tiba(Bayadha)
- Station de El Atra(cité de Rimal)
- Station de Nord d'Afrique (Tiksebt)

L'eau collectée est versée, dans des conditions d'hygiène rigoureuse, dans des bouteilles préalablement stérilisées et acheminé vers le laboratoire en vue de subir les analyses physico-chimiques et microbiologiques appropriées.

3.Méthodes d'analyses

3.1.Technique d'échantillonnage

Notre étude a été réalisée dans les stations d'osmose inverse " TIBA DRINKINGWater", " Nord d'Afrique " et "EL Atra" ; a pour but de :

- Connaitre les différentes étapes des traitements et l'efficacité de chaque étape.
- Voir l'efficacité de ces stations en matière de dessalement.

Dans ces stations, il existe quatre points possible pour faire le prélèvement sont:

- Eau de forage.
- Eau après traversée le module d'OI. (Eauosmosée).
- Eau stable (eauosmosée + eau brute sans bactérie) .
- Eau sortie : eau traitée subit à la stérilisation et le javellisation.On a fait les analyses sur le plan physico-chimique et bactériologie de l'eau de forage et eau sortie pour :
- Contrôler la qualité de l'eau et l'efficacité de la station
- Déterminer le taux d'élimination de chaque élément.

3.2.Prélèvement et analyses physico-chimique et microbiologie

3.2.1.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 significative. Nos prélèvements se font durant trois semaines : une prise avant le traitement et une autre avant.

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

3.2.2.Méthodes d' analyses physico-chimique

3.2.2.1. Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des espaces de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermiques induisant ainsi une forte perturbation du milieu (BEKKOUCHE et *al.*, 2013).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, ...etc. (BEKKOUCHE et *al.*, 2013).

- **Appareillage:** l'appareil utilisé est l'oxymétrie.

La température régit la quantité d'oxygène élevée, elle influence également sur la décomposition de la matière organique, le développement des parasites responsables de certaines maladies, et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxines. La valeur est lue directement sur l'écran de l'appareil (BEKKOUCHE., 2013).

3.2.2.2. Le pH

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé. L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 7 et à 4 puis introduit dans l'eau à analyser (SARI., 2014).



Figure 3 : PH mètre (O.N.A ; 2015).

3.2.2.3. Conductivité

Pour la détermination de la conductivité, il est utilisé un conductivimètre multiéléments.

Elle est déterminée après rinçage plusieurs fois de l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Le résultat de sels dissous (TDS) sont donnés respectivement en ‰ et en mg/l (HAMDI, 2011)

3.2.2.4. Salinité

Masse de sels contenue dans 1 kg d'eau de mer. On l'évalue maintenant en mesurant la conductivité et on l'exprime en ups : unité pratique de salinité, qui équivaut approximativement à 1mg/g de sels. La salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 ups, soit 35 g/kg. La salinité est l'une des caractéristiques physico-chimiques de l'eau en mesurant par conductimètre (BEKKOUCHE et *al.*, 2013).

3.2.2.5. Matière solide dissoute totale (TDS)

Les solides dans l'eau se trouvent soit en solution ou en suspension, et se distinguent par le passage de l'échantillon de l'eau à travers un filtre de fibres de verre. Par définition, les matières en suspension sont retenues sur le dessus du filtre, et les solides dissous passent à travers le filtre avec de l'eau. Lorsque la partie filtrée de l'échantillon d'eau est placée dans une coupelle, puis évaporé, les solides dissous dans l'eau restent comme résidu dans la capsule d'évaporation. Cette matière est appelée matières totales dissoutes ou TDS (HACHEMAOUI, 2014).



Figure 4: La conductimètre (O.N.A; 2015).

3.2.2.6. Oxygène dissous

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans l'écosystème aquatiques. Dans le domaine de l'épuration il est indispensable pour la dégradation biologique des matières polluantes qui se fait principalement en aérobiose. Sa concentration est très faible et, le plus souvent, proche du zéro dans les ERU brutes du fait des concentrations importantes en composés réducteurs et de l'activité des microorganismes présents. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs dont la température, la pression et la force ionique du milieu. Elle est régie par la loi d'Henry qu'établit une proportionnalité entre la pression partielle en O_2 dans l'atmosphère et sa concentration dans l'eau (BEKKOUCHE *et al.*, 2013).



Figure 5: L'oxymétrie (O.N.A., 2015)

3.2.3. Méthodes d'analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de L'D.P.S de El Oued , consistent à rechercher :

- Les Coliformes totaux et fécaux .

- Les Streptocoques fécaux .
- Les colstridium sulfito-réductrice.

3.2.3.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

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

➤ La recherche présomptique des coliformes

Il est effectué en utilisant le bouillon lactosé au poudre 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.

- 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 cloche considère comme positifs , c'est-à-dire contenant des coliformes totaux .

➤ Recherche confirmatif

A partir de chaque bouillon BCPL positif , ensemence 2 à 3 gouttes dans un tube de milieu indole mannitol (milieu de Schubert) muni d'une cloche durham.

- Incuber à 44 °C , après 24 heures d'incubation tuos 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-coli) dans 100 ml d'eau.

3.2.3.2. 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.

➤ **Test présomption** : La recherche se fait en bouillon à l'acide de sodium (bouillon de Rothe).

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

3.2.3.3. Recherche et dénombrement des colistridiumsulfito-réductrice

➤ 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.

➤ Destruction des formes végétatives

- Placer 25 ml d'eau analysé dans un tube à essai au bain marie à 80°C pendant 10 min afin de détruire toutes les bactéries végétatives et ne laisser viable que les spores colistridium.
- 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 .
- incubé à 37 °C
- La lecture se fait après 24 heures d'incubation
- Une deuxième lecture après 48 heures

➤ Lecture et expression

Considérer comme résultat d'une spores de bactéries anaérobie sulfito-réductrice, toute colonie noire entourée d'un halo noire exprimer le résultat en nombre de spores par 100 ml.

Enquete

1. Présentation des stations de filtrage

Dans les usines de production d'eau potable, l'évolution de la qualité de la matière première qu'est l'eau brute est généralement relativement lente. Les variations des quantités à traiter, qui dépendent de la demande en eau potable, sont en revanche souvent importantes et le débit est généralement un paramètre clé dans l'automatisation des installations.

1.1. 1^{er} Station: Afrique du Nord d' Hadj Bachir (Tiksebt)

Station Afrique du Nord d' Hadj Bachir, créé en Juin du 2005. Et les 12 mineurs ont été actifs au cours des 3 stations de purification de l'eau.

- La station initiale 15000 L.
- La deuxième station 25000 L.
- La troisième station 13000 L.

Ils comprennent également les analyses de laboratoire d'eau et de conduire une analyse de l'eau, au moins, une fois par jour. A été créé ainsi un forage de profondeur de 288 m, équipé d'une capacité de pompe de 470m³/h, le niveau statique est 33.6m et le niveau dynamique est 36m, où les pompes à eau sont stockées dans un réservoir d'une capacité de 150000m³(LABBI., 2013).

1.2. 2^{ème} Station: TIBA DRINKING WATER

La station de dessalement de TIBA DRINKING WATER a été mise en service en 2005 pour satisfaire les besoins en l'eau potable de la région d'El Oued, basée sur le principe d'osmose inverse. Après une année de service la station a pu réaliser un succès remarquable en produisant et fournissant une quantité d'eau douce importante de l'ordre de 312 m³/j pour la population et l'industrie (fabrication des parfums). Ce succès est le résultat d'une bonne gestion de cet ouvrage, par des techniciens de suivi qui ont remonté le défi et surmonté les difficultés rencontrées durant les premiers mois d'exploitation (TEREA., 2014).

1.3. 3^{ème} Station : El Atra

Station El Atra , créé en du 2009 . Après une année de service la station a pu réaliser un succès remarquable en produisant et fournissant une quantité d'eau douce importante de l'ordre de 200 m³/j pour la population, l'extraction de l'eau de la nappe phréatique à profondeur de 60 m.

2. Etapes de traitement de l'eau dans les stations étudiées

2.1. Phase primaire

2.1.1. Forage

le puits d'eau réalisé dans la nappe phréatique et extraction d'eau de forage qui se situe à 230 m de profondeur.

2.1.2. Dessablage

C'est une technique d'élimination de sable qui peut 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 hydrauliques, et 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 :

-lampe verte : c'est-à-dire l'entrée de l'eau sans sable.

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



Figure 6 : Dessableur

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.



Figure 7 : Les réservoirs pour l'alimentation de la station.

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 microbiologiques de l'eau à dessaler. À l'entrée de la station, l'eau brute subit une transformation en hydroxyde.

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

-Si la turbidité est 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 importante.

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

La chaîne de prétraitement se compose de:

2.2.1. Filtres à sable

Ce sont des filtres qui retiennent les matières en suspension, ils sont équipés d'un mécanisme d'auto nettoyage piloté par un moteur électrique.

2.2.1.1. 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).

D'autre part, un nettoyage chimique acido-basique est effectué périodiquement pour garantir le niveau de production (estimation : 1 à 4 fois l'an suivant qualité de l'eau à traiter)

2.2.2.1. Principales caractéristiques liées à son utilisation

- Garantie d'un SDI < 3 de l'eau ultrafiltrée destinée à alimenter l'osmose inverse.
- Garantie d'un dimensionnement adapté permettant une utilisation prolongée des membranes, jusqu'à 3 ans.
- La qualité de l'eau filtrée est constante quelles que soient les variations de la qualité de l'eau brute.
- La qualité de l'eau filtrée est indépendante des réglages de l'installation.
- La désinfection est effectuée en une seule étape par la rétention de toutes les particules et bactéries ce qui garantit une eau de mitigeage de très bonne qualité.
- La filtration est une filtration « mécanique » qui ne nécessite pas l'adjonction de produits chimiques.
- Les rejets sont minimisés car il n'y a pas d'apport de produits chimiques à l'exception des nettoyages chimiques périodiques.
- Le rétro lavage ne génère que les particules retenues lors de la filtration ainsi que du chlore à faible concentration injecté lors de cette opération.
- La main d'œuvre est minimisée du fait de la stabilité de fonctionnement du procédé et de l'automatisation du système.

- La filtration dite «frontale» simplifie le système ainsi que son fonctionnement.

Le volume d'eau utilisé lors des rétro-lavages est généralement compris entre 5 et 10 % du volume produit. La récupération des rejets de l'osmose (concentrat) dans un bac de stockage assure les rétro-lavages des modules d'Ultrafiltration.

2.2.3. Modules UF 120 Polymem

Qui permet d'éliminer les particules les plus fines, constituée des fibres creuses 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, l'eau entre par la partie inférieure et circule à l'intérieur des fibres. Une partie traverse la membrane et le retentât chargé en constituants à éliminer est évacué au sommet de chaque cartouche.



Figure 8 : Les cinq cartouches des modules UF 120

2.2.3.1. Nettoyage module UF Polymem: (Station de lavage)

Les modules d'ultrafiltration sont dotés d'un rétro-lavage périodique tout les 90 min qui permet d'éliminer les impuretés retenues par voie hydraulique: les membranes 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 qui ne comporte pas d'oxydants.

L'Unité de lavage de membrane composée d'un bac de 500 litres, d'un groupe électropompe (caractéristique de la pompe : 7,5 m³/h à 55 m CE – Puissance 1,6 KW) ainsi que les tuyauteries souples de jonction pour le raccordement sur le skid de traitement.

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 conventionnel. Ce dernier est caractérisé par des pores de très petites tailles 0.0001µm qui retiennent la majorité des minéraux présents dans l'eau et permettent donc d'obtenir une eau déminéralisée

2.3.1. Membranes

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

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

- la position qui se trouve en série parce que l'augmentation le nombre de module en série induit, l'augmentation, le taux global de récupération .
- la 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.

A l'aide de procédé d'osmose inverse: l'eau brute est déminéralisée comme dans la figure 10.

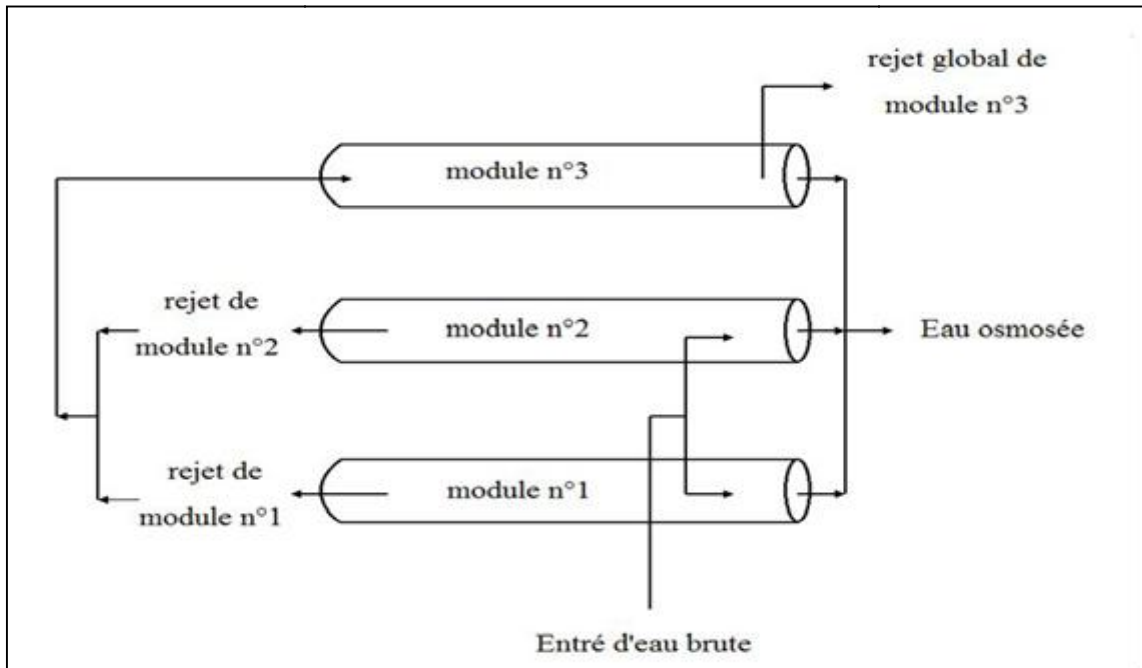


Figure 9 : La série de rejet

A partir de là, l'eau prend deux catégories:

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



Figure 10 : Les trois modules d'osmose inverse

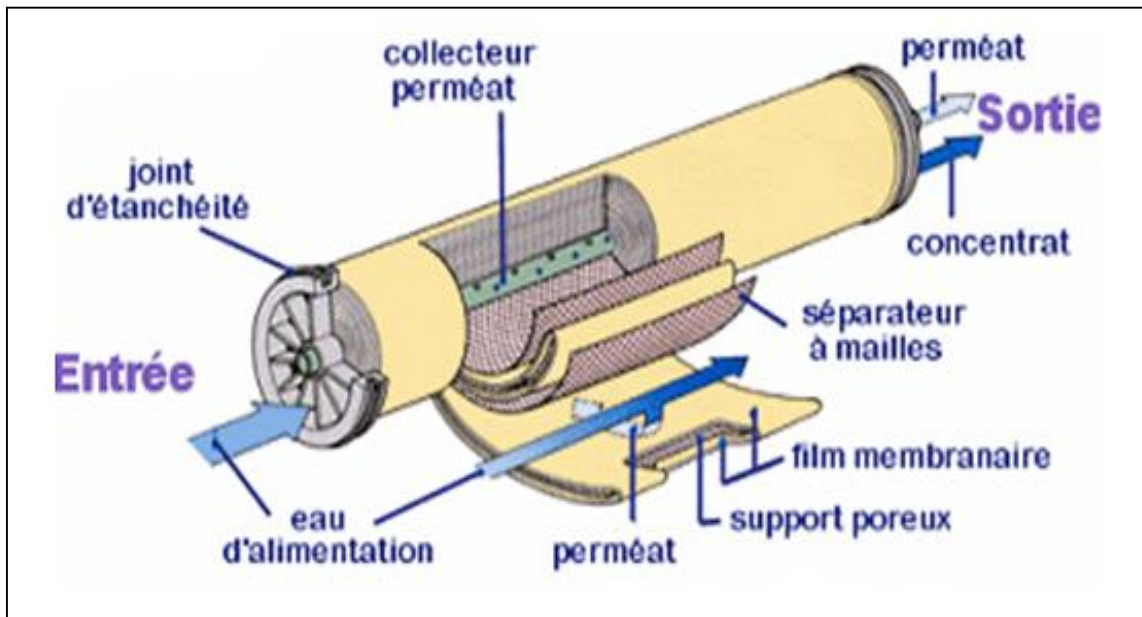


Figure 11: La structure interne d'une membrane à spirale d'osmose inverse

2.3.1.1. Technique de nettoyage des membranes

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

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



Figure 12 : Photo de la technique de nettoyage des membranes .

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 entartrante (stabilisation de pH et absorption de CO₂).



Figure 13 : 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 ultraviolet 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.

L a désinfection par ultraviolet n'a pas d'effet rémanent c'est dire que l'effet

désinfectant ne persiste pas. Pour cela : si l'on stocke l'eau dans le réservoir plus 24 heures, il faut stériliser une 2eme fois par l'UV.



Figure 14 : La stérilisation par l'ultraviolet

Après les stérilisations, on stocke de l'eau dans le réservoir, mais les réservoirs constituent un maillon privilégié de sédimentation des dépôts et par la même une zone à risque pour la dégradation de la qualité de l'eau, leur nettoyage doit donc être fréquent . Cette opération se fait d'une façon périodique tous les 15 jours par l'eau de javel. Enfin ; avant la sortie de l'eau il faut mesurer son pH et aussi la traiter par une eau de javel de concentration faible 0,2 mg/l. La direction de la prévention sanitaire a exigé la javellisation de l'eau produite avant de la distribuer.



Figure 15 : La javellisation

3. Les problèmes rencontrés

Les problèmes majeurs qui sont rencontrés 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 tartre lors de la déminéralisation d’eaux salines.
2. Perte de charge : est créée par le colmatage du filtre augmente, il s’agit de la différence entre le débit de l’eau dans les canaux .

Les paramètres de suivi de la station sont :

- Conductivité électrique de l’eau à traiter, Conductivité de l’eau osmosée, conductivité électrique de l’eau de sortie.
- Turbidité de l’eau à traiter.
- Température d’eau à traiter.
- Débit d’entrée à l’UF, eau ultrafiltrée, entrée osmoseur.
- Pression d’entrée pré filtre, entrée UF, entrée osmoseur.
- pH d’eau filtré.
- Concentration de chlore.

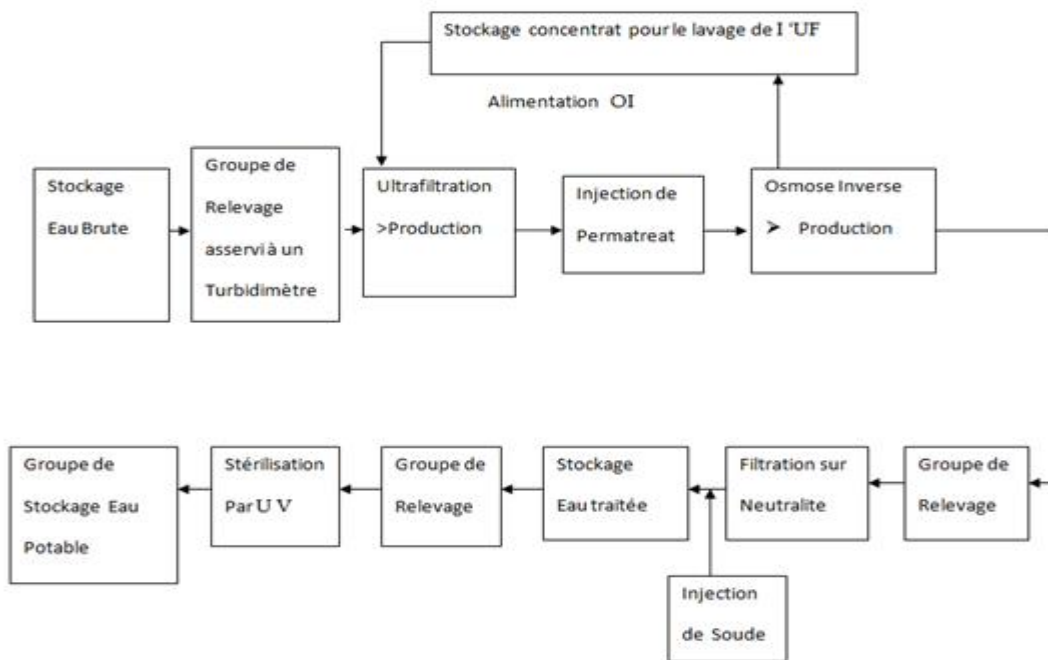


Figure 16 : Schéma simplifié du procédé de fonctionnement de la station

***RESULTATS
ET
DISCUSSION***

1. Dosage des paramètres physicochimiques et microbiologies

1.1. Dosage des paramètres physico-chimiques des échantillons

Pour connaître les caractéristiques physico-chimiques après chaque étapes de traitement de l'eau dans les trois stations, nous avons procédé à la détermination de la qualité physico-chimiques des deux types d'eau à savoir : eau brute, eau sortie du traitement et nous avons obtenue les résultats présentées dans les tableaux 2 , 3 , 4 .

Tableau 02: Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau station de Tiba

Prélèvement Paramètres	Eau brute			Eau traitée		
	1 ^{ere} prélèvement 07/04/2015	2 ^{eme} Prélèvement 13/04/2015	3 ^{eme} Prélèvement 20/04/2015	1 ^{ere} Prélèvement 07/04/2015	2 ^{eme} Prélèvement 13/04/2015	3 ^{eme} Prélèvement 20/04/2015
PH	7,45	6,47	7,43	7,05	7,05	6,97
Conductivité (ms/cm ³)	4,43	4,50	3,45	0,71	0,80	0,78
Température	22	21,9	23	21	22,2	20,8
TDs(mg)	-	-	-	790	789	798
Oxygéné dissous (mg/l)	5,4	5,6	6	5,4	5,3	6,2
Salinité	2,40	2,55	2,45	0,3	0,3	0,3

➤ Discussion des résultats

D'après les résultats, nous constatons que :

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers, elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). La température de notre eau étudiée est presque constante (21 à 23°C); Ceci montre que la zone de l'aquifère est assez profonde. pratiquement la température de l'eau n'a pas d'incidence sur la santé humaine.

Le pH est l'un des paramètres le plus important. La valeur du pH (6,47- 7,45) de l'eau brute, répond aux normes de l'OMS (6.5 – 8.5)(TEREA., 2014) , La valeur de pH de l'eau sortie a diminué par rapport l'eau brute (7,45 – 7.05). Cette diminution est due que l'on met une neutralité (granulé de carbonate de calcium et de magnésium).

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximative la minéralisation globale de l'eau et l'en suivre l'évaluation.

L'eau brute présente une conductivité électrique très élevée (autour de 4.50 ms/cm). Ces valeurs sont supérieures aux normes de l'OMS (2.02ms/cm à 1ms/cm). La conductivité électrique de l'eau de sortie est conforme à la norme, car elle est rapprochée de la conductivité électrique de l'eau minérale naturelle, qui est de l'ordre de 0.8 ms/cm.

Les concentrations en sels dissous et salinité dans les échantillons d'eau étudiés, sont variables. Les taux de sels dissous indiquent une minéralisation élevée au vu des conductivités obtenues, La minéralisation est fonction de la géologie des terrains traversés. Elle est plus élevée dans les eaux souterraines. La zone de la présente étude est alimentée, par des eaux souterraines, ainsi elles sont fortement minéralisées avec des taux de sels dissous atteignant jusqu'à 3208,64mg/l, après l'étape de déminéralisation, l'eau brute devient comporter environ 798 mg/l de sels dissous.

Tableau 03: Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de station Nord d'Afrique

Prélèvement Paramètres	Eau brute			Eau traitée		
	1 ^{ere} Prélèvement 07/04/2015	2 ^{eme} Prélèvement 13/04/2015	3 ^{eme} Prélèvement 20/04/2015	1 ^{ere} Prélèvement 07/04/2015	2 ^{eme} Prélèvement 13/04/2015	3 ^{eme} Prélèvement 20/04/2015
	PH	7,73	7,51	7,56	8,48	8,14
Conductivité (ms/cm ³)	7,93	4,37	9,39	0,47	0,53	0,45
Température	23,7	22,2	20,1	23	22	20
TDs(mg)	-	-	-	510	519	455
Oxygéné dissous (mg/l)	5,5	5,3	5,7	5,5	5,8	6,6
Salinité	3,4	5,3	2,3	0,3	0,2	0,1

➤ Discussion de résultats

D'après ces résultats, La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers, elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). La température de notre eau étudiée est presque constante (20 à 23°C); Ceci montre que la zone de l'aquifère est assez profonde

On remarque une faible variation des valeurs de pH entre les trois échantillons de l'eau brute (7,51- 7,73) de station Nord d'Afrique mais se situe dans les normes, Le pH des eaux

naturelles liée à la nature des terrains traversés : d'une façon générale, les eaux très calcaires ont pH élevé .Après la filtration le pH augmente jusqu'au 8,48 cette augmentation est due qui l'on met une neutralité(TEREA., 2014).

les valeurs de la conductivité électrique des différents échantillons, varie entre 4.37 et 7.93 (Ms/cm). Généralement les eaux brutes de la station Nord d'Afrique ont une conductivité très élevés, supérieur aux normes de l'OMS (2,02 à 1 ms/cm), L'eau traitée est conforme à la norme de l'OMS, car elle se rapproche de la conductivité électrique de l'eau minérale naturelle, qui est de l'ordre 450 μ s/cm.

Les résultats relatifs aux mesures de la salinité montrent une variabilité de 2.3à 5,3.La salinité, un des descripteurs de base pour la connaissance du milieu. Donc l'eau brute de cette station est très minéralisée. Après la traverse de l'eau brute de la membrane d'OI, on remarque un déficit des teneurs des sels minéraux en proportion important par rapport l'eau brute, cela revient de la sélectivité des membranes d'osmose inverse pour les différentes espèces chimiques.

La quantité de l'oxygène dissous dans les eaux dans cette station est caractérisée par une faible variation, à savoir de 5,3 à 5,7. L'oxygène dissous est celui qui joue le rôle le plus important pour la qualité biotique des eaux ; indispensable à la respiration des organismes.

Tableau 04: Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de station El Atra

Prélèvement Paramètres	Eau brute			Eau traitée		
	1 ^{ere} prélèvement 07/04/2015	2 ^{eme} Prélèvement 13/04/2015	3 ^{eme} Prélèvement 20/04/2015	1 ^{ere} Prélèvement 07/04/2015	2 ^{eme} prélèvement 13/04/2015	3 ^{eme} Prélèvement 20/04/2015
PH	7,56	7,46	7,20	6,92	7,51	7,20
Conductivité (ms/cm ³)	2,97	1,68	3,49	0,18	0,17	0,19
Température	22,2	22,4	22,7	22,1	22,4	23
TDs(mg)	-	-	-	140	150	145
Oxygéné dissous (mg/l)	6	6,1	6,5	6,1	6,2	6,5
Salinité	1,2	0,8	1,8	0,1	0	0,2

➤ Discussion de résultats

Les résultats de tableau 04 laissent apparaître une variation de pH entre 7.56 de l'eau brute et 7,20 de l'eau traitée, la plupart des eaux présentent un caractère alcalin bicarbonaté car le pH est souvent inférieur à 8,5. Les eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional algérien, ont un pH voisin de la neutralité à caractère alcalin.

D'après ces résultats, La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers, elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). La température de notre eau étudiée est presque constante (20 à 23°C); Ceci montre que la zone de l'aquifère est assez profonde.

D'après ces résultats, on remarque que les valeurs de la conductivité électrique des différents échantillons, entre 1.68 et 3.49 (Ms/cm) pour l'eau brute et entre 0,17 et 0,19 pour l'eau traitée, il y a une grande différence entre les deux types d'eau qui montre l'efficacité de filtration de cette station.

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique.

La salinité correspond à la teneur en sels dissous de l'eau peut être mesurée et exprimée de différentes manières suivant que l'on considère l'ensemble des corps ; ou seulement les sels dominants 0,8 à 1,8. Donc l'eau brute de cette station est très minéralisée mais après la traversée de l'eau brute de la membrane d'OI, on remarque un déficit des teneurs des sels minéraux en proportion importante par rapport à l'eau brute, cela revient de la sélectivité des membranes d'osmose inverse pour les différentes espèces chimiques.

D'une manière générale et après l'analyse des paramètres physicochimiques des échantillons prélevés à partir de trois stations différentes ; on remarque que ces valeurs ne sont pas assez loin des normes et que les eaux de sortie (après le traitement) présentent des propriétés physicochimiques lui permettant d'être potable.

1.2. Analyses bactériologiques

1.2.1. Résultats des analyses

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire I.D.P.S, et consistent à la recherche des *Coliformes totaux* et *fécaux*, des *Streptocoques fécaux*, des *Clostridium sulfito-réducteurs* et. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 05 : Résultats d'analyses bactériologiques de l'eau des trois stations .

Type le germs	Station Tiba		Station Nord d'Afrique		Station Atra	
	l'eau brut	l'eau Traité	l'eau brut	l'eau Traité	l'eau brut	l'eau Traité
ColiformesTot aux	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml
Coliformesfécaux	Absent en 100 m	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml
Streptocoqsfécaux	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml
Clostridium sulfito-Réducteurs	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml	Absent en 100 ml

1.2.2. Discussion d'analyse bactériologie

➤ Danger des germes

L'eau est un élément de préservation de la santé, la présence de ces germes (coliformes , salmonella, streptocoques) dans l'eau provoque plusieurs maladies parmi ces maladies :

-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 (GUERD et *al.*, 2006).

-Choléra : est une infection bactérienne aigue 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 (GUERD et *al.*, 2006).

-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 (GUERD et *al.*, 2006).

➤ **pour l'eau de forage:**

Cette absence est certainement le résultat conjugué de la profondeur à laquelle l'eau est puisée, cette dernière agit sur la teneur en oxygène dissous d'où une faible teneur.

L'absence de l'oxygène dissous inhibe le développement des germes aérobies. Ainsi la stratigraphie de forage qui est formée par le sable fin, le gypse et les argiles ne permettent pas de perméabilité des germes à l'eau.

La situation géographique de forage qui est loin de toute activation humaine, il n'existe aucune contamination de cette eau par le réseau d'épuration des eaux usées. 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 forte salinité. Donc les eaux souterraines sont naturellement dépourvues des germes.

➤ **pour l'eau sortie: (traitée)**

Pendant le traitement : l'absence des germes dans cette eau revient au rôle de filtre à sable et des modules d'UF qui permettent d'ultrafiltration de l'eau qui considère comme un procédé de clarification et désinfection de l'eau, à partir des pores à 0.01 micron permet de rétention totale des bactéries, les kystes, les algues et toutes les particules les plus fines. Avant la sortie, l'eau subit la stérilisation qui vise à inactiver tous les germes pathogènes dans l'eau, susceptible de causer des maladies infectieuses chez l'homme. Cette stérilisation s'effectue par les ultra-violets et par des traitements chimiques: le réactif chimique utilisé 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 cellule vivante.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

L'eau est un élément indispensable à la vie et revêt de l'importance pour d'innombrables activités humaines. L'eau peut être rare à certains endroits, comme les zones arides et semi-arides, ou tout simplement d'une qualité médiocre à d'autres endroits. Il est certain que l'augmentation de la demande en eau pour les activités humaines accentuera les contraintes sur ses ressources.

Dans notre région, le procédé de dessalement qui est utilisé, est l'osmose inverse. A l'aide de ce procédé, on obtient une eau déminéralisée et cela revient de la sélectivité de la membrane d'osmose inverse avec un fort taux de rétention pour des 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 déminéralisation est indispensable pour obtenir une eau qui répond aux normes de potabilité (OMS) et augmente le volume d'eau traitée.

Les analyses physicochimiques des échantillons prélevés à partir des trois stations de production d'eau de consommation montrent qu'elles sont proches aux normes et sont chimiquement convenables à consommation.

La qualité microbiologique des eaux analysées est caractérisée par l'absence des germes pathogène, ceci, est un facteur limitant lors de la consommation de l'eau.

Enfin, notre modeste travail nécessite d'autres études visant à :

- Elargir la zone d'étude en visitant d'autres stations de production d'eaux.
- Montrer la relation entre les procédés de production et la qualité des eaux produites.
- Vérifier l'existence des substances toxiques ou nuisibles dans les eaux brutes et de sortie.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- 1- BEKKOUCHE W., BEY O., BEY H., 2013-Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des l'eaux destinée a l'irrigation :cas de la commune de TAGHZOUT-EL Oued .Thèse de Licence .43p.
- 2-BORDET J., 2007- L'étude dans son environnement rurale, copyright édition johanet, ISPN, Paris,317p.
- 3- GUERD H., MESGHOUNI A., 2006- Performances de la station de d'el oued des eaux dans la région ., Thèse de Licence. OUARGLA ., 132p.
- 4- HACHEMAOUI B., 2014 –Qualité physico-chimique l'eau dessale et traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de souk Tlata – teneurs en bore, nitrites, nitrates et métaux lourdes. Thèse de Master. Tlemcen. 91p.
- 5- HAMDY W; 2011- Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette de Ouargla . thèse Magister en Biologie . Ouargla .107p.
- 6-HECTOR R., 2007- Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable. Automatique. INSA de Toulouse, 2006. France.164p.
- 7- KHECHANA S., 2007- Etude de la gestion intégrée des ressources eaux dans la vallée de oued- souf (sud-est algérien). Thèse Magister en Hydrogéologie. Annaba. 151p.
- 8-LABBI R., REDOUANI S., SOUID D., 2013- Influence de stockage sur la potabilité de l'eau filtrée dans quelques stations de filtration dans la région d'El Oued. Thèse Licence. EL-OUED.82p.
- 9-LEEMANS M., 2002- livre bleu :Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées. l'éditeur: C. Legros, rue Colonel Bourg. Berlin.76p.
- 10-MEKHALIF F., 2009- Réutilisation de eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement .Thèse magister. Skikda. 158p.
- 11-MELGHIT M; Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel,et des barrages Hammam Grouz et Béni Haroun. Thèse Magistère en Ecologie. Constantine, 175p.

Références bibliographiques

12-MOUMOUNI, M . 2005. les eaux résiduaires des tanneries et teintureries : Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Thèse doctorat. Bamako.135p.

13-MONJOUR L., 1984- Retentissement sur la flore fécale pathogène de l'utilisation d'une eau potable en milieu rural sahélien. Bulletin de société et de pathologie exotique . 181p.

14-SARI H., 2014- Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source (Attar) Tlemcen. Thèse Master sciences des aliments .Tlemcen. 91p.

15-TEREA S., 2014. Performances de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued. Thèse master. Houari Boumediene .78p.

ANNEXE

ANNEXE N° 01



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة الموارد المائية
MINISTÈRE DES RESSOURCES EN EAU
الوكالة الوطنية للموارد المائية
AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
Créée par décret N° 81 / 167 du 25 juillet 1981 - Compte Trésorerie d'Alger N° 0019800065 clé 59

N° 956 ANRH/DCES/2015

Alger le :28/01/2015

Demandeur : Sarl Tiba Drinking Factory
Analyse demandée : Analyse fondamentale
Date de réception : 25/01/15
Date de prélèvement : 00/01/00
N° de laboratoire : 11
Désignation : Eau non filtrée

RESULTATS D'ANALYSE

PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
PH	6,47	6,5 <R< 8,5
Conductivité (ms/cm)	4,50	2,80
Turbidité eau brute (ntu)		2,00
Turbidité eau déc. (ntu)		-
Résidu sec à 110° (mg/l)	3336	2000
MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Calcium Ca ++ (mg/l)	490	200,00
Magnésium Mg ++ (mg/l)	90	150,00
Sodium Na + (mg/l)	380,0	200,00
Potassium K + (mg/l)	36,00	20,00
Chlorure Cl - (mg/l)	444	500,00
Sulfate SO4 -- (mg/l)	1728	400,00
Bicarbonate HCO3 - (mg/l)	79	-
Carbonate CO3 -- (mg/l)	0,00	-
Silice SiO2 (mg/l)	0,00	-
TH (°F)	160	-
TAC (°F)	7	-
TA (°F)	0	-
PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Ammonium NH4 + (mg/l)		0,50
Nitrite NO2 - (mg/l)		0,10
Nitrate NO3 - (mg/l)	96,70	50,00
O.Phosphates PO4 -- (mg/l)		0,50
Fluorure F - (mg/l)		1,50
Matières Organiques (mg/l O2)		3,5

Interprétation:

Dépassements de limite de potabilité pour le calcium, sodium, chlorures; sulfates, potassium et les nitrates. Cette eau ne répond donc pas aux normes de potabilité.

NB: Les résultats d'analyses sont donnés sous toutes réserves dans la mesure où le prélèvement n'a pas été effectué par nos services.



و.و.م.م. : 40, Avenue Mohammédi - Bir Mourad Rais - Alger الجزائر - بنز مراد رايس - نهج محمدی - 40, م.م.م. : 213 (0) 21.54.25.58 - Fax. : 213 (0) 21.54.25.42 - E-mail: contact@anrh.dz - site web: www.anrh.dz

ANNEXE N° 02



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة الموارد المائية
MINISTÈRE DES RESSOURCES EN EAU
الوكالة الوطنية للموارد المائية
AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
Créée par décret N° 81 / 167 du 25 juillet 1981 - Compte Trésorerie d'Alger N° 0019800065 cté 59

N° 957 ANRH/DCES/2015

Alger le : 28/01/2015

Demandeur : Sari Tiba Drinking Factory
Analyse demandée : Analyse fondamentale
Date de réception : 25/01/15
Date de prélèvement : 00/01/00
N° de laboratoire : 12
Désignation : Eau filtrée

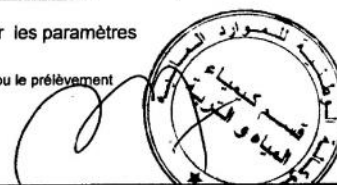
RESULTATS D'ANALYSE

PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
PH	7,05	6,5 <R< 8,5
Conductivité (ms/cm)	0,83	2,80
Turbidité eau brute (ntu)		2,00
Turbidité eau déc. (ntu)		-
Résidu sec à 110° (mg/l)	611	2000
MINERALISATION GLOBALE	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Calcium Ca ++ (mg/l)	107	200,00
Magnésium Mg ++ (mg/l)	24	150,00
Sodium Na + (mg/l)	35,0	200,00
Potassium K + (mg/l)	2,00	20,00
Chlorure Cl - (mg/l)	68	500,00
Sulfate SO4 - (mg/l)	56	400,00
Bicarbonate HCO3 - (mg/l)	319	-
Carbonate CO3 - (mg/l)	0,00	-
Silice SiO2 (mg/l)	0,00	-
TH (°F)	37	-
TAC (°F)	26	-
TA (°F)	0	-
PARAMETRES DE POLLUTION	RESULTATS "R"	VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE
Ammonium NH4 + (mg/l)		0,50
Nitrite NO2 - (mg/l)		0,10
Nitrate NO3 - (mg/l)	18,50	50,00
O.Phosphates PO4 -- (mg/l)		0,50
Fluorure F - (mg/l)		1,50
Matières Organiques (mg/l O2)		3,5

Interprétation:

cette eau répond aux normes de potabilité physico-chimique pour les paramètres demandés (sous réserve d'une analyse bactériologique)

NB: Les résultats d'analyses sont donnés sous toutes réserves dans la mesure où le prélèvement n'a pas été effectué par nos services.



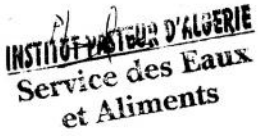
ANRH : 40, Avenue Mohammedi - Bir Mourad Rais - Alger الجزائر - بنر مراد رايس - بنر محمدى - 40 م.م.و.
Tél. : 213 (0) 21.54.25.58 - Fax. : 213 (0) 21.54.25.42 - E-mail: contact@anrh.dz - site web: www.anrh.dz

ANNEXE N° 03

Paramètres recherchés	Résultats	Critères
Coliformes totaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Coliformes fécaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Streptocoques fécaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Anaérobies sulfite réducteurs:	Absence dans 20 ml	Absence/ 20 ml
<i>Salmonella</i> :	Absence dans 500 ml	Absence/ 500 ml

Conclusion: Eau de Bonne Qualité Bactériologique

lundi 28 avril 2014
09:43:11

Le Chef de service

INSTITUT PASTEUR D'ALGERIE
Service des Eaux
et Aliments

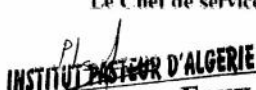
Route du petit Staoueli – Daly Brahim – Alger. Tel : 021 37 26 74 / 36 06 73 / 36 06 86. Poste 220

ANNEXE N° 04

Paramètres recherchés	Résultats	Critères
Coliformes totaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Coliformes fécaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Streptocoques fécaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Anaérobies sulfite réducteurs:	Absence dans 20 ml	Absence/ 20 ml
<i>Salmonella</i> :	Absence dans 500 ml	Absence/ 500 ml

Conclusion: Eau de Bonne Qualité Bactériologique

lundi 28 avril 2014
09:44:11

Le Chef de service

INSTITUT PASTEUR D'ALGERIE
Service des Eaux
et Aliments

Rue du petit Staoueli – Daly Brahim – Alger – Tel : 021 37 26 74 / 36 06 73 / 36 06 86 – Poste 220

ANNEXE N° 05

Laboratoire d'Analyse de Contrôle du Qualité et Conformité-SUD
Siège sociale : Cité Tiksebt-El oued
Adresse Postal: B.P294 Tiksebt-El oued –Algérie
E-mail : lacqc.sud@gmail.com
Mob: 0560605456 Tel/Fax: 032219135
Agrément Ministériel N° :006 en 2012
Gérant : SALHI Med Salah

مخبر تحاليل مراقبة النوعية و الجودة بالجنوب
العنوان:حي تكسبت - ولاية الوادي-
رقم النقال:05-60-60-54-56
رقم الهاتف و الفاكس:032-21-91-35

LA CQC SUD
Laboratoire d'Analyse

El-oued le: 06-07-2014

CERTIFICAT D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

N°:NA/008/2014

Les coordonnées du client					
Code client	317				
Nom du client	EURL NORD AFRIQUE				
Adresse du client	Zone Industrielle Teksebt EL OUED.				
Désignation du produit			Le prélèvement		
Produit	Eau De Consommation Humaine.		Prélèvement par	Client	
Désignation sur étiquette	Eau Filtrée		Prélèvement du	30/07/2014	
Lot N°	30-06-2014		Echant. reçu le	30/07/2014	
N° de dossier	3172013		Lancé le	30/07/2014	
N°	Détermination demandée	Résultat	Normes	Référence du Normes	Méthodes
PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES					
01	Couleur	mg/l Platine	05	15	ISO 7887
02	Turbidité	NTU	04.237	5	ISO 7027
03	Odeur à 12°C	Taux dilution	02.2	4	Multi-paramètre photométrique
04	Saveur à 25°C	Taux dilution	2.50	4	EN50081-1
05	Alcalinité	mg/l en CaCO ₃	186	500	ISO 9963-1
06	Calcium Ca ²⁺	mg/l en CaCO ₃	94.6	200	ISO 6058
07	Chlorures	mg/l	177	500	ISO 10304-1
08	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	7.18	≥6.5 et ≤9	Multi-paramètre HI 83200
09	Conductivité à 20°C	µS/cm	1283	2800	ISO 7888
10	Dureté	mg/l en CaCO ₃	146	200	ISO 6059
11	Potassium K ⁺	mg/l	6.3	12	ISO 9964-2
	K ₂ O		4.1		
12	Résidu sec	mg/l	317	1500	NA 6356
13	Sodium Na ⁺	mg/l	81.2	200	ISO 9964-1
14	Sulfates SO ₄ ²⁻	mg/l	233	400	ISO 10304-1
15	température	°C	23.7	25	

Decret exécutif N°11-125 du 22/03/2011 au Journal Officiel N°18 du 23/03/2011

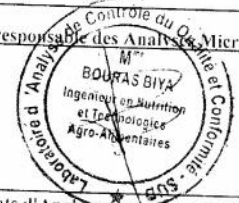

شركة شمال إفريقيا
فرع: الإنتاج وتوزيع المياه
الوادي

Interprétation: Qualité Conforme en physico-chimie aux normes Algériennes


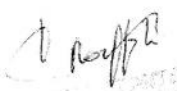

Visa le Responsable de laboratoire des analyses physico-chimique Mlle: NASSIMA GUEZOUN Ingénieur d'Etat Sp. Biologie A:.....	Signature Gérant de Laboratoire A:.....
--	--

NB: Ces résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon présenté.



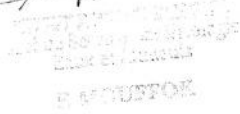
ANNEXE N° 06

Laboratoire d'Analyse, de Contrôle du Qualité et Conformité-SUD		E-GST/03 V: 002		
Agrément Ministériel N°:006 / 2012				
CERTIFICAT D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUE				
Date Du Certificat: 05/07/2014		N°: NA/007/2014		
CLIENT	NOM: EURL NORD AFRIQUE CODE: 317 N° DOSSIER: 3172013 ADRESSE: Zone Industrielle Teksebt EL OUED			
DESIGNATION DU PRODUIT ANALYSEE	NOM DU PRODUIT: EAU DE CONSOMMATION	PRELEVEMENT		
	NATURE DU PRODUIT: Eau Filtrée N° LOT / REF: 30/06/2014 LIEU DE PRELEVEMENT: Bac de Stockage	DATE PRELEVEMENT: 30/06/2014 PAR: Laboratoire DATE DE RECEPTION: 30/06/2014		
RESULTATS DES ANALYSES				
N°	Paramètre Bactériologique Recherchée	Résultas	Normes	Méthode
01	Germes revivifiables à 37°C 24 h	0 5	1 0	JO N°21/2013
02	Germes revivifiables à 22°C 24 h	2 8	1 00	JO N°21/2013
03	Coliformes fécaux n /100ml	Absence	Absence	ISO9308
04	Coliformes Totaux n /100ml	Absence	Absence	JO N°31/2013
05	Escherichia coli n /100ml	Absence	Absence	JO N°31/2013
06	Streptocoques n /100ml	Absence	Absence	ISO 6888
07	Clostridium sulfito-réducteurs à 46°C n/20ml	Absence	Absence	ISO6461-2
Rendant obligatoire la méthode de dénombrement des micro-organismes revivifiables dans l'eau : l'Arrêté exécutif du 24/06/2012 au Journal Officiel N°21 du 23/04/2013.				
Rendant obligatoire la méthode de dénombrement des coliformes, coliformes thermotolérants et Escherichia coli présumptifs dans l'eau : l'Arrêté exécutif du 31/12/2012 au Journal Officiel N° 31 du 16/06/2013.				
Critères définis selon la réglementation en vigueur: Décret exécutif N°11-125 du 22/03/2011 au Journal Officiel N°18 du 23/03/2011.				
Interprétation Des Résultats		Qualité Microbiologique Satisfaisante.		
Visa la responsable des Analyses Microbiologiques 		Signature Gérant Laboratoire 		
NB: Ces résultats d'Analyses ne concernent que l'échantillon à analyser.				
CRER le : 01/01/2014	Adresse Postal: B.P294 Tiksebt-EL-OUED -ALGÉRIE		Page 01sur01	
	E-mail : lacqc.sud@gmail.com			
	Tel/Fax: 032219135 Mob: 0770123915			

ANNEXE N° 07

	Service de Bactériologie des eaux	
Institut Pasteur d'Algérie	<u>Bulletin d'analyse</u>	
Page: 465	N° d'Ordre intérieur: 15 E 373	Date: 16/04/2015
Client		
Nom du client: ATTRA-WATER PURIFICATION STATION		
Adresse: EL OUED		
Produit		
Nature du produit: SONDE AVANT FILTRATION		
Echantillon reçu le: 09/04/2015	Date de prélèvement: 09/04/2015	
Analyse effectuée le: 09/04/2015		
Nombre d'unités composants l'échantillon: 02 Flacons	Volume / Unité: 500 ml	
Observations: /		
Paramètres recherchés	Résultats	Critères
Coliformes totaux:	Présence de 150 dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Coliformes fécaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Streptocoques fécaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Anaérobies sulfite réducteurs:	Absence dans 20 ml	Absence/ 20 ml
<i>Salmonella</i> :	Absence dans 500 ml	Absence/ 500 ml
Conclusion: Eau de Mauvaise Qualité Bactériologique		
jeudi 16 avril 2015 10:55:54		Le Chef de service  
Route du petit Staoueli – Dely Brahim – Alger Tel : 021 37 26 74 / 36 06 73 / 36 06 86 Posta 220		

ANNEXE N° 08

 Institut Pasteur d'Algérie	Service de Bactériologie des eaux	
	<u>Bulletin d'analyse</u>	
Page: 464	N° d'Ordre intérieur: 15 E 374	Date: 16/04/2015
Client		
Nom du client: ATTRA-WATER PURIFICATION STATION		
Adresse: EL OUED		
Produit		
Nature du produit: SONDE APRES FILTRATION		
Echantillon reçu le: 09/04/2015	Date de prélèvement: 09/04/2015	
Analyse effectuée le: 09/04/2015		
Nombre d'unités composant l'échantillon: 02 Flacons	Volume / Unité: 500 ml	
Observations: /		
Paramètres recherchés	Résultats	Critères
Culiformes totaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Coliformes fécaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Streptocoques fécaux:	Absence dans 100 ml	Absence/ 100 ml
Anaérobies sulfite réducteurs:	Absence dans 20 ml	Absence/ 20 ml
<i>Salmonella</i> :	Absence dans 500 ml	Absence/ 500 ml
Conclusion: Eau de Bonne Qualité Bactériologique		
jeudi 16 avril 2015 10:56:53		Le Chef de service  
Route du petit Staoueli – Daly Brahim – Alger Tel : 021 37 26 74 / 36 06 73 / 36 06 86 Poste 220		

Résumé : Contribution à l'étude des différentes techniques des production d'eau potable dans la région d'EL Oued.

L'objectif de cette œuvre est de réaliser une étude technique d'es stations de dessalement qui fonctionnent par le procédé d'osmose inverse. La nécessité d'utiliser ce mode de dessalement, c'est la conséquence de la qualité des eaux de consommation de l'agglomération d'El-Oued qui est caractérisé par une forte salinité, cette dernière influe sur la santé du consommateur. A partir des résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux traitées à montrer que la réalisation de ce type de station a un effet positif pour les consommateurs, car elle permet d'avoir de l'eau de bonne qualité et contenu teneur des sels conformément à l'organisation mondiale de la santé.

Mots clés : Station de dessalement, Eaux potable, Osmose inverse, Analyses physico-chimiques, Qualité microbiologique.

: المساهمة في دراسة مختلف التقنيات لإنتاج الماء الصالح للشرب في منطقة الوادي

الهدف من هذا العمل هو إجراء دراسة تقنية لمحطات تحليه المياه باستعمال طريقة التناضح وهذا راجع لنوعية مياه الشرب في منطقة الوادي حيث تتميز بملوحة عالية، هذه الأخير تؤثر صحة المستهلك حيث تؤدي في بعض الحالات إلى ظهور أمراض خطير، لذا استعمال هذه الطريقة ضروري في التحلية .

من خلال نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية للمياه المعالجة هذه المحطات له تأثير و مردود ايجابي على المستهلكين لأنه يوفر مياه ذات نوعية جيدة حيث تحتوي على أملاح ذات تراكيز معقولة تتوافق مع معايير المنظمة العالمية للصحة .

ملوحة التحاليل

الكلمات المفتاحية : محطة تحلية

الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية المقاييس.