



جامعة بجاية  
Tasdawit n'Bgayet  
Université de Béjaïa



Faculté de Technologie  
Département d'Hydraulique

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présentés par:

**AIT OUMEGHAR ANIA**

**BELHADI CHAHINAZ**

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER en Hydraulique**

Option: **Hydraulique Urbaine**

**INTITULE :**

### **EFFICACITE DE POTABILISATION DE LA STATION DE SOUK EL DJEMAA AIN EL HAMMAM (W.TIZI OUZOU)**

Soutenu le **04 /07/2022** devant le jury composé de :

- Président : **M<sup>r</sup> MERABET. S**
- Promoteur (s) : **M<sup>r</sup> KADJI . B**
- Examineur (s) : **M<sup>r</sup> SAOU .A**

## **Remerciement**

*On remercie tout d'abord Dieu, le tout puissant pour la volonté et le courage qu'il nous a donné pour mener à terme ce travail*

*Nos profonds remerciements et grand respect s'adressent particulièrement à notre promoteur M<sup>r</sup> **KADJI .B** pour son soutien indéfectible et ses conseils, de nous avoir aidé tout au long de notre travail.*

*Nos sincères remerciements s'adressent aussi aux membres de jury d'avoir accepté de juger notre travail.*

*Les enseignants du département d'Hydraulique qui ont donné leur savoir*

*On remercie également l'ensemble du personnel de complexe de Souk El Djemaa M<sup>r</sup> **BEN AHMED MHENNA, ABIDRI TAHAR** pour leur accueil, de nous avoir orientés durant la prospection et la réalisation du notre stage.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.*

***ANIA ET CHAHINAZ***

# Dédicace

*Avant tout, je tiens à remercier le DIEU le tout puissant qui  
ma donné la santé, la volonté, la patience et ma guidé  
à réaliser ce travail malgré tout les obstacles.*

*Je dédie ce modeste travail:*

*Aux deux être les plus chers au monde, mon père et ma mère,  
source intarissable d'amour, de tendresse et de  
sacrifice, que dieu les protège et les entourent de sa  
bénédiction.*

*A ma chère sœur aucune dédicace ne peut exprimer mon amour  
et ma gratitude de t'avoir comme sœur.*

*A mon frère et sa femme ainsi que mon petit frère, souhaite le  
succès dans leur vie.*

*A mon future mari, mon trésor et ma moitié; merci pour votre  
soutien pour votre aide, merci d'être à mes côtés.*

*A ma future belle-famille (ma belle-mère et beau-frère):  
Je vous porte dans mon cœur, amour, estime et reconnaissance,  
je vous aime et je vous souhaite tout le bonheur du  
monde.*

*A la mémoire de mon beau-père: que dieu l'accueille dans son  
vaste paradis.*

*A ma chère nièce et mon adorable neveu.*

*A ma chère binôme: je souhaite  
Le bonheur et la réussite dans sa vie.*

*A .Ania*

# Dédicace

*Avant tout, je tiens à remercier le DIEU le tout puissant qui m'a donné la santé, la volonté, la patience et ma guidé à réaliser ce travail malgré tous les obstacles.*

*Je dédie ce modeste travail:*

*Aux deux être les plus chers au monde, mon père et ma mère, source intarissable d'amour, de tendresse et de sacrifice, que dieu les protège et les entourent de sa bénédiction.*

*Ames chères sœurs et leurs maris aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de vous avoir comme sœurs.*

*A mon cher frère qui m'a aidé énormément, merci pour ton soutien et tous ce que tu as fait pour moi, que Dieu te garde.*

*A mon futur mari, merci pour ton soutien pour ton aide merci d'être à mes côtes.*

*A mes adorables nièces et neveux,*

*A mes chères amies (Tinhinane, Faiza, Eldja, Farah et Saadou) merci pour votre présence dans ma vie, et à tous mes amis avec qui j'ai vécu mes années d'université, et mes chères de près et de loin.*

*A ma chère binôme: je souhaite le bonheur et la réussite dans sa vie.*

**B . Chahinaz**

**LISTE DES SYMBOLES**

**ADN** : Acide Désoxyribonucléique.

**Ca<sup>2+</sup>** : Ions calcium.

**CaCO<sub>3</sub>** : Carbonates de calcium.

**CEE** : Certificat d'économies d'énergie.

**Cl<sup>-</sup>** : Ion Chlorure.

**ClO<sup>-</sup>** : Ion monoxyde de chlore

**Cm** : Centimètre.

**Cm<sup>2</sup>** : Centimètre carré.

**CO<sub>2</sub>** : Le dioxyde de carbone.

**CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>** : Carbonate.

**d** : Densité.

**DPD** : Diéthyl-p-phénylénédiamine.

**DOC** : Carbone organique dissous.

**EB** : Eau brute.

**EC** : Eau clarifiée.

**EMN** : Eau minérale naturelle.

**ET** : Eau traitée.

**Etc** : Etcétera.

**F<sup>-</sup>** : Ion de fluor.

**Fe<sup>2+</sup>** : Ion de fer.

**g** : Gramme.

**g/l** : Gramme par litre.

**g/m<sup>3</sup>** : Gramme par mètre cube

**h** : Heure.

**H<sub>2</sub>O** : Eau.

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : L'ion bicarbonate.

**ISO** : International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation).

**K<sup>+</sup>** : Ion de potassium.

**Km** : kilomètre.

**Km<sup>3</sup>** : kilomètre cube.

**l/s** : Litre par Seconde.

**L** : Litre.

**m** : Mètre.

**m<sup>3</sup>** : Mètre cube.

**m/h** : Mètre par heure.

**m/s** : Mètre par seconde.

**m<sup>3</sup>/j** : Mètre cube par jour.

**mm** : Millimètre.

**MES** : Matière En Suspension.

**mg** : Milligramme.

**mg/l** : Milligramme par litre.

**Mg<sup>2+</sup>** : Ion magnésium.

**ml** : Millilitre.

**mm** : Millimètre.

**mn** : Minute.

**MTH** : Maladies à transmission hydrique.

**N°** : Numéro.

**Na<sup>+</sup>** : Ion de sodium.

**NaCl** : Chlorure de sodium.

**NH<sub>4</sub>** : Ammonium.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Ion Nitrite.

**NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrique.

**nm** : Nanomètre.

**OH<sup>-</sup>** : Hydroxyde.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**pH** : Potentiel d'Hydrogène.

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** : Ions phosphates.

**PPM** : Partie par million.

**Pt/Co** : Echelle de couleur platine cobalt.

**R** : Réactif.

**SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup>** : Ion de silicate.

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : Ion sulfates.

**T** : Température.

**TA** : Titre alcalimétrique

**TAC** : Titre alcalimétrique complet.

**TDS** : Total des sels dissous.

**TH** : Titre hydrotimétrique ou duresté.

**Tr/min** : Tour par minute.

**UV** : Ultras violets.

**°C** : Degré Celsius.

**°F** : Degré Fahrenheit.

**%** : Pourcentage.

**µg/l** : Microgramme par litre.

**µm** : Micromètre.

**µs/m** : Microsiemes par mètre.

**µs/cm** : Microsiemens par centimètre.

**(+)** : Positive.

**(-)** : Négatif.

**(\*)** : Multiplication.

**/** : Division.

**°** : Degré.

**<** : Inférieur.

**>** : Supérieur.

**≤** : Inférieur ou égal.

**≥** : Supérieur ou égal.

**√** : Racine.

**LISTE DES FIGURES**

Figure (I.1) : Cycle naturel de l'eau .....	02
Figure (II.1) : Chaîne de traitement (VALENTIN, 2000).....	15
Figure (II.2) : Dégrillage .....	16
Figure (II.3) : Dessableur.....	17
Figure (II.4) : Coagulation-floculation .....	18
Figure (II.5) : Bassins de décantation .....	21
Figure (II.6): Filtres à sable .....	24
Figure (II.7) : Concentrations relatives en acide hypochloreux et en anion hypochlorite en fonction du pH à 15°C. (CARDOT, 1999).....	28
Figure (II.8) : Différentes formes du chlore (MASSACHELEIN, 1997).....	29
Figure (II.9): Break point (HARRAT;2013).....	31
Figure (II.10) : Désinfection par chloration (Journée de sensibilisation sur la désinfection de l'eau et des ouvrages hydrauliques, Juin 2000).....	32
Figure (III.1) : Vue générale de la station de traitement d'eau potable de SOUK EL DJEMAA.....	36
Figure (III.2) : Vue par satellite de la station SOUK EL DJEMMAA .....	37
Figure (III.3) : Chronologie des opérations unitaires de la station de SOUK EL DJEMAA.....	39
Figure (III.4) : Canal collecteur .....	40
Figure (III.5) : Canal vers la station de traitement .....	40
Figure (III.6) : Dégrillage .....	40
Figure (III.7) : La première galerie de la station.....	41
Figure (III.8) : La deuxième galerie de la station .....	41
Figure (III.9) : Salle d'exhaure .....	42
Figure (III.10) : Préparation d'hypochlorite de sodium.....	43
Figure (III.11) : Clarificateur.....	44
Figure (III.12) : Bassin de coagulation .....	44
Figure (III.13) : Bassin de floculation.....	45
Figure (III.14) : Bassins de décantation .....	46
Figure (III.15) : Filtres à sable fin.....	47
Figure (III.16) : Le lit filtrant .....	47
Figure (IV.1) : Prélèvement et échantillonnage .....	49
Figure (IV.2) : Appareil multi-paramètres (SL1000) .....	50
Figure (IV.3) : Turbidimètre de paillasse HACH .....	51
Figure (IV.4) : Appareil multi-paramètres (SL1000) .....	52
Figure (IV.5) : Conductimètre.....	53
Figure (IV.6) : DPD N°1 (détecteur de chlore).....	54
Figure (IV.7) : Compateur de chlore.....	54
Figure (IV.8) : Agitateur magnétique .....	55
Figure (IV.9) : Spectrophotomètre .....	55
Figure (IV.10) : Dosage d'aluminium .....	56
Figure (IV.11) : Dosage d'ammonium .....	56
Figure (IV.12) : Dosage de nitrites .....	57

Figure (IV.13) : Les échantillons préparés .....	58
Figure (V.1) : Variation du pH en fonction du temps .....	60
Figure (V.2) : Variation de la turbidité en fonction du temps .....	61
Figure (V.3) : Variation de la conductivité en fonction du temps.....	62
Figure (V.4) : Variation de La température en fonction du temps .....	62
Figure (V.5) : Variation de La salinité en fonction du temps.....	63
Figure (V.6) : Variation de TDS en fonction du temps .....	64
Figure (V.7) : Variation d’ammonium en fonction du temps.....	65
Figure (V.8) : Variation de nitrite en fonction du temps .....	66
Figure (V.9) : Variation de l’aluminium en fonction du temps .....	67



**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau (I.1) : Salinité des principales eaux de mer ( <b>Desjardins, R., 1997</b> ).....	04
Tableau (I.2) : Normes des paramètres organoleptiques d'une eau potable ( <b>RODIER, J., 1996</b> ).....	07
Tableau (I.3) : Classification des eaux en termes de dureté. ( <b>The Water Research Commission, 2006</b> ).....	08
Tableau (I.4) : Normes physico-chimiques d'une eau potable ( <b>Rodier J., 1996</b> ).....	09
Tableau (I.5) : Classification de l'eau minérale selon leur minéralisation ( <b>Guillerin.,2018</b> ).	10
Tableau (I.6) : Classification de l'eau minérale selon la composition physico-chimique ( <b>Arrete, 2007</b> ).....	11
Tableau (I.7) : Qualité de l'eau de consommation humaine selon l'OMS 2002 (paramètres avec valeurs limites).....	12
Tableau (I.8) : Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine (Paramètres avec valeurs limites) JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18 23 MARS 2011.....	13
Tableau (II.1) : Avantages et inconvénients de l'Ozone. ( <b>FIGRARELLA &amp; Guy LEYRAL, 1999</b> ) .....	
Tableau (II.2) : Avantages et inconvénients de permanganate de potassium ( <b>FIGRARELLA&amp;GUYLEYRAL, 1999</b> ).....	25
Tableau (II.3) : Avantages et inconvénients des ultraviolets ( <b>FIGRARELLA&amp;LEYRAL, 1999</b> ).....	26
..	
Tableau (II.4) : Temps nécessaire à la destruction de 99% d'E.coli en fonction de la forme de chlore pour une même quantité de produit ( <b>CARDOT, 1999</b> ).....	27
Tableau (II.5) : Les avantages et les inconvénients du chlore ( <b>FIGRARELLA &amp;Guy LEYRAL, 1999</b> ).....	33
Tableau (II.6) : Comparaison de différents procédés de désinfection.....	34
	35
Tableau (IV.1) : Tableau de référence du seuil de goût .....	58
Tableau (V.1) : Variation d'ammonium en fonction du temps.....	64
Tableau (V.2) : Variation de nitrite en fonction du temps.....	65
Tableau (V.3) : Variation d'aluminium en fonction du temps.....	66
Tableau (V.5) : Résultats de test de goût .....	67

# SOMMAIRE

Introduction générale .....	01
<b>Chapitre I : Généralités sur l'eau</b>	
I.1. Introduction .....	02
I.2. Définition de l'eau .....	02
I.3. Cycle de l'eau .....	02
I.4. Les différents types des ressources en eau .....	03
I.4.1. Les eaux de pluie .....	03
I.4.2. Les eaux de surface .....	03
I.4.3. Les eaux souterraines .....	03
I.4.4. L'eau de mer .....	04
I.5. La pollution de l'eau .....	04
I.5.1. Pollution Physique .....	04
I.5.2. Pollution biologiques .....	05
I.5.3. Pollution chimique .....	05
I.6. Les caractéristique de l'eau potable .....	06
I.6.1. Caractères organoleptiques.....	06
I.6.1.1. La couleur .....	06
I.6.1.2. L'odeur.....	06
I.6.1.3. Le goût (La saveur) .....	06
I.6.1.4. Turbidité .....	06
I.6.2. Caractères physico-chimiques.....	07
I.6.2.1. Température.....	07
I.6.2.2. Le potentiel hydrogène.....	07
I.6.2.3. La conductivité électrique .....	07
I.6.2.4. La dureté .....	07
I.6.2.5. L'alcalinité .....	08
I.6.3. Caractères microbiologiques .....	09
I.7. Les eaux minérales naturelles .....	09
I.7.1. Définition .....	09
I.7.2. Caractéristique des eaux minérales naturelles.....	10
I.7.3. Classification des eaux minérales .....	10
I.7.3.1. La minéralisation .....	10
I.7.3.2. Composition physico-chimique .....	10
I.8. Normes des eaux potables.....	11
I.9. Conclusion.....	14

## Chapitre II : Le traitement

II.1. Introduction .....	15
II.2. traitement des eaux .....	15
II.2.1. Définition de traitement .....	15
II.2.2. Le but du traitement .....	15
II.2.3. Les procédés de traitement .....	15
II.2.4. Traitement primaire .....	16
II.2.4.1. Dégrillage.....	16
II.2.4.2. Tamisage .....	16
II.2.4.3. Dessablage.....	17
II.2.4.4. Dégraissage et déshuilage.....	17
II.2.4.5. L'aération.....	17
II.2.4.6. Pré-désinfection .....	17
II.2.5. Traitement secondaire (physico-chimique) .....	18
II.2.5.1. Coagulation-floculation.....	18
A. Coagulation.....	18
A.1. Les coagulants utilisés .....	19
A.2. Le choix du coagulant .....	19
A.3. Les facteurs influençant la coagulation .....	20
A.3.1. Influence du PH .....	20
A.3.2. Influence des sels dissous .....	20
A.3.3. Influence de la température .....	20
A.3.4. Influence du coagulant .....	20
A.3.5. Influence de la concentration du coagulant .....	20
A.3.6. Influence de vitesse et temps d'agitation .....	20
B. floculation.....	21
B.1. types de flocculateurs .....	21
B.2. Les flocculants utilisés .....	21
II.2.5.2. Décantation .....	22
A. types de décanteurs .....	22
A.1. Décanteur horizontal .....	22
A.2. Décanteur lamellaire .....	23
II.2.5.3. Filtration.....	23
A.1. Types des filtres .....	23
II.2.5.4. Désinfection.....	24
A.1. Choix de désinfectant.....	24
A.2. Mode d'action des désinfectants.....	25
A.3. Procédés de désinfection.....	25
A.3.1. Ozonation.....	25
A.3.2. Désinfection par le permanganate de potassium.....	26
A.3.3. Désinfection par les ultraviolets.....	26
A.3.4. Désinfection par chlore.....	27
A.3.4.1. Demande en chlore actif.....	29
A.3.4.2. Propriétés de chlore et ses dérivés.....	30
A.3.4.3. Chloration au break-point.....	31
A.3.4.4. Principe de fonctionnement des produits chlorés.....	32
A.3.4.5. Action du chlore sur les micro-organismes.....	33
A.3.4.6. La dose de chlore nécessaire pour une bonne désinfection.....	33
A.3.4.7. Réactions des produits chlorés dans l'eau.....	33
A.3.4.8. Les avantages et inconvénients du chlore.....	34

A.4. Comparaison de différents procédés de désinfection.....	35
II.3.Conclusion .....	35

### **Chapitre III : Présentation de la station de SOUK EL DJEMAA**

III.1. Présentation de la zone d'étude .....	36
III.2. La situation géographique .....	37
III.3. Fiche technique de la station de souk el djemaa .....	38
III.4. Configuration de la station .....	38
III.5. La chaine de traitement .....	40
III.5.1. Arrivée d'eau .....	40
III.5.2. Dégrillage grossier .....	40
III.5.3. Stockage de l'eau brute .....	41
III.5.4. Le captage (salle d'exhaure) .....	42
III.6. Ouvrages de traitement .....	42
III.6.1. Pré-chloration .....	42
III.6.2. Clarification (coagulation-floculation-décantation) .....	44
III.6.2.1 bassin de coagulation.....	44
III.6.2.2 Bassin de floculation .....	45
III.6.2.3 Décantation. ....	46
III.6.3. Filtration final.....	46
III.6.4. La désinfection .....	48
III.7. Conclusion .....	48

### **Chapitre IV : Matériels et méthodes**

IV.1. Introduction .....	49
IV.2. Prélèvement et échantillonnage .....	49
IV.3. Méthodes d'analyses .....	50
IV.3.1. Analyses physico-chimiques .....	50
IV.3.1.1. Potentiel d'hydrogène (pH) .....	50
IV.3.1.2. La turbidité.....	51
IV.3.1.3. Conductivité électrique.....	52
IV.3.1.4. La Température.....	53
IV.3.1.5. La salinité et le total des solides dissous (TDS) .....	53
IV.3.1.6. Test de chlore .....	54
IV.3.1.7. Testes ammonium, aluminium, nitrites .....	55
IV.4. Seuil de goût .....	57
IV.5. Les paramètres mesurés au sein de la station SOUK EL DJEMAA .....	59
IV.6. Conclusion .....	59

### **Chapitre V : Résultats et discussion**

V.1. Introduction .....	60
V.2. Suivi de l'évolution en fonction du temps, des paramètres physico- chimiques caractérisant les eaux brute ; clarifiée et traitée au niveau de la station .....	60
V.2.1. Les paramètres physico-chimiques .....	60
V.2.1.1. Potentiel d'hydrogène (pH) .....	60
V.2.1.2. La turbidité.....	61
V.2.1.3. La conductivité.....	61
V.2.1.4. La température.....	62
V.3. La Salinité.....	63
V.4. TDS .....	63

V.5. Ammonium .....	64
V.6. Nitrites .....	65
V.7. Aluminium .....	66
V.8. Seuil de goût .....	67
V.9. Conclusion.....	68
Conclusion générale .....	69



# ***Introduction générale***

# INTRODUCTION GENERALE

L'eau se trouve presque partout sur terre, et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus. Près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrit par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau. **(Bertrand G., 2008)**

Les eaux de sources sont également des eaux d'origine souterraine. Elles sont potables à l'état naturel et embouteillées à la source. En revanche, à la différence des eaux minérales naturelles, les eaux de source ne sont pas tenues à une stabilité de leur composition minérale.

Pour obtenir de l'eau potable, l'eau douce puisée nécessite de subir certains traitements définis par des normes de potabilité, ainsi, nous devons la débarrasser d'impuretés de bactéries voire même de traces de minéraux trop fortes afin qu'elle puisse donc être bue sans risque pour la santé

La station de traitement de l'eau brute destinée à la potabilisation est sous une pression croissante pour produire une eau potable de bonne qualité et à plus faible coût. Ceci représente une économie en termes de coût mais aussi en termes de respect de l'environnement. **(Grosclaude., 1999).**

L'objectif de notre travail se porte sur l'évaluation de l'efficacité de potabilisation de la station de Souk El Djemaa (Ain El Hammam, Tizi Ouzou (w) ).

Ce travail comporte deux parties principales :

**La partie bibliographique :** est composée essentiellement de deux chapitres

- Le premier chapitre va être une synthèse bibliographique portant sur un ensemble de généralités sur les différentes ressources en eau, leurs caractéristiques, les pollutions qui affectent l'eau et la potabilisation de cette dernière, et sur l'eau minérale.
- Le deuxième chapitre va se porter sur les procédés de traitement (caractéristique).

**La partie expérimentale :** est composée de trois chapitres essentiels :

- Le premier chapitre est une description du lieu d'étude.
- Le deuxième chapitre parle sur les matériels utilisés et les méthodes adoptées durant la réalisation de cette étude.
- Le troisième chapitre englobe tous les résultats obtenus ainsi que les discussions.

# ***CHAPITRE I***

## ***Généralités sur L'eau***



## I.1. Introduction

Le traitement d'une eau brute après son captage dépend de sa qualité et de ses constituants, critères qui varient dans le temps. L'eau puisée dans l'environnement doit donc être analysée en continu avant de subir le traitement de potabilisation approprié.

## I.2. Définition de l'eau

Liquide incolore, inodore, sans saveur, transparent sous faible épaisseur mais prenant une couleur vert bleu sous grande épaisseur, l'eau est une combinaison d'hydrogène et d'oxygène ( $H_2O$ ) sa plus grande partie est salée ou contenue dans les calottes glaciaires. L'eau douce utilisable (2,3 % du total environ) se trouve dans les lacs et les marais, l'atmosphère et dans les cours d'eau. (Larousse, 1995)

## I.3. Cycle de l'eau

L'eau est le seul et unique élément qui existe sous les trois états solide, liquide et gazeux dans les conditions naturelles que l'on rencontre à la surface de la terre. (Musy et Higy, 2004)

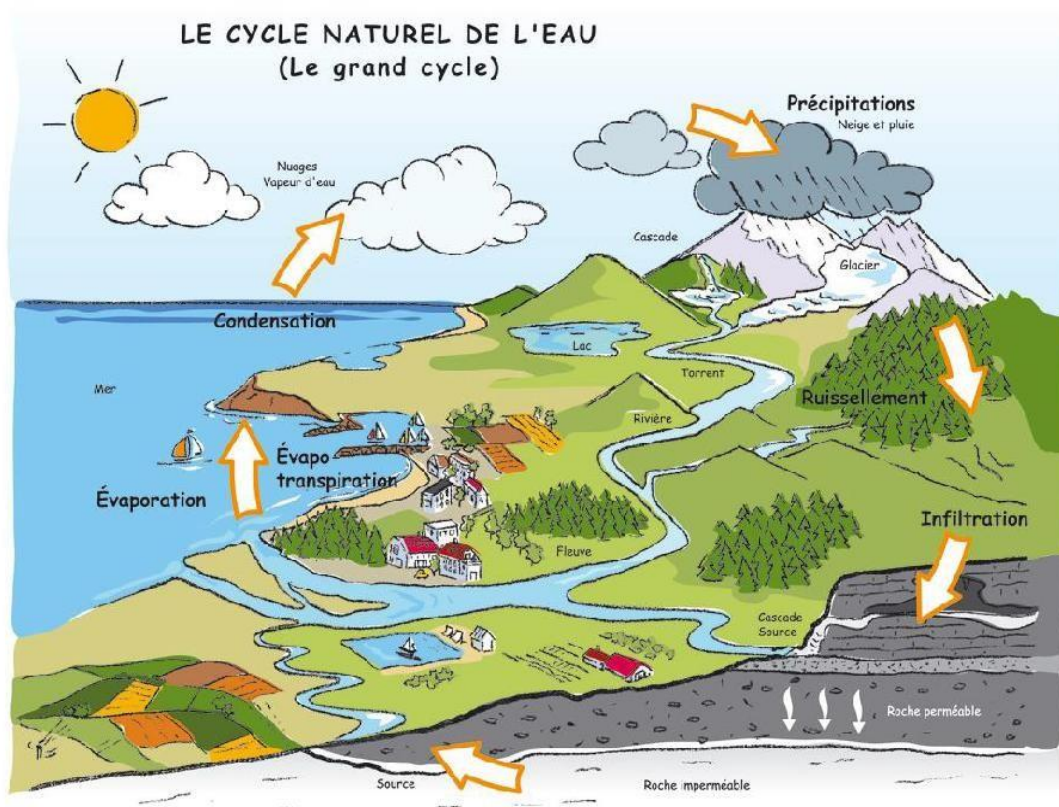


Figure (I.1) : Cycle naturel de l'eau

Sous l'effet du soleil, l'eau des océans et des continents ainsi que l'eau provenant de la transpiration des végétaux s'évapore. On parle d'évapotranspiration. La vapeur d'eau s'accumule alors dans l'atmosphère. L'air chargé de vapeur d'eau se refroidit en fonction de l'altitude. A une certaine altitude, les molécules d'eau sous forme de gaz se

transforment en molécules d'eau à l'état liquide (gouttelettes d'eau) : c'est le phénomène de liquéfaction. Ces molécules d'eau liquide sont visibles sous la forme de nuages. Les nuages se déplacent sous l'effet du vent. Si le nuage se trouve dans un milieu où les températures sont très froides, les gouttelettes d'eau qui le composent se solidifient et deviennent alors des cristaux de glace. L'eau des nuages retombe sur la terre sous forme de précipitations (liquides ou solides). Une partie de l'eau s'enfonce sous la terre pour former les nappes : c'est l'infiltration. Une autre partie ruisselle jusqu'aux océans, est partiellement récupérée par les végétaux ou encore s'évapore. Le cycle est ainsi bouclé (**Anonyme 2**).

## I.4. Les différents types des ressources en eau

### I.4.1. Les eaux de pluie

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité, elles sont saturé d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous, elles sont donc très douces. Cependant dans les régions industrialisées, les eaux peuvent être de moins bonne qualité à cause des contaminations atmosphériques. (**Desjardins, R., 1997**)

### I.4.2. Les eaux de surface

Englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dans 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 (**Degrement, 1989**).

### I.4.3. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Les principales caractéristiques de ces eaux sont :

- ✓ Turbidité faible : car ces eaux bénéficient d'une filtration dans le sol ;
- ✓ Faible contamination bactérienne : à cause du très long séjour dans le sol ainsi que l'absence de matières organiques nécessaires pour la croissance des bactéries ;
- ✓ Température constante : puisque elles sont à l'abri des effets du rayonnement solaire et de l'atmosphère ;
- ✓ Indice de couleur faible : les eaux souterraines ne sont pas en contact avec les substances végétales, source de couleur ;
- ✓ Débit constant : la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année ;
- ✓ Dureté souvent élevée : les eaux peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents ( $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ , etc.) responsables de la dureté ;
- ✓ Concentration élevée de fer et de manganèse : ces métaux, souvent présents dans le sol, sont facilement dissous lorsque l'eau ne contient pas d'oxygène dissous.

(**DESJARDINS, 1997**).

#### I.4.4. L'eau de mer

La mer représente 70% de la surface du globe dit terrestre. Son volume est de 1300 millions de  $Km^3$ . (GAUJOUS., 1995). Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Elles sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous appelées leur salinité. La salinité de la plupart des eaux de mer est de 33 000 à 37 000 mg/l (Desjardins, 1997).

Le tableau I.1 représente la salinité des différentes mers et océans sur la planète. On constate que ce n'est pas la même concentration partout.

*Tableau (I.1) : Salinité des principales eaux de mer (Desjardins, R., 1997)*

Mer ou océan	Concentration (mg/L)
Mer Rouge	43000
Golfe Arabe	43000
Mer Méditerranéenne	39000
Océan Atlantique	36000
Océan Indien	33800
Océan Pacifique	33000
Mer Adriatique	25000
Mer Noire	13000
Mer Baltique	7000

### I.5. La pollution de l'eau

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux souterraines et les eaux superficielles. La notion d'altération du milieu est fondamentale. En effet, un rejet ne sera par définition polluant que s'il amène une altération, c'est-à-dire une dégradation. Le problème se posera dès qu'un rejet aura un effet sur la qualité de l'eau ; si cet effet a des conséquences jugées négatives, il s'agira d'une pollution (GAUJOUS., 1995).

#### I.5.1. Pollution Physique

- ❖ **La pollution physique naturelle** : est celle qui résulte de l'entraînement en suspension d'éléments minéraux: sable fin, limons, argiles, lors de pluies violentes ou de crues abondantes. (Chartier Marcel M., 1974)
- ❖ **La pollution physique humaine** : sont celles provoquées par le rejet industriel provoquant de fort déséquilibre dans le milieu hydrique. Elles sont classées en trois types :

##### A. les rejets de matières en suspension inertes ou fermentescibles :

Ce sont les rejets d'eau de lavage provenant de l'exploitation de minéraux ou bien les rejets d'eau de séparation par flottation. Mais certaines eaux résiduaires organiques, eaux usées domestiques et urbaines, eaux industrielles des industries alimentaires, des industries des cuirs et peaux, des industries textiles,

etc. contiennent des matières en suspension très fermentescibles qui nécessitent un traitement biologique pour corriger un développement microbien intense et l'épuisement de l'Oxygène dissous. (**Chartier Marcel M., 1974**).

#### **B. les rejets de calories :**

Les rejets d'eau de réfrigération, le plus souvent non souillés, mais chargés de calories. Ces rejets élèveront la température naturelle du milieu hydrique récepteur et entraîneront un appauvrissement physique de la teneur de l'eau fluviale en oxygène, voire une mutation dans les espèces qui composent le potamoplancton (plancton des eaux douces). (**Chartier Marcel M., 1974**)

#### **C. les rejets pouvant entraîner une nuisance radioactive :**

Actuellement, nous pouvons penser que la pollution radioactive est rarement préoccupante. La contamination pourrait avoir deux origines : d'une part, les retombées d'aérosols radio actifs consécutifs à l'explosion d'engins nucléaires et, d'autre part, les rejets dus à l'industrie nucléaire et aux applications scientifiques, industrielles et médicales. Les nuisances potentielles ont incité à des mesures de protection efficaces et à des contrôles attentifs du bilan de la contamination radioactive. (**Chartier Marcel M., 1974**)

### **I.5.2. Pollution biologiques**

Qu'elle que soit sa nature, elle a plusieurs origines :

- ❖ **Les eaux résiduaires urbaines** : Qui sont très chargées en germes intestinaux, dont beaucoup sont des pathogènes. Dès qu'un effluent, contenant une proportion plus ou moins important de matières fécales humaines ou animales, pénètre dans un environnement aquatique, les germes pathogènes, et les indicateurs fécaux sont transférés à ce dernier, où ils se diluent (**HASLAY ET LECLERC., 1993**).
- ❖ **Les effluents industriels** : Agroalimentaires ou papetiers, ont également des charges importantes en pathogènes et en entérobactéries, dont les proportions varient fortement selon la nature de l'industrie (**HASLAY ET LECLERC.. 1993**).

### **I.5.3. Pollution chimique**

Il s'agit des éléments chimiques minéraux et organiques dissous et des micros polluants, est due essentiellement au déversement des polluants organiques et sels de métaux lourds par les unités industrielles (**FESTY B et al., 2003**).

#### **A. Métaux lourds**

Parmi ceux-ci, figurent le plomb et le chrome qui affectent les propriétés organoleptiques de l'eau, ils sont dangereux même à l'état de trace, car ils s'accumulent dans la chaîne alimentaire par leur ingestion répétée et provoquent de graves altérations chez l'organisme humain (**TARDAT BEAUDRY, 1984**).

#### **B. Détergents**

Ils inhibent les processus d'auto épuration, limitent le développement des micro-organismes et bloquent la ré-oxygénation du milieu. Les détergents peuvent

perturber la flottation et la décantation si leur concentration est élevée (DEGREMENT., 1984).

### C. Dans l'atmosphère

Les gaz sont oxydés et convertis en acide sulfurique et nitrique ce qui contribue à acidifier les précipitations. Ces pluies acides causent des dommages aux forêts et acidifient le système aquatique (LEVÊQUE., 1996).

### D. Pesticides

La pollution par les pesticides est constituée, pour la majeure partie, par les produits phytosanitaires utilisés pour protéger les cultures contre les insectes ravageurs (insecticides), contre les mauvaises herbes (herbicides) et contre les champignons pathogènes (fongicides). Une grande partie de ces substances rejoint directement ou indirectement le sol, qui stocke les pesticides et les transforme par ses microorganismes en divers produits de dégradation ou métabolites plus ou moins inoffensifs. (HARTEMANN P et MONTIEL A., 2003)

## I.6. Les caractéristique de l'eau potable

L'eau destinée à la consommation humaine doit répondre aux règlements généraux d'hygiène et à toutes les mesures propres pour préserver la santé de l'Homme.

### I.6.1. Caractères organoleptiques

#### I.6.1.1. La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à  $0,45\mu m$ . Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. (Rodier, J., 2009).

#### I.6.1.2. L'odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. La présence d'une odeur est un signe de pollution ou de la présence de la matière organique en décomposition (RODIER, J., 1996).

#### I.6.1.3. Le goût (La saveur)

C'est un critère d'appréciation gustative de la qualité de l'eau, une eau potable de bonne qualité à un bon goût. La saveur dépend essentiellement de la qualité et la nature des corps dissous (RODIER., 2009)

#### I.6.1.4. Turbidité

C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée dans les eaux, par la présence de matières en suspension fines comme les argiles, les limons, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale (REJSEK., 2002).

Tableau (I.2) : Normes des paramètres organoleptiques d'une eau potable (RODIER, J., 1996)

Paramètre organoleptique	Unité	Norme OMS	Norme CEE	Normes Algérienne
Couleur	mg/l échelle pt/Co	25	15	15
Odeur	Seuil de perception à 25°C	4	2	4
Saveur	Seuil de perception à 25°C	4	2	4
Turbidité	NTU	4	2	5

## I.6.2. Caractères physico-chimiques

### I.6.2.1. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH et pour la connaissance de l'origine de l'eau. De plus la vitesse des réactions chimiques et biochimiques varie en fonction de la température de l'eau. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde (RODIER et al, 2005).

### I.6.2.2. Le potentiel hydrogène

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité: à pH 7 une eau est dite **neutre**, à un pH inférieur à 7 une eau est dite **acide** et à un pH supérieur à 7, elle est dite **basique**. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, il varie habituellement entre 7,2 et 7,6. (RODIER et al, 2005).

### I.6.2.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Puisque le courant électrique est conduit par le mouvement des ions en solution, la conductivité augmente lorsque la concentration des ions augmente. Les ions responsables de la conductivité électrique sont le calcium ( $Ca^{2+}$ ), le magnésium ( $Mg^{2+}$ ), le sodium ( $Na^+$ ), le potassium ( $K^+$ ), le bicarbonate ( $HCO_3^-$ ), le sulfate ( $SO_4^{2-}$ ) et le chlorure ( $Cl^-$ ). La conductivité de l'eau la plus pure que l'on ait obtenue est de  $4,2 \mu S/m$ . (Degrément, S., 2005)

### I.6.2.4. La dureté

La dureté de l'eau ou Titre Hydrotimétrique (TH) est un indicateur global de la minéralisation de l'eau. Elle correspond à la somme des cations métalliques, à l'exception des métaux alcalins ( $Na^+$ ,  $K^+$ ). Dans les eaux naturelles, elle est essentiellement due aux ions calcium ( $Ca^{2+}$ ) et magnésium ( $Mg^{2+}$ ), dont les concentrations lui sont proportionnelles : l'f équivaut à 4 mg/l de calcium et à 2,4 mg/l de magnésium.

Dans une eau naturelle, on peut distinguer différents types de dureté :

- dureté totale (TH<sub>t</sub>) : somme des concentrations en  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ ;
- dureté calcique (TH<sub>Ca</sub>) : concentration globale en  $Ca^{2+}$ ;
- dureté magnésienne (TH<sub>Mg</sub>) : concentration globale en  $Mg^{2+}$ ;
- dureté permanente ou non carbonatée (TH<sub>p</sub>) : qui persiste après ébullition de l'eau et qui correspond uniquement aux sels de calcium et de magnésium solubles à chaud, sous forme de chlorures et de sulfates, car les hydrogencarbonates sont décomposés et précipitent sous forme de carbonate de calcium
- dureté temporaire ou carbonatée : qui correspond aux sels de calcium sous forme d'hydrogencarbonate, et qui est la différence entre la dureté totale et la dureté permanente (REJSEK., 2002).

*Tableau (I.3) : Classification des eaux en termes de dureté.*  
(The Water Research Commission, 2006)

Classification de la dureté	Dureté totale en mg/l (CaCO <sub>3</sub> )
Très douce	Moins de 50
Douce	50-100
Légèrement dure	100-150
Moyennement dure	150-250
Dure	250-350
Très dures	Plus de 350

#### ***I.6.2.5. L'alcalinité***

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogencarbonates ( $HCO_3^-$ ), de carbonates ( $CO_3^{2-}$ ), d'ions hydroxydes ( $OH^-$ ) et d'une façon plus limitée, aux ions silicates ( $SiO_3^{2-}$ ), phosphates ( $PO_4^{3-}$ ) ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité, exprimée en  $HCO_3^-$ , varie de 10 à 350 mg/l (RODIER et al., 2005).

La norme ISO 9963 définit différents types d'alcalinité:

- Le titre alcalimétrique complet (TAC): qui correspond à l'alcalinité totale, ce qui revient à déterminer les ions  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $OH^-$ ;  
TAC =  $[HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] + [OH^-]$
- Le titre alcalimétrique (TA): qui correspond à l'alcalinité entraînée par les ions  $OH^-$  et à la moitié des ions  $CO_3^{2-}$ ; TA =  $[CO_3^{2-}] + [OH^-]$  (REJSEK., 2002., DUGUET et al, 2006).

*Tableau (I.4) : Normes physico-chimiques d'une eau potable (Rodier J., 1996).*

Paramètre physico-chimiques	Unité	Normes OMS	Normes CEE	Normes Algérienne
Température	°C	≤25	≤25	≤25
pH	-	6,5-8,5	6,5-9	6,5-9,5
Conductivité	μS/cm	2800	1000	2800
TAC	°F	≥2,5	≥2,5	≥4
TH	°F	≤15	≤15	≤1

### I.6.3. Caractères microbiologiques

L'eau ne doit contenir ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination bactériologique et être la cause d'une épidémie. Les dénombrements bactériens consistent à rechercher des germes aérobies, c'est-à-dire se développant en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques. La présence de coliformes fécaux ou streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par des matières fécales. La présence d'autres coliformes, de staphylocoque, laisse supposer une contamination fécale. Dans les deux cas, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurant le traitement (**RODIER., 1996**)

## I.7. Les eaux minérales naturelles

### I.7.1. Définition

Sont des eaux à l'état naturel d'origine souterraine, microbiologiquement saines. Elles se distinguent nettement des autres eaux destinées à la consommation humaine par leurs natures caractérisées par la pureté, et par la teneur spécifique en sels minéraux, oligoéléments ou autres constituants, et leurs compositions physico-chimiques stables. Ces caractéristiques sont appréciées sur les plans géologique, hydrogéologique, physique, chimique, physicochimique, microbiologique et pharmacologique (**Labadi, A.S., Hammache, H., 2016**).

Ces eaux minérales naturelles constituent un cas particulier car leurs qualités thérapeutiques favorables à la santé humaine ont été reconnues par l'Académie nationale de médecine ; Qui sont autorisées concernant leur teneur parfois élevée en sels minéraux (**Chocat,B., Levi,Y.,Brelot,E.,2005**).

L'appellation «eau minérale naturelle » (EMN) est accordée par le ministère de la santé publique sur la base d'un dossier complet, elle est reconnue par le l'Académie Royale de médecine (**Arrete., 2000**).



### I.7.2. Caractéristique des eaux minérales naturelles

L'eau minérale naturelle est un trésor de la nature qui se distingue de l'eau de boisson ordinaire par :

- ❖ Sa teneur en certains sels minéraux, les proportions relatives de ses sels et la présence d'oligo-éléments ou d'autres constituants ;
- ❖ Elle provient directement de nappes souterraines par des émergences naturelles ou forées pour lesquelles toutes les précautions devraient être prises afin d'éviter toute pollution ou influence extérieure sur ses propriétés physiques et chimiques ;
- ❖ Elle est conditionnée à proximité de l'émergence de la source avec des précautions d'hygiène particulières (Jean., 2008) ;
- ❖ Elle est captée dans des conditions qui garantissent la pureté microbiologique et la composition chimique de ses constituants essentiels ;
- ❖ Elle n'est soumise à aucun traitement ;
- ❖ Elle se différencie de l'eau de source par la stabilité de sa composition minérale (Jean., 2000).

### I.7.3. Classification des eaux minérales

La classification des eaux minérales naturelles peut en se basant sur différents critères :

#### I.7.3.1. La minéralisation

Elle doit être constante dans le temps mais peut varier de quelques milligrammes par litre à quelques dizaines, voire exceptionnellement, une centaine de milligrammes par litre, ce qui permet de distinguer cinq catégories, représentées dans le tableau suivant :

**Tableau (I.5) : Classification de l'eau minérale selon leur minéralisation (Guillerin., 2018)**

Type d'eau	Critères
Eaux très faiblement minéralisées	Teneur total en sels minéraux < 50mg/l
Eaux faiblement minéralisées	Teneur total en sels minéraux 50-500mg/l
Eaux moyennement minéralisées	Teneur total en sels minéraux 500-1000mg/l
Eaux minéralisées	Teneur total en sels minéraux 1000-1500mg/l
Eaux fortement minéralisées	Teneur total en sels minéraux > 1500mg/l

#### I.7.3.2. Composition physico-chimique

Pour caractériser et différencier les eaux minérales naturelles entre elles, il est nécessaire de prendre compte de leur profil physico-chimique, la classification se fait selon le tableau suivant :

**Tableau (I.6) : Classification de l'eau minérales selon la composition physico-chimique (Arrete, 2007)**

Type d'eau	Critères
Eau minérale calcique ( $Ca^{2+}$ )	La teneur en calcium est supérieure à 150mg/l
Eau minérale sodique ( $Na^+$ )	La teneur en sodium est supérieure à 200mg/l
La teneur en magnésium ( $Mg^{2+}$ ) est supérieure à 50mg/l	La teneur en magnésium est supérieure à 50mg/l
Eau minérale bicarbonatée ( $HCO_3^-$ )	La teneur en bicarbonate est supérieure à 600mg/l
Eau minérale Fluorée ( $F^-$ )	La teneur en fluor est supérieure à 1mg/l
Eau minérale sulfatée ( $SO_4^{2-}$ )	La teneur en sulfate est supérieure à 200mg/l
Eau minérale chlorurée ( $Cl^-$ )	La teneur en chlorure est supérieure à 200mg/l
Eau minérale Ferrugineuses ( $Fe^{2+}$ )	La teneur en fer bivalent est supérieure à 1mg/l
Eau minérale acidulée ( $CO_2$ )	La teneur en dioxyde de carbone libre est supérieure à 250mg/l
Eau minérale pauvre en sodium ( $Na^+$ )	La teneur en sodium est inférieure à 20mg/l

### ***1.8. Normes des eaux potables***

Une eau de consommation ne doit pas contenir de germes des maladies à transmission hydrique (MTH) ; de substances toxiques ni de quantité excessive de matières minérales et organiques. Elle doit être limpide, incolore et ne posséder aucun goût ou odeur désagréable. L'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de ceux qui seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute substance toxique (Coulibaly, 2005).

Il est à noter que beaucoup de pays ont leurs propres normes, lorsqu'il n'existe pas de normes nationales, on adopte les normes de l'OMS en général. Les normes de l'OMS sont assez tolérantes pour certains critères, pour obtenir compte des moyens limités de certains pays en voie de développement (Kettab, 1992).

*Tableau (I.7) : Qualité de l'eau de consommation humaine selon l'OMS  
2002 (paramètres avec valeurs limites)*

Elément /substance	symbole	Concentration normalement trouvée dans les eaux de surface	Lignes directrices fixées par l'oms
Aluminium	Al		0.2 mg/l
Ammonium	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<0.2 mg/l (peut aller jusqu'à 0.3 dans une eau anaérobie)	Pas de contrainte
Antimoine	Sb	<0.4 ug/l	0.02mg/l
Arsenic	As		0.01mg/l
Amiante			Pas de valeur guide
Baryum	Ba		0.7mg/l
Béryllium	Be	<1 ug/l	Pas de valeur guide
Bore	B	<1 mg/l	0.5mg/l
Cadmium	Cd	1 ug/l	0.003mg/l
Chlore	Cl		Pas de valeur guide mais on peut noter un gout à partir de 250 mg/l
Chrome	Cr <sup>3+</sup> , Cr <sup>6+</sup>	<2ug/l	Chrome total : 0.05 mg/l
Couleur			Pas de valeur guide
Cuivre	Cu <sup>2+</sup>		2 mg/l
Cyanure	CN <sup>-</sup>		0.07 mg/l
Oxygène dissous	O <sub>2</sub>		Pas de valeur guide
Fluorure	F <sup>-</sup>	<1.5mg/l (up to 10)	1.5 mg/l
Dureté	Mg/l CaCO <sub>3</sub>		200ppm
Sulfure d'hydrogène	H <sub>2</sub> S		0.05 à 1 mg/l
Fer	Fe	0.5-50 mg/l	Pas de valeur guide
Plomb	Pb		0.01 mg/l
Manganèse	Mn		0.04 mg/l
Mercure	Hg	<0.5 ug/l	Inorganique : 0.006 mg/l
Molybdène	Mb	<0.01 mg/l	0.01 mg/l
Nickel	Ni	<0.02 mg/l	0.07 mg/l
Nitrate et nitrite	NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>		50 et 3 mg/l exposition a court terme
Turbidité			Non motionnée
Ph			Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
Sélénium	Se	<<0.01 mg/l	0.01 mg/l
Argent	Ag	5-50 ug/l	0.01 mg/l
Sodium	Na	<20 mg/l	Pas de valeur guide
Sulfate	SO <sub>4</sub>		500 mg/l
Etain inorganique	sn		Pas de valeur guide peu toxique
TDS			Pas de valeur guide mais un optimum en dessous de 1000 mg/l
Uranium	U		0.015 mg/l

Zinc	Zn		3 mg/l
------	----	--	--------

**Tableau (I.8) : Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine (Paramètres avec valeurs limites)** JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18 23 MARS 2011

Groupe de paramètres	paramètres	Unités	Valeurs limites
Paramètres organoleptiques	couleur	Mg/l platine	15
	turbidité	NTU	5
	Odeur à 12°C	Taux dilution	4
	Saveur 25°C	Taux dilution	4
Paramètres physicochimiques en relation avec la structure naturelle de l'eau	Alcalinité	Mg/l en CaCo3	500
	calcium	Mg/l en CaCo3	200
	chlorures	Mg/l	500
	Concentration en ions d'hydrogènes	Unité pH	6 et 9
	Conductivité à 20° C	uS/cm	2800
	dureté	Mg/l en CaCO3	200
	potassium	Mg/l	12
	Résidu sec	Mg/l	1500
	sodium	Mg/l	200
	sulfates	Mg/l	400
	température	°C	25
	Paramètres chimiques	Aluminium	Mg/l
Ammonium		Mg/l	0.5
Baryum		Mg/l	0.7
Bore		Mg/l	01
Fer total		Mg/l	0.3
Fluorures		Mg/l	1.5
Manganèse		Ug/l	50
Nitrates		Mg/l	50
Nitrites		Mg/l	0.2
Oxydabilités		Mg/l O2	05
Phosphore		Mg/l	05
Acrylamide		Uµg/l	0.5
Antimoine		Ug/l	20
Argent		Ug/l	100
Arsenic		Ug/l	10
Cadmium		Ug/l	03
Chrome total		Ug/l	50
Cuivre		Ug/l	2
Cyanure		Ug/l	70
Mercure		Ug/l	06
Nickel		Ug/l	70
Plomb		Mg/l	10
Sélénium		Mg/l	10
Zinc	n/100ml	5	
Chlore	n/100ml	5	
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/200ml	0
	Entérocoques		0

	Bactéries sulfitoréductrices		0
--	---------------------------------	--	---

## I.9. Conclusion

Dans ce premier chapitre nous avons présentés les généralités sur les eaux naturelles, nous pouvons donc conclure que toutes les eaux de la nature ne sont pas directement qualifiées pour la consommation. Même une eau d'apparence limpide peut transporter en son sein toutes sortes de substances inertes ou vivantes, dont certaines peuvent être nocives pour l'organisme humain. Ces substances proviennent du milieu naturel. Pour une consommation sans danger, il convient dès lors de traiter et de contrôler l'eau.

# ***CHAPITRE II***

## ***Le traitement***

## II.1. Introduction

L'eau pure n'existe pas à l'état naturel. Dans son parcours jusqu'à nos robinets, elle se charge d'éléments à la fois indispensables à notre santé mais peut également rencontrer des substances potentiellement toxiques pour l'organisme. C'est pourquoi l'eau doit subir plusieurs traitements avant d'être considérée comme potable. Elle doit ainsi répondre à de nombreux critères pour permettre à chacun de boire une eau sans aucun risque pour la santé.

## II.2. Traitement des eaux

### II.2.1. Définition de traitement

Quelle que soit l'origine d'une eau, sa destination à la consommation humaine implique un traitement qui représente l'ensemble des opérations mécaniques, physico-chimiques, biologiques appliquées sur l'eau afin de la rendre potable.

### II.2.2. Le but du traitement

Le traitement des eaux a pour objectifs suivants :

- ✓ La préservation de la santé publique : l'eau distribuée doit être consommée sans faire courir des risques pour la santé, elle doit donc être conforme aux critères de qualité fixés par la loi ;
- ✓ La protection du réseau de distribution : contre l'entartrage et la corrosion. (Kettab, 1992).

### II.2.3. Les procédés de traitement

Une eau polluée, suivant la nature et la concentration des constituants qu'elle transporte, engendre des perturbations sur le milieu récepteur. Des dispositifs de traitement ont été développés, afin de répondre aux objectifs imposés notamment par le cadre réglementaire.

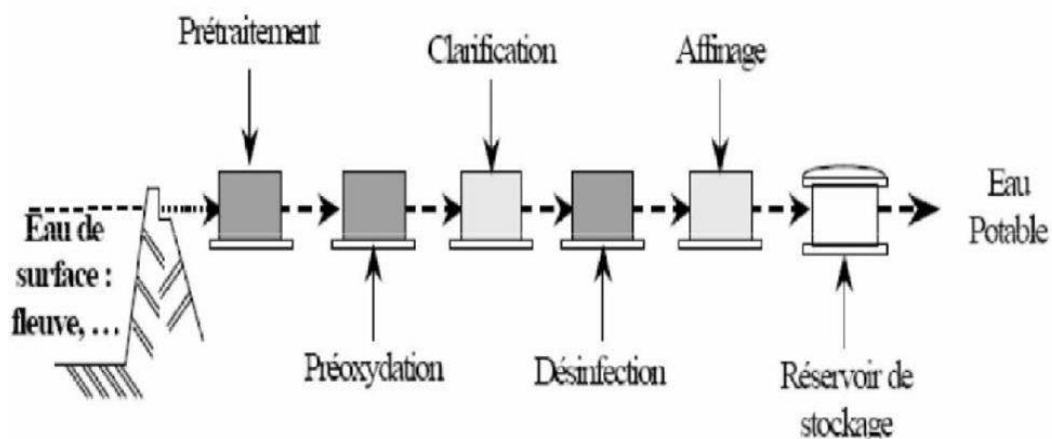


Figure (II.1) : Chaîne de traitement (VALENTIN, 2000)

### II.2.4. Traitement primaire

Le traitement primaire ou bien le prétraitement consiste à débarrasser les eaux des polluants solides les plus grossiers, cette étape comporte un certain nombre d'opération physique ou mécanique selon la qualité de l'eau brute. (KAFIZ, CHEKMAM, 2005)

#### II.2.4.1. Dégrillage

Le dégrillage, premier poste de traitement, il est destiné à piéger les matières plus ou moins volumineuses et les retirer de l'eau tels que les plastiques, morceaux de bois,...etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau brute passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage) (Degremont, 2005)



*Figure (II.2) : Système de dégrillage*

#### II.2.4.2. Tamisage

L'objectif de tamisage est d'arrêter les matières en suspension de petites dimensions (0.2 à 5 mm) et des corps susceptibles de passer à travers un dégrillage. Les équipements utiles de ces tamis sont constitués par des tôles perforées, ou le plus souvent, par des éléments de grille. Les espacements varient de 0.15mm à 5mm. On distingue différents types de tamis :

Tambour, tamis rotatif et tamis courbe pour les eaux résiduaires dont la gamme 0.15 à 2 mm et le macro tamisage et micro tamisage pour les eaux de surface. (Tanini,2005)



### **II.2.4.3. Dessablage**

Le dessablage est une opération dans laquelle les particules denses, dont la vitesse est inférieure à 0.3m/s, dont la dureté et la taille sont relativement importantes, supérieurs à 0.2 mm de diamètres vont pouvoir se déposer, il permet par décantation, de retirer les sables mélangés dans les eaux par ruissellement ou amenés par l'érosion des conduits. (**Belahmadi, 2011**)



**Figure (II.3) : Dessableur**

### **II.2.4.4. Dégraissage et déshuilage**

Déshuilage par écumage des graisses, c'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des conduites.

Le dessablage et le déshuilage se réalisent le plus souvent dans un même ouvrage : les sables décantent au fond de celui-ci tandis que les graisses remontent en surface. (**KAFIZ, CHEKMAM, 2005**)

### **II.2.4.5. L'aération**

Une installation d'aération en fonction de l'oxygène dissous, permet la désorption des gaz indésirables et une oxygénation de l'eau brute telle que le taux de saturation en oxygène dans cette eau soit au minimum de 80% à la température moyenne de l'eau. (**Onep, 2010**)

### **II.2.4.6. Pré-désinfection**

La pré-désinfection ou pré-chloration est une opération qui consiste à éliminer l'ammoniaque et de réduire la concentration des microorganismes (les bactéries et les organismes pathogènes) et aussi d'oxyder l'azote ammoniacal, le fer et le manganèse de façon à faciliter leur élimination. (**Samake, 2002**)

### II.2.5. Traitement secondaire (physico-chimique)

Le traitement secondaire se fait plus souvent par voie physico-chimique afin d'éliminer les particules de très faible diamètre.

#### II.2.5.1. Coagulation-floculation

Les procédés de coagulation et floculation facilitent l'élimination des MES et des particules colloïdales en les rassemblant sous forme des floes dont la séparation est ensuite effectuée par des systèmes de décantation, filtration.



*Figure (II.4) : Coagulation-floculation*

La coagulation-floculation se fait en deux étapes, à savoir :

#### A. Coagulation

La charge électrique et la couche d'eau qui entourent les particules hydrophiles tendent à éloigner les particules les unes des autres et par conséquent, à les stabiliser dans la solution. Le but principal de la coagulation est de déstabiliser ces particules pour favoriser leur agglomération. On peut obtenir cette déstabilisation par :

- ✚ compression de la double couche ;

Si deux particules colloïdales s'approchent l'une de l'autre, elles sont soumises à deux grands types de forces de direction opposée :

- ❖ Force d'attraction, liée à la surface spécifique et à la masse des colloïdes, ainsi qu'à la nature de milieu ;
- ❖ Force de répulsion électrostatique, liée aux charges superficielles des colloïdes.

Leur résultante est d'une part très supérieure à celle de la gravité qui est donc négligeable, et d'autre part va décider de l'agrégation.

- ✚ Adsorption et neutralisation des charges ;
- ✚ Emprisonnement des particules dans un précipité ;
- ✚ Adsorption et pontage. (**Raymond Desjardins, 1997**)

### A.1. Les coagulants utilisés

Les coagulants peuvent être minéraux ou organiques. Les coagulants minéraux les plus courants sont :

- **Les sels d'aluminium :**
  - ✓ Sulfate d'aluminium soit cristallisé :  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14$  ou  $18H_2O$ , soit liquide : solution à 600 ou 720 g/l de sulfate cristallisé  $18H_2O$  : couramment appelé sulfate d'alumine.
  - ✓ Chlorure d'aluminium :  $AlCl_3$  liquide (efficace mais rare)
  - ✓ Aluminate de sodium  $NaAlO_2$  (**Degremont, 2005**)
- **Les sels de fer :**
  - ✓ Le chlorure ferrique sublimé  $FeCl_3$  ou cristallisé  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  est le plus souvent liquide à 600g/l de  $FeCl_3$ .
  - ✓ Les sulfates ferriques cristallisés en poudre  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ .
  - ✓ Le sulfate ferreux en poudre  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ .

Il existe d'autres coagulants minéraux comme le sulfate de cuivre, ozone, chlore, poly électrolytes cationiques dont le principe d'action est celui d'adsorption par pontage. (**Degremont, 2005**)

Les coagulants organiques sont des composés de type polymères comme les polyamines possédant de nombreux sites chargés positivement. (**Duvivier, 2006**)

### A.2. Le choix du coagulant

Pour choisir un coagulant, un certain nombre de paramètres doit être pris en considération à savoir :

- ✓ Les caractéristiques des eaux brutes tels que ; la minéralisation et les paramètres physico-chimiques à éliminer (turbidité, couleur, matières organiques) ;
- ✓ Les critères économiques tels que les surcoûts dus à l'utilisation des réactifs de neutralisation ;
- ✓ La vérification de la dose de coagulant à mettre en œuvre passe par le Jar-test. (**Cardot, 1999**)

### *A.3. Les facteurs influençant la coagulation*

#### *A.3.1. Influence du pH*

Le pH est la variable la plus importante à prendre en considération au moment de la coagulation. Pour chaque eau, il existe une plage de pH pour laquelle la coagulation a lieu rapidement, plage qui est fonction du coagulant utilisé, de sa concentration et de la composition de l'eau à traiter.

Pour les sels de fer et d'aluminium, les plages de pH optimales s'étendent respectivement de 4 à 6 et de 5 à 7. Pour certaines eaux, il faut parfois corriger le pH à l'aide de divers produits (acides, chaux ou soude). Pour abaisser le pH, il est plus avantageux, dans certains cas, d'augmenter la quantité de coagulant. (Desjardins, 1997)

#### *A.3.2. Influence des sels dissous*

Les sels contenus dans une eau exercent les influences suivantes sur la coagulation et floculation :

- ✓ Modification de la plage de pH optimale.
- ✓ Modification du temps requis pour la floculation.
- ✓ Modification de la quantité de coagulant requis.
- ✓ Modification de la quantité résiduelle de coagulant dans l'effluent. (Desjardins, 1997)

#### *A.3.3. Influence de la température*

Toute diminution de la température est suivie d'une augmentation de la viscosité et par conséquent le taux de formation des floes se trouve réduit. Aussi est-il bien connu qu'en hiver le floe est plus fragile et moins dense (Kettab, 1992)

#### *A.3.4. Influence du coagulant*

Le choix du coagulant peut influencer les caractéristiques de la coagulation. Ainsi, même si l'alun est le coagulant le plus fréquemment utilisé, il peut être avantageux de le remplacer par du sulfate ferrique. Ce dernier procure en effet à plusieurs eaux une plage de pH optimale plus large que celle due à l'alun. De plus, pour un même pH élevé, le sulfate ferrique est moins soluble que l'alun. (Desjardins, 1997)

#### *A.3.5. Influence de la concentration du coagulant*

La détermination de la concentration du coagulant est un paramètre essentiel pour la déstabilisation des particules colloïdales. Une surdose du coagulant produit inévitablement une restabilisation colloïdale qui est susceptible de charge de surface (Kettab, 1992)

#### *A.3.6. Influence de la vitesse et du temps d'agitation*

Lors de l'introduction du coagulant dans l'eau, on procède à une agitation rapide pour la dispersion et l'homogénéisation de la solution. Mais une agitation intense empêche l'agrégation

des particules, tandis qu'une agitation prolongée conduit systématiquement à la restabilisation du système agrégé (**Kettab, 1992**).

### ***B. flocculation***

Après avoir été déstabilisées, les particules colloïdales ont tendance à s'agglomérer lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres. Le taux d'agglomération des particules dépend de la probabilité des contacts et de l'efficacité de ces derniers. La flocculation a justement pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules, lesquels sont provoqués par la différence de vitesse entre ces particules. (**Raymond Desjardins, 1997**)

#### ***B.1. types de flocculateurs***

➤ **Flocculateur à écoulement horizontal (classique) :**

L'agitation est causée par un ensemble de pales parallèles à l'axe de rotation, ensemble qui tourne à une vitesse constante.

➤ **Flocculateur à voile de boues :**

L'écoulement de l'eau à lieu vers le haut, ce qui permet de maintenir un voile de boues en suspension, ce voile est situé dans une zone de légère turbulence, où les collisions entre les particules sont favorisées par la forte concentration de ces dernières. Les théories actuelles concernant les mécanismes de flocculation dans ces conditions étant incomplètes, elles ne permettent pas de décrire adéquatement le phénomène.

Dans un flocculateur à voile de boues, comme dans un flocculateur classique, les collisions entre les particules sont favorisées par le brassage. Cependant dans un voile de boues la concentration de particules est beaucoup plus élevée, ce qui accroît les probabilités de collisions. (**Raymond Desjardins, 1997**)

#### ***B.2. Les flocculants utilisés***

Les flocculants sont des composés agissant par pontage. Il s'agit de polymères à haut poids moléculaire présentant des groupes réactionnels de charge inverse de celle de la suspension à traiter. On distingue des flocculants naturels et synthétiques.

- ✚ Les flocculants naturels : ce sont des polymères hydrosolubles pouvant avoir une charge anionique, cationique, ou neutre. On distingue ceux de nature organique comme l'alginate ou aqualgine extraits des algues et l'amidon issu de la pomme de terre ou de tapioca et ceux de nature minérale telle que la silice activée, l'alumine et la bentonite.
- ✚ Les flocculants synthétiques : ce sont des polymères de type polyacrylamide ou polyacrylate. Ils ont un caractère non ionique. La fonction amide très polaire permet des pontages avec les matières en suspension (**Kettab et al 1999**).

### *II.2.5.2. Décantation*

La décantation, procédé qu'on utilise dans pratiquement toutes les usines de traitement des eaux, a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Ces particules sont en général des particules de floc ou des particules résultant de la précipitation qui a lieu lors des traitements d'adoucissement ou d'élimination du fer et du manganèse. Les particules s'accumulent au fond du bassin de décantation d'où on les extrait périodiquement. L'eau clarifiée, située près de la surface, est dirigée vers l'unité de filtration (**Desjardins, 1997**)



*Figure (II.5) : Bassins de décantation*

#### *A. Types de décanteurs*

##### *A.1. Décanteur horizontal*

Le décanteur horizontal est constitué d'une cuve parallélépipédique : l'eau chargée de MES pénètre à une extrémité et l'eau décantée ressort à l'autre suivant un écoulement horizontal. Elle nécessite une surface de bassin de décantation importante avec une vitesse de sédimentation généralement faible. Théoriquement, l'efficacité d'un décanteur horizontal ne dépend que de sa vitesse et non de sa hauteur ou de son temps de rétention (soit de 0.5 à 1.5 m/s). Pendant leur parcours dans l'ouvrage les plus petites peuvent s'agglutiner entre elles, c'est le phénomène de coalescence. Leur taille, et donc la vitesse de sédimentation augmente avec le temps, la trajectoire devient de ce fait curviligne et l'efficacité de la décantation dépend donc aussi du temps de rétention. (**Luetz, 2010**)

### *A.2. Décanteur lamellaire*

Les décanteurs lamellaires sont des ouvrages destinés au traitement des eaux de ruissellement polluées. Le procédé de traitement est la séparation gravimétrique entre deux lames juxtaposées et inclinées par rapport à un plan horizontal. Dans ce type de décanteur l'effluent brut pénètre horizontalement sur l'un des flancs du bloc lamellaire. L'eau circule horizontalement entre les lames tandis que les particules plus denses que l'eau chutent, les eaux claires sortent de l'autre côté de la structure lamellaire. **(Vazquez et al, 2010)**

Les décanteurs lamellaires, ont l'avantage d'être à la fois des ouvrages compacts comparativement aux bassins de retenues, mais également, d'offrir des performances élevées du fait de leur surface de décantation très étendue. **(Morin et al 2009)**

### *II.2.5.3. Filtration*

C'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 issue de la floculation. La plus ou moins grande facilité de fixation dépend étroitement des conditions d'exploitation du filtre et du type de matériau utilisé. L'espace inter-granulaire 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 rétro-lavage. La filtration permet une élimination correcte des bactéries, de la couleur et de la turbidité. **(Hernandez, 2006)**

#### *A.1. Types des filtres*

Pour le traitement des eaux potables, on utilise principalement

- ✓ Des filtres à sable rapide.
- ✓ Des filtres à sable lents.
- ✓ Des filtres sous pression.
- ✓ Des filtres à terre diatomée.

En pratique, les filtres à sable rapides sont plus utilisés. Les filtres à sable lents, de construction et fonctionnement, simples, nécessitent de grandes superficies. Les filtres sous pression et les filtres à terre diatomée servent surtout à traiter les eaux de piscine ou sont utilisés dans de petite unités de traitement préfabriquées. **(Desjardins 1997).**



*Figure (II.6) : Filtres à sable (*

#### **II.2.5.4. Désinfection**

C'est l'étape finale à la station de traitement, l'objectif recherché à ce stade est la destruction des bactéries pathogènes de l'eau, notamment virus, susceptibles de transmettre des maladies hydriques. C'est le moyen de fournir une eau bactériologiquement potable, ce traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation, car une eau potable n'est pas une eau stérile biologiquement par contre elle contient encore des micro-organismes non pathogènes qui ne présentent aucun danger pour la santé (**DESJARDINS ,1997**)

##### **A.1. Choix de désinfectant**

Le choix est fondé sur des critères techniques (désinfection simple ou complète) et économiques, et doit respecter les conditions suivantes:

- ❖ Il doit détruire assez rapidement les germes indicateurs de pollution fécale, les germes pathogènes, les virus et les spores quelques soient leurs nature et leurs quantités ;
- ❖ Ajouté à l'eau dans des proportions exigées, sans avoir aucun effet toxique ;
- ❖ Le désinfectant doit être peu onéreux, fiable et facile à manipuler ;
- ❖ Sa concentration dans l'eau doit être déterminée très facilement et très rapidement avec le maximum de précision ;
- ❖ Il doit être suffisamment stable dans l'eau afin de conserver dans le temps tout son pouvoir rémanent ;
- ❖ Il ne doit pas se désagréger très rapidement, ni s'allier à certains composants de l'eau, ce qui risquerait en fin de compte d'engendrer des combinaisons dont l'effet protecteur est réduit ou nul (**Desjardins ,1997**).



Il existe plusieurs désinfectants physiques et chimiques parmi lesquels:

- ✓ Le chlore ;
- ✓ Le dioxyde de chlore ;
- ✓ L'ozone ;
- ✓ Les chloramines ;
- ✓ Permanganate de potassium

### ***A.2. Mode d'action des désinfectants***

Les désinfectants oxydent les protéines de l'enveloppe et de la capsidie des virus dont la perméabilité augmente brutalement. L'oxydation de l'acide nucléique est alors possible. Les cibles de la structure bactérienne sont la membrane cytoplasmique, l'ADN, etc.

L'augmentation de la perméabilité membranaire provoque une fuite d'ions responsable d'une chute de la pression osmotique qui entraîne la lyse bactérienne (CARDOT, 1999)

### ***A.3. Procédés de désinfection***

#### ***A.3.1. Ozonation***

C'est une désinfection de choix, d'un prix de revient certainement plus élevé que la chloration, mais d'une efficacité bien supérieure. L'ozone a une action d'oxydation par addition d'un atome d'oxygène. La dose d'ozone à mettre en œuvre est très variable suivant la qualité du traitement préalable. Ainsi sur une eau de surface très polluée et parfaitement traitée, il faut 1 à 1,2 g d'ozone par m<sup>3</sup> d'eau pour obtenir un taux résiduel de 0,4 g/m<sup>3</sup> (MASSACHELEIN, 1980)

**Tableau (II.1): Avantages et inconvénients de l'Ozone. (FIGRARELLA & Guy LEYRAL, 1999)**

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ L'ozone est plus efficace que le chlore, le dioxyde de chlore, et les chloramines pour inactiver les virus, Cryptosporidium.</li> <li>❖ L'ozone oxyde le fer et le manganèse</li> <li>❖ L'ozone peut parfois améliorer la clarification de l'eau et de diminution de la turbidité</li> <li>❖ L'utilisation de l'ozone agit sur la couleur, le goût et les odeurs</li> <li>❖ L'ozone est très efficace, et ne demande qu'un temps de contact très court.</li> <li>❖ Le pouvoir de biocide n'est pas altéré par la valeur du pH de l'eau à traiter.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ La présence de bromure, d'aldéhyde, etc. conduit à la formation de sous-produit pouvant être halogénés.</li> <li>❖ Le coût d'investissement est élevé, en comparaison avec les autres procédés.</li> <li>❖ L'ozone est hautement corrosif et toxique.</li> <li>❖ Des filtres biologiques sont nécessaires pour récupérer le carbone organique et les sous-produits de désinfection biodégradables.</li> <li>❖ L'efficacité de l'ozone décroît rapidement à des valeurs de température élevées.</li> </ul>

### A.3.2. Désinfection par le permanganate de potassium

Le permanganate de potassium est un désinfectant puissant, il est livré par l'industrie sous forme de poudre cristalline foncée, presque noire à reflet métallique.

Ce désinfectant doit toujours être mis en solution avant d'être utilisé pour la désinfection. Etant long à dissoudre, il est bon de préparer à l'avance une solution concentrée par dissolution à l'eau chaude à raison de 30 à 60 g/l. Le tableau suivant représente les avantages et les inconvénients de permanganate de potassium (BEAUDRY,1984).

**Tableau (II.2): Avantages et inconvénients de permanganate de potassium (FIGRARELLA&GUYLEYRAL, 1999)**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Le permanganate de potassium oxyde le fer et le manganèse.</li> <li>❖ Il oxyde les composés responsables de modifications du goût et des odeurs.</li> <li>❖ Il est facile à transporter, à stocker et à appliquer.</li> <li>❖ Un bon moyen de réduire la formation de THM et autres sous-produits de désinfection.</li> <li>❖ Son utilisation n'a que peu de conséquences sur Les traitements postérieurs</li> <li>❖ Le permanganate est efficace contre certain virus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ L'usage du permanganate de potassium nécessite un temps de contact relativement long.</li> <li>❖ Le permanganate de potassium à tendance à donner une coloration rose à l'eau.</li> <li>❖ C'est un produit toxique irritant pour la peau et les muqueuses.</li> <li>❖ Certain dangers existent lors de la préparation des solutions.</li> <li>❖ Les surdosages ont des conséquences sur la santé humaine (jaunisse, pression artérielle).</li> </ul>

### A.3.3. Désinfection par les ultraviolets

Les UV permettent d'obtenir une bonne désinfection et même une action virulicide poussée à condition d'être appliquée à une couche d'eau de faible épaisseur, sous une puissance suffisante. L'eau doit être claire, non turbide, non colorée, dépourvue de fer, de colloïdes organiques ou de microorganismes. Ces conditions étant remplies, toutes cellules vivantes actives ou sporulées, atteintes par les UV meurent ou tout au moins ne peuvent plus se reproduire ni agir sur le milieu ambiant. La longueur d'onde germicide est 253,7 nanomètres (nm).

Le **Tableau (II.3)** montre les avantages et les inconvénients des ultraviolets (**BEAUDRY;1984**)

**Tableau (II.3): Avantages et inconvénients des ultraviolets (FIGRARELLA&LEYRAL, 1999)**

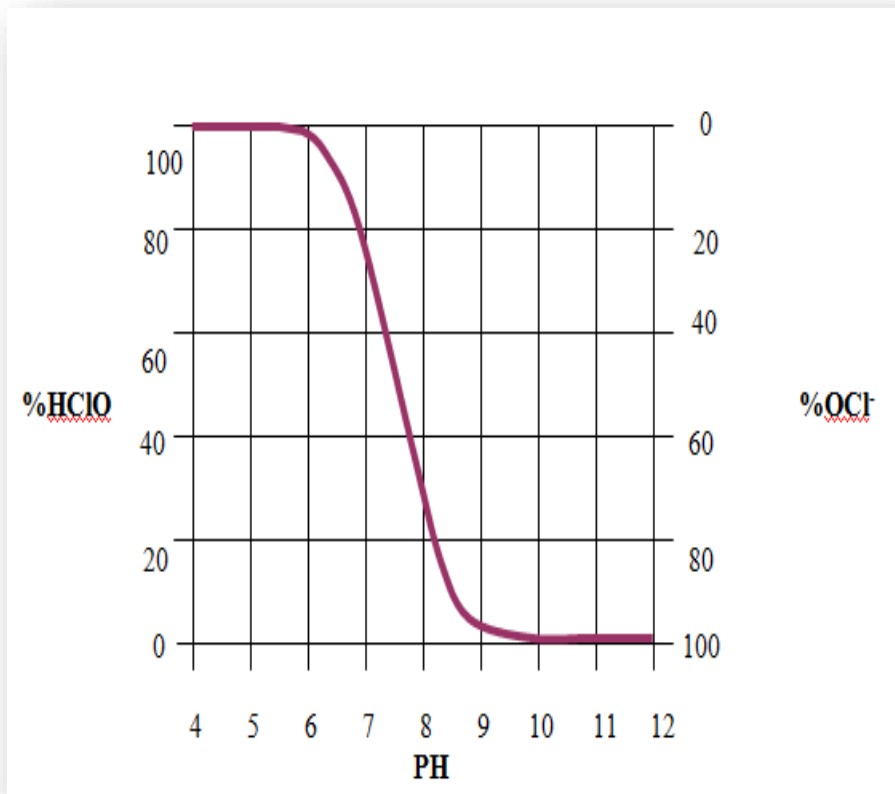
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Très efficace contre les bactéries et virus à faible dosage.</li> <li>❖ Production minimale de sous-produits de désinfection.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Les eaux fortement chargée en fer, calcium, phénols, avec une turbidité élevée ne se prête pas au traitement UV.</li> <li>❖ Effet non rémanent.</li> </ul>

### A.3.4. Désinfection par chlore

Le chlore ou ses dérivés sont fréquemment utilisés afin d'assurer la désinfection de l'eau potable. Malgré la production de sous-produits de désinfection (SPD) tels que les THM, la chloration représente un progrès majeur dans le traitement de l'eau et la protection de la santé publique. En effet, le chlore assure la destruction ou l'inactivation de nombreux microorganismes pathogènes.

Le chlore appartient à la famille chimique des halogènes. Les désinfectants à base de chlore sont des oxydants. En tant qu'oxydants ils captent les électrons à partir du matériel ou des enzymes cellulaires bactériennes, entraînant la mort de l'organisme.

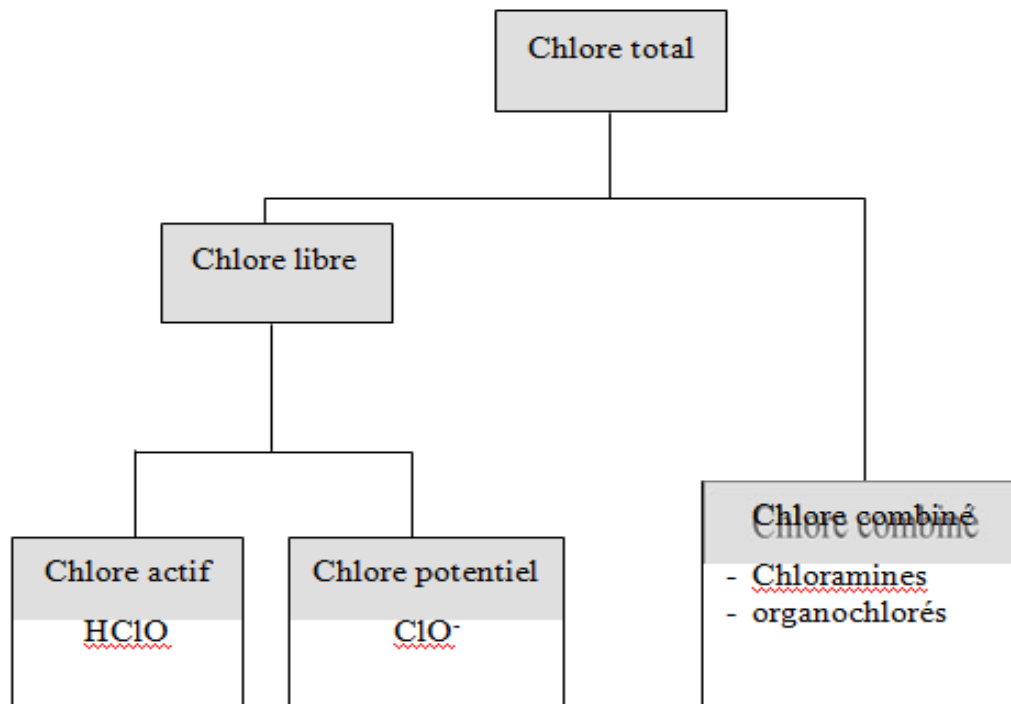
Quelle que soit la forme sous laquelle il est introduit, une fois dans l'eau, le chlore entraîne la Formation d'acide hypochloreux ( $HOCl$ ) (**Desjardins ,1990**).



*Figure (II.7) : Concentrations relatives en acide hypochloreux et en anion hypochlorite en fonction du pH à 15°C. (CARDOT, 1999).*

En tenant compte de toutes les formes de chlore présentes en solution, on a dû définir les notions de chlore total, de chlore résiduel et combiné (MASSACHELEIN, 1997), représenté en *Figure (II.9)*

- ✚ **Chlore résiduel libre** : Représente la somme des concentrations des espèces  $Cl_2$ ,  $OHCl$  et  $ClO^-$
- ✚ **Chlore combiné** : Est formé par les chlores amines minérales et organiques.
- ✚ **Chlore résiduel total**: Est la somme du chlore libre et combiné.



*Figure (II.8) : Différentes formes du chlore (MASSACHELEIN, 1997)*

#### **A.3.4.1. Demande en chlore actif**

C'est la quantité de chlore nécessaire à introduire dans l'eau pour qu'il reste une trace de chlore libre après deux heures de contact. La mesure s'effectue en versant dans une série de flacons de 1 litre, contenant l'eau à examiner, des doses croissantes de chlore. Après un temps de deux heures, on introduit dans chaque flacon quelques cristaux d'iodure de potassium et 2 ml d'empois d'amidon.

La dose en chlore à introduire dans l'eau est celle du premier flacon qui présente une légère coloration bleue. Le chlore injecté dans l'eau se trouve sous trois formes : libre, combiné ou total.

- ✚ On appelle le chlore libre résiduelle chlore actif sous forme de chlore d'acide hypochlorite ou d'ion hypochloreux.
- ✚ Ainsi le chlore actif total ou tout simplement le chlore total, comprend le chlore libre et le chlore combiné. (HARRAT.2013).

#### A.3.4.2. Propriétés de chlore et ses dérivés

Le chlore existe dans la nature sous forme combinée, principalement avec le sodium sous forme de chlorure de sodium ( $NaCl$ ) qui n'est autre que le sel de cuisine. En générale le chlore est préparé par l'électrodialyse du chlorure de sodium sous forme aqueuse ou fondue ; après séchage, il est liquéfié par compression et refroidissement.

Le chlore gazeux ou liquide est stable et peut être stocké dans des réservoirs en acier à température ambiante pour une longue durée.

Le chlore est inflammable, non explosif et non conducteur d'électricité. Il réagit spontanément avec la plupart des éléments simples ou composés, à température ambiante. (HARRAT; 2013).

##### a) Chlore gazeux ( $Cl_2$ )

Le chlore ( $Cl_2$ ) est un gaz jaune verdâtre, qui se liquéfie par refroidissement et par compression. Sa solubilité dans l'eau dépend de la température chlore par litre d'eau à 20°C. Le chlore ( $Cl_2$ ) à un fort pouvoir oxydant, il favorise la destruction des matières organiques, il a une action germicide par destruction des diastases indispensables à la vie des microbes (BOUZIANI, 2000).

##### b) Dioxyde de chlore ( $ClO_2$ )

Le dioxyde de chlore est un oxydant et un désinfectant puissant, efficace pour l'inactivation des bactéries, virus et protozoaires pathogènes. Cependant les mécanismes qui gouvernent son action désinfectante ne sont pas encore bien connus et ils semblent différer selon le type de micro organisme.

Le dioxyde de chlore  $ClO_2$  présente plusieurs avantages comparativement au chlore et aux autres désinfectants. Contrairement au chlore, il demeure sous sa forme moléculaire dans les limites de pH typiques des eaux naturelles, il est plus efficace pour inactiver certaines Bactéries, telles que *B.subtilis*, *B.mesentericus*, et *B.megatherium*, et les kystes de protozoaires (BOUZIANI;2000).

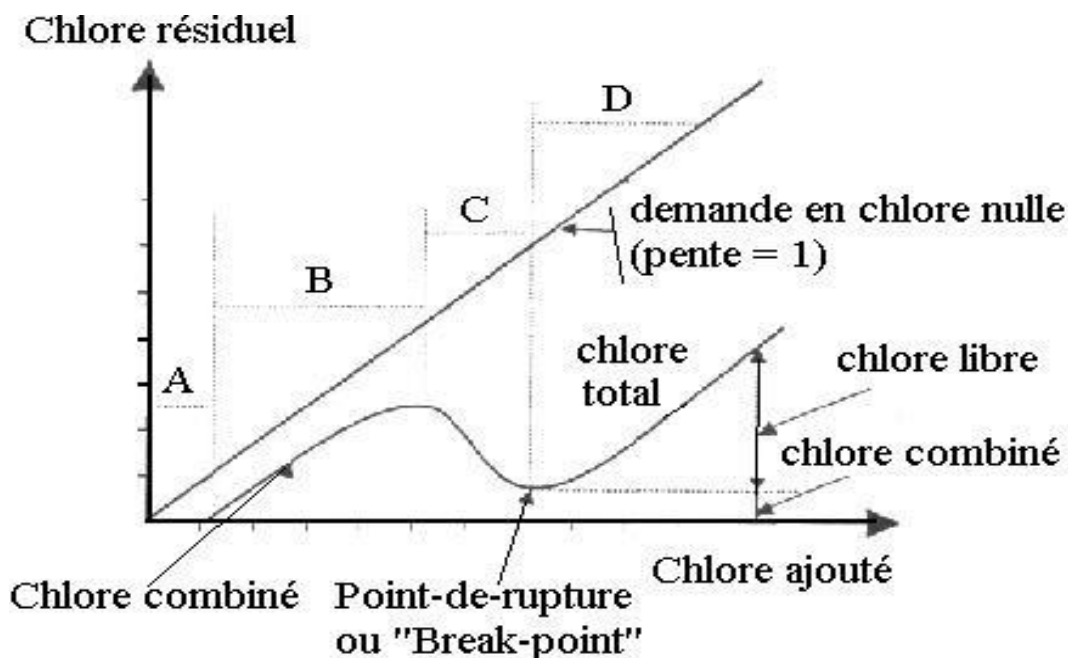
Cependant, bien que l'utilisation du dioxyde de chlore permette de réduire la formation de THM, il entraîne la formation d'autres sous-produits de désinfection, tels que les chlorites et chlorates. De plus, la désinfection au dioxyde de chlore est généralement plus cher et plus compliquée à effectuer que celle du chlore, celui-ci devant être synthétisé sur place (CAUTHIERFANNY.2002).

### c) Hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ )

L'hypochlorite de sodium en solution commerciale basique ou eau de javel, est un liquide jaune verdâtre dont le pH est compris entre 11,5 à 13, C'est la forme solubilisée du chlore gazeux dans la soude avec une quantité équimolaire d'ion chlorure et d'ion hypochlorite (à ce pH). Son titre (ou concentration) est exprimé en degrés chlorométriques ( $1^\circ = 3.17\text{g Cl}_2 / \text{l}$ ). Pour l'eau de javel industrielle, ce titre est généralement compris entre 47 et 50° chlorométriques (soit 149 à 159 g de  $\text{Cl}_2$  par litre d'eau de javel). L'eau de javel est relativement instable et son exposition à la lumière et ou à la température ou encore la diminution du pH entraîne une diminution significative, sans diminuer la concentration en impuretés (LEGUBE, 2015).

#### A.3.4.3. Chloration au break-point

La chloration « au point de rupture » ou break point est un procédé qui permet de maintenir le taux de chlore libre à un niveau suffisamment élevé que pour permettre la conversion des chloramines et des composés organiques azotés en azote gazeux inerte, représenté dans **Figure (II.9)** (CARDOT,1999).



**Figure (II.9): Break point (HARRAT;2013)**

Avec :

- A: Destruction du chlore par les composés minéraux,
- B: Formation de composés chlorés organiques et de chloramines,
- C: Destruction des chloramines par ajout de chlore supplémentaire,
- D: Production de chlore actif.

La chloration au break-point entraîne la disparition totale de l'ammoniaque.

#### A.3.4.4. Principe de fonctionnement des produits chlorés

Les produits chlorés (eau de javel, chlore) ont un grand effet bactéricide grâce à leur pouvoir oxydant qui permet la destruction des germes pathogènes.

La désinfection à l'eau de javel est simple à mettre en œuvre. Livrée sous forme liquide, elle est stockée dans une cuve avant d'être reprise par une pompe doseuse pour être injectée dans le bassin de contact où transite l'eau à désinfecter.

Le chlore gazeux est livré et stocké sous forme liquéfiée dans des bouteilles (outanks) sous pression. Par connexion sur la bouteille, le chlore gazeux est soutiré pour être mélangé grâce à un hydro-éjecteur à une eau de service, ce qui permet la production d'eau chlorée. Celle-ci est injectée dans le bassin de contact.

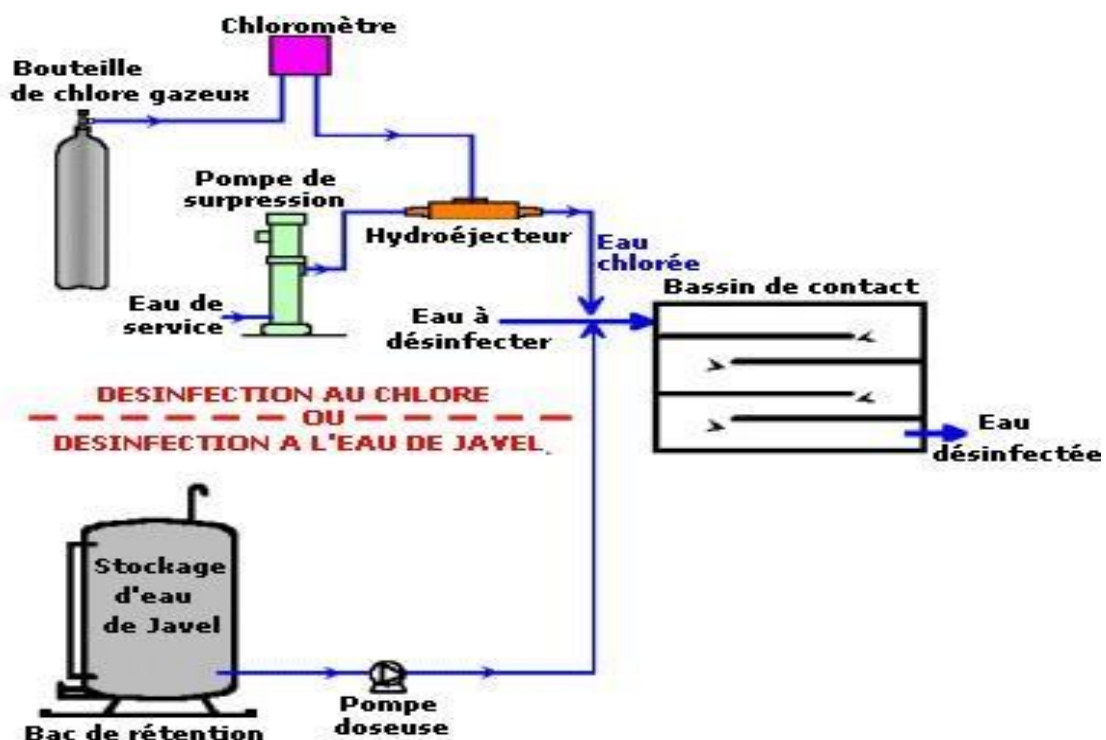


Figure (II.10) : Désinfection par chloration (Journée de sensibilisation sur la désinfection de l'eau et des ouvrages hydrauliques, Juin 2000).



#### A.3.4.5. Action du chlore sur les micro-organismes

Le chlore particulièrement sous sa forme acide hypochloreux est un biocide puissant. L'efficacité du chlore en tant que bactéricide est reconnue de même que son action virulicide notable pour l'inactivation des entérovirus pathogènes. En revanche, son effet sur les microorganismes parasitaires notamment en kystés est négligeable (DEGREMEONT, 2005).

Pour le chlore, le maintien d'un taux de 0,5 mg/l de chlore libre, pendant un temps de contact de 30 mn, permet d'éliminer les bactéries pathogènes et les virus de la poliomyélite (DUGUET *et al*, 2006).

#### A.3.4.6. La dose de chlore nécessaire pour une bonne désinfection

Le taux de chlore libre actif à maintenir dans l'eau est de 0,2 à 0,6 g/m<sup>3</sup> après un temps de contact supérieur à 15 mn pour l'action bactéricide et un taux supérieur à 0,8 g/m<sup>3</sup> après un temps de contact supérieur à 45 mn pour l'inactivation des virus. Pour assurer une présence plus ou moins durable du chlore libre dans l'eau traitée, il faut donc appliquer une dose de chlore supérieur à celle de la demande en chlore (DUGUET *et al*, 2006).

D'une manière générale, les installations de chloration ou de javellisation doivent être réglées en rapport avec la dose à injecter et le temps de contact à respecter. Le **Tableau (II.4)** représente le temps nécessaire pour la destruction des E. colis.

**Tableau (II.4):** Temps nécessaire à la destruction de 99% d'E.coli en fonction de la forme de chlore pour une même quantité de produit (CARDOT, 1999).

Forme de chlore	Temps nécessaire à l'inactivation
HOCl	1 minute et 40 secondes
OCl <sup>-</sup>	40 minutes
Mono chloramine	Plus de 8 heures

#### A.3.4.7. Réactions des produits chlorés dans l'eau

Les produits chlorés comme beaucoup de désinfectants sont des oxydants très puissants; ils réagissent rapidement avec un certain nombre de matières minérales et organiques contenues dans l'eau du bassin par des réactions de chloration, d'oxydation ou des réactions biochimiques. (DEGREMEONT, 2005).

Les réactions biochimiques du chlore lui permettent de détruire les bactéries et certains virus, ainsi que d'inhiber le développement d'algues.

Les réactions d'oxydation s'effectuent, par exemple, avec des cations tels que le fer ou le manganèse ou avec des anions tels que cyanure, nitrite et sulfure. Certains ions métalliques (Fer, manganèse,...) présents dans l'eau de distribution ou résultants de la corrosion des

canalisations sont facilement oxydés : l'eau du bassin peut alors prendre une teinte brune ou noires, et la teneur dans l'eau devient trop importante. (BELLOUNDJA & OUKACI 2005).

Le chlore réagit avec les substances organiques non azotées pour donner en faible quantité, des composés halo formes dont le plus connu est certainement le chloroforme.

Le chlore réagit également avec les matières organiques, telles que les protéines, et donne des réactions de chloration avec l'ammoniaque ( $(NH_4OH)$ ), ces réactions aboutissent à la formation de chlore combiné organique

Le développement de ces réactions dépend du rapport des réactifs mis en jeu (en pratique du rapport chlore/azote), du pH et des possibilités d'hydrolyse ou d'interaction entre les produits formés (BELLOUNDJA ; 2005)

#### A.3.4.8. Les avantages et inconvénients du chlore

Les avantages et les inconvénients du chlore sont représentés dans le **Tableau (II.5)** (AUBREY, 2005).

**Tableau (II.5):** Les avantages et les inconvénients du chlore (FIGRARELLA & Guy LEYRAL, 1999)

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Oxydation du fer et du manganèse.</li> <li>❖ Améliore le traitement de la couleur de l'eau.</li> <li>❖ Peut améliorer la coagulation, et par conséquent la filtration.</li> <li>❖ Le chlore est la solution la plus facile à mettre en œuvre et la moins coûteuse, malgré la taille des systèmes.</li> <li>❖ Il s'agit de la méthode la plus utilisée, et par conséquent, la plus connue.</li> <li>❖ Le chlore est disponible sous formes d'hypochlorite de calcium et de sodium. Les hypochlorites sont plus faciles à utiliser que le chlore gazeux et moins dangereux. Les équipements requis sont également moins importants.</li> <li>❖ Le chlore a un effet rémanent.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Formation de sous- produits halogénés.</li> <li>❖ Après traitement, l'eau peut avoir un goût et une odeur désagréables, selon les doses utilisées.</li> <li>❖ Le chlore est un gaz corrosif.</li> <li>❖ Les hypochlorites sont plus chers que le chlore gazeux.</li> <li>❖ L'hypochlorite de sodium doit être conservé dans un endroit sec et frais, afin d'éviter les réactions dues à l'humidité et à la chaleur.</li> <li>❖ Des solutions hautement concentrées en hypochlorites sont instables et génèrent la production de chlorate. Des sous-produits oxygénés biodégradables peuvent être produits, et ainsi favoriser la croissance bactériologique si le taux de chlore résiduel n'est pas maintenu</li> </ul>

#### A.4. Comparaison de différents procédés de désinfection

Il existe différentes classifications des désinfectants et parmi les principaux utilisés en eau potable sont : le chlore, l’ozone et l’UV. Le tableau ci-dessous présente une comparaison entre ces trois principaux désinfectants (MILOUS, 2011). **Tableau (II.6)** représente une comparaison entre les principaux modes de désinfection des eaux.

**Tableau (II.6): Comparaison de différents procédés de désinfection**

CONSIDERATIONS	CHLORATION	OZONATION	RAYONNEMENT ULTRAVIOLET
<b>Inactivation bactérienne</b>	bonne	bonne	bonne
<b>Inactivation virale</b>	faible	bonne	bonne
<b>Réactivation possible</b>	oui	non	oui
<b>Toxicité pour la vie aquatique</b>	élevée	faible	non
<b>Formation de produits secondaire nuisible</b>	oui	faible	non
<b>corrosif</b>	oui	oui	non
<b>Risque pour la sécurité public</b>	oui	non	non
<b>Risque pour le personnel exploitant</b>	élevée	modéré	faible
<b>Transport requis</b>	Modéré	non	non
<b>Complexité de la technologie</b>	modéré	élevée	faible
<b>Facilité de contrôle du procédé</b>	Bien connue	En développement	En développement
<b>Fiabilité des équipements</b>	bonne	passable	bonne
<b>Applicable à quelles stations d'épuration</b>	Toutes les tailles	Grosses stations	Petites et moyennes (de plus en plus pour les grosses)
<b>Niveau de prétraitement requis</b>	aucun	secondaire	Secondaire (projets en cours pour primaire)
<b>Entretien requis</b>	minime	élevée	variable
<b>Coûts totaux</b>	faibles	élevées	modérés

### II.3. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présentés les procédés de traitement les plus utilisés, l’objectif de traitement est généralement l’élimination totale de certains corps existant dans l’eau brute de façon à ramener les paramètres au niveau fixés par la réglementation.

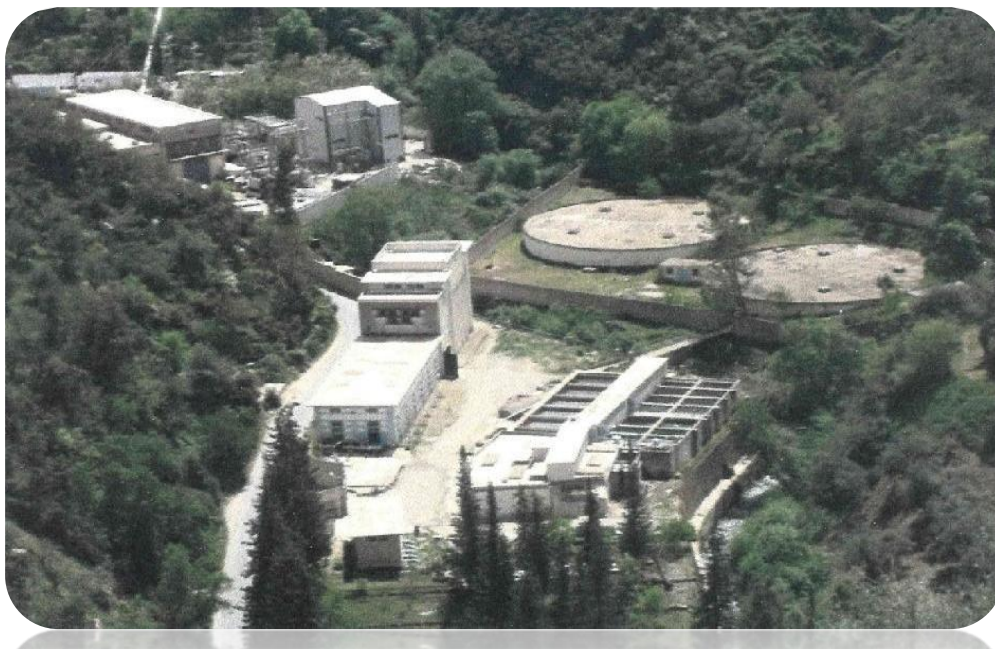
## ***CHAPITRE III***

### ***Présentation de la station SOUK EL DJEMAA***

### III.1. Présentation de la zone d'étude

La station de traitement d'eau potable de SOUK EL DJEMAA est située à 45 km au sud de la wilaya de Tizi-Ouzou, à 15 km d'Ain el hammam (Michelet) et à 2 km de la commune de YATAFEN *Figure (III.1)*. Elle traite les eaux provenant d'un énorme débit de fuite provoqué par le turbinage de la station hydro-électrique alimenté par la source HAMMAM N WEDRAR du village AIT OUABANE.

La station de refoulement et de traitement des eaux destinée à la consommation a été construite par la société française PEUCH CHABAL en 1948. Elle a été mise en service en 1956. la chaîne de potabilisation comprend une série unitaire composée essentiellement d'une clarification par un ensemble de processus physico-chimique et une désinfection.



*Figure (III.1) : Vue générale de la station de traitement d'eau potable de SOUK EL DJEMAA.*

### III.2. La situation géographique

Le terrain de la station de traitement occupe une partie de la berge d'Oued EL Djemaa présente une forte pente .*Figure (III.2)*



*Figure (III.2) : Vue par satellite de la station SOUK EL DJEMMAA*

### III.3. Fiche technique de la station de SOUK EL DJEMAA

Le débit de l'eau brute est de 8000 m<sup>3</sup> stocker dans des galeries, conçue pour traiter un débit de 800m<sup>3</sup>/h, équipée de trois station de refoulement : souk El Djemaa, Ouaitlid, Menguellet.

La production moyenne journalière de cette station est de 16 000 m<sup>3</sup> capable d'alimenté 125 villages répartis sur 09 communes et 04 daïra y compris : AIN EL HAMMAM, LAREBAA NATH YIRATEN, MEKLA, et une partie de TIZI RACHED.

### III.4. Configuration de la station

La station de souk el djemaa est un exemple de station de traitement classique *Figure (III.3)* elle comprend :

- ↗ 2 galeries de réserves d'eau brute ;
- ↗ Une chambre de refoulement (exhaure) ;
- ↗ Un post de pré chloration ;
- ↗ Un ouvrage de coagulation floculation ;
- ↗ Un ouvrage de décantation ;
- ↗ Un ouvrage de filtration ;
- ↗ Un ouvrage de désinfection finale.

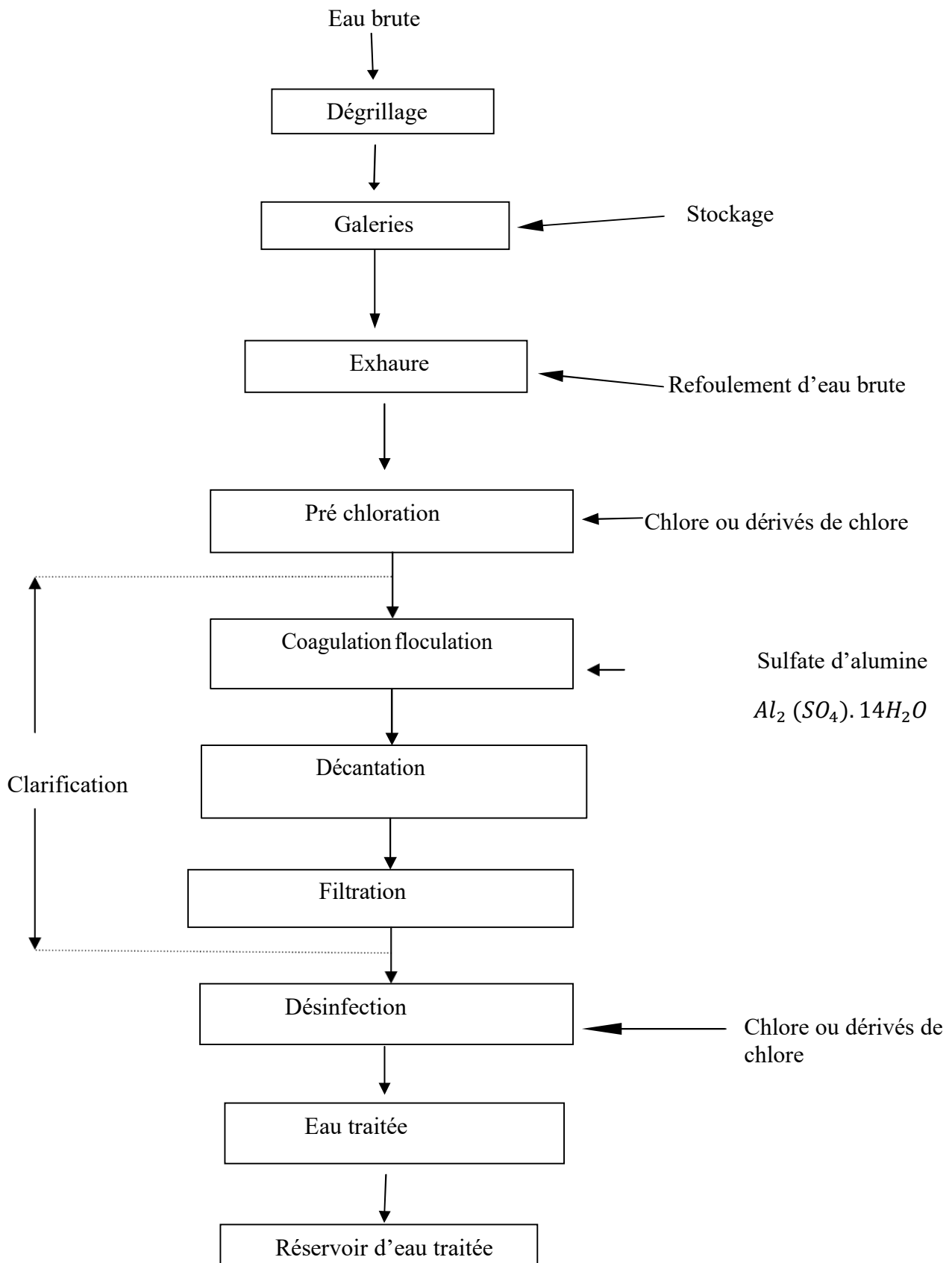


Figure (III.3) : Chronologie des opérations unitaires de la station de SOUK EL DJEMAA.



### III.5. La chaine de traitement

#### III.5.1. Arrivée d'eau

L'eau s'écoule depuis la source de HAMMAM N OUDRAR vers le bas de la montagne par gravité dans un canal de 1m de diamètre destinée pour l'électricité ensuite toute l'eau de fuite sera collectée et captée par la station de traitement.



*Figure (III.4) : L'entrée de la station*



*Figure (III.5) : L'entrée de la station*

#### III.5.2. Dégrillage grossier

A l'entrée de la galerie, des grilles permettent l'élimination des particules grossières telles que: les feuilles et branches d'arbres, plastic....etc.



*Figure (III.6) : Système de Dégrillage*

### III.5.3. Stockage de l'eau brute

Après le dégrillage, l'eau brute suit son chemin vers les galeries souterraines qui ont une capacité de stockage 8000 m<sup>3</sup>. La première galerie à une capacité de stockage de 2000 m<sup>3</sup> *Figure (III.7)*, la deuxième galerie à une capacité de stockage de 6000 m<sup>3</sup> *Figure (III.8)*.

Les galeries jouent un rôle de pré-décantation, le temps de séjour de l'eau est 2h.



*Figure (III.7) : La première galerie de la station*



*Figure (III.8) : La deuxième galerie de la station*

### III.5.4. Le captage (salle d'exhaure)

L'eau des galeries sera captée à l'aide de 4 pompes, de capacité de 400 m<sup>3</sup>/h unitaire dans une salle appelée salle d'exhaure **Figure (III.9)**. Généralement 2 ou 3 pompes sont en marche tandis que les autres sont prévues en cas d'éventuelles pannes.



**Figure (III.9) : Salle d'exhaure**

Après cette étape l'eau suit son chemin dans une conduite de 1 m de diamètre vers la station de traitement.

## III.6. Ouvrages de traitement

### III.6.1. Pré-chloration

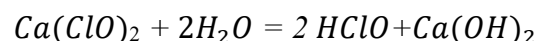
Dans cette étape de prétraitement, l'injection d'agents de pré-chloration assure :

- L'élimination des bactéries ;
- L'oxydation du Fer ; du Manganèse ; des Sulfates d'hydrogène et de certains composés engendrant des goûts ou des odeurs désagréables ;
- C'est une protection contre les algues ;
- Facilite la coagulation.

Les agents de pré-chloration au niveau de la station sont :

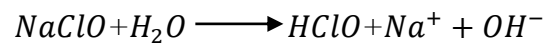
A. L'hypochlorite de calcium  $Ca(ClO)_2$  c'est un produit chloré très efficace, il se présente sous forme de granulés.

En additionnant de l'hypochlorite de calcium à l'eau, de l'acide hypochloreux ( $HOCl$ ) et l'hydroxyde de calcium peuvent se former et en fonction du pH du milieu en place :



B. L'hypochlorite de sodium  $NaClO$  est une solution claire légèrement jaune avec une odeur caractéristique. Il a une densité relative de 1,1 (5.5% de solution aqueuse)

En additionnant de l'hypochlorite de sodium à l'eau, de l'acide hypochloreux ( $HOCl$ ) et Sodium hydroxyde peuvent se former et ce en fonction du pH du milieu en place :



*Figure (III.10) : Préparation d'hypochlorite de sodium*

### III.6.2. Clarification (coagulation-floculation-décantation)

L'ouvrage chargé de la clarification est constitué de trois compartiments : le bassin de coagulation, bassin de floculation, bassin de décantation.



*Figure (III.11) : Clarificateur*

#### III.6.2.1 Bassin de coagulation

La coagulation s'effectue par déstabilisation des colloïdes après mélange intime du sulfate d'alumine sous haute turbulence par apport d'énergie mécanique. Il s'agit de la première étape du traitement physico-chimique proprement dite. Dans le système, l'eau traverse trois chambres placées en série comme la montre le **Figure (III.12)**. Chaque chambre est équipée d'un électro-agitateur. Pour optimiser l'homogénéité et augmenter le temps de séjour, l'eau passe alternativement par le haut et par le bas de ces bassins. (VATECH WABAG, 2006)



*Figure (III.12) : Bassin de coagulation.*

### III.6.2.2 Bassin de floculation

La floculation est l'étape de traitement qui suit la coagulation. Elle vise à favoriser la croissance de floes par une agitation lente et prolongée de l'eau provenant des bassins de coagulation. Elle est réalisée dans un bassin pourvu d'une unité mécanique d'agitation et implique habituellement l'ajout d'un flocculant. La floculation repose sur l'étude de la vitesse d'agglomération des particules. Et pour obtenir une bonne floculation, il est impératif de bien coaguler, d'avoir une concentration en colloïdes la plus élevée possible (ou de l'augmenter artificiellement) et d'agiter convenablement pour favoriser une bonne croissance des floes (visibles dans la **figure III.13**) sans toutefois les casser après leur formation. (VATECH WABAG, 2006). Les flocculateurs ont une longueur de 5.88m et une largeur de 8.72 m avec un temps de séjour de 30 mn.



*Figure (III.13) : Bassin de floculation*

### III.6.2.3 Décantation

Elle représente la séparation physique des matières solides et de l'eau claire. Voir la **Figure (III.14)**. L'installation de lamelles dans la partie supérieure du décanteur améliore le rendement de cette séparation pour deux raisons :

- ❖ Flux contre-courant, c'est-à-dire le flux de boues s'écoule en direction inverse par rapport au débit de l'eau ;
- ❖ Par le système lamellaire, la surface de clarification est très grande, par rapport aux dimensions du bassin. (VATECHWABAG,2006)

La station est équipée de deux décanteurs lamellaires, de volume unitaire de 400m<sup>3</sup>. Ces derniers consistent à multiplier dans un même ouvrage les surfaces de séparation eau /boues en disposant dans la zone de décantation des faisceaux lamellaires parallèles et inclinés par rapport à l'horizontale de 60°. L'eau s'écoule de bas en haut et les solides s'accumulent sur la plaque inférieure et glissent jusqu'au fond du bassin de décantation. Le fond incliné du décanteur permet la vidange des boues au moyen de quatre vannes à disque par décanteur, tous les matins pendant 15 min jusqu'à clarification de l'eau.



**Figure (III.14) : Bassins de décantation**

### III.6.3. Filtration

Après la décantation, l'eau suit son chemin pour le filtrer vers les 6 bassins de filtration à sable ouverts, avec les dimensions suivantes :

- surface unitaire : 32 m<sup>2</sup>
- vitesse de filtration : 4 m<sup>2</sup>/h
- capacité totale : 800 m<sup>3</sup>



*Figure (III.15) : Filtres à sable fin*

Un lit filtrant *Figure (III.16)* est composé d'une couche de sable fin de 1.20 m d'épaisseur et de granulométrie comprise entre 0.6 mm et 0.8 mm qui repose sur un fond filtrant, composé de plusieurs busettes, implantées sur des dalles en béton.



*Figure (III.16) : Le lit filtrant*



#### ***III.6.4. La désinfection finale***

Le chlore est un oxydant puissant et un bactéricide utilisé en pré-chloration pour la destruction de composés de l'eau brute tels que microorganismes et algues.

Par son effet rémanent, il assure la propreté des ouvrages contre la formation de couches d'algues. En post chloration (ou désinfection finale), il assure la destruction nécessaire à la potabilisation de l'eau de la plupart des germes et microorganismes pouvant être rencontrés dans l'eau filtrée. Son effet rémanent agit également sur les micros organismes se trouvant ou pouvant être introduits dans les premiers ouvrages de stockage et conduites d'adduction. Cependant, l'effet rémanent étant limité dans le temps, la désinfection doit être poursuivie en aval de la station de traitement.

A ce niveau, l'ajout de l'hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ ) au canal des eaux filtrées, permet d'assurer une eau traitée avec une concentration en chlore résiduel de 0.7 mg/l. L'hexa méta phosphate de sodium ( $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ ) et aussi injecté afin d'assurer la protection des conduites d'eaux contre la corrosion.

### **III.7. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté tous les ouvrages de la station de traitement de Souk EL Djemaa. C'est avec toute ces étapes de traitement que subit l'eau venant de la source qu'elle arrive en toute prudence jusqu'aux robinets des consommateurs.

\*

# ***CHAPITRE IV***

## ***Matériels et méthodes***

## IV.1. Introduction

Les normes de qualité sont de plus en plus sévères, le traitement de plus en plus sophistiqués et les contrôles doivent être autant plus précis et fiables. C'est pour cela que les analyses sont indispensables à l'élaboration d'une station de traitement d'eaux potables, ainsi que pour le contrôle du fonctionnement et de l'efficacité de cette dernière.

## IV.2. Prélèvement et échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate et doit être effectué avec un soin extrême. Il détermine le résultat de l'analyse et l'explication à donner. L'échantillon doit être homogène, représentatif et pouvoir être obtenu sans modifier les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau (gaz dissous, solides en suspension, etc.). Étant donné que dans la plupart des cas, le gestionnaire d'échantillons n'est pas l'analyste, l'échantillonneur doit comprendre avec précision l'état de l'échantillon et son importance pour la qualité du résultat de l'analyse.

Globalement, il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de disposer d'un personnel qualifié, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix judicieux des points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable. (Rodier et al, 2009).

Le prélèvement s'effectue à différents niveaux de traitement, dont on prélève un échantillon d'eau brute (à l'entrée), clarifiée (à l'aval des décanteurs), et traitée (sortie).



*Figure (IV.1) : Prélèvement et échantillonnage*

### IV.3. Méthodes d'analyses

#### IV.3.1. Analyses physico-chimiques

##### IV.3.1.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

###### A. Principe

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel- KCl saturé) plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Selon l'expression de NERNST, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$  Présents par la relation. (Rodier et al, 2009)

###### B. Matériels

Appareil multi-paramètres (SL1000) : mesure le pH, la température, la conductivité.



*Figure (IV.2) : Appareil multi-paramètres (SL1000)*

###### C. Mode opératoire

- Introduire l'électrode de l'appareil, préalablement rincé avec l'eau distillée, dans un bêcher contenant l'échantillon à analyser ;
- Appuyer sur entrer, et attendre jusqu'à stabilisation de la valeur du pH ;
- Lire la valeur. (Rodier et al, 2009)

### IV.3.1.2. La turbidité

#### A. Principe

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. (Rodier et al, 2009)

#### B. Matériels

Turbidimètre de paillasse HACH



*Figure (IV.3) : Turbidimètre de paillasse HACH*

#### C. Mode opératoire

- Avant d'effectuer les mesure son doit s'assurer de l'absence de bulles d'air et de la propreté de la cuve ;
- Remplir le tube de mesure avec l'échantillon ;
- Essuyer le tube de mesure ;
- Introduire le tube de mesure dans la chambre ;
- Fermer la chambre ;
- Lire directement le résultat. (Rodier et al, 2009)

### IV.3.1.3. Conductivité électrique

#### A. Principe

La conductivité électrique d'une eau (a) est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. (Rodier et al, 2009)

#### B. Matériels

- multi-paramètres (SL1000).
- Bécher (ou un flacon).



*Figure (IV.4) : Appareil multi-paramètres (SL1000)*

#### A. Mode opératoire

- Rincer l'électrode du l'appareil avec de l'eau distillée ;
- Plonger complètement l'électrode dans un récipient contenant de l'eau à examiner ;
- Après la stabilisation de l'affichage on lit la valeur ;
- Les résultats s'expriment en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{s./cm}$ ). (Rodier et al, 2009)

#### IV.3.1.4. La Température

Mesurée aussi avec l'appareil multi-paramètres (SL1000)

##### A. Mode opératoire

- Plonger complètement l'électrode dans un récipient contenant de l'eau à examiner ;
- Après la stabilisation de l'affichage on lit la valeur de la température (en °C).

#### IV.3.1.5. La salinité et le total des solides dissous (TDS)

##### A. Principe

La salinité de l'eau est la masse de sels dissous dans 1L de l'eau. Le TDS (total des solides dissous) dans l'eau. Un taux élevé de TDS est souvent responsable d'une eau trouble, de corrosion, d'entartrage.

##### B. Matériels

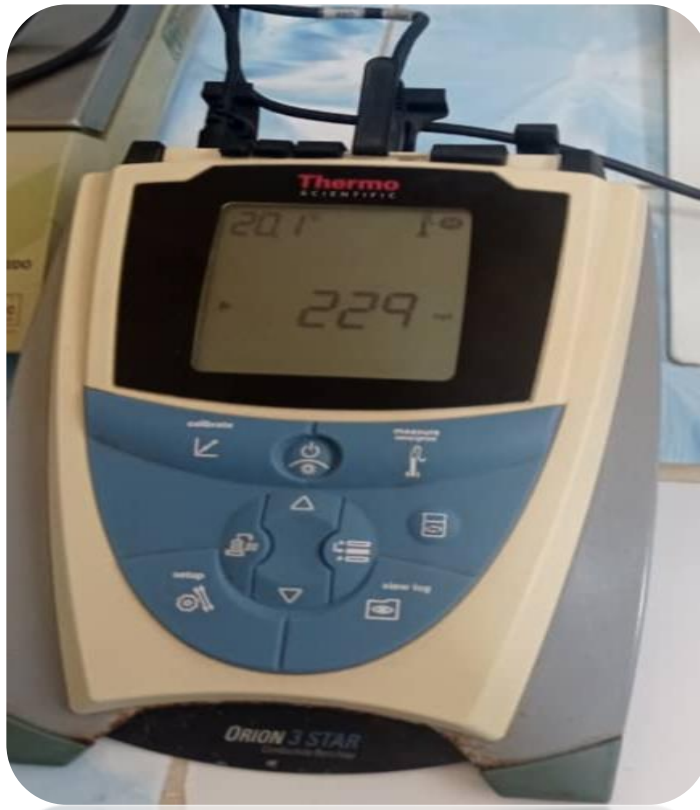


Figure (IV.5) : Conductimètre

##### C. Mode opératoire

- Plonger complètement l'électrode dans un récipient contenant de l'eau à examiner ;
- Après la stabilisation de l'affichage on lit la valeur de la salinité et le TDS.

### IV.3.1.6. Test de chlore

#### A. Matériel

- Compareur de chlore
- Un bécher
- DPD N°1 (détecteur de chlore)



*Figure (IV.6) : DPD N°1 (détecteur de chlore)*



*Figure (IV.7) : Compareur de chlore*

#### B. Mode opératoire

- Rincer soigneusement le tube avec l'eau à analyser et le remplir jusqu'au trait inférieur avec l'eau à tester ;
- Ajouter directement sans le toucher un comprimé DPD N°1 (détecte la présence de chlore) ;
- Agiter le tube à essai jusqu'à l'apparition d'une couleur rose ;
- Placer immédiatement cette éprouvette dans le compartiment droit du compareur *Figure (IV.7)* ;
- Comparer la couleur du tube à essai avec la couleur du compareur, faire tourner le disque jusqu'à égalité des teintes entre le tube à essai et la palette de couleur du compareur ;
- Reporter le résultat sur un carnet ou un formulaire adapté à chaque structure.



### IV.3.1.7. Testes ammonium, aluminium, nitrites

#### A. Principe

Ce protocole spécifie une méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire pour le dosage d'ammonium, aluminium, nitrites dans les eaux brutes, potables.

#### B. Matériels

- Spectrophotomètre avec des cuves de 10 mm.
- Agitateur magnétique
- Matériel courant de laboratoire ( fioles, béchers, pipetes..).



Figure (IV.8) : agitateur magnétique



Figure (IV.9) : Spectrophotomètre

#### C. Mode opératoire

##### 1) Dosage d'aluminium

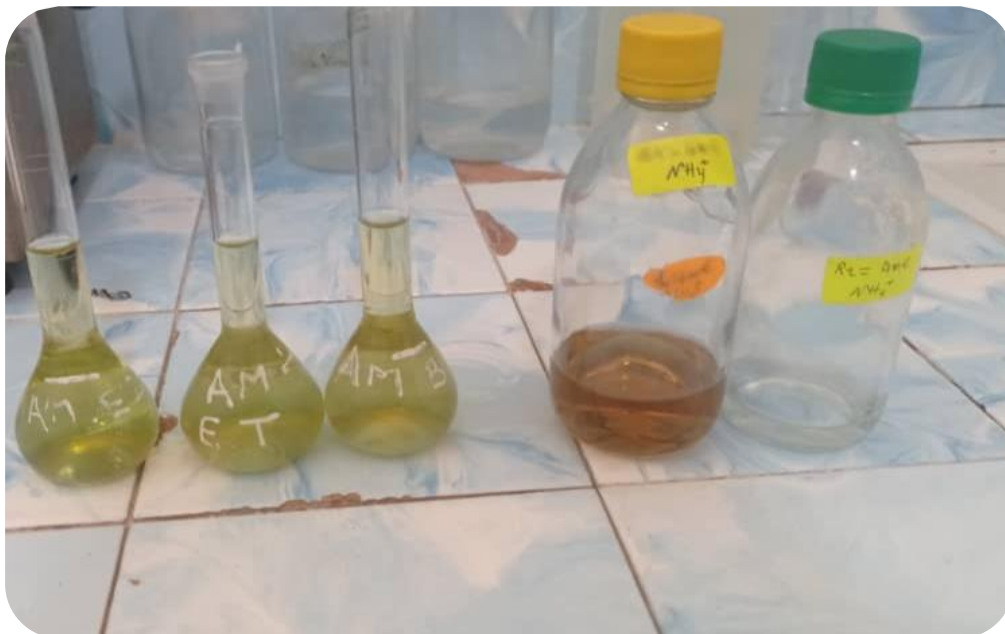
- ✓ Verser 25 ml d'eau à mesurer dans une fiole de 50 ml. Ajouter les réactifs dans l'ordre suivant :
  - ❖ 0.5 ml thiosulfate de sodium (R1)
  - ❖ 1 ml d'acide ascorbique (R2).
  - ❖ 1 ml d'acide sulfurique (R3).
  - ❖ 10 ml de solution tampon pH=6.2 (R4) (préparée avec 1 ml de solution mère, complété à 10 ml avec l'eau distillée).
- ✓ compléter chaque fiole à 50 ml avec l'eau distillée, laisser reposer 10 mn et mesurer (norme  $\leq 0.2$  mg /l).



*Figure (IV.10) : Dosage d'aluminium*

## 2) Dosage d'ammonium

- ✓ verser 40 ml de l'eau à analyser dans une fiole de 50 ml. ajouter :
  - ❖ 4 ml de réactif coloré ( $NH_4$ ) (R1)
  - ❖ 4 ml de réactif non coloré ( $NH_4$ ) (R2)
- ✓ compléter à 50 ml avec l'eau distillée
- ✓ laisser reposer 60 mn et mesurer (norme  $\leq 0.5$  mg/l).



*Figure (IV.11) : Dosage d'ammonium*

### 3) Dosage de nitrites

- ✓ Verser 40 ml de l'eau à mesurer dans une fiole de 50 ml. ajouter :
  - ❖ 1 ml de réactif mixte ( $NO_2^-$ ) compléter jusqu'à 50 ml avec l'eau distillée.
- ✓ laisser reposer 20 mn et mesurer (norme  $\leq 0.2\text{mg/l}$ ).



Figure (IV.12) : Dosage de nitrites

## IV.4. Seuil de goût

### A. Le but

C'est de comparer le goût de notre eau traitée à une autre eau référentielle (on prend l'eau de Lala Khedidja).

### B. Matériel

- ✓ Une bouteille d'eau traitée;
- ✓ Une bouteille de Lala khedidja ;
- ✓ 8 petites bouteilles.

### C. Mode opératoires

- ❖ Eliminer les traces de javel, avec une solution de thiosulfate (0.35 mg de thiosulfate +100 ml de l'eau distillée);
- ❖ On prépare des échantillons selon le **Tableau (IV.1)**

**Tableau (IV.1):** Tableau de référence du seuil de goût

Echantillon	Eau à analyser (Volume en ml)	Eau de référence (Volume en ml)	Seuil de goût
0	100	0	1
1	66,6	34,4	1,5
2	50	50	2
3	33,3	66,7	3
4	20	80	5
5	14,2	85,8	7
6	7	93	10
7	6	94	15

- ❖ On désigne 3 personnes comme dégustant;
- ❖ Les dégustant vont d'abords goûter l'eau de référence pour garder le goût, ensuite goûter les échantillons préparé de l'échantillon 7 vers l'échantillon 0;

**Figure (IV.13) :** Les échantillons préparés

- ❖ On fait le calcul du seuil du goût suivant l'équation :

$$S = \sqrt[n]{N1 * N2 * N3}$$

- n: nombre de personnes.
- S: seuil de goût.
- N: seuil de goût de chaque personne selon le tableau de référence.

#### IV.5. Les paramètres mesurés au sein de la station SOUK EL DJEMAA

- ✓ **pH** : 3 fois par jour.
- ✓ **Turbidité**: 3 fois par jour.
- ✓ **Température** : 3 fois par jour.
- ✓ **Conductivité** : 3 fois par jour.
- ✓ **Test chlore** : chaque 2 heures.
- ✓ **Ammonium** : 2 fois par semaine.
- ✓ **Nitrites** : 2 fois par semaine.
- ✓ **Aluminium** : 2 fois par semaine.
- ✓ **Test goût** : une fois par semaine.

#### IV.6. Conclusion

Ce chapitre a permis d'identifier toutes les analyses réalisées au niveau de laboratoires ainsi que les différents modes opératoires et les appareils de mesure.

# ***CHAPITRE V***

## ***Résultats et discussion***

## V.1. Introduction

Nous avons choisi de faire un suivi des caractéristiques des eaux de la station de traitement de SOUK EL DJAMAA de TIZI OUZOU au long de 30 jours (allant de 01 /05/2022 au 30/05/2022). Nous présentons dans ce qui suit les résultats des différentes analyses effectuées lors de la réalisation de ce travail.

Les résultats obtenus sont comparés aux normes données par l'OMS et représentés graphiquement par des diagrammes en bâtons qui permettent de faciliter la comparaison entre les résultats et les normes utilisées.

Sachant que (EB) représente l'eau brute, (EC) représente l'eau clarifiée et (ET) représente l'eau traitée.

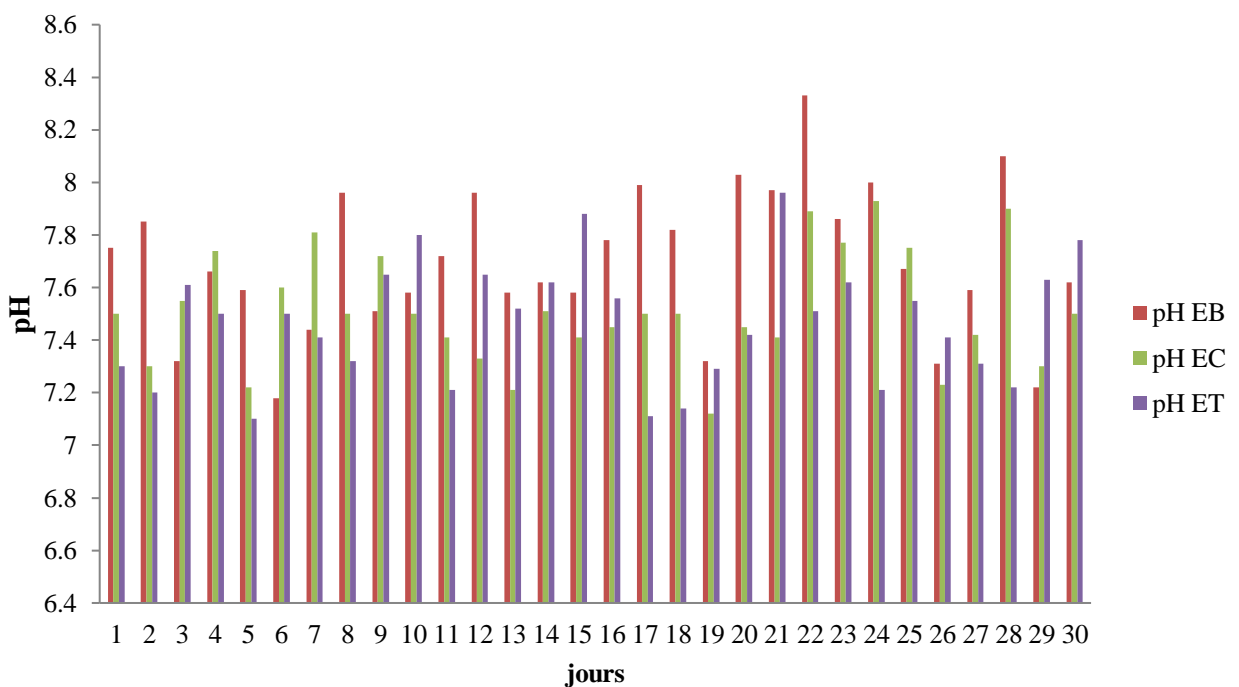
## V.2. Suivi de l'évolution en fonction du temps, des paramètres physico- chimiques caractérisant les eaux brute ; clarifiée et traitée au niveau de la station

### V.2.1. Les paramètres Physico-chimiques

#### V.2.1.1. Le Potentiel d'hydrogène (pH)

Les résultats de l'analyse du pH obtenus sont représentés dans l'*Annexe (I)*.

Les résultats des variations du pH en fonction du temps représentés sur *Figure (V.1)* montrent certaines fluctuations des valeurs de ce paramètre et qui varie entre 7,7 et 8,33, mais qui reste dans la norme (entre 6,5 et 9).Ce qui explique la nécessité des contrôle a fin d'optimiser la dose d'acide ou de base à injecter pour mener à bien le traitement.

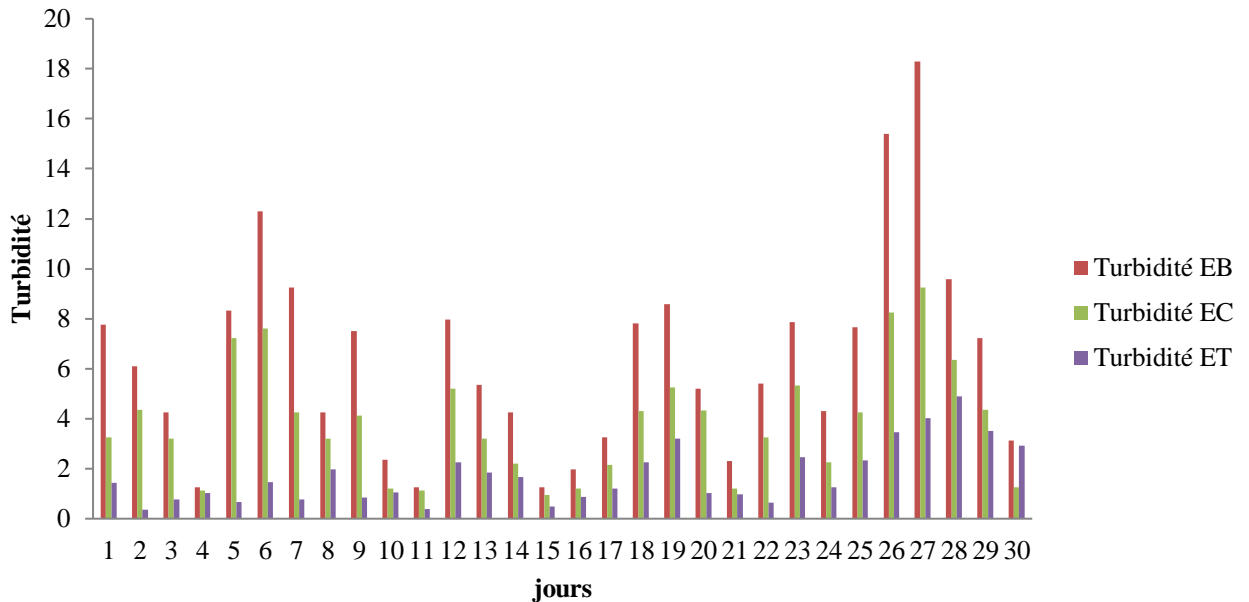


*Figure (V.1) : Variation du pH en fonction du temps*

### V.2.1.2. La turbidité

Les résultats de pH turbidité sont représentés dans l'**Annexe (2)**.

Les résultats de l'évolution de la turbidité représentés dans la **Figure (V.2)**, montrent des variations de ce paramètre. Les valeurs de turbidité relativement élevées de l'eau brute sont causées par les pluies enregistrées en cette période, et pour l'eau traitée elles se varient entre (0,3 et 4,9) < 5 (NTU) (la norme).



**Figure (V.2) : Variation de la turbidité en fonction du temps**

### V.2.1.3. La conductivité

Les résultats de conductivité obtenus sont représentés dans l'**Annexe (3)**.

La conductivité électrique moyenne des (EB, EC et ET) est de 300 à 750 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), cette valeur ne dépasse pas la norme recommandée, qui est de l'ordre de 2800 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Une conductivité supérieure à cette dernière fait considérer l'eau comme difficilement utilisable. La conductivité reste presque constante entre l'entrée et la sortie du traitement ce qui montre que ce dernier est sans effet sur ce paramètre.



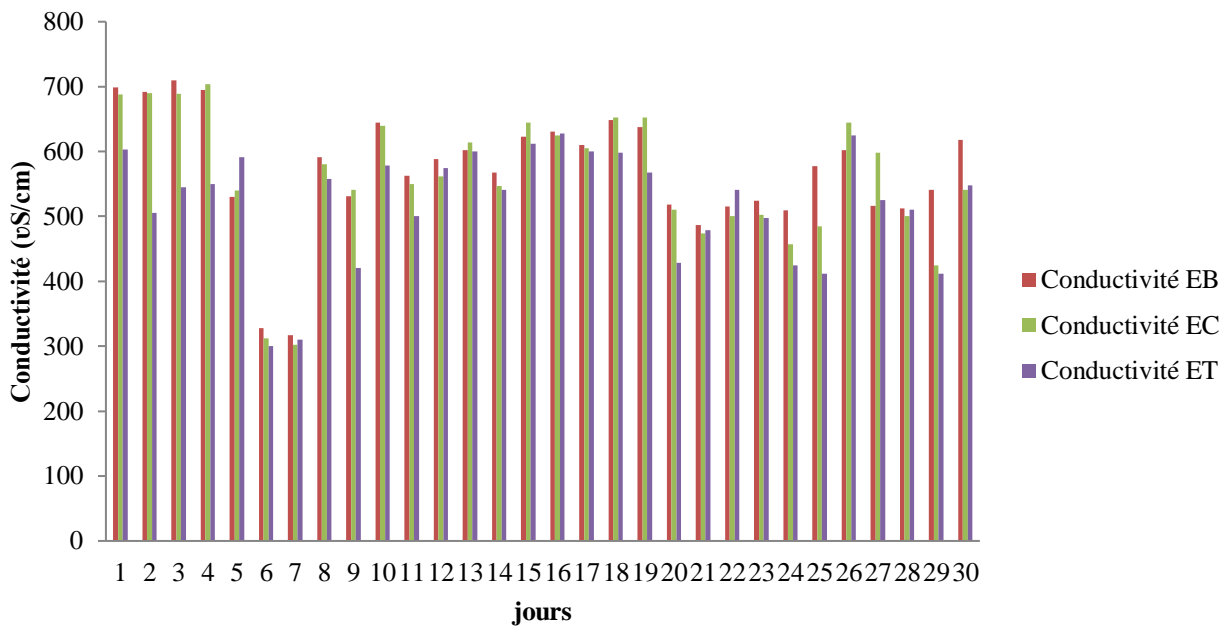


Figure (V.3) : Variation de la conductivité en fonction du temps

V.2.1.4. La température

Les résultats de la température obtenus sont représentés dans l'Annexe (4).

La température de l'eau est relativement stable entre l'entrée et la sortie **Figure (V.4)**. Toute fois une chute de la température (en dessous de 15 °C) a été notée durant ce mois cette variation est directement liée au changement climatique enregistrée en cette période.

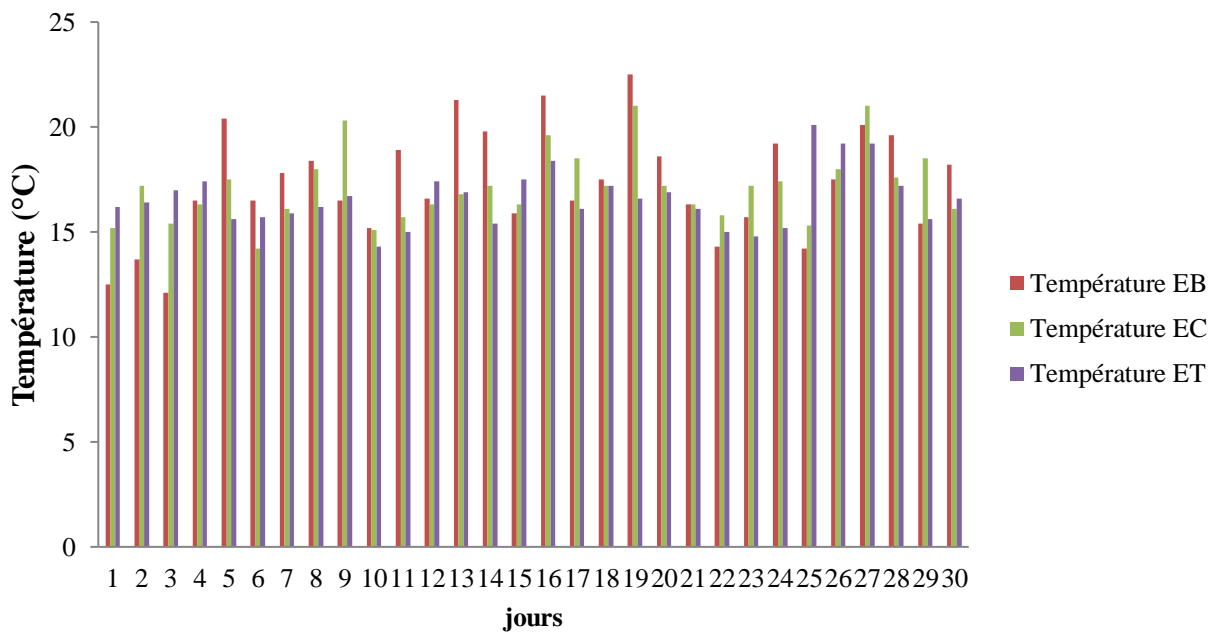
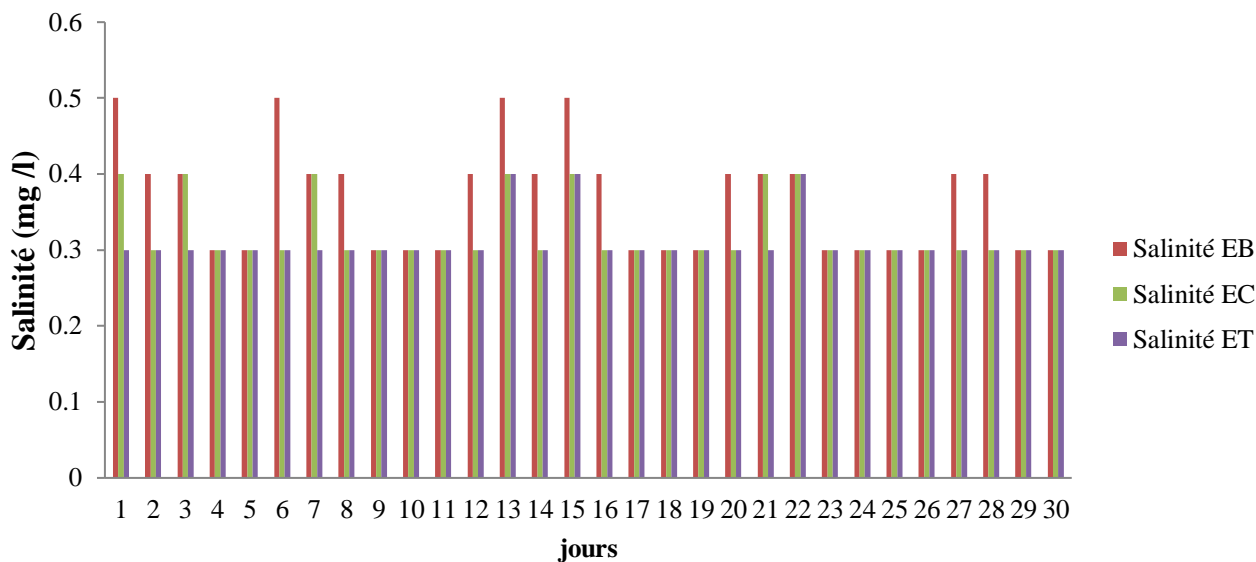


Figure (V.4) : Variation de La température en fonction du temps

### V.3. La Salinité

Les valeurs de la salinité obtenue sont représentées dans l'*Annexe (5)* et *Figure (V.5)*.

La salinité désigne la quantité de sels dissous dans l'eau, qui est un puissant solvant pour de nombreux minéraux. D'après les résultats les valeurs moyennes de la salinité sont respectivement de l'ordre 0,3 mg/l à 0,5 mg/l pour les eaux brutes et les eaux traitées. La salinité des eaux de Souk El Djemaa répond aux normes de l'OMS fixée 1,5 mg/l.



*Figure (V.5) : Variation de La salinité en fonction du temps*

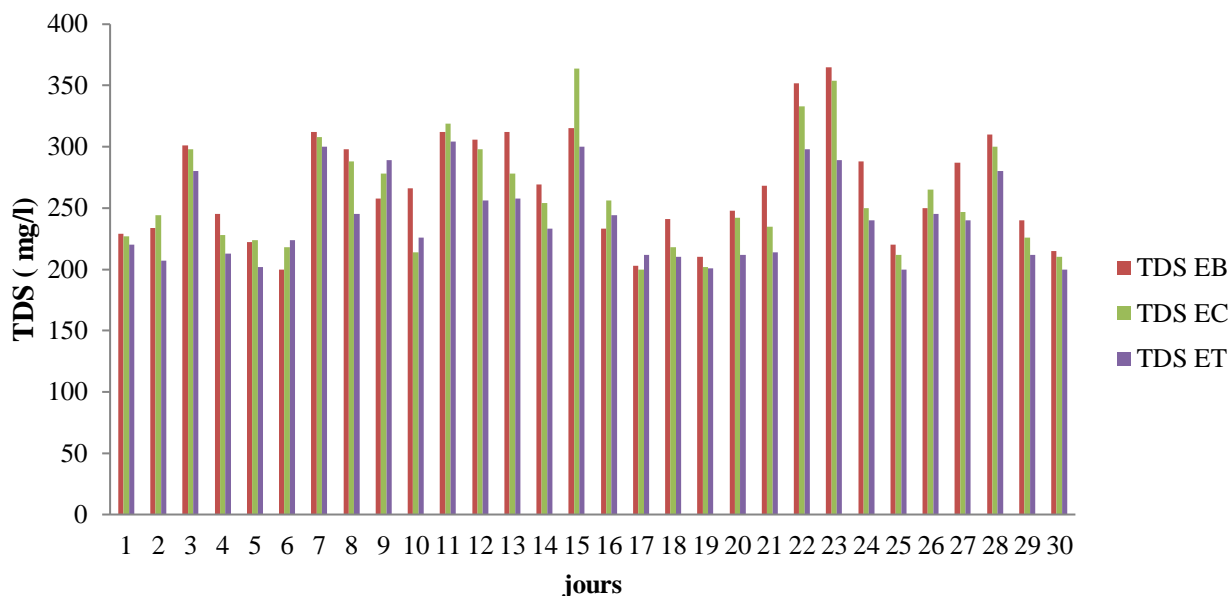
### V.4. TDS

Les valeurs de TDS obtenues sont représentées dans l'*Annexe (6)* et *Figure (V.6)*

Le taux de sels dissous (TDS) est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, magnésium, le potassium et le sodium qui sont tous des cations, et des carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates qui sont tous des anions.

Les valeurs du taux des sels dissous de tous nos échantillon d'eau (EB, EC, ET) sont inférieurs à 600 mg/l. les lignes directrices de L'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, le TDS n'as pas de valeurs guide optimum de préférence elle doit être en dessous de 1000 mg/l.

Le TDS de l'eau de la station de souk el djemaa répond aux normes de potabilité.



*Figure (V.6) : Variation de TDS en fonction du temps*

## V.5. Ammonium

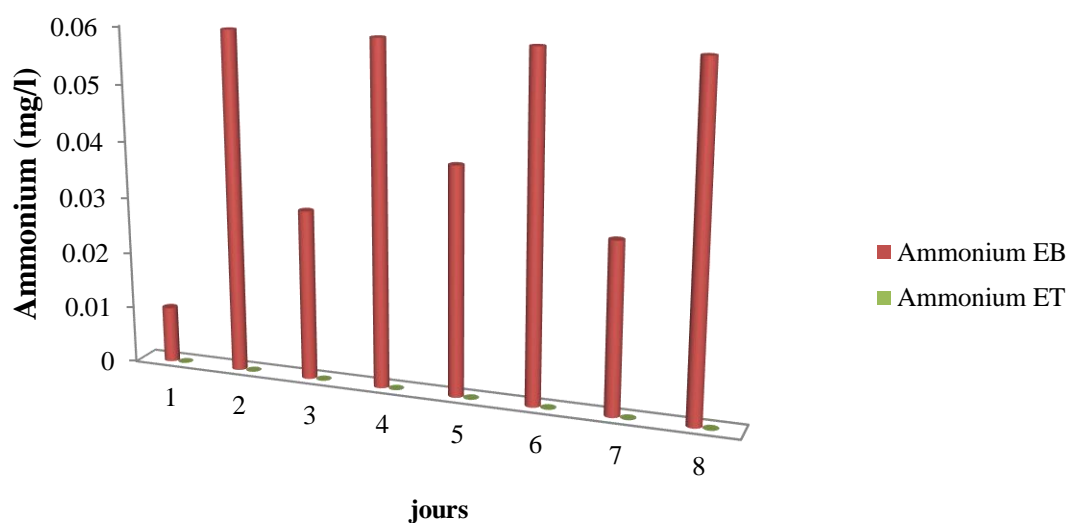
Les résultats d'ammonium obtenus sont représentés dans le *Tableau (V.1)* et *Figure (V.7)*

L'ion ammonium dans une eau de consommation traduit un caractère organique et une activité biologique qui peut être ressentie ou antienne en plus de l'atotoxicité.

Au laboratoire l'absence du changement de couleur jaune vers la couleur verte nous informe sur l'absence d'ammonium pour l'eau traitée, et pour l'eau brute les valeurs d'ammonium sont entre (0,01 et 0,06). Donc L'eau de la station de souk el djemaa ne présente aucune pollution organique (<0,5 mg/l)

*Tableau (V.1) : Variation d'ammonium en fonction du temps*

jour	Ammonium (mg/l)	
	EB	ET
1	0,01	0
2	0,06	0
3	0,03	0
4	0,06	0
5	0,04	0
6	0,06	0
7	0,03	0
8	0,06	0



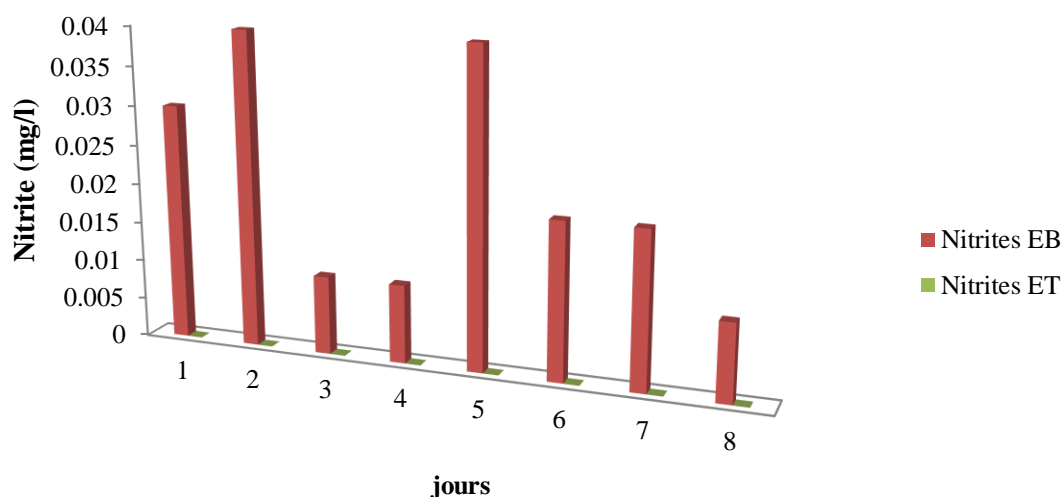
*Figure (V.7) : Variation d'ammonium en fonction du temps*

## V.6. Nitrites

D'après les résultats de nitrites obtenus représentés dans le Tableau (V.2) et Figure (V.8), les échantillons de l'eau avant traitement contiennent des quantités de nitrites variables. La concentration des nitrites dans l'eau traitée est nulle ( $<0,2$  (mg/L) norme) ce qui nous fait encore dire que le traitement est efficace.

*Tableau (V.2) : Variation de nitrite en fonction du temps*

jour	Nitrites (mg/l)	
	EB	ET
1	0,03	0
2	0,04	0
3	0,01	0
4	0,01	0
5	0,04	0
6	0,02	0
7	0,02	0
8	0,01	0



*Figure (V.8) : Variation de nitrite en fonction du temps*

## V.7. Aluminium

L'évolution de la quantité de l'aluminium dans l'eau traitée est représentée sur *Tableau (V.3)* et *Figure (V.9)*.

Les concentrations obtenues varient de 0 à 0,11 mg/l et restent donc dans les normes (< 0,2 mg/l). Rappelons que l'aluminium retrouvé dans l'eau traitée provient de  $Al_2(SO_4)_3$  utilisé comme coagulant.

*Tableau (V.3) : Variation d'aluminium en fonction du temps*

jour	Aluminium (mg /l) (Et)
1	0,11
2	0
3	0,03
4	0,06
5	0,04
6	0,03
7	0
8	0,02

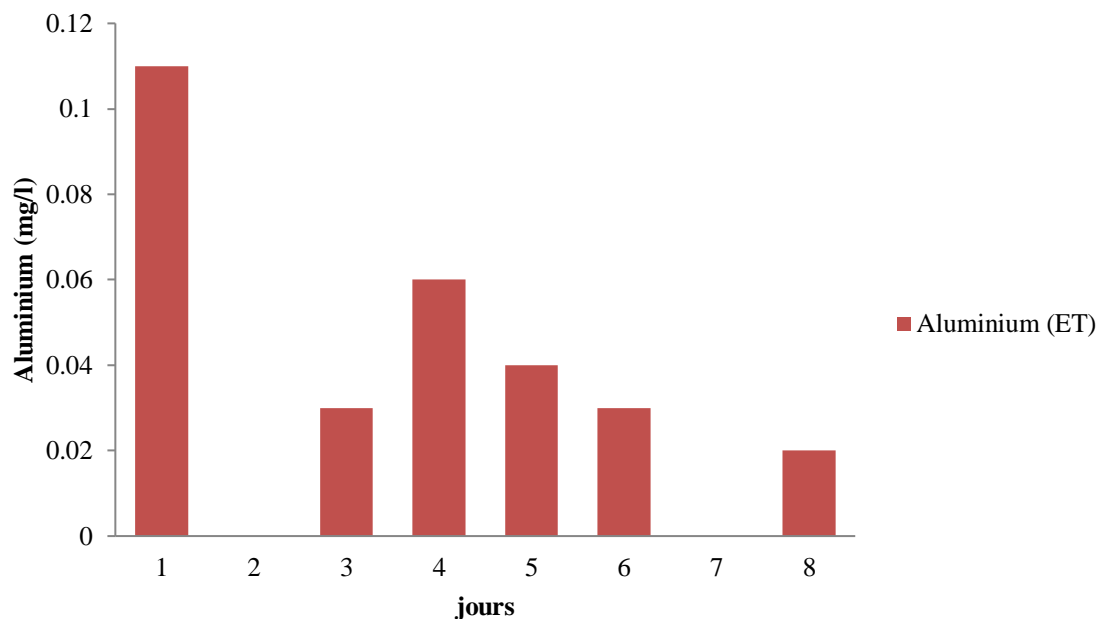


Figure (V.9) : Variation de l'aluminium en fonction du temps

## V.8. Seuil de goût

Les résultats obtenus sont représentés dans le *Tableau (V.5)*:

Tableau (V.5) : Résultats de test de goût

N° d'échantillon	Les dégustant		
	Ait Oumegher	Belhadi	Ben Ahmed
01	+	+	+
02	+	+	+
03	+	+	+
04	+	+	+
05	+	+	-
06	-	-	-
07	-	-	-
08	-	-	-

1. D'après les résultats obtenus, On remarque que :

Pour le 1<sup>er</sup> dégustant, le goût de l'échantillon N°4 qui ressemble au goût d'eau de référence et son seuil de goût est 5.

Pour le 2<sup>ème</sup> dégustant, le goût de l'échantillon N°4 qui ressemble au goût d'eau de référence. Son seuil de goût est 5.

Pour le 3<sup>ème</sup> dégustant, le goût de l'échantillon N°3 qui ressemble au goût d'eau de référence. Son seuil de goût est 3.

2. On calcule le seuil de goût :  $S = \sqrt[n]{N_1 * N_2 * \dots * N_n} < 4$ .

S: Seuil de goût

N: Nombre de dégustant

$$S = \sqrt[3]{(5*5*3)}$$

$$S = \sqrt[3]{75}$$

$$S = 3.5 < 4$$

Donc le goût est bon.

## V.9. Conclusion

Nos résultats sur les analyses effectuées à la station (Turbidité, conductivité, pH, température, TDS, salinité, ammonium, nitrites, aluminium, test goût, test chlore,...) sur l'eau brute, clarifiée et traitée, montrent que les différents paramètres répondent aux normes fixées par l'OMS, de ce fait, on pourra dire que le traitement mis en œuvre au niveau de la station est efficace et bien contrôlé et l'eau destinée à la consommation humaine ne renferme pas de contamination ou des germes pathogènes.



# ***Conclusion générale***



## CONCLUSION GENERALE:

L'étude menée au cours de ce modeste travail a pour but d'évaluer l'efficacité de potabilisation de la station de traitement de SOUK EL DJEMAA de la wilaya de TIZI OUZOU, c'est-à-dire vérifier la qualité des eaux distribuées une fois le traitement achevé. Ceci grâce aux analyses physicochimiques réalisées au niveau du laboratoire de la station.

### **Du point de vue physico-chimique:**

Les eaux étudiées ont montré dans l'ensemble une très bonne qualité de potabilité tout au long du moins de mai. En effet, les paramètres physico-chimiques, les paramètres de pollution obéissent tous aux règles des normes de potabilité des eaux exigées par la réglementation internationale exigée par l'OMS (les valeurs des résultats d'analyses étant toutes inférieures par rapport aux valeurs limites).

Donc nous pourrions conclure que l'eau de la station de Souk El djemaa répond aux normes de potabilité de point de vue physico-chimiques. Par ailleurs, nous souhaitons voir cette station compléter ces résultats par une analyse microbiologique complète.



# ***Bibliographie***

### *REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

1. **ARRETE, 2000** : Arrêté du 14 mars 2007 relatif aux critères de la qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales et de source conditionnées.
2. **AUBREY, 2005**: Médecine tropicale : les maladies liées à l'eau actualités, 2005.
3. **BELAHMADI M, 2011** : Étude de la biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le micro biote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn Ziad. Thèse de magister en microbiologies appliquées et biotechnologies microbiennes. Université Mentouri Constantine.
4. **BELLOUNDA & OUKACI, 2005** : L'eau. Tome I: milieu naturel et maîtrise. Edition INRA, Paris.
5. **BERTRAND G, 2008**. Utiliser L'eau De Pluie, Editions Eyrolles. 130 p
6. **BOUZIANI, 2000**: L'eau de la pénurie aux maladies; Edition IBen Khaldoun, Oran (247 pages).
7. **CARDOT C, 1999** : Génie de l'environnement: les traitements de l'eau. Ellipses édition Marketing S.A.
8. **CAUTHIER FANNY, 2002** : Cours d'eau et indice biologiques. Educagri 2<sup>ème</sup> édition, Dijon.
9. **CHARTIER MARCEL , 1974** : Les types de pollutions de l'eau, Norois, n°82, p 183-193.
10. **COULIBALY, 2005** : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako, thèse de doctorat, Université de BAMAKO. Mali, p 69.
11. **DEGREMENT, S, 2005** : Memento technique de l'eau, deuxième édition, tome 1, 1718 pages.
12. **DEGREMENT, 1989** : Mémento technique de l'eau. Edition : Techniques et documentation, paris.
13. **DEGREMENT, 1984** : Mémento technique de l'eau, Edition : Techniques et documentation, Paris 1984.
14. **DESJARDINS, R., 1997** : Le traitement des eaux, 2ème édition, Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 317 page.
15. **DUGUET et al, 2006** : Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1ère édition ASTEE (association scientifique et technique pour l'environnement), 839 PAGE.
16. **DUVIVIER L, 2006** : Traitement des eaux de refroidissement. Edition : La voisier TEC et DOC, Paris.
17. **FESTY B et al., 2003** : Environnement et santé publique, éd. Tec & Doc .Paris, pp.334, 335,336.
18. **GAUJOUS D, (1995)**, La Pollution des Milieux Aquatiques : Aide-mémoire. 2ème Ed., Lavoisier Tec & Doc., Paris, France, p 58,64.

## Bibliographie

---

19. **GEOGRAPHIE DU CYCLE DE L'EAU, 2008** : Géographie du cycle de l'eau. PUM Toulouse.
20. **GROSLAUDE, 1999** : L'eau Tome II : usages et polluants. Edition INDR, paris.
21. **GUILLERIN., 2018** : L'eau minérale naturelle : propriétés et usages. Diplôme d'Etat de Docteur en pharmacie. Université de Bordeaux Des Sciences Pharmaceutiques. Bordeaux; France.
22. **HARTEMANN P et MONTIEL A, 2003** : Pollution des eaux. Encycl. Méd. Chir., Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16-001-K- 11 p.
23. **HARRAT, 2013** : Elimination de la matière organique naturel dans une filière Conventionnel de potabilisation d'eaux de surface. Thèse présenté en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en science. Université Mohamed Khider de BESIKRA. 186 p.
24. **HASLAY ET LECLERC., 1993** : Microbiologie des eaux d'alimentation, éd. Tec & DOC. Paris 132 p.
25. **HERNANDEZ H, 2006** : Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable.
26. **KETTAB., 1992** : Traitement des eaux, éd. Office Des Publications Universitaires. Place centrale de Ben-Aknoun (Alger), 151 p.
27. **KETTAB et al, 1999** : Simulation numérique de la sédimentation dans les retenues de barrages :cas de la retenue de Zerdezas, Algérie.
28. **M<sup>elle</sup> KAFIZ, M<sup>r</sup> CHEKMAM, 2005** : Essai de traitement sur les effluents d'aquaculture par électro-floculation
29. **LABADI, A.S., HAMMACHE, H., 2016** : Etude comparative des eaux minérales et des eaux de sources produites en Algérie. Larhyss Journal, N°28, p319-342.
30. **LAROUSSE, 1995** : Le petit Larousse, Dictionnaire encyclopédique, Ed. Larousse.
31. **LEGUBE, 2015**: Production d'eau potable, éd. DUNOD. Paris.
32. **LEVÊQUE., 1996** : Ecosystèmes aquatiques. Edition Hachette, Paris.
33. **MASSACHELEIN, 1980**: l'ozonation des eaux (manuel pratique) Edition La voisier.
34. **MILOUS, 2011** : Mémoire de magister. Modélisation par la méthode numérique de la dynamique des fluides du procédé de désinfection des eaux par les rayonnements ultraviolets (UV).
35. **MUSY ET HIGY, 2004** : Hydrologie: une science de la nature. 1ère édition. Presses polytechniques et universitaires ramandes.
36. **ONEP,(2010)** :Cahier des clauses techniques générales relatives aux marchés de travaux d'eau potable. Tome 6: traitement, version 3 (octobre2010).
37. **TARDAT BEAUDRY, 1984** : Chimie des eaux. Edition : le griffon d'argile Québec, 340 p.
38. **REJSEK, 2002** : Analyse des Eaux : Aspects Réglementaires et Techniques. Ed. Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine.
39. **RODIER., 2009** : Analyse de l'eau, 9ème édition. Dunod, Paris, 1579p.
40. **RODIER et al, 2005** :L'analyse de l'eau : eaux naturels, eaux résiduaires, eaux de mers ; 8eme Edition 2005, Editeur Dunod. Paris (1579 pages).

## Bibliographie

---

41. **RODIER et al, 2009** : L'analyse de l'eau contrôle et interprétation, 10<sup>ème</sup> édition. DUNOD. Paris
42. **RODIER J, 1996** : Analyse de l'eau : eaux naturelle, résiduaires et de mer. 8<sup>ème</sup> Edition. DUNOD. Paris, 25-185.
43. **SAMAKE H, 2002** : Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako duranta période 2000 et 2001. Thèse doctorat en pharmacie (diplôme d'Etat). Faculté de médecine, de pharmacie et d'Odonto stomatologie Bamako.
44. **TANINI P, 2005** : les stations de pompage d'eau, 6<sup>ème</sup> édition. TECDOC. Paris
45. **THE WATER RESEARCH COMMISSION THE WATER INSTITUTE OF SOUTHERN AFRICA, MARS 2006**: Handbook for the operation of water treatment words, Ed. Frik Schutter, Afrique du sud, 242 pages.
46. **VALENTIN, 2000** : Construction d'un capteur logiciel pour le contrôle automatique du procédé de coagulation en traitement d'eau potable. Thèse présentée pour l'obtention du grade de docteur de L'UTC.
47. **VATECH WABAG, 2006** : Manuel de description du fonctionnement et d'exploitation de la station de traitement d'eau potable de Bouira, 150 pages
48. **VAZQUIES JOSE, MORIN ANTOINE, DUFRESNE MATTHIEU, WERTEL JONATHAN, 2010** optimisations de la forme des décanteurs lamellaires par la modélisation hydrodynamique 3D A CFD approach for shape optimization of lamellar settlers. NOVATECH.



# ***Annexes***

## Annexe (1) :

Tableau (I) : Variation du pH en fonction du temps

Date	pH		
	EB	EC	ET
01	7,75	7,5	7,3
02	7,85	7,3	7,2
03	7,32	7,55	7,61
04	7,66	7,74	7,5
05	7,59	7,22	7,1
06	7,18	7,6	7,5
07	7,44	7,81	7,41
08	7,96	7,5	7,32
09	7,51	7,72	7,65
10	7,58	7,5	7,8
11	7,72	7,41	7,21
12	7,96	7,33	7,65
13	7,58	7,21	7,52
14	7,62	7,51	7,62
15	7,58	7,41	7,88
16	7,78	7,45	7,56
17	7,99	7,5	7,11
18	7,82	7,5	7,14
19	7,32	7,12	7,29
20	8,03	7,45	7,42
21	7,97	7,41	7,96
22	8,33	7,89	7,51
23	7,86	7,77	7,62
24	8	7,93	7,21
25	7,67	7,75	7,55
26	7,31	7,23	7,41
27	7,59	7,42	7,31
28	8,1	7,9	7,22
29	7,22	7,3	7,63
30	7,62	7,5	7,78

Annexe (2) :

Tableau (2) : Variation de la turbidité en fonction du temps

jour	Turbidité (NTU)		
	EB	EC	ET
01	7,75	3,25	1,44
02	6,1	4,35	0,35
03	4,25	3,2	0,78
04	1,25	1,12	1,02
05	8,32	7,22	0,66
06	12,3	7,6	1,45
07	9,25	4,25	0,78
08	4,25	3,21	1,98
09	7,51	4,13	0,85
10	2,35	1,21	1,06
11	1,25	1,12	0,39
12	7,96	5,21	2,25
13	5,35	3,21	1,84
14	4,25	2,21	1,66
15	1,25	0,95	0,5
16	1,98	1,21	0,88
17	3,25	2,15	1,21
18	7,82	4,31	2,25
19	8,58	5,25	3,21
20	5,2	4,32	1,02
21	2,3	1,21	0,98
22	5,4	3,25	0,65
23	7,86	5,32	2,45
24	4,3	2,25	1,25
25	7,67	4,25	2,32
26	15,4	8,25	3,45
27	18,3	9,25	4,02
28	9,57	6,35	4,9
29	7,22	4,36	3,51
30	3,12	1,26	2,93



Annexe (3) :

Tableau(3) : Variation de la conductivité en fonction du temps

Date	Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )		
	EB	EC	ET
01	699	688	603
02	692	690	505
03	710	689	545
04	695	704	550
05	530	540	591
06	328	312	300
07	317	302	310
08	591	580	558
09	531	541	421
10	645	640	578
11	563	550	500
12	588	562	574
13	602	614	600
14	568	547	541
15	623	645	612
16	631	625	628
17	610	605	600
18	648	652	598
19	638	652	568
20	518	510	428
21	487	474	479
22	515	500	541
23	524	502	498
24	509	457	425
25	577	485	412
26	602	645	625
27	516	598	525
28	512	500	510
29	541	425	412
30	618	541	548

Annexe (4) :

Tableau (4) : Variation de La température en fonction du temps

Date	Température (°C)		
	EB	EC	ET
1	12,5	15,2	16,2
2	13,7	17,2	16,4
3	12,1	15,4	17
4	16,5	16,3	17,4
5	20,4	17,5	15,6
6	16,5	14,2	15,7
7	17,8	16,1	15,9
8	18,4	18	16,2
9	16,5	20,3	16,7
10	15,2	15,1	14,3
11	18,9	15,7	15
12	16,6	16,3	17,4
13	21,3	16,8	16,9
14	19,8	17,2	15,4
15	15,9	16,3	17,5
16	21,5	19,6	18,4
17	16,5	18,5	16,1
18	17,5	17,2	17,2
19	22,5	21	16,6
20	18,6	17,2	16,9
21	16,3	16,3	16,1
22	14,3	15,8	15
23	15,7	17,2	14,8
24	19,2	17,4	15,2
25	14,2	15,3	20,1
26	17,5	18	19,2
27	20,1	21	19,2
28	19,6	17,6	17,2
29	15,4	18,5	15,6
30	18,2	16,1	16,6

Annexe (5) :

Tableau (5) : Variation de La salinité en fonction du temps

Date	Salinité (mg/l)		
	EB	EC	ET
1	0,5	0,4	0,3
2	0,4	0,3	0,3
3	0,4	0,4	0,3
4	0,3	0,3	0,3
5	0,3	0,3	0,3
6	0,5	0,3	0,3
7	0,4	0,4	0,3
8	0,4	0,3	0,3
9	0,3	0,3	0,3
10	0,3	0,3	0,3
11	0,3	0,3	0,3
12	0,4	0,3	0,3
13	0,5	0,4	0,4
14	0,4	0,3	0,3
15	0,5	0,4	0,4
16	0,4	0,3	0,3
17	0,3	0,3	0,3
18	0,3	0,3	0,3
19	0,3	0,3	0,3
20	0,4	0,3	0,3
21	0,4	0,4	0,3
22	0,4	0,4	0,4
23	0,3	0,3	0,3
24	0,3	0,3	0,3
25	0,3	0,3	0,3
26	0,3	0,3	0,3
27	0,4	0,3	0,3
28	0,4	0,3	0,3
29	0,3	0,3	0,3
30	0,3	0,3	0,3

Annexe (6) :

Tableau (6) : Variation de TDS en fonction du temps

Date	TDS (mg/l)		
	EB	EC	ET
1	229	227	220
2	234	244	207
3	301	298	280
4	245	228	213
5	222	224	202
6	200	218	224
7	312	308	300
8	298	288	245
9	258	278	289
10	266	214	226
11	312	319	304
12	306	298	256
13	312	278	258
14	269	254	233
15	315	364	300
16	233	256	244
17	203	200	212
18	241	218	210
19	210	202	201
20	248	242	212
21	268	235	214
22	352	333	298
23	365	354	289
24	288	250	240
25	220	212	200
26	250	265	245
27	287	247	240
28	310	300	280
29	240	226	212
30	215	210	200

## RESUME

Ce travail consiste à caractériser et évaluer les paramètres physico-chimique de l'eau de la station de Souk El Djamaa willaya de Tizi ouzou d'une manière générale, Mais aussi l'optimisation et le suivie de la désinfection par le chlore, en vue de sa potabilisation ainsi le suivi des étapes et les processus de traitements. En se basant sur l'évolution des différents paramètres physico-chimique à tous les niveaux.

Après classification de l'eau de la station, cette dernière présente une qualité bonne du point de vue physico-chimique et peut être utilisée pour l'alimentation en eau potable après traitements.

La qualité de l'eau est sensiblement améliorée après traitement puisque les valeurs obtenues sont au dessous des valeurs guides données par l'OMS. Cela n'empêche pas de constater quelques insuffisances notamment, la qualité organoleptique.

**Mots clés :** Qualité, Traitement, Paramètres physico-chimiques, Désinfection, Valeurs guides, Eau potable

### Abstract

This work consists in general in characterizing and evaluating the phisico chemical parameters of the water in Souk El Djamaa station in Tizi Ouzou . But it deals also with the optimization and the follow-up of chlorine disinfection, regarding its potability and tracking the steps of the treatment process basing on the physico chemical parameters at all levels.

According to the physico-chemical side and after classification of the water in the station ,we have found that this later represents a good quality and can be used as potable water after treatment.

The quality of water has improved after traitement, since the obtained values are below the guided ones given by the OMS. However, we have noticed some shortage in the organoleptic quality.

**Keywords:** Quality ; Treatment ; Phisico chemical parameters; Disinfection ; Values are below the guided ones; Potable water.

### ملخص

يتألف هذا العمل من وصف وتقييم المعلومات الفيزيائية والكيميائية للمياه محطة تصفية المياه سوق الجمعة ولاية تيزي وزو بشكل عام، ولكن أيضا تحسين ومتابعة التطهير بالكلور ، وتتبع المراحل وعمليات المعالجة في محطة ، على جميع المستويات. بعد تصنيف مياه المحطة ، فإن هذا الأخير له جودة فيزيائية وكيميائية جيدة ويمكن استخدامه لتزويد مياه الشرب بعد العلاج.

نوعية المياه تشهد تحسنا كبيرا بعد العلاج لأن القيم التي تم الحصول عليها هي أقل من قيم الدليل التي قدمتها المنظمة العالمية لصحة. وهذا لا يمنع من ملاحظة أوجه قصور معينة على وجه الخصوص، وهي النوعية الحسية.

**كلمات المفاتيح :** الجودة ، العلاج ، المعلمات الفيزيائية والكيميائية ، التطهير ، القيم دليل ، مياه الشرب .