

**Faculté :** Sciences de l'ingénierat.  
**Département :** hydraulique.  
**Domaine :** Sciences et technologies.  
**Filière :** Hydraulique.  
**Spécialité :** Ressources hydrauliques.



## Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

# Étude de procédé de potabilité des eaux saumâtre-station de traitement de CHALI wilaya d'El oued

Présenté par : RABIE EDDINE Harrach.

Encadrant : "MONCEF Chabi" Grade "Dr" Université Badji Mokhtar Annaba

### Jury de Soutenance:

LOUACHERIA Fares	MCA	BADJI MOKHTAR - ANNABA	President
MONCEF Chabi	MCA	BADJI MOKHTAR - ANNABA	Encadrant
KECHIDA Said	MCA	BADJI MOKHTAR - ANNABA	Examineur

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2020/2021

# Remerciement

First of all, I thank the good god who gave me the strength and patience to complete my studies.

I want to thank my memory director "CHABI MONCEF".

I thank him for having framed, oriented, and advised

I thank the members of the jury, who, despite their function, were kind enough to honour me by judging this work.

I would like to thank the "CHIALI" company of El Oued in the city of Eloued and badji Mokhtar University for allowing my internship to take place, not to mention all those responsible for these sectors.

Closer, I would like to thank all the members of the company "CHIALI" for welcoming me and to all those who enabled me to carry out the practical and experimental study; thank you very much.

I thank all the teachers in the Hydraulic department who contributed to my training.

Finally, I thank all those who have participated in this work.

**DIDICAS:**

*A ma Chère MÈRE*

*A mon PÈRE*

*Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines  
m'ont permis de vivre ce jour.*

*A mon Frères et mes sœurs*

**HOSSIN.ABD NOUR. MERIEM.YOUSRA. DIKRA ET RAYEN**

*A tous les gens m'aiment*

**KHAYRE EDDINE.MICA.**

**YOUSEF. ACHREF. HOSSEM**

*À tous ceux qui me sont chers*

**RABIE**

# Résumé

## ملخص

---

أقام رجال عصور ما قبل التاريخ مخيماتهم بالقرب من الأنهار والبحيرات، حيث تخدمهم المياه كمشروب، وسيلة نقل، مصدر للطاقة، ولكن أيضا كوسيلة للصرف الصحي.

وخلال مصر القديمة، تم استخدام الرمال. كان لدى المينويين في جزيرة كريت بالفعل نظام صرف صحي يعمل على المياه قبل حوالي 1600 سنة من عصرنا. وبنى الرومان الأنابيب التي أخلت النفايات ومياه الأمطار واستخدمت المعالجة النباتية مثل نباتات الأهوار. كما استخدموا مياه الصرف الصحي كسماد.

وفي العصور الوسطى، جعلت التنمية الفوضوية للمدن من الصعب إنشاء شبكات الصرف الصحي مما أدى إلى ظهور فكرة "معالجة مياه الصرف الصحي" التي تفصل بين المواد الصلبة والسوائل.

وبعد التطور الذي شهدناه بعد الثورة الصناعية. ساهمت الدراسات التي أجريت في مجال تحلل المواد العضوية في العشرينات من القرن الماضي إلى تطوير التنقية البيولوجية. التي تسمح بتطهير السوائل وإعادة استخدامها، وحرق الحمأة المتبقية أو دفنها أو استخدامها كسماد. وتتطلب هذه المنشآت هياكل أساسية معقدة للقيام بهذه العملية.

## Résumé

---

Les hommes préhistoriques installèrent leurs campements près des rivières et des lacs, où l'eau leur servait de boisson, de moyen de transport, de source d'énergie, mais aussi de moyen d'assainissement.

Pendant l'Égypte ancienne, le sable était utilisé. Les Minoens de Crète disposaient déjà d'un système d'égouts fonctionnant à l'eau environ 1600 ans avant notre ère. Les Romains construisaient des canalisations qui évacuaient les déchets et les eaux de pluie et utilisaient la phytoremédiation comme les plantes des marais. Ils utilisaient également les eaux usées comme engrais.

Au Moyen Âge, le développement chaotique des villes a rendu difficile la mise en place de systèmes d'égouts, ce qui a conduit à l'émergence de l'idée de « traitement des eaux usées » qui sépare les solides et les liquides.

Et après le développement que nous avons connu après la révolution industrielle. Les études menées dans le domaine de la décomposition de la matière organique dans les années vingt du siècle dernier ont contribué au développement de l'épuration biologique. Ce qui permet de désinfecter et de réutiliser les liquides, et les boues restantes sont brûlées, enterrées ou utilisées comme engrais. Ces installations nécessitent une infrastructure complexe pour effectuer ce processus

## Abstract

---

Prehistoric men set up their camps near rivers and lakes, where water served them as a drink, a means of transportation, a source of energy, but also as a means of sanitation.

During ancient Egypt, sand was used. The Minoans of Crete already had a sewage system running on water about 1,600 years before our era. The Romans built pipes that evacuated waste and rainwater and used phytoremediation such as marsh plants like marais. They also used sewage as fertilizer.

In the middle Ages, the chaotic development of cities made it difficult to establish sewage systems, which led to the emergence of the idea of "sewage treatment" that separates solids and liquids.

And after the development that we witnessed after the industrial revolution. Studies conducted in the field of decomposition of organic matter in the twenties of the last century contributed to the development of biological purification. Which allows liquids to be disinfected and reused, and the remaining sludge is burned, buried or used as fertilizer. These facilities require complex infrastructure to do this process.

# Liste des tableaux

---

Remerciement.

Didicas.

Résumé.

Liste des tableaux.

Liste des figures.

Liste des abréviations.

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b> .....	<b>1</b>
<b>Partie Théorique</b> .....	<b>4</b>
<b>Chapitre I :</b> .....	<b>5</b>
<b>Étude Bibliographique</b> .....	<b>5</b>
<b>I Composition de l'eau:</b> .....	<b>6</b>
I.1 Espèces inorganiques: .....	6
I.1.1 Constituants majeurs: .....	6
I.1.2 Les éléments traces métalliques: .....	6
I.2 Matières organiques: .....	6
I.2.1 Matières organiques dissoutes: .....	6
I.2.2 Matières organiques particulières: .....	7
<b>II La ressource des eaux:</b> .....	<b>7</b>
II.1 Les eaux souterraines: .....	7
II.2 Les eaux de surface: .....	9
<b>III La pollution des eaux:</b> .....	<b>9</b>
III.1 la définition d'une pollution: .....	9
III.2 L'origine de la pollution: .....	9
III.2.1 pollution naturelle: .....	9
III.2.2 Pollution anthropique: .....	9
<b>III.2.2.1 Pollution domestique:</b> .....	<b>10</b>

## Liste des tableaux

---

<b>III.2.2.2 Pollution industrielle:</b> .....	10
<b>III.2.2.3 Pollution agricole:</b> .....	10
<b>III.3 Types de la pollution des eaux :</b> .....	11
III.3.1 Pollution physique:.....	11
III.3.2 Pollution chimique: .....	11
III.3.3 Pollution microbiologique: .....	11
<b>IV Paramètres caractéristiques de la qualité de l'eau :</b> .....	<b>11</b>
IV.1 Paramètres organoleptiques: .....	12
IV.1.1 La Couleur: .....	12
IV.1.2 Gout et odeur: .....	12
IV.1.3 Turbidité (Transparence): .....	12
IV.2 Paramètres physico-chimiques: .....	12
IV.2.1 Température:.....	12
IV.2.2 Conductivités: .....	13
IV.2.3 Salinité:.....	13
IV.2.4 pH(Potentiel Hydrogène):.....	13
IV.2.5 Dureté ou titre hydrométrique (TH) :.....	13
IV.2.6 Titre alcalimétrique (TA) ou titre alcalimétrique complet (TAC) : .....	14
IV.2.7 Chlorure:.....	14
IV.2.8 Alcalinité: .....	14
IV.2.9 Résidus secs à 180°C: .....	14
IV.3 Paramètres indésirables et toxiques: .....	14
IV.3.1 Fer et Manganèse: .....	14
IV.3.2 Métaux lourds: .....	15
IV.4 Paramètres microbiologiques:.....	15
<b>V Normes et eau potable:</b> .....	<b>16</b>
V.1 Définition d'une eau potable: .....	16
V.2 Définition d'une norme: .....	16
V.3 Réglementations concernant la qualité de l'eau potable : .....	16

## Liste des tableaux

---

<b>V.3.1.1</b> Réglementation de l'organisation mondiale de la santé (OMS) :.....	16
<b>V.3.1.2</b> Réglementation de l'Union européenne:.....	16
<b>V.3.1.3</b> Réglementation algérienne:.....	16
V.4 Norme de potabilité:.....	17
<b>VI Les procédés classiques de potabilisation des eaux :.....</b>	<b>18</b>
VI.1 Prétraitement:.....	18
VI.2 Pré-oxydation:.....	18
VI.3 Clarification:.....	18
VI.4 Oxydation-Désinfection:.....	19
VI.5 Affinage:.....	19
<b>CHAPITRE II présentation de entreprise CHIALI .....</b>	<b>21</b>
<b>I Introduction: .....</b>	<b>21</b>
<b>II Présentation de l'entreprise « CHIALI » .....</b>	<b>21</b>
<b>III Historique: .....</b>	<b>22</b>
<b>IV Un groupe orienté solution : .....</b>	<b>22</b>
<b>IV.1.1.1</b> Qualité et certifications au niveau de l'entreprise CHIALI :.....	23
a) - Qualité : .....	23
b)- Environnement :.....	23
<b>V Certifications : .....</b>	<b>24</b>
<b>Partie pratique .....</b>	<b>26</b>
<b>Chapitre III: Procédé de traitement de l'eau.....</b>	<b>27</b>
<b>I Définition de la station de traitement :.....</b>	<b>28</b>
<b>II Station de traitement de l'eau «CHIALI» :.....</b>	<b>28</b>
<b>III matériels et méthodes: .....</b>	<b>30</b>
III.1 Description de l'installation de la station :.....	30
III.1.1 Alimentation en eau brute : .....	30
III.1.2 Tour de refroidissement:.....	30

## Liste des tableaux

---

III.1.3	Réservoir des eaux: .....	32
III.1.4	Filter à sable : .....	32
	<b>III.1.4.1 Les filtrantes :</b> .....	33
III.1.5	Réservoir d'eau filtrée: .....	34
III.1.6	Groupe de déchloration: .....	34
III.1.7	Filtres à cartouche: .....	34
	<b>III.1.7.1 Contre lavage :</b> .....	34
	a) Première phase : .....	34
	b) Deuxièmes phase.....	34
III.2	Osmoseur: .....	36
III.2.1	Généralités sur les procédés membranaires : .....	36
III.2.2	La membrane : .....	36
	<b>III.2.2.1 Définition :</b> .....	36
	<b>III.2.2.2 Structure :</b> .....	36
	<b>III.2.2.3 Nature :</b> .....	36
	<b>III.2.2.4 Membranes organiques :</b> .....	36
	<b>III.2.2.5 Membranes minérales ou inorganique :</b> .....	36
	<b>III.2.2.6 Membranes composites:</b> .....	37
III.2.3	Les différents types de séparation membranaire : .....	38
	<b>III.2.3.1 La microfiltration:</b> .....	38
	<b>III.2.3.2 L'ultrafiltration :</b> .....	38
	<b>III.2.3.3 La Nano filtration:</b> .....	38
	<b>III.2.3.4 L'osmose inverse:</b> .....	39
III.2.4	Les membranes poreuses et denses: .....	40
	<b>III.2.4.1 La structure poreuse:</b> .....	40
	<b>III.2.4.2 La structure dense :</b> .....	40
	<b>III.2.4.3 Mise en œuvre des membranes :</b> .....	40
	<b>III.2.4.4 Écoulement frontal :</b> .....	40
	<b>III.2.4.5 Écoulement tangentiel :</b> .....	40
III.2.5	Module : .....	41

## Liste des tableaux

---

III.2.5.1 Module plan ou filtre-presse : .....	41
III.2.5.2 Modules tubulaires : .....	41
III.2.5.3 Les modules fibres creuses (écoulement tangentiel ou frontal) : .....	41
III.2.5.4 Les modules spirales (écoulement tangentiel) : .....	42
III.2.6 Système d'osmose inverse:.....	43
III.2.6.1 Principe:.....	43
III.2.7 Pression osmotique : .....	44
III.2.8 Réservoir de mélange : .....	44
III.2.9 Réservoir de stockage:.....	45
<b>Chapitre IV : Méthodes d'analyses .....</b>	<b>48</b>
<b>I Méthodes électrochimiques : .....</b>	<b>49</b>
I.1 Le potentiel d'hydrogène (pH):.....	49
a Principe :.....	49
b Matériels : .....	49
c Mode opératoire du pH-mètre :.....	49
I.2 La conductivité: .....	49
a Principe :.....	49
b Matériels : .....	49
c Mode opératoire: .....	49
d Expression des résultats :.....	49
<b>II Méthodes Titrimétriques : .....</b>	<b>50</b>
II.1 Le titre hydrotimétrique total (dureté total) .....	50
a Principe:.....	50
b Réactions chimiques :.....	50
c Matériels: .....	51
d Mode opératoire: .....	51
e Le calcul du TH total:.....	53
II.2 Le titre hydrotimétrique calcique (TH Ca <sup>++</sup> ) : .....	53
a Principe:.....	53

## Liste des tableaux

---

b	Matériels: .....	53
c	Réactifs: .....	53
d	Mode opératoire: .....	53
e	Expression des résultats : .....	55
II.3	Le titre alcalimétrique (TA): .....	55
a	Principe: .....	55
b	Réaction chimique: .....	55
c	Matériels: .....	55
d	Réactifs: .....	55
e	Mode opératoire: .....	55
f	Expression des résultats : .....	57
II.4	Le titre alcalimétrique complet (TAC) : .....	57
a	Principe: .....	57
b	Réactions chimiques du TAC: .....	57
c	Matériels: .....	57
d	Réactifs: .....	57
e	Mode opératoire: .....	57
f	Expression des résultats : .....	59
II.5	Dosage des chlorures par la méthode de « MOHR » : .....	59
a	Principe: .....	59
b	Réactions chimiques des chlorures: .....	59
c	Matériels: .....	59
d	Réactifs: .....	59
f	Expression des résultats: .....	61
<b>Chapitre V : Résultats et Discussions</b> .....		<b>62</b>
<b>I Résultats Discussion:</b> .....		<b>63</b>
<b>Conclusion Générale</b> .....		<b>69</b>
<b>Références Bibliographiques</b> .....		<b>71</b>
<b>Annexes</b> .....		<b>74</b>

## Liste des tableaux

---

### Liste des tableaux

<b>Tableau I.1:</b> les principaux éléments majeurs rencontrés dans l'eau .....	<b>5</b>
<b>Tableau I.2:</b> Normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS (source ADE) .....	<b>16</b>
<b>Tableau III.1:</b> Les analyses physico-chimiques de l'eau CHIALI à traiter (source DEU) .....	<b>29</b>
<b>Tableau III.2:</b> Les avantages et inconvénients des membranes .....	<b>29</b>
<b>Tableau V.1:</b> Caractéristique physico-chimique de l'eau de forage (après injection de NaOCl).....	<b>63</b>
<b>Tableau V.2:</b> les résultats d'analyses physico-chimiques d'eau osmosée .....	<b>63</b>
<b>Tableau V.3:</b> Mesure de pH à l'entrée et la sortie .....	<b>64</b>
<b>Tableau V.4:</b> Mesure de la conductivité à l'entrée et la sortie de l'unité OI .....	<b>65</b>
<b>Tableau V.5:</b> Mesure de TH à l'entrée et la sortie de l'unité OI .....	<b>65</b>
<b>Tableau V.6:</b> Mesure de TA à l'entrée et la sortie de l'unité OI .....	<b>66</b>
<b>Tableau V.7:</b> Mesure de TAC à l'entrée et la sortie de l'unité OI .....	<b>67</b>
<b>Tableau V.8:</b> Évolution de la concentration en chlore des différents types d'eau analysée .....	<b>67</b>

## Liste des figures

---

### Liste des figures

<b>Figure I.1:</b> Structure des nappes souterraines .....	7
<b>Figure I.2:</b> Écoulement de l'eau souterraine.....	7
<b>Figure II.1:</b> Politique QHSE .....	25
<b>Figure III.1:</b> Situation géographique de la station .....	29
<b>Figure III.2:</b> Tour de refroidissement .....	30
<b>Figure III.3:</b> Filtre à sable .....	33
<b>Figure III.4:</b> filtre à cartouche.....	35
<b>Figure III.5:</b> Échelle des procédés membranaires .....	39
<b>Figure III.6:</b> Les deux types de mise en œuvre des membranes .....	40
<b>Figure III.7:</b> Structure interne d'un module spirale. ....	42
<b>Figure III.8:</b> Principe d'osmose inverse. ....	43
<b>Figure III.9:</b> Réservoir de mélange .....	44
<b>Figure III.10:</b> Réservoir de stockage.....	45
<b>Figure III.11:</b> Schéma technologique de la station .....	45
<b>Figure IV 1:</b> Dosage des chlorure.....	52
<b>Figure IV 2:</b> Dosage de la dureté calcique .....	54
<b>Figure IV 3:</b> Dosage alcalimétrique.....	56
<b>Figure IV 4:</b> Dosage alcalimétrique complet .....	58
<b>Figure IV 5:</b> Dosage des chlorure.....	60
<b>Figure V 1:</b> variation de pH à l'entrée et à la sortie de l'unité OI .....	64
<b>Figure V 2:</b> variation de la conductivité à l'entrée et à la sortie de l'unité OI.....	65
<b>Figure V 3:</b> variation de TH à l'entrée et à la sortie de l'unité OI .....	66
<b>Figure V 4:</b> variation de TAC à l'entrée et à la sortie de l'unité OI. ....	67
<b>Figure V 5:</b> variation de la teneur en chlore à l'entrée et à la sortie de l'unité OI. ....	68

## Liste des abréviations

---

### Liste des abréviations

<b>ADE</b>	L'Algérienne Des Eaux
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	carbonate de calcium
<b>DBO<sub>5</sub></b>	La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours
<b>H +</b>	Hydrogène
<b>M</b>	Masse molaire
<b>KPa</b>	le kilo pascal
<b>MAO</b>	activités monoamine oxidase
<b>NaCl</b>	Le chlorure de sodium
<b>NTU</b>	Néphélométrie Turbidité Unit
<b>PH</b>	Potentiel Hydrogène
<b>TAC</b>	Titre alcalimétrique complet
<b>TH</b>	Titre hydrométrique
<b>S</b>	la surface de filtration
<b>SO<sub>4</sub></b>	Sulfate
<b>TA:</b>	Titre alcalimétrique
<b>TH</b>	Titre hydrométrique
<b>V:</b>	Vitesse spécifique de filtration
<b>T(°C )</b>	Le degré Celsius
<b>OMS</b>	L'Organisation Mondiale de la Santé
<b>Q</b>	Débit d'alimentation des filtres
<b>H<sub>2</sub>S</b>	sulfure d'hydrogène
<b>H</b>	Hauteur
<b>H<sub>2</sub>O</b>	L'eau
<b>S</b>	le soufre

## Liste des abréviations

---

<b>MES</b>	matière en suspension
<b>MgCO<sub>3</sub></b>	Le carbonate de magnésium
<b>UV</b>	Le rayonnement <i>ultraviolet</i>
<b>Ppm</b>	La partie par million
<b>R</b>	Réaction
<b>SHMP</b>	Sodium hexametaphosphate
<b>CaSO<sub>4</sub></b>	Le sulfate de calcium
<b>e-</b>	Electron

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

# Introduction Générale

---

L'eau est nécessaire à toutes les formes de vie. C'est aussi un élément de promotion de la santé des individus et du développement socio-économique des communautés humaines [1-2].

Les ressources en eau douce indispensables aux besoins humains ne sont pas toujours disponibles en quantité et en qualité dans toutes les parties du globe : sur les 8,2 millions de km<sup>3</sup> de réserves d'eau souterraine de la planète, seuls environ 4 millions de km<sup>3</sup> sont accessibles à l'homme pour ses besoins [3- 4].

L'eau couvre 70 % de la surface du globe, mais malheureusement 97 % de cette eau est salée et non potable. L'eau douce représente 3% de l'eau totale de notre planète. Dans ce faible pourcentage, les rivières et les lacs représentent 0,3%, tandis que tout le reste est stocké dans les calottes glaciaires [5].

L'un des facteurs majeurs qui régissent le développement des sociétés humaines est le souci d'obtenir et de maintenir un approvisionnement suffisant en eau. L'augmentation de la population a conduit à un prélèvement intensif de sources de surface de haute qualité mais limitées ont été contaminées, ce qui a conduit à une détérioration de la qualité de l'eau. La qualité de l'eau ne peut plus être oubliée dans le processus de développement. La conséquence inévitable de la croissance démographique et du développement économique est la nécessité de développer des techniques de traitement de l'eau pour fournir une eau de qualité acceptable à partir de sources de surface contaminées [6].

Les rivières et les lacs représentent 0,3%, tandis que tout le reste est stocké dans les calottes glaciaires [5].

Cependant, les eaux souterraines sont une source importante d'eau pour la consommation humaine et autre. Les eaux souterraines se trouvent sous la plupart des terres submergées du monde. Leur origine est due à l'accumulation d'infiltrations dans le sol qui varie selon sa porosité et sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique. Ils romain les meilleures ressources en eau potable

Le mémoire est réparti comme suit :

- ✓ La première partie est consacrée à une étude bibliographique qui contient deux chapitres :
  - Dans le premier chapitre, des généralités sur l'eau, définition, les différents types et ressources d'eau, ainsi que la composition, la pollution de l'eau, normes, les paramètres physico-chimiques.

# Introduction Générale

---

- Le second chapitre est entièrement consacré à la présentation de l'entreprise «[CHIALI](#)»
- ✓ En deuxième tranche, la partie pratique :
  - Dans le troisième chapitre, le matériel et méthode.
  - Le quatrième chapitre est pour le résultat et discussions.
- ✓ Enfin, une conclusion générale récapitule les principaux résultats obtenus.

# **Partie Théorique**

# **Chapitre I : Étude Bibliographique**

# Chapitre I: Etude Bibliographique

## I Composition de l'eau:

La composition chimique de l'eau naturelle varie énormément d'une région à l'autre et pour une même région d'une saison à l'autre. Ces variations chimiques dépendent de plusieurs paramètres, comme la solubilité des sels constituant l'écorce terrestre ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Na Cl}$ ), ainsi la composition physique des roches. [7]

### I.1 Espèces inorganiques:

#### I.1.1 Constituants majeurs:

Ce sont essentiellement des composés ioniques, anions et cations, qui proviennent de la dissolution des roches dans l'eau qui circule à leur contact.

Le tableau suivant résume les principaux éléments majeurs rencontrés dans l'eau.

**Tableau I.1:** Les principaux éléments majeurs rencontrés dans l'eau

<b>Sels minéraux</b>	Carbonates	Sodium
	Bicarbonates	Calcium
	Silicates de	Magnésium
	Sulfates	Fer
	Chlorures	potassium
	Nitrates	

#### I.1.2 Les éléments traces métalliques:

Les «éléments traces métalliques»(ETM) sont définis comme les éléments métalliques présents avec une concentration d'environ une partie par billion ( $10^3 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) en masse, ou moins. Les principaux éléments traces métalliques présentent dans l'eau sont :

Titane(Ti), Zinc(Zn), Nickel(Ni), Aluminium(Al), Chrome(Cr), Cadmium(Cd), Cuivre(Cu), Fer(Fe), Manganèse(Mn), Plombe(Pb), Mercure(Hg). [7]

### I.2 Matières organiques:

#### I.2.1 Matières organiques dissoutes:

La plupart du carbone organique dans l'eau est sous forme de matière organique dissoute et principalement de molécules à faible poids moléculaire et d'origines diverses. La concentration des matières organiques dissoutes et particulaires dépend de type d'eau et sa profondeur : l'eau de mer surfacique a une concentration plus élevée que l'eau en profondeur.

# Chapitre I: Etude Bibliographique

---

On peut trouver dix milliards de molécules différentes dans l'eau comme les produits de dégradation de déchets végétaux, produits de synthèse organique soluble, et matières azotées. Le carbone organique dissous est un facteur important dans le cycle du carbone et la chaîne alimentaire. Il influence la pénétration de la lumière, l'échange de gaz à la surface.[7]

## **I.2.2 Matières organiques particulières:**

C'est la matière en suspension et en émulsion, elles peuvent être classifiées selon leur taille. Dans l'eau surfacique, la plupart d'entre elles sont d'origine biologique.

Les plus petites particules (moins de  $1\mu\text{m}$  jusqu'à quelques dizaines de  $\mu\text{m}$ ) se composent de bactéries et d'autres débris organiques fins, et des particules inorganiques particulièrement des minéraux d'argile et des composés hydratés insolubles tels que  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

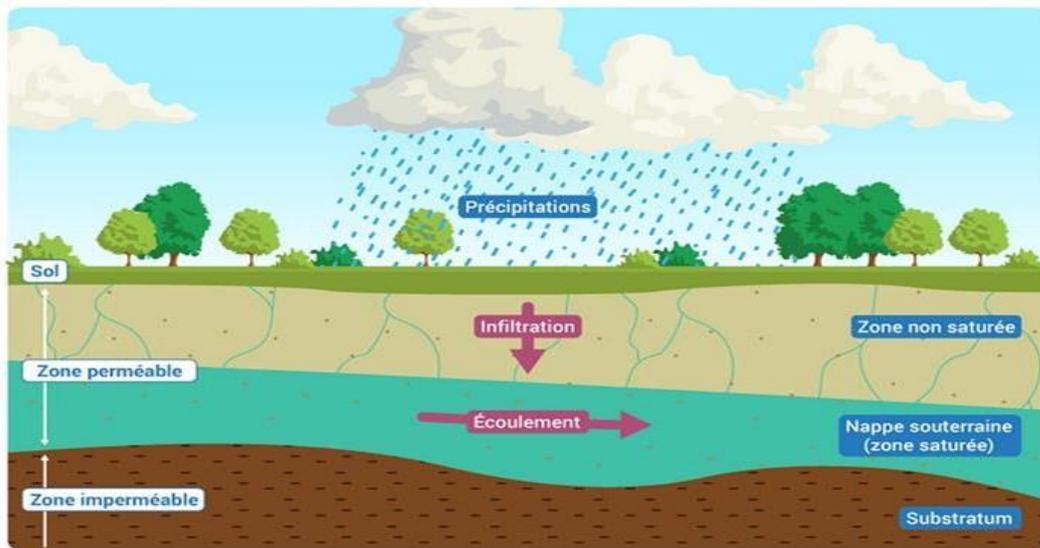
La gamme de taille allant de quelques dizaines à quelques centaines de  $\mu\text{m}$  comporte des grands détruits et des agglomérats fécaux, produits de l'agrégation biologique (sable, boues, pétrole, huiles,...).

L'eau contient également les gaz dissous ayant une grande importance dans les phénomènes biologiques ainsi que chimique (corrosion). [7]

## **II La ressource des eaux:**

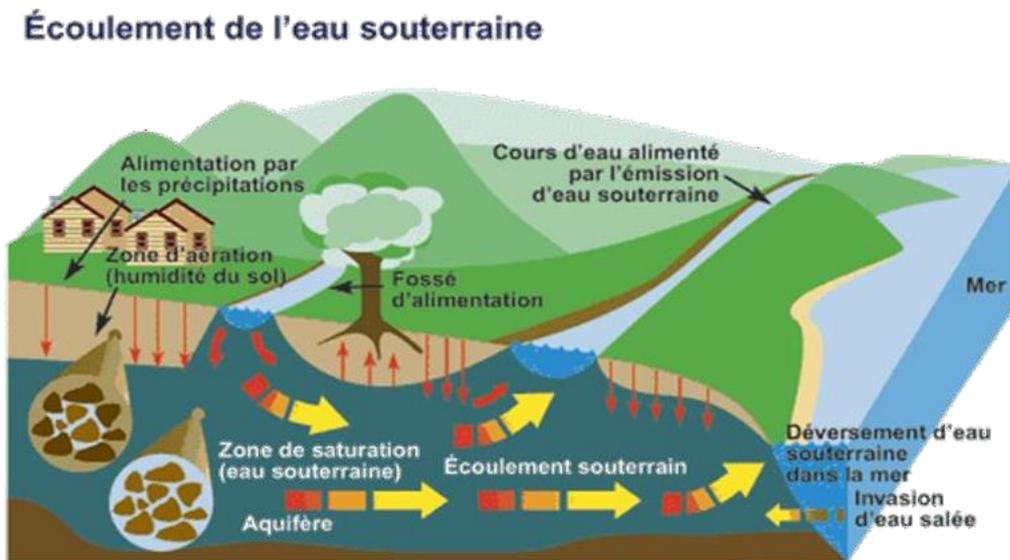
### **II.1 Les eaux souterraines:**

Les eaux souterraines regroupent l'ensemble des réserves d'eau qui se trouvent dans le sous-sol. L'eau est stockée dans des zones appelées aquifères, composées de roches poreuses et/ou fissurées. L'eau peut s'accumuler dans ces espaces vides pour former des nappes, qui occupent tout ou une partie de l'aquifère. La profondeur des nappes est variable : les plus profondes peuvent se trouver à plusieurs centaines de mètres sous la surface. Les nappes phréatiques sont celles qui se trouvent près de la surface. Leur faible profondeur les rend facilement accessibles pour les activités humaines. [8]



**Figure I.1:** Structure des nappes souterraines.

De nombreux termes sont utilisés pour décrire la nature et l'étendue des ressources en eau souterraine. Le niveau au-dessous duquel tous les interstices sont remplis d'eau s'appelle la surface de saturation. Au-dessus de cette surface se trouve la zone d'aération. Ici, les espaces dans la roche et le sol contiennent à la fois de l'air et de l'eau. L'eau dans cette zone s'appelle l'humidité du sol. Toute la région au-dessous de la surface de saturation est dénommée zone de saturation, et l'eau de cette zone est l'eau souterraine.



**Figure I.2:** Écoulement de l'eau souterraine.

La figure montre comment l'eau, à partir de sources comme les précipitations et les fossés d'alimentation, entre dans la zone d'aération (humidité du sol) et la zone de saturation (eau souterraine). Elle illustre aussi l'écoulement souterrain, l'invasion d'eau salée et l'émission d'eau souterraine dans les cours d'eau et la mer.[9]

## **II.2 Les eaux de surface:**

Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues de barrages) où peut apparaître une grande hétérogénéité de la qualité selon la profondeur. [10]

## **III La pollution des eaux:**

### **III.1 La définition d'une pollution:**

La pollution désigne toute modification défavorable du milieu naturel, par de l'action humaine, à travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Elle peut être définie aussi comme la surexploitation des capacités d'autoépuration du milieu naturel. [11]

### **III.2 L'origine de la pollution:**

#### **III.2.1 Pollution naturelle:**

Certain phénomènes naturels peuvent causer une pollution de l'eau, par exemple, le contact de l'eau avec les gisements minéraux peut, par érosion ou dissolution, engendrer des concentrations inhabituelles en métaux lourds...des irrptions volcaniques, peuvent aussi être à l'origine de la pollution. [11]

#### **III.2.2 Pollution anthropique:**

L'homme est une partie intégrante des écosystèmes terrestres, pour répondre à ses besoin sans cesse, il a synthétisé volontairement toute sortes de molécules de plus en plus complexes, comme les médicaments, les produits sanitaires, les plastifiants, etc. Ses activités ont généré

## Chapitre I: Etude Bibliographique

---

Ou augmenté la présence naturelle d'autres contaminants, sans réelle maîtrise de leur gestion.

[11]

### III.2.2.1 Pollution domestique:

Elle est généralement liée aux rejets d'eaux usées, qui peuvent être de deux types :

- ✓ Les eaux usées issues de l'utilisation d'eau au quotidien (toilettes, cuisine, douche...) contiennent des déchets organiques ou de la matière fécale. Les habitations mal ou non raccordées au réseau d'assainissement collectif, peuvent ainsi engendrer une pollution bactériologique de l'eau. [12]
- ✓ Les produits ménagers que nous utilisons sont chargés de polluants chimiques nocifs pour l'environnement. Mélangés à l'eau, ils terminent dans nos canalisations ou dans la nature et engendrent une pollution chimique. Difficilement traités par les réseaux d'assainissement, les résidus de ces produits viennent enrichir les cours d'eau en substances chimiques. [12]

Elle est caractérisée par de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux dont l'azote et le phosphore et des germes féaux, etc. [12]

### III.2.2.2 Pollution industrielle:

Le degré et la nature de la pollution générée par des rejets industriels varient suivant la spécificité de chaque activité industrielle. Certains rejets troublent la transparence et l'oxygénation de l'eau, ils peuvent aussi causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides, radioéléments...). [13]

### III.2.2.3 Pollution agricole:

La concentration des élevages (élevage industriel) donne un excédent de déjections animales ; celles-ci s'évacuent dans les cours d'eau et les nappes souterraines ; elles constituent une source de pollution bactériologique. Les engrais chimiques (nitrates et phosphates) altèrent la qualité des nappes souterraines qu'ils atteignent par infiltration des eaux. Les herbicides et les insecticides s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques. [13]

## Chapitre I: Etude Bibliographique

---

### **III.3 Types de la pollution des eaux :**

#### **III.3.1 Pollution physique:**

C'est une pollution qui est due à la présence de matière en suspension parfois de colloïdes.

Elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée. [14]

Ce type de pollution est lié aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau tels que la température, la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau. Le rejet d'eau chaude des centrales nucléaires dans les cours d'eau constitue la préoccupation de nombreux pays. [14]

#### **III.3.2 Pollution chimique:**

Elle est due à des substances en solution. Elle se traduit par un changement de saveur (eau salée ou saumâtre) parfois par l'apparition d'un caractère toxique lorsque le corps dissout est un poison. [15]

Elle correspond à la présence des eaux de surface résulte le plus souvent de l'introduction dans le milieu de substances à effet toxique, de critères multiples et divers (pesticides, détergents, métaux lourds, etc..). [15]

#### **III.3.3 Pollution microbiologique:**

Elle correspond à la présence dans l'eau des germes pathogènes pour l'homme ou pour la faune aquatique .Elle provient en général de rejet direct d'effluents contaminés non traités comme eaux usées domestiques ou déjections animales (lisier par exemple) [16], et de la présence de matières fécales dans la nature. De nombreux microorganismes vivants naturellement dans l'intestin de l'homme et des animaux peuvent survivre assez longtemps dans l'eau. Toutefois, l'eau peut abriter des bactéries, des mycètes, des protozoaires, des virus, etc. [17]

### **IV Paramètres caractéristiques de la qualité de l'eau :**

Les qualités admises d'une eau d'alimentation impliquent la garantie de son innocuité vis à vis de l'homme qui est appelé à la consommer. Une eau potable doit présenter un certain nombre de caractères physiques, chimiques et biologiques et répondre, à certains critères essentiels (incolore, insipide, inodore...) appréciés par le consommateur. Toutefois, ses qualités ne peuvent pas se définir dans l'absolu, ni d'une manière inconditionnelle.

# Chapitre I: Etude Bibliographique

---

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a édicté des normes internationales pour l'eau de boisson. On peut regrouper en 4 grands paramètres :

## **IV.1 Paramètres organoleptiques:**

La qualité organoleptique de l'eau potable est importante car les goûts, les odeurs, la couleur et la turbidité sont directement et constamment évalués par le consommateur et détermine l'acceptation ou le refus du produit. [18]

### **IV.1.1 La Couleur:**

Dans l'idéal, l'eau potable doit être claire et incolore. Le changement de couleur d'une eau potable peut être le premier signe d'un problème de qualité. Dans un échantillon d'eau, l'intensité relative d'une couleur est analysée à l'aide d'une échelle arbitraire composée d'unités de couleur varie. [7]

### **IV.1.2 Gout et odeur:**

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur non désagréables. La plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmes subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère. [7]

### **IV.1.3 Turbidité (Transparence):**

C'est un paramètre, qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes,...) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi pollutions qui troublent l'eau. Avec un appareil (turbidimètre) on mesure la résistance qu'elle oppose par l'eau au passage de la lumière pour lui donner une valeur. En France on mesure la turbidité par la méthode normalisée NTU (Néphélogétrie Turbidité Unit) par spectrométrie, c'est à dire mesure de l'absorption de la lumière par l'eau. [19]

## **IV.2 Paramètres physico-chimiques:**

### **IV.2.1 Température:**

La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres. C'est en premier lieu le cas pour l'oxygène dissous indispensable à la vie aquatique. Plus la température de l'eau s'élève, plus la quantité d'oxygène dissous diminue. Une température trop élevée des eaux peut donc disparition des espèces, la réduction de l'auto épuration, l'accumulation des dépôts nauséabonds, la croissance accélérée de des végétaux (dont les algues). [20]

## Chapitre I: Etude Bibliographique

---

La pollution thermique peut avoir pour origine des rejets d'eaux chaudes urbains ou industriels dans les cours d'eau. [20]

### IV.2.2 Conductivités:

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, elle permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau et nous renseigne également sur les degrés de minéralisation de l'eau. [21]

Elle est exprimée en micro Siemens par centimètre .Elle dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé. [7]

### IV.2.3 Salinité:

La salinité est un facteur écologique propre aux biotopes aquatiques (mais aussi aux sols) qui caractérise leur teneur en sel (Na Cl) et autres sels dissous dans les eaux. Par ailleurs, toute modification intempestive de la salinité due à l'action de l'homme peut présenter un impact redoutable sur les biotopes aquatiques concernés. [7]

### IV.2.4 PH (Potentiel Hydrogène):

C'est une mesure de l'activité des ions  $H^+$  contenus dans une eau. En chimie, par convention, on considère le pH de l'eau pure comme celui qui correspond à la neutralité d'une solution. Autrement dit, toute solution de pH inférieur à 7 (à 25°C) est considérés comme acide et inversement. [7]

### IV.2.5 Dureté ou titre hydrométrique (TH) :

TH est un indicateur de la minéralisation de l'eau qui correspond à la teneur en calcium et en magnésium. Même si la dureté de l'eau peut être source de désagrément (dépôt de calcaire, etc.), la présence de calcium et magnésium est bénéfique pour l'organisme. De plus, une eau trop douce peut favoriser la dissolution des métaux des canalisations d'eau. 9,8 % des eaux produites sont très douces, 16,7 % sont douces, 51,6 % sont moyennement dures et 21,9 % très dures. [22]

## Chapitre I: Etude Bibliographique

---

### **IV.2.6 Titre alcalimétrique (TA) ou titre alcalimétrique complet (TAC) :**

Les valeurs relatives du TA et du TAC permettent de connaître les teneurs en hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonates contenu dans l'eau. Le TA permet de déterminer, en bloc, la teneur en hydroxydes et seulement la moitié de celle en carbonate. La TAC assure la détermination de la teneur en hydrogénocarbonates. [23]

### **IV.2.7 Chlorure:**

Dans l'eau, le chlorure n'a ni odeur, ni couleur, mais peut procurer un goût salé.

Ils ne sont pas nocifs, mais constituent un important indicateur d'arrivée de pollution. Ils ne sont pas éliminés par les stations d'épuration. Dans la nature ils sont souvent indicateurs d'arrivée d'effluents urbains. A titre indicatif, dans l'eau du robinet le maximum admis est de 250 mg/l. de chlorures. La concentration naturelle de l'eau en chlorure est fonction de la géologie des sols en générale inférieure à 50 mg/l. [24]

### **IV.2.8 Alcalinité:**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et les hydroxydes, elle est mesurée soit par le titre alcalimétrique (TA) ou par le titre alcalimétrique complet (TAC). [7]

### **IV.2.9 Résidus secs à 180°C:**

Le résidu sec inscrit sur les étiquettes des bouteilles d'eau est l'indicateur de minéralisation. Ce nombre correspond au taux de minéraux recueillis après évaporation d'1 L d'eau soumis à 180°C. Un taux supérieur à 1 500 mg / L, indique que l'eau est riche en minéraux. Un taux de minéraux compris entre 500 et 1 500 mg / L : l'eau est moyennement minéralisée. Si le taux est inférieur à 500 mg / L, c'est une eau faiblement minéralisée. S'il est inférieur à 50 mg / L, c'est une eau très faiblement minéralisée. [25]

## **IV.3 Paramètres indésirables et toxiques:**

### **IV.3.1 Fer et Manganèse:**

Ces deux éléments existent dans la plupart des eaux et sont généralement liés ; ils entraînent des conséquences similaires : formation de dépôts, goûts désagréables et prolifération bactérienne. Bien que nécessaire à la nutrition humaine, le fer et manganèse ne doivent pas dépasser certaines teneurs. [7]

# Chapitre I: Etude Bibliographique

---

## IV.3.2 Métaux lourds:

Certains éléments sont rarement présents dans les eaux à l'état naturel mais sont apportés par les divers rejets. La dose dangereuse est difficile à fixer car la toxicité de ces éléments est surtout d'origine cumulative. Les principaux d'entre eux sont : argent, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc ...etc. [7]

## IV.4 Paramètres microbiologiques:

Naturellement, des microorganismes peuvent se retrouver dans l'eau, comme des bactéries, de virus, des protozoaires... dont certains sont pathogènes pour l'homme. Dans les pays occidentaux, les problèmes liés à leur présence sont bien maîtrisés grâce aux contrôles de la qualité microbiologique de l'eau de distribution et aux traitements de désinfection systématisés dès le début du XX<sup>ème</sup> siècle. [26]

La qualité microbiologique de l'eau est évaluée en mesurant la présence de bactéries indicatrices de contamination fécale (entérocoques, *E. Coli*, coliformes). Dans les eaux de surface, elles sont naturellement présentes en plus grand nombre que dans les eaux souterraines. [26]

L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie. Le dénombrement bactérien consiste à rechercher des bactéries aérobies, c'est-à-dire celles qui pourraient se développer en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques.

À 37 °C et pendant une durée de 24 heures, on isole les bactéries vivant chez l'homme et chez les animaux à sang chaud. Si la population bactérienne ne dépasse pas 10 unités/ml, on peut en conclure qu'il n'y a pas de risques potentiels.

À 20-22 °C et pendant une durée de 72 heures, on isole les bactéries du milieu naturel. Si la population bactérienne ne dépasse pas 100 unités/ml, on peut en conclure qu'il n'y a pas de risques potentiels. [7]

- Coliformes totaux et fécaux (Concentration maximale).
- Streptocoques fécaux (Concentration maximale).
- Clostridium sulfito-réducteurs (Concentration maximale).
- Staphylocoques pathogènes (Concentration maximale).

## **V Normes et eau potable:**

### **V.1 Définition d'une eau potable:**

L'eau potable est une eau que l'on peut boire ou utiliser à des fins domestiques et industrielles sans risque pour la santé. Elle peut être distribuée sous forme d'eau en bouteille (eau minérale ou eau de source, eau plate ou eau gazeuse), d'eau courante (eau du robinet) ou encore dans des citernes pour un usage industriel. [27]

### **V.2 Définition d'une norme:**

Une norme est un critère de référence établi conformément à une réglementation ou une référence minimale, moyenne ou supérieur. Elle permet de comparer une situation par rapport à une valeur seuil et de définir des conditions acceptables par rapport à celle qui ne le serait pas. [28]

### **V.3 Réglementations concernant la qualité de l'eau potable :**

#### **V.3.1.1 Réglementation de l'organisation mondiale de la santé (OMS) :**

L'Organisation Mondiale de la Santé ou OMS (WHO pour World Organisation Health), a instauré quelques lignes directrices concernant la qualité requise pour que l'eau soit dite potable. Ces lignes directrices sont les références internationales qui garantissent une eau saine et donc potable. Les dernières lignes directrices en date sont celles qui ont été prononcées par l'OMS à Genève en 1993. [29]

#### **V.3.1.2 Réglementation de l'Union européenne:**

Le conseil de l'union européenne a élaboré une directive 98/83/EC sur la qualité de l'eau requise pour la consommation humaine. Elle fut mise en application le 3 Novembre 1998. Elle fut élaborée en reprenant les paramètres de la directive sur l'eau potable datant de 1980 et en y incorporant là où il était nécessaire les dernières découvertes scientifiques sur les effets des différents substances sur l'homme (lignes directrices de l'OMS et Comité Scientifique Mondial sur la toxicologie et l'éco toxicologie). Cette nouvelle directive constitue une base solide aussi bien pour les consommateurs de l'UE que pour les fabricants d'eau potable.[29]

#### **V.3.1.3 Réglementation algérienne:**

Ces textes sont tirés du journal officiel de la république Algérienne (N°3517-Aoul Safar 1419/27 Mai 1998) (ANNEXE 1).

## Chapitre I: Etude Bibliographique

- **Norme de potabilité des eaux de consommation :**

La présente norme Algérienne NA 6360-1992 est inspirée des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé(OMS) relatives aux eaux et des normes prescrites dans les directives de la communauté Économique Européenne (CEE).

- **Objet et domaine d'application:**

La présente norme a pour objet de fixer les spécifications organoleptiques, bactériologiques, physico-chimiques et toxicologiques des eaux destinées à la consommation.

### V.4 Norme de potabilité:

**Tableau I.2:** Normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS (source ADE)

Paramètre	Unité	norme algérienne	Norme de l'OMS
PH	/	6.5-8.5	6.5-9.2
Température	C°	25	/
Conductivité	µs/cm	2800	/
Résidus sec à 180°C	mg/l	2000	1500
Turbidité	NTU	2	5
Dureté total (TH)	mg/l	500	500
Calcium	mg/l	200	/
Magnésium	mg/l	150	150
Sodium	mg/l	200	/
Potassium	mg/l	20	/
Sulfate	mg/l	400	250
Chlorure	mg/l	500	250
Nitrate	mg/l	50	50
Nitrite	mg/l	0.1	0.1
Aluminium	mg/l	0.2	0.2
Phosphate	mg/l	0.5	0.5
Ammonium	mg/l	0.5	/
Matières organique	mg/l	3	/
Métaux lourds	mg/l	0.3	/
Fer	mg/l	0.3	0.3
Manganèse	mg/l	0.5	0.1

## **VI Les procédés classiques de potabilisation des eaux :**

### **VI.1 Prétraitement:**

Une eau, avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs. Pour cela, on effectue des prétraitements de l'eau de surface [30]. Dans le cas d'une eau potable, les prétraitements sont principalement de deux types:

- le dégrillage,
- le tamisage.

### **VI.2 Pré-oxydation:**

L'oxydation est une opération essentielle à tout traitement des eaux. Elle est toujours incluse en fin de filière au niveau de la désinfection. A l'issue du prétraitement, on a une eau relativement propre mais qui contient encore des particules colloïdales en suspension. Celles-ci n'ont en elles-mêmes rien de dangereux. Il nous arrive souvent de consommer de l'eau en contenant: le thé, le café, le vin ou le lait qui sont chargés en matières organiques, mais qui s'oxydent spontanément en présence d'air. On va les détruire dans la mesure du possible par une oxydation. Celle-ci peut être faite de trois façons différentes:

- Ajout de Chlore (pré-chloration)
- Ajout de dioxyde de chlore
- Ajout d'ozone (pré-ozonation)[30].

### **VI.3 Clarification:**

La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension MES (minérales et organiques) d'une eau brute ainsi que des matières organiques dissoutes [31].

La clarification comprend les opérations suivantes:

- Coagulation
- Flocculation
- Filtration

### VI.4 Oxydation-Désinfection:

La désinfection est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Elle permet d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau [32]. Il peut cependant subsister dans l'eau quelques germes banals, car la désinfection n'est pas une stérilisation.

Le principe de la désinfection est de mettre en contact un désinfectant à une certaine concentration pendant un certain temps avec une eau supposée contaminée.

Cette définition fait apparaître trois notions importantes: les désinfectants, le temps de contact et la concentration résiduelle en désinfectant. Une bonne désinfection via les réactifs oxydants demande la combinaison d'une concentration  $C$  avec un temps de contact  $T$ ; c'est le facteur  $CT$  (mg.min/L).

Cette valeur varie avec les micro-organismes concernés, le type de désinfectant et la température.

Les quatre principaux désinfectants utilisés en production d'eau potable sont les suivants:

- Le chlore
- Le dioxyde de chlore
- L'ozone
- Le rayonnement UV

### VI.5 Affinage:

Le traitement final traite de la mise à l'équilibre calco-carbonique. L'eau suit un cycle naturel dans lequel les éléments chimiques qu'elle contient évoluent [31].

L'eau de pluie contient naturellement du dioxyde de carbone ( $CO_2$ ). Quand celle-ci traverse les couches d'humus, riches en acides, elle peut s'enrichir fortement en  $CO_2$ . Lors de sa pénétration dans un sol calcaire, c'est-à-dire riche en carbonate de calcium ( $CaCO_3$ ), elle se charge en calcium  $CaO_2^+$  et en ions bicarbonates  $HCO_3^-$ . En fait, le calcium est dissous par l'eau chargée en  $CO_2$ . On dit qu'elle est entartrant ou incrustante. En revanche, quand l'eau de pluie traverse une roche pauvre en calcium (région granitique), elle reste très chargée en  $CO_2$  dissous. Cette eau est, en générale, acide. On dit qu'elle est agressive.

Il y a typiquement deux problèmes distincts: corriger une eau agressive et corriger une eau Incrustante. La correction d'une eau agressive peut s'effectuer de plusieurs façons.

## Chapitre I: Etude Bibliographique

---

Premièrement, on peut éliminer le  $\text{CO}_2$  par aération. Du fait de l'élimination du  $\text{CO}_2$ , le pH augmente et se rapproche du pH d'équilibre.

Deuxièmement, on peut ajouter une base à l'eau. L'ajout de base permet d'augmenter le pH et d'atteindre le pH d'équilibre. La correction d'une eau incrustante peut se faire soit par traitement direct par ajout d'acide soit en réduisant le potentiel d'entartrage par décarbonatation

# **CHAPITRE II présentation de entreprise CHIALI**

### I Introduction:

Afin de réaliser notre travail de fin d'étude nous avons contacté plusieurs entreprises, la majorité n'a pas accepté de nous fournir les données nécessaires à notre étude, à part l'entreprise **CHIALI** qui a accepté de nous fournir l'accès à ses données. Après un stage de courte durée au niveau de l'entreprise **CHIALI TUBE** du groupe **CHIALI**, nous avons remarqué que certaines problématiques n'avaient toujours pas de solutions jusque-là. Nous avons donc proposé à notre maitre de stage d'appliquer une démarche (**LSS**) pour essayer d'apporter des solutions à certains problèmes. Dans ce chapitre nous allons faire une brève présentation de l'entreprise en question, toute en mentionnant ses ateliers et leurs produits finaux, car notre travail ne peut être réalisé sans une connaissance satisfaisante sur l'entreprise ciblée. **CHIALI Tubes**, est la seule entreprise en Algérie, et la deuxième en Afrique qui fabrique les tubes multicouches **PEX**, cette information nous a encouragé pour effectuer notre stage avec eux, pour but de familiariser les gens avec cette nouvelle technologie et pour leur donner de la confiance au produit local.

### II Présentation de l'entreprise « CHIALI »

Nom : Groupe CHIALI.

Raison sociale : Spa

Adresse : Zone Industrielle, voie A BP 160 22000 Sidi Bel Abbes—Algérie.

Le groupe CHIALI comprend quatre filiales :

- CHIALI TUBES.
- CHIALI PROFIPLAST.
- CHIALI SERVICES.
- CHIALI NAWAFID.

### III Historique:

Fondée en 1981, par son actuel Président, **M. Ahmed CHIALI**, la société **STPM CHIALI**, s'est spécialisée dans la fabrication des tubes PVC à coller, destinés aux réseaux d'eau potable et d'irrigation. Les perspectives de développement du marché, conjuguées à la vision prospective et ambitieuse de son fondateur, ont rapidement permis d'enrichir l'offre de la société à travers une large extension des produits fabriqués et une diversification des domaines d'activité. Les investissements consentis pour accompagner ce développement, tant en termes d'infrastructures et équipements, qu'en terme de ressources humaines, ont à leur tour imposé une nouvelle forme d'organisation. Cette évolution de la forme d'organisation de la société **STPM CHIALI** en **GROUPE** de 4 filiales, traduit son dynamisme, sa vitalité ainsi que ses perspectives d'évolution et de développement. Aujourd'hui, le **GROUPE CHIALI**, professionnel des plastiques extrudés depuis le début des années 80, se présente comme fournisseur de solutions intégrées, complètes, viables et durables dans l'ensemble des domaines d'activité dans lesquels il évolue : l'eau, le gaz, l'irrigation et le bâtiment. Par cette nouvelle organisation, le **GROUPE CHIALI** confirme son ambition de se positionner durablement en tant que leader sur le marché dans ses différents métiers.

### IV Un groupe orienté solution :

L'évolution des métiers a amené le Groupe **CHIALI** à migrer du statut de fournisseur de produits vers un statut de fournisseur de solutions techniques, en adéquation avec les attentes des clients. Une solution technique complète suppose la fourniture de tous les produits nécessaires à la réalisation des réseaux, mais aussi la fourniture de tous les services associés (conseil, assistance, formation, service après-vente...)

Au niveau de chacune des filiales, le Groupe a mis en place des équipes d'ingénieurs dédiés au service des clients et joignables à tout moment. Nos prestations de service au profit de notre clientèle :

- Conseil et assistance lors de la spécification d'achat,
- Catalogues avec offre commerciale complète,
- Formation sur les produits et les techniques d'assemblage,
- Livraison des produits sur site,
- Assistance technique sur site,
- Fourniture de la documentation technique...

### IV.1.1.1 Qualité et certifications au niveau de l'entreprise **CHIALI** :

#### **a) - Qualité :**

La qualité des produits fabriqués au niveau du **GROUPE CHIALI** jouit d'une attention particulière à travers un ensemble de dispositions dédiées à sa gestion et un système de management de la qualité **ISO 9001**. Au niveau de l'ensemble des sites de production du **GROUPE CHIALI**, les produits sont fabriqués conformément aux normes internationales (**ISO & EN**) et aux normes & règlements algériens. Les produits et les matières premières subissent, au niveau des laboratoires du **GROUPE**, tous les tests et essais prescrits dans les normes de référence. La traçabilité des produits bénéficie d'un suivi particulier et est gérée par une procédure dédiée. Une attention particulière est accordée au stockage et à la manutention des produits afin d'en garantir une préservation parfaite avant leur livraison aux clients.

#### **b)- Environnement :**

Le **GROUPE CHIALI** a pris conscience de sa responsabilité face à la protection de l'environnement, à la santé et la sécurité de ses employés ainsi que de ses clients et de l'ensemble des utilisateurs de ses produits et en a fait un engagement à travers son adhésion et sa conformité au Système de Management Intégré (**SMI**).

Des efforts notables et des améliorations continues sont réalisés chaque année dans le cadre du système **SMI** afin de se conformer à tous les règlements et exigences dans ce domaine.



## Chapitre II: Présentation de L'entreprise CHIALI

---

Des installations dédiées au recyclage des produits non conformes, au traitement des effluents, ainsi qu'une volonté de plantation d'arbres au niveau des unités de production, Constituent la preuve tangible de cette démarche volontariste en vue d'un respect rigoureux de l'environnement. D'autre part, des prescriptions très strictes en matière de sécurité et un programme de formation permanent sont mis en œuvre afin de préserver la sécurité des personnes et des biens.

### **V Certifications :**

- ✓ Certifié ISO 9001 (qualité) ([CHIALI Tubes](#) & [CHIALI ProfiPlast](#)),
- ✓ Certifié ISO 14001 ([environnement](#)),
- ✓ Certifié OHSAS 18001 ([santé sécurité au travail](#)),
- ✓ Agréé par SONEGAS pour les tubes PEHD utilisés dans les réseaux de distribution du gaz  
([CHIALI Tubes](#) & [CHIALI ProfiPlast](#)),
- ✓ Agréé ACS pour les tubes PEHD utilisés dans les réseaux de distribution d'eau potable  
([CHIALI Tubes](#) & [CHIALI ProfiPlast](#)),
- ✓ Agréé TEDJ par l'IANOR pour les tubes PEHD utilisés dans les réseaux de distribution  
d'eau potable ([CHIALI Tubes](#) & [CHIALI ProfiPlast](#)),
- ✓ Agréé par VERITAL pour les tubes PEHD utilisés comme gaine pour les réseaux de  
télécommunication.

**CHIALI  
TUBES**

**POLITIQUE QHSE  
DRB01 REV 07**



**QUALITÉ,  
HYGIENE, SANTE, SECURITE  
ET ENVIRONNEMENT**

Dans une perspective de développement durable, CHIALI TUBES est une entreprise spécialisée dans la production des tubes plastiques (eau, gaz, irrigation, assainissement, bâtiment). Elle place la satisfaction des **parties intéressées** (clients, fournisseurs, personnel,.....), la sécurité des personnes et la protection de l'environnement au cœur de ses valeurs et de sa stratégie.

Pour atteindre ces objectifs, je m'engage à fournir les moyens nécessaires à tous le personnel afin de s'assurer de la **transition de notre SMI** et l'amélioration continue du système de management QHSE en veillant à :

**Mes engagements**

1. Nous conformer aux obligations légales, réglementaires et administratives en matière de qualité, d'environnement, de santé sécurité au travail, applicables à nos activités.
2. Respecter les exigences de la norme ISO 9001(2015) pour la qualité, de la spécification OHSAS 18001(2007) pour l'hygiène santé sécurité et de la norme ISO 14001(2015) pour l'environnement.
3. Maintenir la marque de conformité aux normes algériennes « TEDJ » pour les produits finis PEHD eau potable.
4. Surveiller et revoir les besoins et attentes des **parties intéressées**.
5. S'assurer que **les risques et les opportunités** susceptibles d'avoir une incidence sur la conformité des produits et des services et sur l'aptitude à améliorer la satisfaction du client sont déterminés et pris en compte
6. Fournir un cadre pour établir et revoir les objectifs QHSE.
7. Continuer le développement des compétences du personnel de l'entreprise CHIALI TUBES
8. Promouvoir l'amélioration continue en termes de qualité, santé sécurité et environnement.
9. Impliquer notre personnel et celui travaillant pour notre compte dans des actions de formation et de sensibilisation concernant le volet QHSE.
10. Vérifier la compréhension, la mise en œuvre et le maintien de la politique QHSE à tous les niveaux de la société.
11. Conserver et développer notre partenariat avec nos fournisseurs.
12. Communiquer et collaborer avec **les parties intéressées** au sujet des questions environnementales et de santé sécurité.
13. Revoir régulièrement notre politique QHSE quant à son adéquation permanente.

SBA, le 26 Janvier 2017  
Le Directeur Général  
Tewfik CHIALI

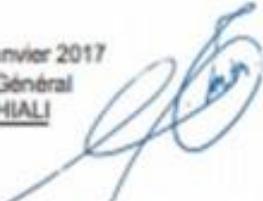


Figure II.1 Politique QHSE

# **Partie pratique**

# **Chapitre III: Procédé de traitement de l'eau**

### I Définition de la station de traitement :

C'est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur.

Une station d'épuration est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle peut utiliser plusieurs principes, physiques et biologiques. Le plus souvent, le processus est biologique car il fait intervenir des bactéries capables de dégrader les matières organiques. La taille et le type des dispositifs dépendent du degré de pollution des eaux à traiter.

Une station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux. La pollution retenue dans la station d'épuration est transformée sous forme de boues. La succession des dispositifs est calculée en fonction de la nature des eaux usées recueillies sur le réseau et des types de pollutions à traiter.

### II Station de traitement de l'eau «**CHIALI**» :

Le site de la station de traitement « **CHIALI** » wilaya de "**EL OUED**" existante a la gauche de "**gouri Park**" et on face de la gare routière de l'oued. Le site présente plusieurs avantages, notamment :

- La vaste zone et prévu d'en faire une zone résidentielle à l'avenir.
- La région connaît un grand intérêt de la population.
- Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique.



## Chapitre III: Matériels et Méthodes



**Figure III.1:** Situation géographique de la station

**Tableau III.1 :** Les analyses physico-chimiques de l'eau CHIALLI à traiter (source DEU)

Paramètre	Unité	Eau brute	Eau traite	Valeurs limite
Température	C°	61.06	20.2	30
Ph	/	7.39	8.139	8.5
Turbidité	NTU	1.51	0.176	0.4
Conductivité	µs/cm	2640	1000	1200
TDS	mg/l	1663.2	500	600
alcalinité HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	173.24	61	<i>pas moine de 30</i>
Dureté total TH	mg(CaCo <sub>3</sub> )/l	908	278.4	<i>pas moine de 150</i>
Chlore résiduel	mg/l	—	0.90	<i>pas moine de 0.6</i>
Chlorure	mg/l	402.38	134.94	500
Magnésium	mg/l	85.05	24.38	150
Sulfate	mg/l	615	205	400
Calcium	mg/l	223.64	71.34	200

## Chapitre III: Matériels et Méthodes

---

### III Matériels et méthodes:

#### III.1 Description de l'installation de la station :

##### III.1.1 Alimentation en eau brute :

Les eaux seront acheminées vers la tour de refroidissement via une conduite en plastique d'un débitmètre et d'une vanne de régulation.

Temperature	61.06 °C
Début d'eau entrée	476.78 m3/h

##### III.1.2 Tour de refroidissement:

Une tour de refroidissement est une installation qui retraite la chaleur de l'eau par évaporation ou par conduction.

Les industries utilisent les tours de refroidissement pour différents procédés. Ainsi, il existe différents types de tours de refroidissement. Il y a des tours de refroidissements qui créent l'eau de procédé pouvant être utilisé qu'une fois, avant d'être déchargée. Il y a aussi des tours de refroidissement qui créent l'eau pouvant être réintroduite dans le procédé de production.

Lorsque l'eau est réutilisée, elle est pompée par l'installation dans la tour de refroidissement. Après que l'eau soit refroidie, elle est réintroduite dans le procédé. L'eau devant être refroidie a souvent une température comprise entre 40 et 60 °C.

L'eau est pompée jusqu'au haut de la tour et s'écoulera vers le bas à travers des conduites en plastiques ou en bois. Ceci provoque la formation de gouttes. Tout en coulant vers le bas, l'eau émet de la chaleur qui se mélange à la circulation d'air, la faisant refroidir de 10 à 20°C.

Une partie de l'eau évaporée entraîne l'émission de plus de chaleur. Les vapeurs d'eau peuvent parfois être observées au-dessus des tours de refroidissement.

Pour créer un flux d'air ascendant, certaines tours de refroidissement contiennent des lames sur le dessus, qui sont similaires à des lames de ventilation. Ces lames entraîne une circulation d'air ascendant à l'intérieur de la tour de refroidissement. L'eau tombe alors dans un bassin et sera réinsérée dans le circuit du procédé.



**Figure III.2:** Tour de refroidisse

➤ **Dimensions:**

Quantité	01unité
Hauteur	8 m
Forme géométrique	Carrée
Débit d'eau entrée	476.78 m <sup>3</sup> /hr
Volume de Garnissage	1801980 m <sup>3</sup>
Air / Eau	20 Nm <sup>3</sup> /h/m <sup>3</sup> /h
Débit air	3600 Nm <sup>3</sup> /h
Température de bulbe d'air calculée	28°C

### III.1.3 Réservoir des eaux:

Les eaux refroidies seront stockées dans un réservoir en Béton installé en-dessous de la Tour de refroidissement. Ce réservoir est construit en béton armé

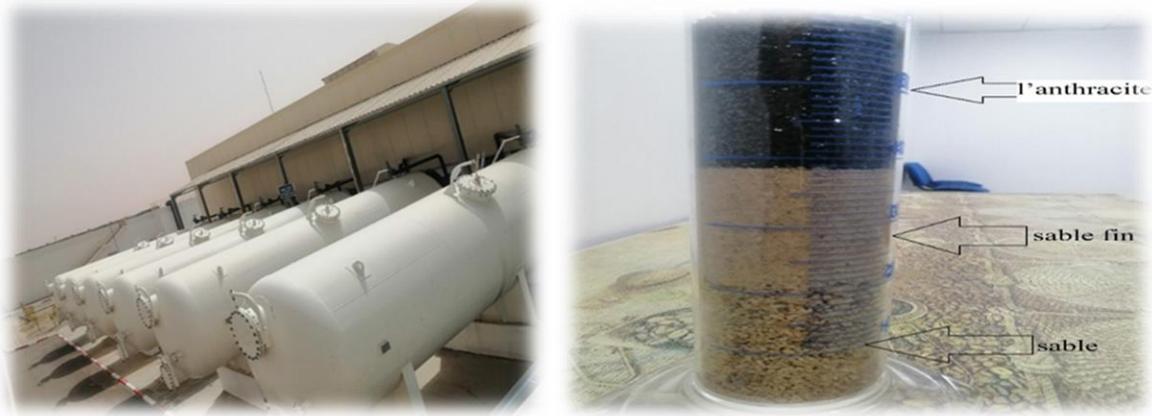
➤ **Dimensions du réservoir R1:**

Quantité	01 unité
Forme géométrique	Carrée
Capacité	500 m <sup>3</sup>
Débite entre	547 m <sup>3</sup> /hr
Débite sorte	495 m <sup>3</sup> /hr
Température d'eau	27°C
Temps de séjour	120 minutes

### III.1.4 Filter à sable :

Pour éviter l'entassement des filtres à cartouche, six filtres à sable sont prévus pour retenir toutes les particules en suspension ayant un diamètre supérieur à 40 microns. Ces filtres sont constitués par un réservoir, le plus souvent cylindrique, contenant un lit de sable calibré (granulométrie comprise entre 0,4 et 1 mm), sur lequel l'eau à clarifier circule de haut en bas. Les impuretés sont pour la plupart retenues à la surface du lit de sable et, pour le reste, dans les couches hautes du lit filtrant. Les vitesses de filtration sont en général comprises entre 30 et 40 m<sup>3</sup> .h<sup>-1</sup> par m<sup>2</sup>, pour des hauteurs de couche comprises entre 50 et 100 cm. Lorsque le filtre est colmaté, le sable est lavé par un contre-courant pendant 4 à 15 minutes. Un jeu de vannes ou une vanne multivoie permet d'inverser le flux d'eau qui traverse la masse de sable pendant la phase de service et durant les lavages

Il existe différents types de médias filtrants. Parmi les plus connus, citons **le sable fin (silex)**, qui présente un excellent rapport qualité prix, **l'anthracite**, utile pour filtrer les plus grosses particules, ou **le charbon actif**, qui couple l'adsorption à la sédimentation pour mieux capter les matières en suspension. Dans chacun d'entre eux la sédimentation des matières en suspension se fait via plusieurs mécanismes : par défaut d'inertie, par la force centrifuge, par attraction réciproques (des masses ou électrostatique) des particules, ou par effet magnétique. Les filtres à sable peuvent ainsi filtrer des particules dont le diamètre est inférieur à celui des interstices du milieu filtrant.



**Figure III.3:** Filtration à sable

➤ **Dimensions de la filter:**

Quantité	01 unité
Forme géométrique	Cylindrique
Capacité	100 m <sup>3</sup>
Débite entre	547 m <sup>3</sup> /hr
Débite sorte	495 m <sup>3</sup> /hr
Température d'eau	27°C

### III.1.4.1 Les filtrantes :

- **Charbon actif** : Il est indispensable pour le traitement de l'eau potable, afin d'améliorer le goût, l'odeur, de la présence de chlore et aussi de polluants comme certains pesticides. La filtration sur charbon actif est essentiellement utilisée pour retenir la matière organique, les métaux lourds, les substances halogénées tel que le chlore, les composés à l'origine du goût et de l'odeur désagréable de l'eau.

- **Silex / Anthracite** : La filtration sur silex présente des limites lorsque les eaux sont très chargées en matière en suspension du fait d'une saturation rapide de la couche supérieure de travail, le phénomène est accentué dans le cas de présence de matières colloïdales dans l'eau à traiter. Et permet la filtration en profondeur des particules de plus grosse granulométrie.



## Chapitre III: Matériels et Méthodes

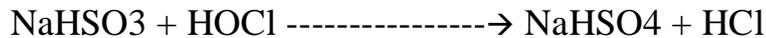
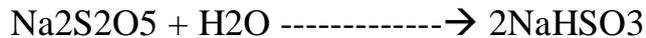
---

### III.1.5 Réservoir d'eau filtrée:

L'eau filtrée est stockée dans un réservoir intermédiaire, ce qui rend indépendant la section osmose.

### III.1.6 Groupe de déchloration:

Sur la ligne d'alimentation des lignes d'osmose, et avant les filtres à cartouche, du méta bisulfite de sodium est dosé pour neutraliser le chlore libre. Ce dernier peut oxyder les parois superficielles des membranes en polyamide. La réaction du méta bisulfite de sodium avec le chlore et l'eau est la suivante :



L'avantage du méta bisulfite par rapport aux autres techniques (filtres à charbon actif...) est qu'il est aussi un réducteur d'oxygène, ce qui ralentit considérablement le développement des germes sur l'osmoseur.

### III.1.7 Filtres à cartouche:

Très simples de construction, puisque constitués d'une enveloppe de pression contenant la ou les cartouches avec un orifice d'arrivée d'eau à filtrer et un orifice de sortie d'eau filtrée, ces filtres sont d'encombrement et d'investissement réduits. Ils sont prévus pour éliminer toutes les particules ayant un diamètre supérieur à 5 microns.

Pour nettoyer cette filter on applique :

#### III.1.7.1 Contre lavage :

Pour éviter tout encrassement des filtres on procède à leur lavage qui s'effectue en deux phases :

##### a) Première phase :

L'air passe à travers ces filtres pour détacher du matériau filtrant les impuretés retenus.

##### b) Deuxième phase :

On effectue un retour d'eau à fort débit assurant une mise en expansion des matériaux filtrant. Cette dernière permet d'extraire du lit et d'évacuer les impuretés détachées lors de la première phase.

## Chapitre III: Matériels et Méthodes

---

### ➤ Avantages du filtre à cartouche:

- Sa qualité de filtration : bien supérieure à celle d'un [filtre à sable](#).
- Son prix : à partir de 100 € cela en fait le filtre le moins cher du marché.
- Son faible encombrement.
- Sa faible consommation d'eau : on utilise environ 20 l d'eau pour laver une cartouche, alors qu'un contre-lavage de filtre à sable consomme environ 300 l.
- Sa facilité de montage et d'entretien : juste une entrée et une sortie, pas de raccordement à l'égout. Entretien facile mais minutieux.

### ➤ Inconvénients du filtre à cartouche :

- Son coût d'entretien : il est nécessaire de changer la cartouche au début de chaque saison. Cela peut revenir cher à la longue.
- Le nettoyage est fastidieux : Il nécessite une grande méticulosité. Les grandes cartouches peuvent s'avérer difficiles à manipuler.
- La fréquence de nettoyage des cartouches.



Figure III.4: filtre à cartouche.



### **III.2 Osmoseur :**

#### **III.2.1 Généralités sur les procédés membranaires :**

#### **III.2.2 La membrane :**

##### **III.2.2.1 Définition :**

Une membrane est une paroi mince, liquide ou solide qui oppose une résistance sélective au transfert des différents constituants d'un fluide. Elle possède donc la propriété de séparer sélectivement des espèces chimiques moléculaires ou ioniques

##### **III.2.2.2 Structure :**

Deux types de membranes sont utilisés en traitement de l'eau :

- Les membranes symétriques (ou isotropes), qui possèdent des propriétés identiques sur toute leur épaisseur ;
- Les membranes asymétriques (ou anisotropes), dont la structure composite varie de la surface de la membrane vers l'intérieur.

Ces membranes sont généralement supportées, c'est-à-dire fixées sur un support de manière à leur conférer une bonne stabilité mécanique.

##### **III.2.2.3 Nature :**

Les membranes symétriques, asymétriques et supportées sont classées selon la nature des matériaux qui les composent :

##### **III.2.2.4 Membranes organiques :**

Elles sont fabriquées à partir de polymères organiques (acétate de cellulose, polyamides, etc.). Les qualités de ces matériaux leur confèrent une grande adaptabilité aux différentes applications. Environ 90 % des membranes d'ultrafiltration et de microfiltration sont constituées par des membranes organiques.

##### **III.2.2.5 Membranes minérales ou inorganique :**

Ces dernières ont été diffusées plus tardivement par rapport aux membranes organiques. Elles sont composées de corps entièrement minéraux (matières céramiques, métal fritté).

Leur arrivée a permis de travailler dans des conditions extrêmes de température et d'agression chimique, ce qui a ouvert de nouvelles voies dans la séparation par membrane.

## Chapitre III: Matériels et Méthodes

---

### III.2.2.6 Membranes composites:

Elles sont caractérisées par une structure asymétrique, beaucoup plus fine que celle des membranes classiques non composites et par une superposition de plusieurs couches différenciées soit par leur nature chimique, soit par leur état physique. Elles peuvent être organiques (superposition de polymères organiques différents), organo-minérales ou minérales.

**Tableau II:** Le tableau montre les avantages et les inconvénients des membranes.

Type de membrane	composition	Avantages	inconvénients
organique	Acétate de cellulose	-Perméabilité élevée -Sélectivité élevée -Mise en oeuvre aisée -Faible adsorption des protéines	-Sensible à la température -sensible au pH -sensible au compactage -sensible aux micro-organismes
	polyamide	Bonne stabilité chimique, thermique et mécanique	-Très sensible au chlore -faible perméabilité -phénomènes d'adsorption (risque de colmatage)
	polysulfone	-Bonne stabilité thermique -bonne stabilité au pH	-sensible au compactage -Phénomènes d'adsorption (risque de colmatage)
	composite	-Perméabilité élevée -sélectivité élevée -excellente tenue aux pH, extrêmes -bonne stabilité thermique	
Minérale		-bonne stabilité chimique -Bonne stabilité thermique	-Faible perméabilité Microfiltration uniquement

### III.2.3 Les différents types de séparation membranaire :

- Microfiltration.
- Ultrafiltration.
- Nano filtration.
- Osmose inverse.

La microfiltration, l'ultrafiltration et nano filtration mettent en jeu des membranes Possédant une structure poreuse tandis que les membranes d'osmose inverse sont des matériaux denses.

#### III.2.3.1 La microfiltration:

Elle est définie comme un procédé de séparation solide/ liquide. Le mécanisme est basé exclusivement sur l'effet tamis (taille) et rend possible la rétention de particules en suspension ou de bactéries dont la taille se situe entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ .

Les pressions appliquées sont de quelques dixièmes de bar pour éviter un colmatage important

#### III.2.3.2 L'ultrafiltration :

Utilisée pour séparer des macromolécules et d'espèces colloïdales. Le solvant ainsi que les solutés de faible masse molaire traversent la membrane selon un mécanisme convectif sous l'effet de la pression, tandis que les espèces de taille supérieures (colloïdes, protéines, polymères) sont retenues.

Les pressions sont supérieures à celle rencontrées en microfiltration et le seuil de coupure se situe entre 103 et 106 Dalton.

#### III.2.3.3 La Nano filtration:

Pour traiter des espèces de taille inférieure à 2 nm (sucre, colorants, sels,....) elle se situe à la transition entre l'osmose inverse et l'ultrafiltration tant au niveau du seuil de coupure (200 à 1000 Dalton) qu'au niveau de la pression transmembranaire (5 à 25 bar). Les membranes de nano filtration possèdent également une sélectivité spécifique vis-à-vis des espèces ioniques, une rétention plus faible des co-ions monovalents que des co-ions divalents et une forte rétention globale pour les sels minéraux à faible concentration.

### III.2.3.4 L'osmose inverse:

Osmose directe est un procédé naturel dans lequel la mise en œuvre d'une membrane semi-perméable entre deux solutions de concentrations différentes permet d'obtenir une migration à travers de la membrane d'une partie de l'eau pure, de la solution la moins concentrée vers la solution la plus concentrée jusqu'à obtention d'un équilibre ionique. L'osmose inverse est un procédé mettant en œuvre des membranes semi perméables qui laissent passer facilement l'eau pure et retiennent les différents sels, la figure N°7 résume les différents types de séparations membranaire.

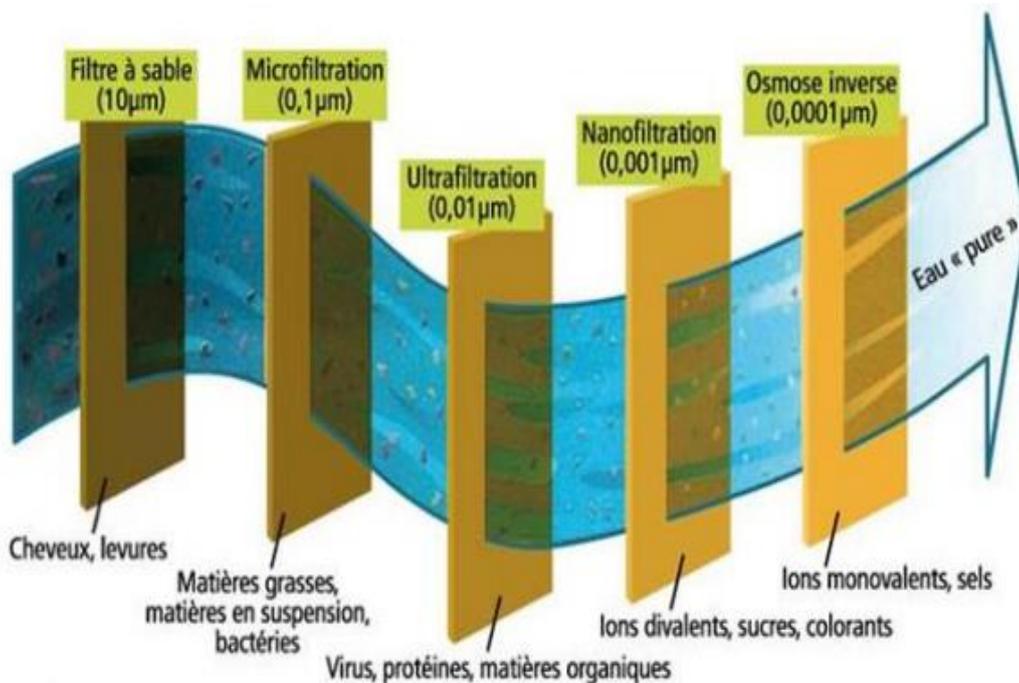


Figure III.5 : Échelle des procédés membranaires.

#### Remarque:

Chaque technique séparative arrête les polluants jusqu'à une certaine taille critique.

### III.2.4 Les membranes poreuses et denses:

#### III.2.4.1 La structure poreuse:

Résulte par les interstices entre les constituants solides d'une membrane, elle est présentée par les espaces entre les chaînes de polymère pour les membranes organiques, et les espaces inter granulaires pour les membranes inorganiques. Selon la taille des pores on distingue trois catégories.

- Micropores : de diamètres inférieurs à 2 nm.
- Mésopores : de diamètres compris entre 2 et 50 nm.
- Macropores : de diamètres supérieurs à 50 nm.

#### III.2.4.2 La structure dense :

Dont la taille des interstices formés entre les constituants de la matrice membranaire est voisine de celle d'un ion solvate.

#### III.2.4.3 Mise en œuvre des membranes :

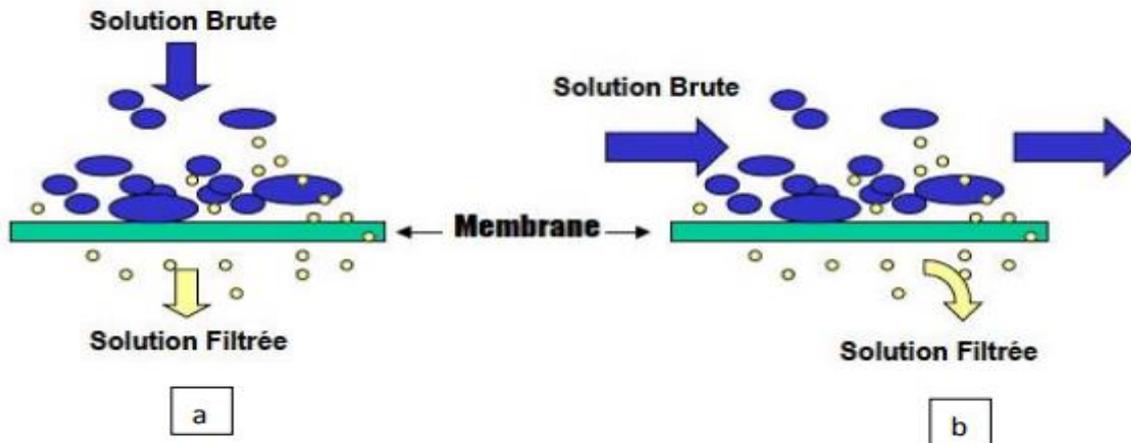
Il existe deux types de mise en œuvre des membranes : l'écoulement frontal et l'écoulement tangentiel.

#### III.2.4.4 Écoulement frontal :

Ce mode de filtration consiste à amener la solution à filtrer perpendiculairement à la membrane. Les molécules retenues se concentrent au niveau de la surface membranaire ce qui provoque une diminution du flux (Figure III.6 a).

#### III.2.4.5 Écoulement tangentiel :

Dans ce cas, la solution à filtrer circule parallèlement à la membrane. Le fonctionnement du système de filtration s'effectue en continu : l'accumulation des espèces retenues à la surface de la membrane est moins importante qu'en filtration (Figure III.6 b)



**Figure III.6 :** Les deux types de mise en œuvre des membranes

### III.2.5 Module :

Quelle que soit leur nature, les modules pressurisés sont contenus à l'intérieur d'un corps de pression. Ces enveloppes sont appelées modules, elles peuvent être de différentes géométries :

#### III.2.5.1 Module plan ou filtre-presse :

Cette configuration dérivée des filtres-presses est constituée d'un empilement de membranes sous forme de feuille. Les membranes sont disposées parallèlement les unes aux autres et sont séparées par des grilles ou support.

#### III.2.5.2 Modules tubulaires :

Ils sont constitués d'une ou plusieurs membranes inorganiques ou organiques de forme tubulaire, ayant des diamètres internes entre 4 et 25 mm. Plusieurs tubes individuels peuvent être placés dans un module. Le module multicanaux représente la forme optimisée actuelle

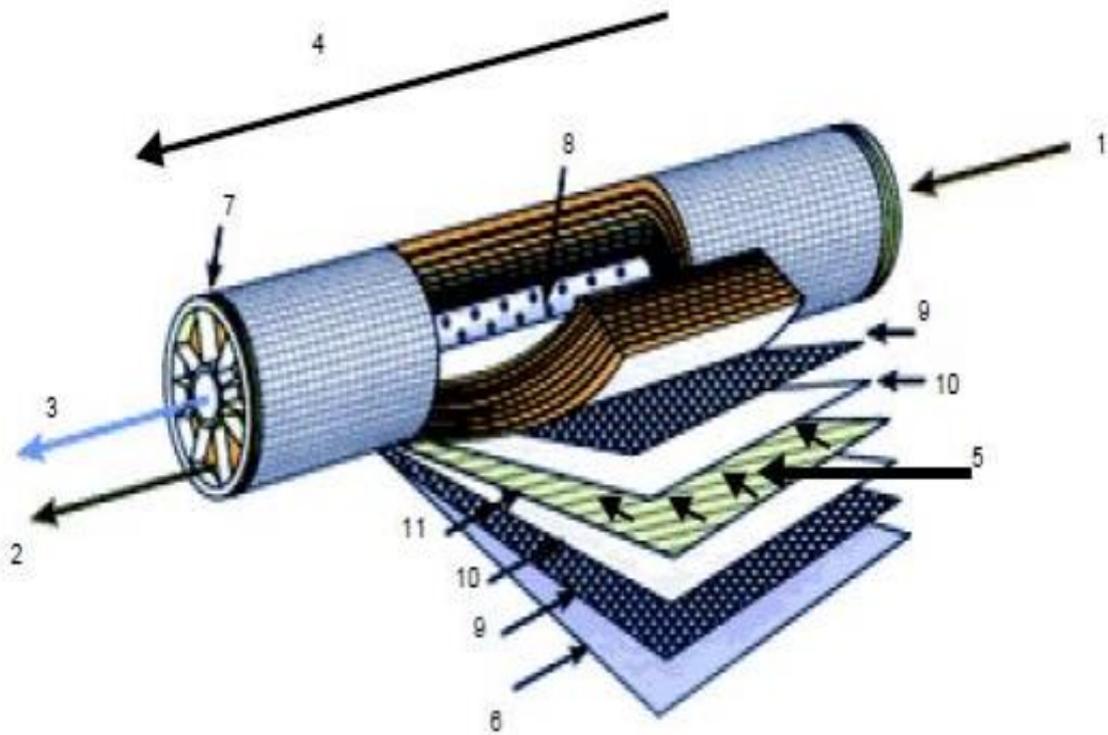
#### III.2.5.3 Les modules fibres creuses (écoulement tangentiel ou frontal) :

Ils contiennent plusieurs milliers de fibres dont le diamètre est de l'ordre de 1mm. Les faisceaux obtenus sont encollés aux extrémités de façon à assurer l'étanchéité entre le compartiment (perméat) et l'alimentation.

L'alimentation peut se faire à l'intérieur (interne externe) ou à l'extérieur (externeinterne) des fibres creuses, selon que la peau active est à l'intérieur ou à l'extérieur de la fibre creuse.

### III.2.5.4 Les modules spirales (écoulement tangentiel) :

C'est un module particulier de membranes planes qui sont enroulées autour d'un axe creux collecteur de perméat. L'ensemble est introduit dans une enveloppe cylindrique dont les sections donnent accès à l'entrée de l'alimentation et à la sortie du retentât comme présenté sur la (figure III.7).



- 1 Entrée d'eau
- 2 Sortie de concentrat
- 3 Sortie de perméat
- 4 Sens d'écoulement de l'eau brute
- 5 Sens d'écoulement du perméat
- 6 Matériau de protection
- 7 Joint d'étanchéité entre module et enveloppe
- 8 Perforations collectant le perméat
- 9 Espaceur
- 10 Membrane
- 11 Collecteur de perméat

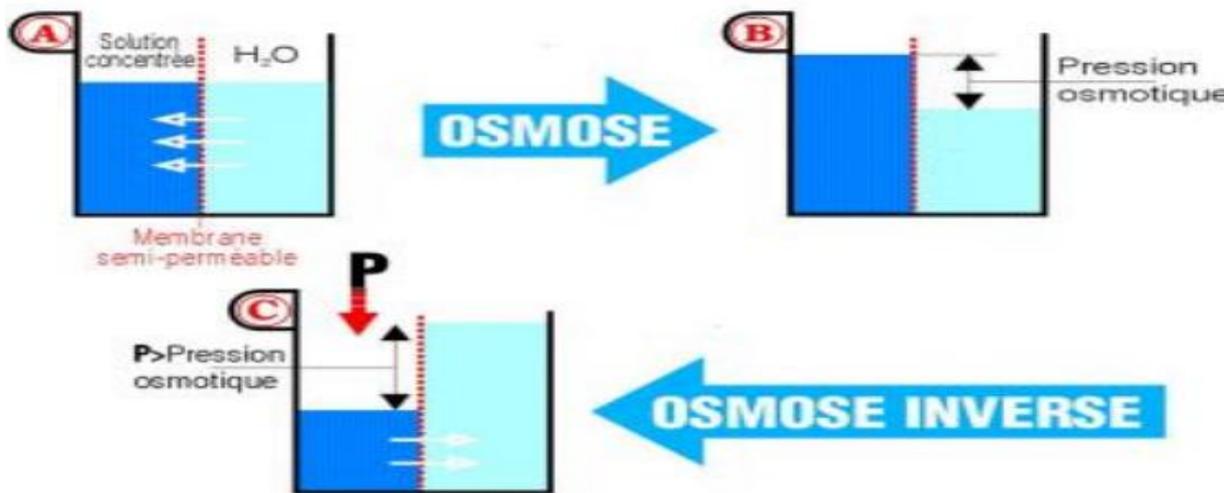
**Figure III.7:** Structure interne d'un module spirale.

### III.2.6 Système d'osmose inverse:

C'est la section principale de tout le système, il est composé de quatre lignes de 100 m<sup>3</sup> /h chacune. L'eau provenant des filtres de sécurité est envoyée aux modules R01, R02, R03 et R04 par des pompes hautes pression. Dans ces modules, l'eau est séparée en eau déminéralisée (produit) et en concentré (eau de décharge). L'eau produite est stockée et acheminée vers les chaudières par deux pompes centrifuges.

#### III.2.6.1 Principe:

Rappelons qu'on appelle osmose le transfert de solvant (eau dans la plupart des cas) à travers une membrane sous l'action d'un gradient de concentration. Considérons un système à deux compartiments séparés par une membrane perméable et contenant deux solutions de concentrations différentes (figure III.8). Le phénomène d'osmose va se traduire par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée.



**Figure III.8:** Principe d'osmose inverse.

Si l'on essaie d'empêcher ce flux d'eau en appliquant une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer. Il arrivera un moment où la pression appliquée sera telle que le flux d'eau va s'annuler. Si, pour simplifier, nous supposons que la solution diluée est de l'eau pur, cette pression d'équilibre est appelée pression osmotique. Une augmentation de la pression osmotique va se traduire par un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique, c'est-à-dire de la solution concentrée vers la solution diluée : c'est le phénomène d'osmose inverse.

## Chapitre III: Matériels et Méthodes

---

### III.2.7 Pression osmotique :

La pression osmotique peut être calculée en assimilant le comportement des molécules du soluté à celles de molécules gazeuses. Dans le cas d'une solution diluée, on peut appliquer la loi des gaz parfaits :

$$\Pi V = n RT$$

- $\Pi$  : pression osmotique en bar.
- $V$  : volume de la solution en litre.
- $n$  : nombre de mole de soluté.
- $R$  : constante de gaz parfaits ( $0,0821 \text{ bar}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ).
- $T$  : température absolue en K.

### III.2.8 Réservoir de mélange :

Dans ce réservoir, nous mélangeons une quantité d'eau osmosé (85 %) avec une quantité d'eau filtrée (25%).

Parce que l'eau osmosée est de l'eau similaire à l'eau distillée dans une grande proportion, nous devons donc la mélanger avec de l'eau filtrée pour atteindre les normes requises.



**Figure III.9:** Réservoir de mélange.

En plus d'ajouter du chlore pour ajuster la valeur de PH entre (6.5) et (8.1)

## Chapitre III: Matériels et Méthodes

---

### III.2.9 Réservoir de stockage:

L'eau potable est stockée dans de grands réservoirs et de là, elle est dirigée vers les consommateurs.



**Figure III.10:** Réservoir de stockage.

Quantité	02unité
Hauteur totale	6 m
Forme géométrique	Carré
Volume de Garnissage	10000 m <sup>3</sup>

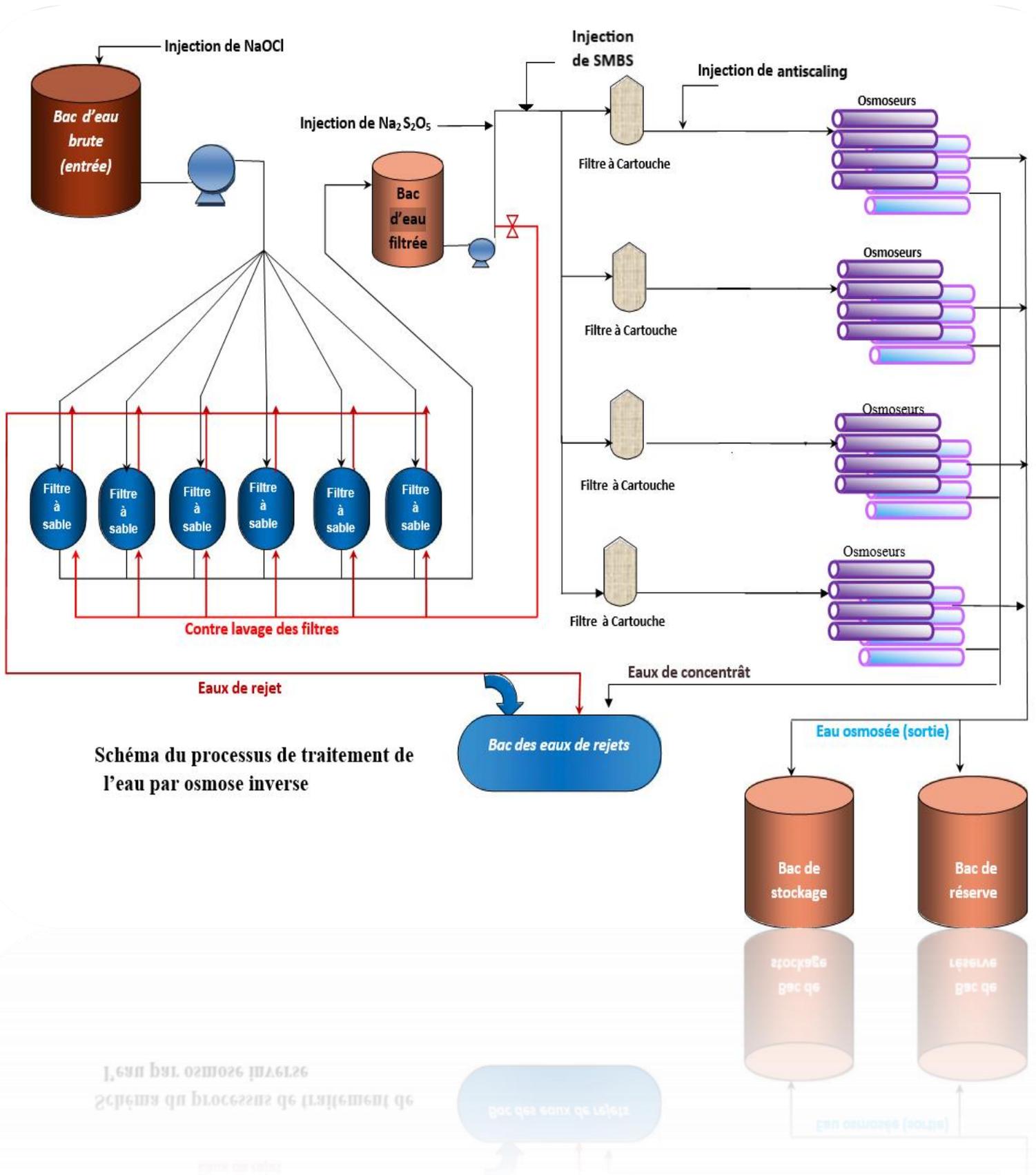


Figure III.11: Schéma technologique de la station



# **Chapitre IV : Méthodes d'analyses**

### I Méthodes électrochimiques :

#### I.1 Le potentiel d'hydrogène (pH):

##### a Principe :

C'est la mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$ .

##### b Matériels :

- pH-mètre HACH HQ40d muni d'une électrode de mesure de pH.
- Becher.

##### c Mode opératoire du pH-mètre :

- Etalonner le pH-mètre avec deux solutions étalons de pH 7 et 10 ou 4 et 7 (selon la gamme de mesure à réaliser) ;
- Prendre un bécher avec l'eau à analyser ;
- Plonger l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon ;
- Après stabilisation, lire le résultat.

#### I.2 La conductivité:

##### a Principe :

La conductivité électrique d'une eau 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 1 cm.

##### b Matériels :

- Conductimètre HACH HQ40d muni d'une cellule conductimétrique.
- Bécher.

##### c Mode opératoire:

Après avoir étalonné le conductimètre :

- Plonger la cellule de l'appareil préalablement rincée dans un bécher avec l'eau à analyser.
- Secouer la cellule légèrement afin d'éliminer les bulles d'air.
- Attendre quelques secondes et mesurer.

##### d Expression des résultats :

La conductivité est exprimée en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

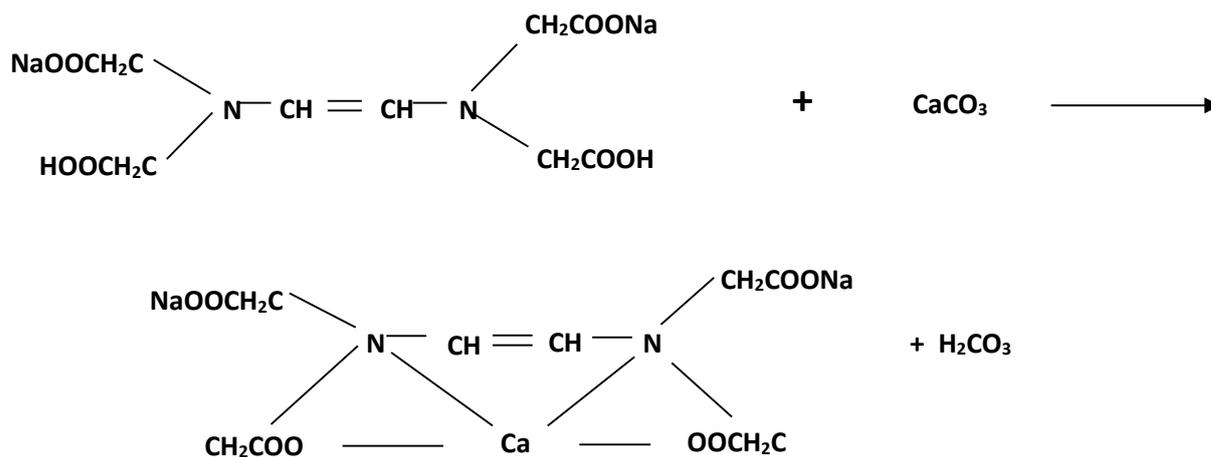
## II Méthodes Titrimétriques :

### II.1 Le titre hydrotimétrique total (dureté total)

#### a Principe:

Les alcalinoterreux présents dans l'eau ( $Mg^{2+}$  et  $Ca^{2+}$ ) sont amenés à former un complexe par le sel disodique de l'acide éthylènediamine tétraacétique à pH = 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir ériochrome. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium.

#### b Réactions chimiques :



## Chapitre IV : Méthodes d'analyses

---

### c Matériels:

- Erlenmeyer 250 ml.
- Becher.
- Burette graduée de 10 ml.
- Réactifs:
- EDTA (0.02 N).
- Solution tampon ammoniacal pH=10.
- Noir Eriochrome T (NET) indicateur coloré.

### d Mode opératoire:

- Prendre 100 ml de l'eau à analyser dans un Erlenmeyer ;
- Ajouter 8 gouttes de la solution Tampon Ammoniacal (qui sert à stabiliser le pH durant le titrage).
- Ajouter Pincée de l'indicateur Coloré N.E.T. (Noir Eriochrome T) et mélanger.
- Si une coloration bleu apparait, le TH est nul ( $TH = 0^{\circ}F$ ).
- Si une coloration violette apparait (présence d'ions de  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$ ) titrer le mélange avec une liqueur hydrométrique d'EDTA à 0,02N jusqu'au virage de la coloration violette vers le bleu vert.

Le schéma du dosage de la dureté totale est représenté par la figure IV 1.

## Chapitre IV : Méthodes d'analyses

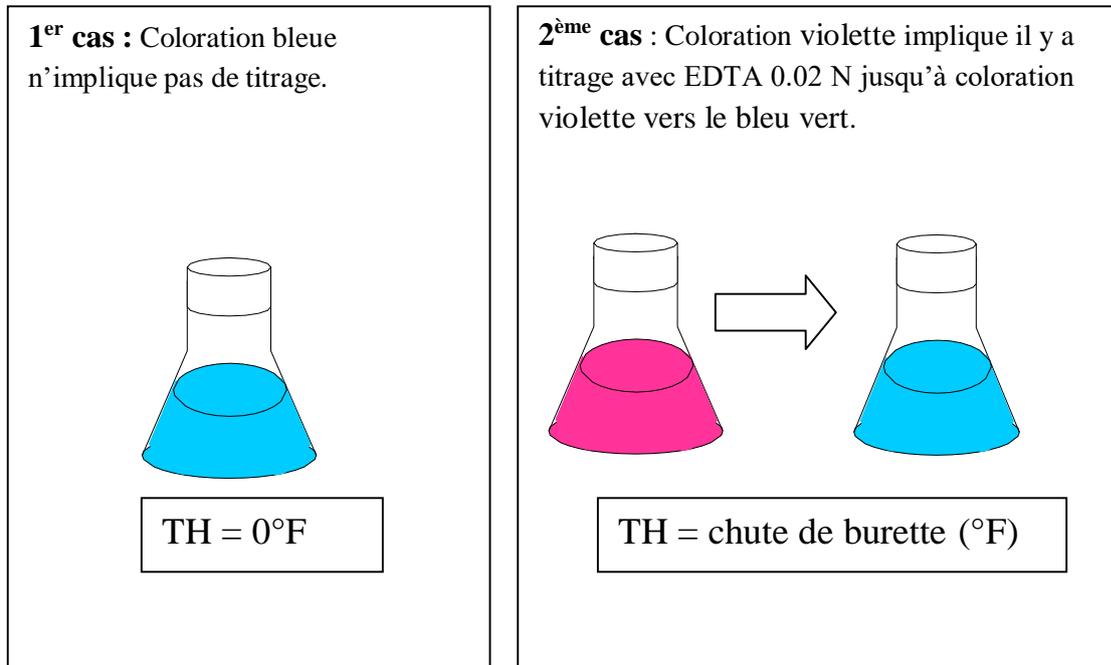
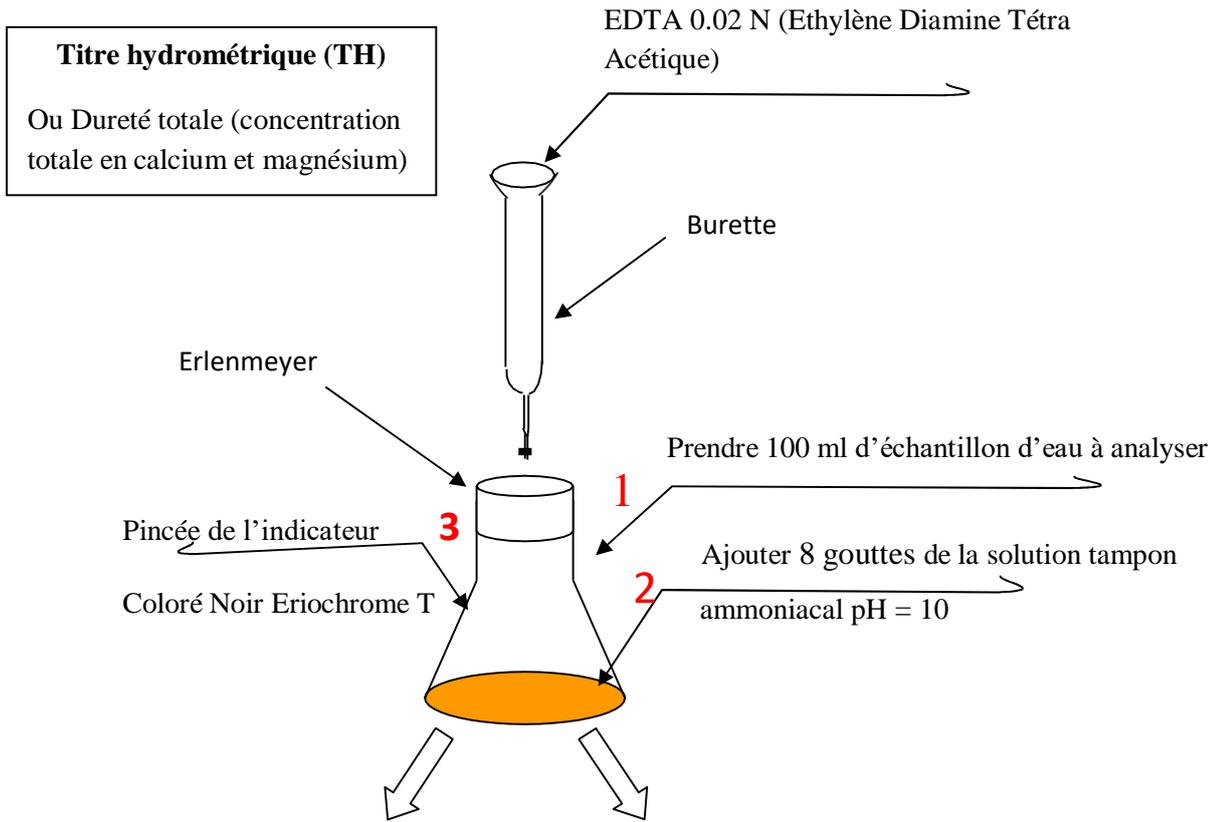


Figure IV 1 : Dosage de la dureté totale.

## Chapitre IV : Méthodes d'analyses

---

### e Le calcul du TH total:

$$\text{TH total (°F)} = V_{\text{EDTA}} \text{ ml}$$

- TH total : Titre hydrotimétrique total.
- °F : Degrés français ( $1^\circ\text{F} = 10 \text{ mg/l de CaCO}_3$ ).
- VEDTA : Volume de titrage, chute de la burette.

## II.2 Le titre hydrotimétrique calcique (TH $\text{Ca}^{++}$ ) :

### a Principe:

Pour le dosage du calcium, on procède de la même manière que pour le titre hydrotimétrique total en changeant uniquement l'indicateur coloré (N.E.T) par du murexide. Le pH est porté à 12-13 par addition de soude pour faire précipiter les ions  $\text{Mg}^{++}$  sous formes d'hydroxydes.

### b Matériels:

- Erlenmeyer 250 ml ;
- Becher ;
- Burette graduée de 10 ml.

### c Réactifs:

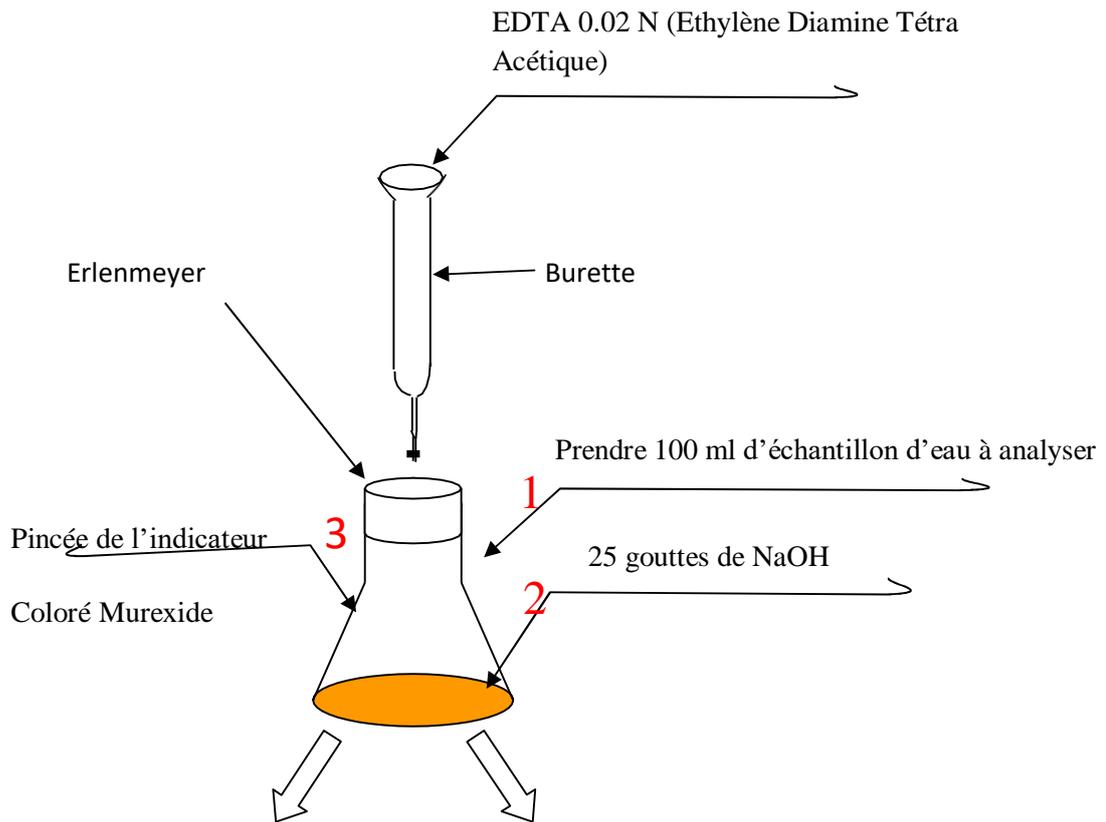
- EDTA (0.02 N) ;
- Solution de soude caustique à 5N ;
- Murexide.

### d Mode opératoire:

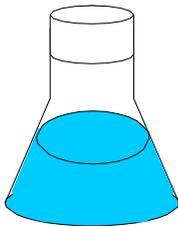
- Prendre 100 ml de l'eau à analyser dans un Erlenmeyer ;
- Ajouter 25 gouttes de NaOH à 5N (soude), en remuant délicatement ;
- Ajouter une pincée de Murexide et mélanger ;
- Une coloration rose doit alors se développer ; titrer alors avec la solution d'EDTA à 0,02N jusqu'au virage du rose au violet.

Le schéma du dosage de la duresse calcique est représenté par la figure IV 2.

## Chapitre IV : Méthodes d'analyses

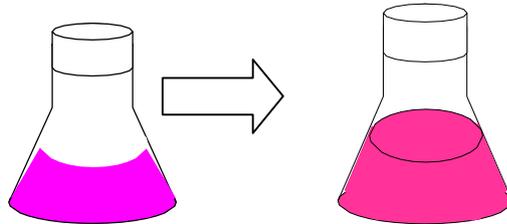


**1<sup>er</sup> cas :** Coloration bleue n'implique pas de titrage.



TH  $\text{Ca}^{++} = 0$  (°F)

**2<sup>ème</sup> cas :** Coloration rose implique il y a titrage avec EDTA 0.02 N jusqu'à coloration rose vers le violet.



TH  $\text{Ca}^{++} =$  chute de burette

**Figure IV 2:** Dosage de la dureté calcique.

## Chapitre IV : Méthodes d'analyses

---

### e Expression des résultats :

Le calcul du TH Ca<sup>2+</sup> :

$$\text{TH Ca}^{2+} (\text{°F}) = V \text{ ml}$$

- TH Ca<sup>++</sup> : Titre hydrométrique calcique
- °F : Degrés français (1°F = 10 mg/l de CaCO<sub>3</sub>).
- V : Chute de la burette en ml.

### II.3 Le titre alcalimétrique (TA):

#### a Principe:

Détermination du volume d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser au niveau de pH 8.3, le volume d'eau à analyser.

#### b Réaction chimique:



#### c Matériels:

- Erlenmeyer 250 ml ;
- Bécher ;
- Burette graduée de 10 ml.

#### d Réactifs:

- Acide sulfurique (0.02 N) ;
- Phénolphtaléine.

#### e Mode opératoire:

Prélever 100ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer. Ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénolphtaléine. Une coloration rose doit alors se développer. Dans le cas contraire le TA est nul, (pH < 8,3) verser ensuite doucement l'acide dans l'erlenmeyer à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution (pH=8,3) [3].

Le schéma du dosage alcalimétrique est représenté par la figure IV 3.

## Chapitre IV : Méthodes d'analyses

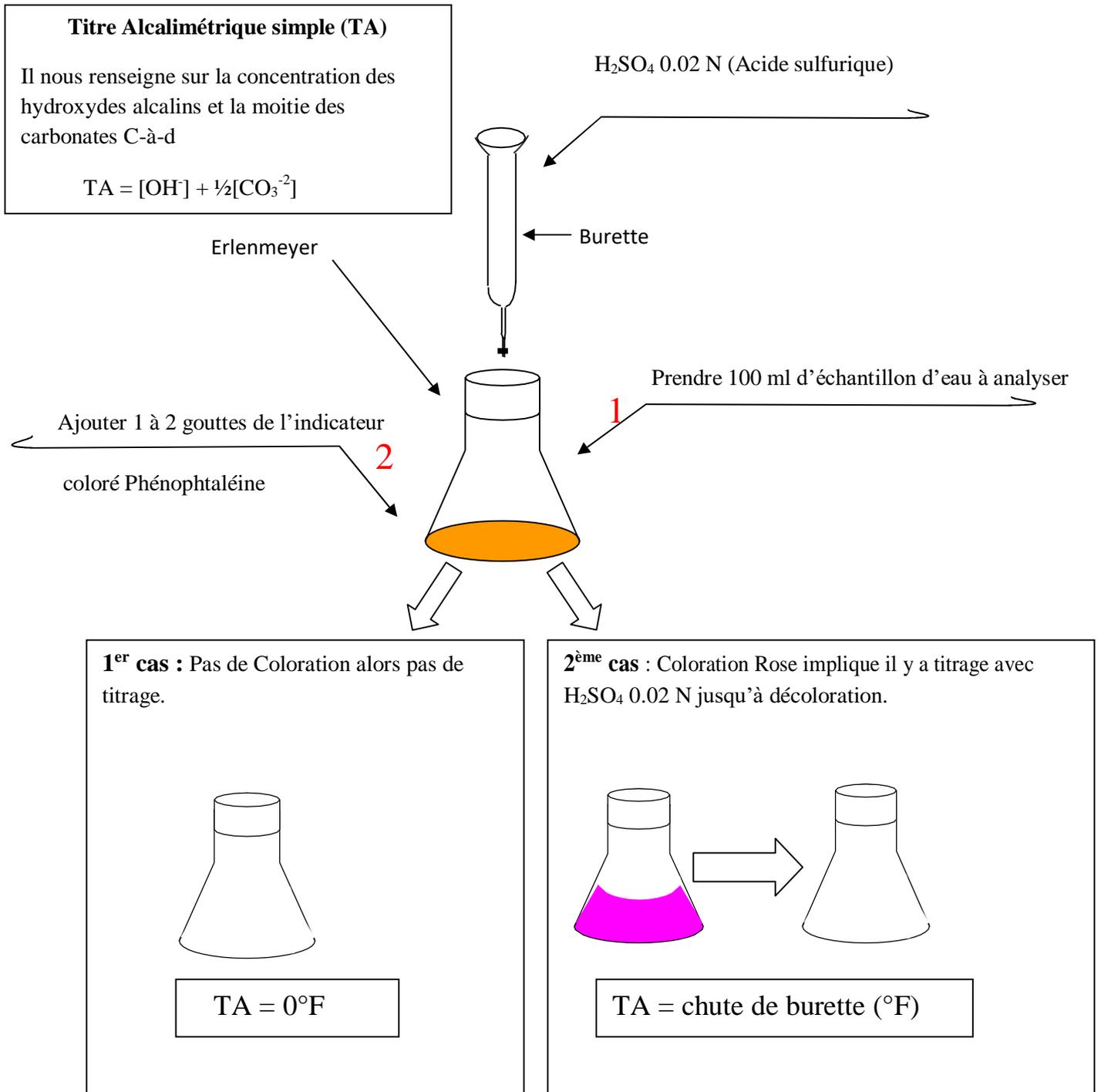


Figure IV 3: Dosage alcalimétrique.

## Chapitre IV : Méthodes d'analyses

### f Expression des résultats :

Le calcul du TA:

$$\text{TA } (^{\circ}\text{F}) = V \text{ ml}$$

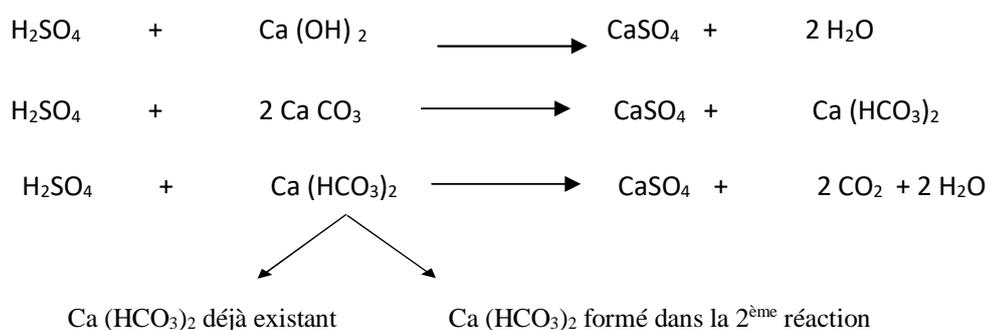
- TA : Titre alcalimétrique.
- °F : Degrés français ( $1^{\circ}\text{F} = 10\text{mg/l}$  de  $\text{CaCO}_3$ ).
- V : Volume de la chute de la burette en ml.

### II.4 Le titre alcalimétrique complet (TAC) :

#### a Principe:

Détermination du volume d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser au niveau de pH 8.3, le volume d'eau à analyser.

#### b Réactions chimiques du TAC:



#### c Matériels:

- Erlenmeyer 250 ml.
- Becher.
- Burette graduée de 10 ml.

#### d Réactifs:

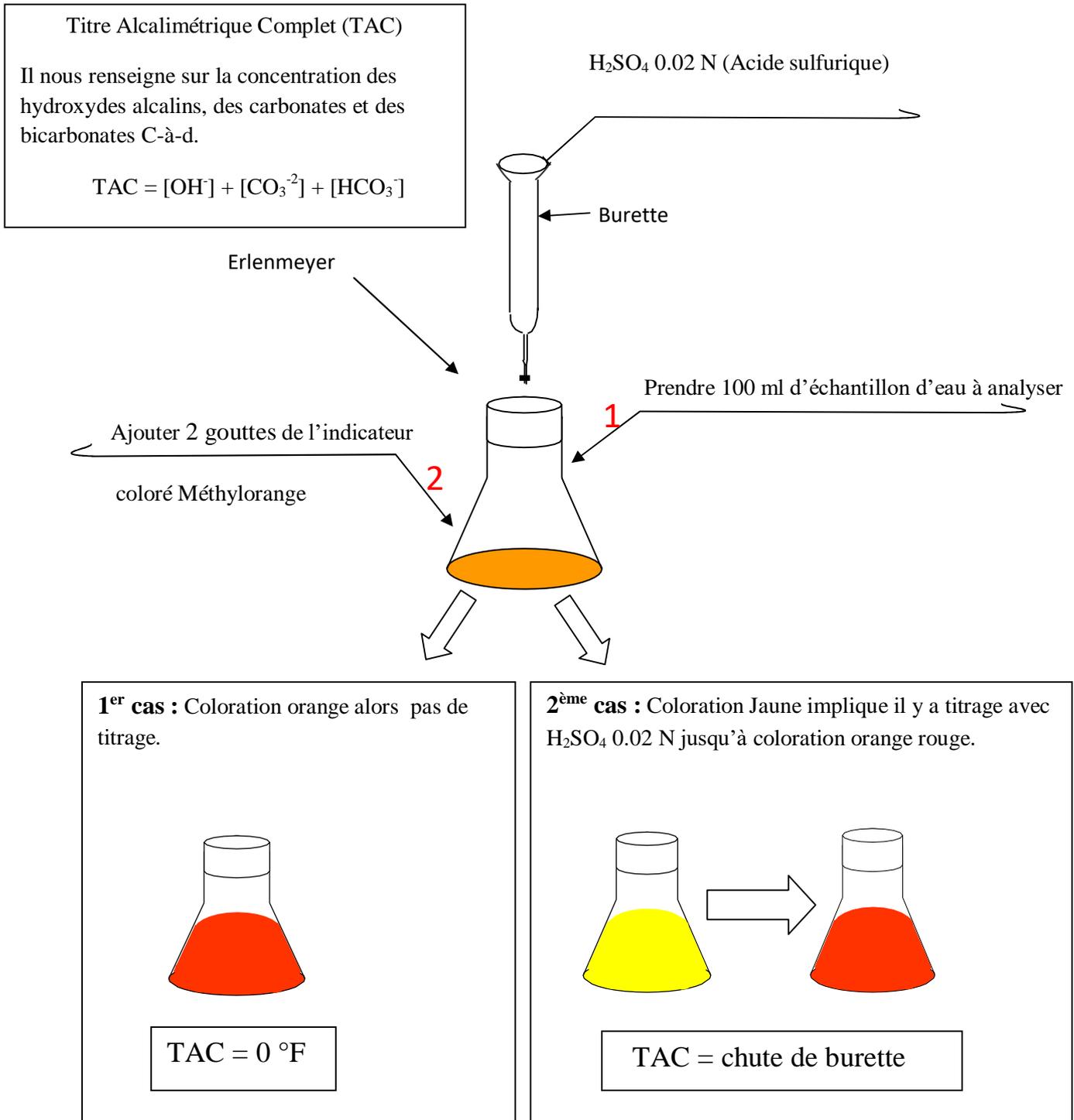
- Acide sulfurique (0.02 N).
- Méthyle orange.

#### e Mode opératoire:

- Prendre le même échantillon pour l'analyse du TA et ajouter 2 gouttes d'Hélianthine.
- ou du Méthyle Orange.
- Une coloration jaune doit apparaître.
- Titrer avec le même acide ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) jusqu'au virage de la coloration jaune vers l'orange.

Le schéma du dosage alcalimétrique complet est représenté par la figure IV 4.

## Chapitre IV : Méthodes d'analyses



**Figure IV 4 :** Dosage alcalimétrique complet.



## Chapitre IV : Méthodes d'analyses

### e Mode opératoire:

- Dans un erlenmeyer, prendre un échantillon de 100 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 5 gouttes de Chromate de Potassium (Indicateur coloré).

Une coloration jaune doit alors apparaître.

Titrer avec la solution  $\text{AgNO}_3$  à 0,02N (Le nitrate d'argent précipite les chlorures alcalins et alcalino-terreux sous forme de chlorures d'argent) et agiter délicatement le soluté jusqu'à disparition de la coloration jaune citron.

Le schéma du dosage des chlorures est représenté par la figure IV 5.

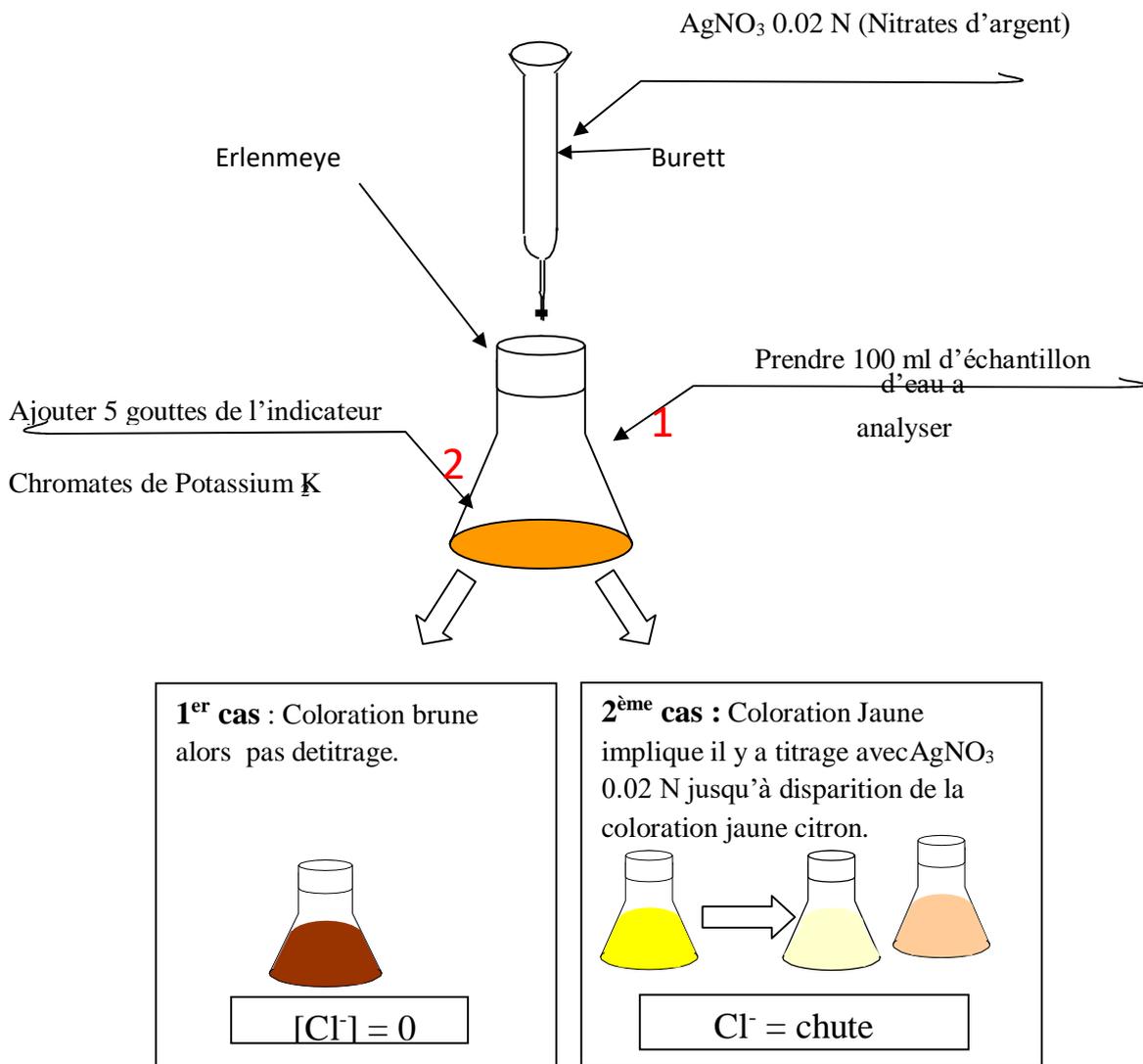


Figure IV 5: Dosage des chlorures

## Chapitre IV : Méthodes d'analyses

---

### f Expression des résultats:

Le calcul des chlorures :

$$\text{Cl}^- (\text{°F}) = V \text{ ml}$$

- - Cl<sup>-</sup> : Chlorures
- - °F : Degrés français (1°F = 7,1 mg/l de Cl<sup>-</sup>).
- - VAgNO<sub>3</sub> : Volume de titrage, chute de la burette

# **Chapitre V : Résultats et Discussions**

## Chapitre V: Résultats et Discussions

### I Résultats Discussion:

Les analyses sont effectuées sur des échantillons d'eau de forage de TOUGGOURT (El oued) avant et après traitement.

Les paramètres étudiés sont : le pH, la conductivité, TAC, TH, Mn, Ca

#### Résultats des analyses physico-chimiques:

**Tableau V 1 :** Caractéristique physico-chimique de l'eau de forage (après injection de NaOCl).

Paramètre / Echantillon	pH	Conductivité μS/cm	TH Total (°F)	TA C (°F)	Mn (ppm)	Ca (ppm)
<b>Norme</b>	7-8	<2400 μS/cm	<85 °F	<40 °F	<1,2 Ppm	00 ppm
<b>Echantillon1</b>	7,71	2189, 33	84,47	33,07	0,20	0,04
<b>Echantillon2</b>	7,78	2209,67	84,80	29,49	0,20	0,00
<b>Echantillon3</b>	7,57	2204 ,67	83,07	31,40	0,30	0,03
<b>Echantillon4</b>	7,69	2214 ,00	84,47	33,33	0,20	0,01
<b>Echantillon 5</b>	7,64	2220,00	84,20	30,20	0,40	0,05
<b>Moyenne</b>	7,67	2207,54	84,20	31,49	0,26	0,02

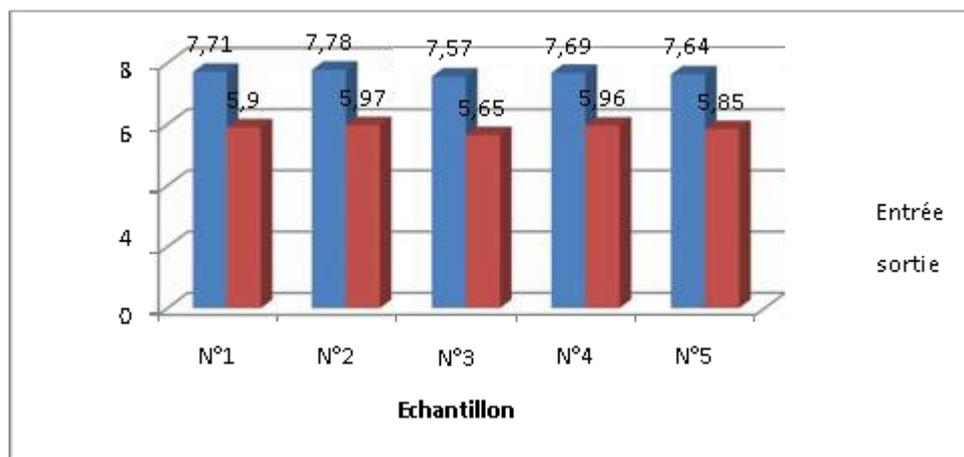
**Tableau V 2:** les résultats d'analyses physico-chimiques d'eau osmosée.

Paramètre	pH	Conductivité (μs /cm)	TH total	TAC (°F)	Mn (ppm)	Ca (ppm)
<b>Norme</b>	5,5-7,5	<100 μs /cm	<1°F	<1,5°F	<1,2 Ppm	00 ppm
<b>Echantillon1</b>	5,90	25,10	0,00	0,50	0,20	0,04
<b>Echantillon2</b>	5,97	22,73	0,00	0,50	0,20	0,00
<b>Echantillon3</b>	5,65	24,67	0,00	0,43	0,30	0,03
<b>Echantillon4</b>	5,96	23,90	0,00	0,47	0,20	0,01
<b>Echantillon5</b>	5,85	24,33	0,00	0,40	0,40	0,05
<b>Moyenne</b>	5,86	24,14	0,00	0,46	0,26	0,02

## Chapitre V: Résultats et Discussions

**Tableau V 3 :** Mesure de pH à l'entrée et la sortie.

Echantillon	Entrée	Sortie
Echantillon1	7,71	5,90
Echantillon2	7,78	5,97
Echantillon3	7,57	5,65
Echantillon4	7,69	5,96
Echantillon5	7,64	5,85
Moyenne	7,67	5,86



**Figure V 1 :** variation de pH à l'entrée et à la sortie de l'unité OI

### Discussion:

La mesure du pH est une considération importante en ce qui concerne la détermination de l'action corrosive de l'eau et l'évaluation des pratiques de traitement d'eau au niveau des procédés industriels.

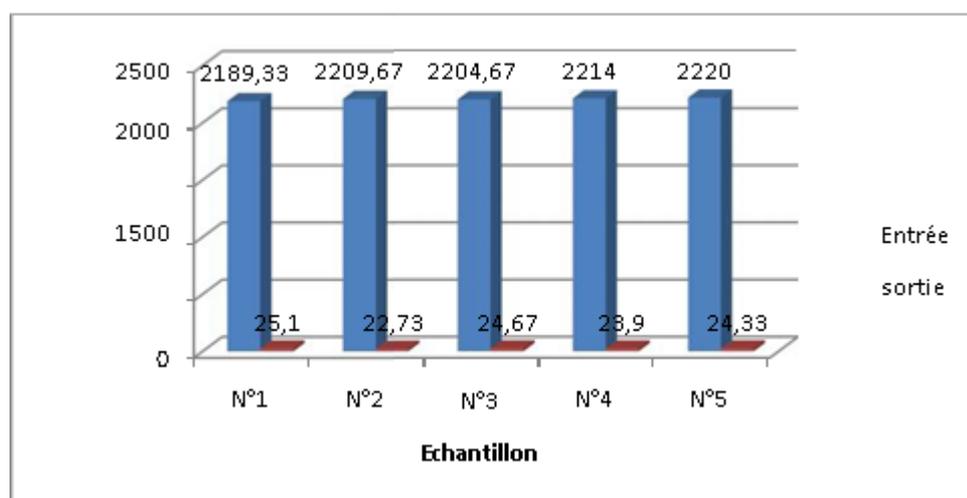
Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, il varie habituellement entre 4,5 et 8,3.

Les résultats illustrés dans le tableau N°7 montre que, le pH avant et après le traitement varie de 7,67 à 5,86 les valeurs de pH mesuré répondent aux normes.

## Chapitre V: Résultats et Discussions

**Tableau V 4 :** Mesure de la conductivité à l'entrée et la sortie de l'unité OI.

Conductivité ( $\mu\text{s/cm}$ )	Entrée ( $\mu\text{s/cm}$ )	Sortie ( $\mu\text{s/cm}$ )
<b>Echantillon1</b>	2189,33	25,10
<b>Echantillon2</b>	2209,67	22,73
<b>Echantillon3</b>	2204,67	24,67
<b>Echantillon4</b>	2214,00	23,90
<b>Echantillon5</b>	2220,00	24,33
<b>Moyenne</b>	2207,54	24,14



**Figure V 2 :** variation de la conductivité à l'entrée et à la sortie de l'unité OI.

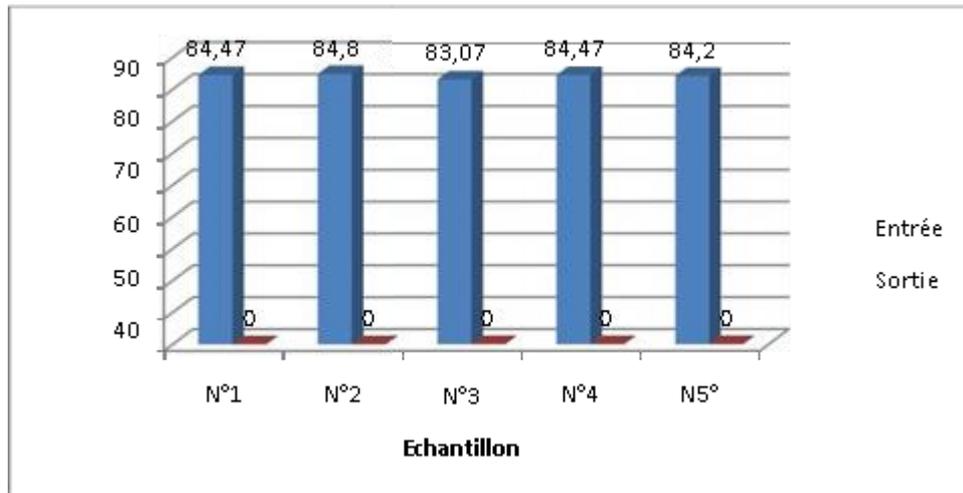
### Discussion:

Avant le traitement de l'eau, la conductivité est très importante ceci s'explique par la forte présence d'ions minéraux.

Nous remarquons une diminution de traitement. Les résultats obtenus (tableau N°8) répondent aux normes.

**Tableau V 5 :** Mesure de TH à l'entrée et la sortie de l'unité OI.

Echantillon	Entrée ( $^{\circ}\text{F}$ )	Sortie ( $^{\circ}\text{F}$ )
<b>Echantillon1</b>	84,47	00,00
<b>Echantillon2</b>	84,80	00,00
<b>Echantillon3</b>	83,07	00,00
<b>Echantillon4</b>	84,47	00,00
<b>Echantillon5</b>	84,20	00,00
<b>Moyenne</b>	84,20	00,00



**Figure V 3 :** variation de TH à l'entrée et à la sortie de l'unité OI

**Discussion:**

Le titre hydrotimétrique indique la teneur globale de l'eau en sels de calcium  $Ca^{2+}$  et magnésium  $Mg^{2+}$  qui rendent l'eau «dure » (sels incrustants).

D'après les résultats obtenus, on constate que la qualité d'eau est dure mais reste conforme aux normes, cette dureté est liée à la nature des terrains traversés par l'eau que se soit calcaire ou gypseuse peut présenter un risque d'entartrage des conduites.

**Tableau V 6:** Mesure de TA à l'entrée et la sortie de l'unité OI.

Echantillon	Entrée (°F)	Sortie (°F)
Echantillon1	00,00	00,00
Echantillon2	00,00	00,00
Echantillon3	00,00	00,00
Echantillon4	00,00	00,00
Echantillon5	00,00	00,00
Moyenne	00,00	00,00

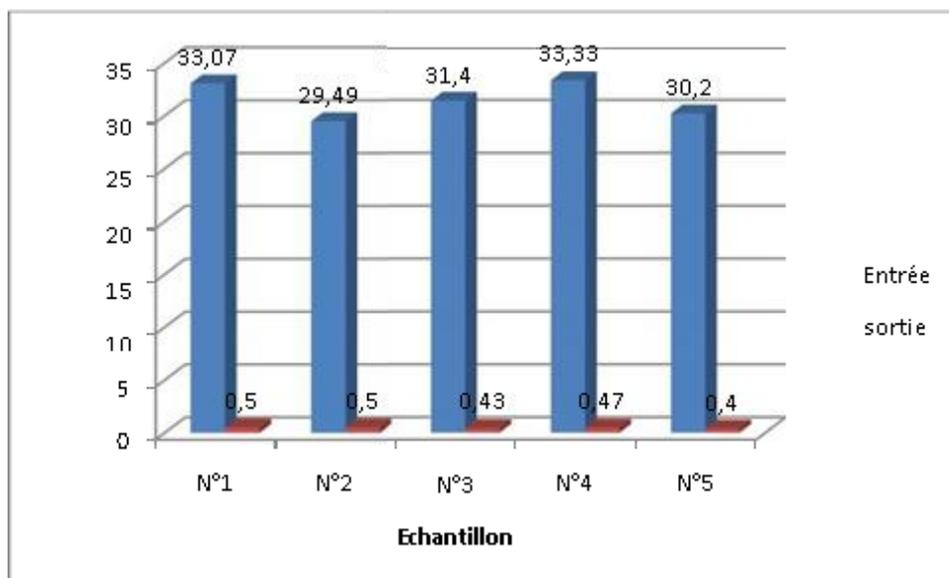
**Discussion :**

Le titre alcalimétrique (TA) est nul pour tous les points de prélèvements, car le pH est inférieur à 8,3 d'où l'absence de base forte (carbonates, les alcalins libres).

## Chapitre V: Résultats et Discussions

**Tableau V 7 :** Mesure de TAC à l'entrée et la sortie de l'unité OI.

Echantillon	Entrée (°F)	Sortie (°F)
Echantillon1	33,07	0,50
Echantillon2	29,49	0,50
Echantillon3	31,40	0,43
Echantillon4	33,33	0,47
Echantillon5	30,20	0,40
Moyenne	31,49	0,46



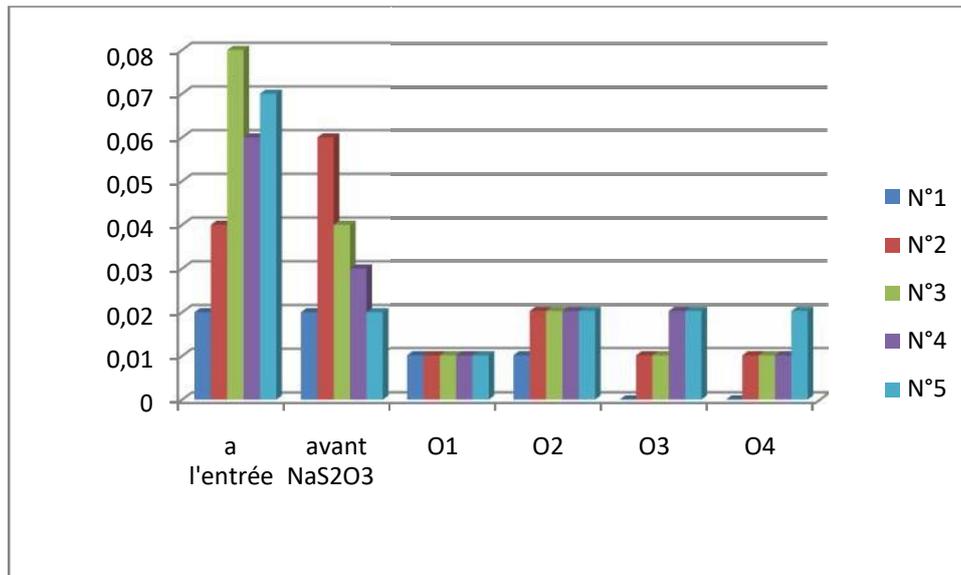
**Figure V 4 :** variation de TAC à l'entrée et à la sortie de l'unité OI.

### Discussion :

D'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessus, on remarque que les valeurs obtenues pour paramètres (TA, TAC) sur les différents échantillons d'eau de procès, sont conformes aux normes fixées par l'entreprise.

**Tableau V 8:** Évolution de la concentration en chlore des différents types d'eau analysée

Cl2 en ppm	A l'entrée	Avant injection de Na2S2O3	Après injection de Na2S2O3			
			Osmoseur 1	Osmoseur 2	Osmoseur 3	Osmoseur 4
Echantillon1	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00
Echantillon2	0,04	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01
Echantillon3	0,08	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01
Echantillon4	0,06	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01
Echantillon5	0,07	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Moyenne	0,05	0,03	0,014	0,02	0,01	0,01



**Figure V 5:** variation de la teneur en chlore à l'entrée et à la sortie de l'unité OI.

### Discussion :

A partir du tableau N° 13, nous observons que la concentration du chlore est faible dans l'eau brute, l'addition de métabisulfite de sodium n'a pas complètement éliminé les traces du chlore dans l'eau filtrée. Les concentrations de l'ordre de 0,01 mg/l ont été enregistrées dans l'eau osmosée, cela s'explique par l'insuffisance de déchloration ou la faible quantité de métabisulfite de sodium ajoutée. Il est importante à signaler que les membranes d'OI sont très sensibles au chlore, l'accumulation de ce gaz sur la surface des membranes accélère le processus de dégradation et réduit ainsi la durée de vie de ces membranes.

# **Conclusion Générale**

## Conclusion Générale

---

L'eau apporte les nutriments essentiels au bon fonctionnement du corps humain, régule notre température, favorise l'élimination des déchets et des toxines. L'eau est indispensable à notre santé, d'ailleurs, elle constitue 60 % de notre organisme et nous avons besoin tous les jours d'une quantité moyenne d'1,5 litre d'eau.

Le complexe « **CHIALI** » est l'une des usines qui produisent une grande quantité d'eau potable. L'eau traitée par plusieurs étapes successives de filtration et de purification afin d'obtenir une eau pure qui n'endommage pas leurs installations lors de son passage ou de son utilisation. Ces traitements peuvent être physiques, chimiques et physico chimiques.

La partie la plus importante de ce type de filtration (cœur de l'osmoseur) est celle qui correspond à la purification par osmose inverse. La membrane d'un osmoseur élimine les bactéries, les microbes, les virus, le calcaire, le chlore, les nitrates, les métaux et les produits chimiques et tout polluant présent dans l'eau, ce système permet une filtration de 90 à 99,9 % des contaminants. C'est la technique d'osmose inverse.

Selon les résultats obtenus par les différentes analyses effectuées sur les échantillons de l'eau brute et traitée au cours de notre stage pratique, les osmoseurs de l'unité osmose inverse produisent une eau osmosée très satisfaisante. En effet, les valeurs de pH, conductivité ainsi que TAC, TH, Fe, Mn<sup>+2</sup> et Ca sont excellentes et conformes aux normes.

# **Références Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

---

- [13] <https://fr.oceancampus.eu/cours/7Mc/la-pollution-de-leau>.
- [14] [https://www.professeurphifix.net/eveil/ecologie\\_pollution\\_eau.pdf](https://www.professeurphifix.net/eveil/ecologie_pollution_eau.pdf).
- [22] AFNOR., (2001). Qualité de l'eau, analyses organoleptiques- mesures physico-chimiques paramètres globaux-composés organique.6eme Edition. ISO 7888-1985 (F) p.73.
- [15] Anonyme, 2008. -Panorama de l'environnement industriel en Bretagne : La pollution de l'eau d'origine industrielle-, p 26.
- [28] centre international de formation, principes généraux de traitement des eaux, lyonnaise des eaux. 2000
- [1] DE MARSILY, G., L'eau. Edition flammariion, coll. Dominos, ed. 1995. 128 ;
- [29] DEGREMONT, *Mémento technique de l'eau*. Lavoisier SAS – Lexique technique de l'eau, Paris, dixième édition, 2005(Tome 2)
- [8] HarezAmira, Djelailia Hanane; « étude d'une station de traitement et de production d'eau potable à partir d'un forage 'Hôpital El-Hadjar »; université Badji Mokhtar Annaba ;spécialité : hydraulique urbain et ressource hydraulique.
- [23] Henri Roque, « Fondement théorique du traitement chimique des eaux » vol. I et II, technique et documentation, Lavoisier, Paris (1990).
- [2] HERNANDEZ, Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable., in Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse. 2006. p. 163.
- [30] Hoffmann F., Auly T., Meyer A-M. (2014). L'eau .Edition : Confluence p.43 ;
- [24] <http://www.cfaitmaison.com/>.
- [25] [27] <https://www.aquawal.be/fr/eau-et-microbiologie.html?IDC=549>.
- [9] <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-consulte-le-14/06/20120aperçu/sources/eaux-souterraines.html>.
- [11] <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/> consulter le 14/07/20120.
- [12] AOUCADI Ibtihel ; Elimination de la matière organique dans les eaux de surface : Cas de l'eau de barrage de Tilesdit (Région de Bouira) ; MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER ; Spécialité : Eau, santé et environnement ; Année Universitaire : 2016/2017.
- [13] <https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/> La santé et les services d'approvisionnement en eau de boisson salubre et d'assainissement, de base
- [14] <https://q-eau-mali.net/a-propos-de/liste-des-parametres/>.
- [10] <https://www.eaufrance.fr/les-eaux-souterraines> consulter le 07/04/20120.
- [31] <https://www.lenntech.fr/applications/potable/normes/normes-eau-potable.htm#ixzz6GI2ovcQC>;
- [16] Leroy, (1999).La pollution des eaux 4eme édition, Paris : presse universitaire de France.-

## Références Bibliographiques

---

(que sais-je ?).- p 127.

[17] MELGHIT, Meriem, 2013.- Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments eau et sédiment de l'oued Rhumel et des barrages Hammam Grouz et Béni Haroun-. Mémoire de magister. Université Mentouri-Constantine- : Gestion des déchets, p 141.

[3] MIRAS, C.D. and J. LE TELLIER, Gouvernance urbaine et accès à l'eau potable au Maroc : partenariat public-privé à Casablanca et Tanger-Tétouan. 2005, Paris, France, 276 ;

[4] MONJOUR, E., I. VOULDOUKIS, and L. MONJOUR, De nouvelles stratégies prônées pour la prévention des maladies liées à l'eau de boisson en milieu tropical. La Houille Blanche 2005. 4: p. 26-29 ;

[5] MONTGOMERY, J., Water Treatment Principles and Design. John Wiley & Sons, ISBN 0-471-04384-2, 1985.

[18] Rapport scientifique No. 367 Présenté à l'Association de Chasse et de Pêche des Cantons de Broughton Inc. et à la Municipalité d'East-Broughton station (Beauce) « Evaluation de la qualité organoleptique de l'eau potable dans le réseau de distribution de East-Broughton (Beauce) et suggestion d'un procédé de traitement « Université du Québec (INRS-Eau) 2700, rue Einstein C.P. 7500, Sainte-Foy Québec, Québec G1V4C7 Novembre 1992.

[26] Rédaction du rapport et exploitation des données : Henri DAVEZAC (Pôle d'administration des données sur l'eau) Géraldine GRANDGUILLOT (Direction générale de la santé) Alban ROBIN (Direction générale de la santé) Charles SAOUT (Direction générale de la santé) Publication : Délégation à l'information et à la communication © Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative, Paris, 2008.

[19] Regnault J.P., (1990). Microbiologie générale, Paris : Vigot.- p 859.

[6] SYLVESTRE, M. and C. GRENIER, L'eau souterraine, une source à exploiter 1987: Québec, bibliothèque OMS, Abidjan,. p. 35 ;

# **Annexes**

## D E C R E T S

**Décret présidentiel n° 11-222 du 14 Rajab 1432** correspondant au 16 juin 2011 modifiant le décret présidentiel n° 10-236 du 28 Chaoual 1431 correspondant au 7 octobre 2010 portant réglementation des marchés publics.

Le Président de la République,

Sur le rapport conjoint du ministre des finances et du ministre de l'habitat et de l'urbanisme,

Vu la Constitution, notamment ses articles 77-8° et 125 (alinéa 1er) ;

Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Joumada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 10-236 du 28 Chaoual 1431 correspondant au 7 octobre 2010, modifié et complété, portant réglementation des marchés publics ;

**Décrète :**

Article 1er. — Les dispositions de l'article 69 du décret présidentiel n° 10-236 du 28 Chaoual 1431 correspondant au 7 octobre 2010, susvisé, sont modifiées comme suit :

« Art. 69. — Dans les formules de révision des prix, les indices de prix pris en considération sont ceux qui sont publiés au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire, au bulletin officiel des marchés de l'opérateur public (BOMOP) et dans toute autre publication habilitée à recevoir les annonces légales et officielles. Ces indices sont applicables par les services concernés à compter de la date de leur homologation et approbation par arrêté du ministre chargé de l'habitat.

.....( le reste sans changement)..... ».

Art. 2. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 14 Rajab 1432 correspondant au 16 juin 2011.

Abdelaziz BOUTEFLIKA.

-----★-----

**Décret exécutif n° 11-219 du 10 Rajab 1432** correspondant au 12 juin 2011 fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations.

Le Premier ministre.

Sur le rapport du ministre des ressources en eau,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-3° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003, modifiée, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, relative à l'eau ;

Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Joumada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 04-196 du 27 Joumada El Oula 1425 correspondant au 15 juillet 2004 relatif à l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source ;

Vu le décret exécutif n° 07-69 du Aouel Safar 1428 correspondant au 19 février 2007 fixant les conditions et modalités d'octroi de la concession d'utilisation et d'exploitation des eaux thermales ;

Vu le décret exécutif n° 10-26 du 26 Moharram 1431 correspondant au 12 janvier 2010 fixant les méthodes et les produits chimiques utilisés pour le traitement et la correction des eaux de consommation humaine ;

Après approbation du Président de la République ;

**Décrète :**

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 50 de la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les objectifs de qualité auxquels doivent répondre les eaux souterraines ainsi que les écoulements et les retenues d'eaux superficielles destinées à l'alimentation en eau des populations.

Art. 2. — Les eaux minérales naturelles, les eaux de source et les eaux thermales régies par des dispositions spécifiques sont exclues du champ d'application du présent décret.

Art. 3. — Les objectifs de qualité prévus à l'article 1er ci-dessus correspondent à des valeurs maximales fixées dans l'annexe du présent décret pour les paramètres organoleptiques, physico-chimiques, chimiques et microbiologiques.

Art. 4. — Le contrôle de la conformité aux valeurs maximales est effectué, par l'administration chargée des ressources en eau, au niveau des ouvrages et installations de mobilisation d'eau suivants :

— puits, forages et autres ouvrages de captage d'eaux souterraines ;

## ANNEXE (suite)

Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
Paramètres chimiques	Baryum	mg/l	1	0,7
	Bore	mg/l	1	1
	Fer dissous	mg/l	1	0,3
	Fluor	mg/l	2	1,5
	Manganèse	mg/l	1	0,05
	Nitrates	mg/l NO <sub>3</sub>	50	50
	Phosphore	mg/l	10	5
	Arsenic	µg/l	100	10
	Cadmium	µg/l	5	5
	Chrome	µg/l	100	50
	Cuivre	Mg/l	2	0,05
	Cyanures	µg/l	100	50
	Mercure	µg/l	10	6
	Plomb	µg/l	50	10
	Sélénium	µg/l	50	10
	Zinc	mg/l	5	5
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques	µg/l	1	0,2
	Hydrocarbures dissous	µg/l	1000	10
	Phénols	µg/l	2	0,5
	Agents de surface	mg/l	0,5	0,2
Azote Kjeldhal	mg/l	3	1	
Pesticides	µg/l	1	0,5	
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	20.000	20
	Entérocoques	n/100ml	10.000	20
	Salmonelles	—	Absence dans 1000 ml	Absence dans 5000 ml

- ouvrages de dérivation des écoulements de surface ;
- retenues d'eaux superficielles.

Art. 5. — Les prélèvements d'échantillons aux fins de contrôle de conformité sont effectués selon les périodicités minimales suivantes :

— pour les eaux souterraines : deux (2) prélèvements échantillons par an pour chaque point de prélèvement, à raison d'au moins un (1) échantillon par semestre.

— pour les eaux superficielles : quatre (4) échantillons par an pour chaque point de prélèvement, à raison d'au moins un (1) échantillon par trimestre.

Ces périodicités peuvent être augmentées pour tout ou partie des paramètres faisant l'objet d'analyses et, ce, en fonction de la qualité des ressources en eau.

Art. 6. — La liste des points de prélèvement et les modalités de prélèvement d'échantillons sont fixées par arrêté du ministre chargé des ressources en eau.

Art. 7. — Lorsqu'il est constaté un dépassement des valeurs maximales pour tout ou partie des paramètres, l'administration chargée des ressources en eau avise les organismes exploitants concernés aux fins de prendre les mesures adéquates permettant d'assurer la continuité de l'alimentation en eau des populations sans risque pour la santé.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par arrêté du ministre chargé des ressources en eau.

Art. 8. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 10 Rajab 1432 correspondant au 12 juin 2011.

Ahmed OUYAHIA.

#### ANNEXE

Objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations

Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Echelle Pt	200	20
	Odeur (taux dilution à 25°)	—	20	3
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Chlorures	mg/l Ci	600	500
	Concentration en ions hydrogène (pH)	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité	μS/cm à 20°C	2800	2800
	Demande biochimique en oxygène (DBO 5)	mg/l O <sub>2</sub>	7	< 3
	Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l O <sub>2</sub>	30	—
	Matières en suspension	mg/l	25	25
	Sulfates	mg/l SO <sub>4</sub>	400	400
	Taux de saturation en oxygène dissous	% O <sub>2</sub>	30	> 70
	Température	°C	25	25
Ammonium	mg/l	4	0,5	

## ANNEXE (suite)

Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur maximale	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
Paramètres chimiques	Baryum	mg/l	1	0,7
	Bore	mg/l	1	1
	Fer dissous	mg/l	1	0,3
	Fluor	mg/l	2	1,5
	Manganèse	mg/l	1	0,05
	Nitrates	mg/l NO3	50	50
	Phosphore	mg/l	10	5
	Arsenic	µg/l	100	10
	Cadmium	µg/l	5	5
	Chrome	µg/l	100	50
	Cuivre	Mg/l	2	0,05
	Cyanures	µg/l	100	50
	Mercure	µg/l	10	6
	Plomb	µg/l	50	10
	Sélénium	µg/l	50	10
	Zinc	mg/l	5	5
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques	µg/l	1	0,2
	Hydrocarbures dissous	µg/l	1000	10
	Phénols	µg/l	2	0,5
	Agents de surface	mg/l	0,5	0,2
Azote Kjeldhal	mg/l	3	1	
Pesticides	µg/l	1	0,5	
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	20.000	20
	Entérocoques	n/100ml	10.000	20
	Salmonelles	—	Absence dans 1000 ml	Absence dans 5000 ml

## Annexes

---