

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie des Procédés

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Dessalement

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER PROFESSIONNELLE**

Présenté par :

**SEDDIKI Sara**

*Thème :*

**Suivi de la qualité d'eau dans les différentes étapes de traitement,  
au niveau de la station de dessalement d'Ouargla (IFRI)**

*Soutenu publiquement le : 04 /06/2025*

Devant le jury composé de :

CHAOUKI Mourad	MCA	UKM –Oaurgla	Président
AKCHICHE Zineb	MAA	UKM – Ouargla	Examinatrice
HADJI Warda	MCB	UKM –Oaurgla	Encadrante

Année universitaire : 2024/2025

## الشكر

الحمد لله الذي وفقنا و اوصلنا الى ما نحن عليه, لا يسعني في هذا المقام الا ان احمد و اشكر المولى عز

و جل على توفيقه لنا لأتمم هذا العمل.

اما بعد اقدم الشكر الخاص الى الاستاذة المشرفة حاجي وردة التي عملت معي بجد.

كما اتوجه بجزيل الشكر الى اعضاء لجنة المناقشة كل باسمه رئيس اللجنة الاستاذ شوقي مراد, الاستاذة

المشرفة حاجي وردة و الاستاذة المناقشة اكشيش زينب.

كما اتوجه بجزيل الشكر الى كافة أساتذة قسم هندسة الطرائق و قسم هندسة مدنية و الري, الذين كان لهم دور

بارز في صقل معرفتي و توسيع مداركي طوال سنوات الدراسة.

و لا يسعني الا ان اعبر عن خالص امتناني الى موظفي محطة ازالة المعادن افري القارة ورقلة, الذين سهلوا

لي الحصول على البيانات و المعلومات اللازمة لإتمام هذه الدراسة.

كما اود ان اشكر كل من ساعدنا خلال مختلف مراحل بحثنا.

## الاهداء

الحمد لله عند البدء و عند الختام.

لقد كان طريقا طويلا مليء بالإخفاقات و النجاحات فخورين بكفاحنا لتحقيق احلامنا.

اهدي ثمرة جهدي الى من اوصاني بهما الله برا و احسانا والدي الكريمين, اطال الله في عمرهما, والبسهما لباس الصحة و العافية.

الى افراد عائلتي جدتي و خالاتي و اخوالي فخري و ملجئي يدي اليمنى في كل تحدا واجهته خلال دراستي بفضلكم استطعت ان احقق هذا الانجاز الحمد لله انني انعم بوجود عائلة مثلكم.

الى من جمعنا معهم بيت واحد و كانوا خير سند, اخوتي الاعزاء كل باسمه, ادامكم الله ضلعا ثابتا في الحياة.

الى كل افراد عائلتي و بنات خالاتي و بنات اخوالي.

الى رفقاء الدرب من شاركونا طلب العلم.

الى من علمني حرفا طيلة مساري الدراسي و لم يبخل بعباءه, اساتذتي الافاضل كل باسمه و مقامه.

الى كل من اتسع قلبي لهم و ضاقت هذه الورقة عن ذكرهم.

اهديكم عملي المتواضع عرفان لكم بالجميل, وتقديرا لجهودكم, أشكركم من كل قلبي.

## Résumé

Le suivi précis de la qualité de l'eau tout au long de son traitement de la source à la distribution est important. Le processus de traitement a été étudié en prélevant des échantillons d'eau à différentes étapes, et en surveillant les variations des caractéristiques physiques et chimiques telles que le pH, la conductivité, et les concentrations en minéraux. L'objectif de ce travail est de comprendre la méthode de traitement effectuée pour la déminéralisation de l'eau à la willaya de Ouargla d'une part, et pour réaliser des analyses de l'eau d'autre part. Les résultats montrent que la turbidité, la température et le pH respectent les normes de potabilité. Cependant, la salinité, la conductivité et les TDS dépassent les limites algériennes sauf pour l'étape de l'eau osmosée. Ces écarts révèlent une variation de la qualité de l'eau selon sa provenance.

**Mots-clés :** Dessalement, Qualité, Eau, Osmose inverse, Prétraitement, Poste traitement.

### ملخص

من المهم المتابعة الدقيقة لجودة المياه طوال فترة معالجتها من المصدر إلى التوزيع. وقد دُرست عملية المعالجة من خلال أخذ عينات المياه في مراحل مختلفة، ومراقبة التغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية مثل درجة الحموضة والموصلية الكهربائية وتركيزات المعادن. وكان الهدف من هذا العمل هو فهم طريقة المعالجة المستخدمة لإزالة المعادن من المياه في ولاية ورقلة، وإجراء تحليلات للمياه، تُظهر نتائج التحاليل أن العكارة ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة تقع ضمن معايير صلاحية الشرب، بينما تتجاوز الملوحة، الناقلية الكهربائية، وكمية المواد الصلبة الذائبة الحدود المسموح بها، باستثناء المياه المعالجة بالتناضح العكسي التي تظل ضمن الحدود المقبولة. تشير هذه القيم إلى وجود تباينات في جودة المياه حسب مصدرها.

**الكلمات المفتاحية:** التحلية، الجودة، المياه، التناضح العكسي، المعالجة الأولية، بعد المعالجة.

## Abstract

Precise monitoring of water quality throughout its treatment from source to distribution is important. The treatment process has been studied by taking water samples at different stages, and monitoring variations in physical and chemical characteristics such as pH, conductivity, and mineral concentrations. The aim of this work was to understand the treatment method used to demineralize water in the Ouargla willaya, and to carry out water analyses. The results show that turbidity, temperature, and pH are within drinking water standards. However, salinity, conductivity, and TDS exceed Algerian limits, except in osmosis water. These differences highlight variations in water quality depending on the source.

**Keywords:** Désaliénation, water .quality, reverse osmosis, Pretreatment, Treatment station.

# Liste des abréviations

**ADE** : Algérienne Des Eaux

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

**CE** : Conductivité électrique

**CI** : Continentale Intercalaire

**CT** : Complexe Terminal

**EDTA** : Ethylène Diamine Tetra acétique

**MEA** : Membranes échangeuses d'anions

**MEC** : Membranes échangeuses de cations

**NTU** : Unité Néphélométrie de Turbidité

**OI** : Osmose Inverse

**OMS** : Organisation Mondiale De La Santé

**pH** : Potentiel Hydrogène

**PPM** : Parties par million

**TA** : Titre Alcalimétrique

**TAC** : Titre Alcalimétrique complet

**TDS** : Taux des sels dissous

**TH** : Titre Hydrotimétrique

**VFVC** : Congélation Sous Pression De Vapeur Sous Vide

# Table de matière

الشكر .....	I
الاهداء .....	II
Resume.....	III
ملخص .....	III
Abstract .....	III
Liste Des Abbreviations .....	IV
Table de Matiere .....	V
List Des Tableau .....	VIII
List Des Figures .....	VIII
Introduction Generale: .....	2

## *Chapitre I*

### *Traitement des eaux destinées à la consommation humaine*

I.1. Introduction .....	5
I.2. Sources D'eau Potable .....	5
I.2.1. EAUX SOUTERRAINES .....	5
I.2.2. EAUX DE SURFACE.....	5
I.3. Objectif De Traitement .....	5
I.4. Les Etapes Du Traitement De L'eau .....	5
I.4.1. PRETRAITEMENT .....	5
I.4.1.1. Dégrillage.....	6
I.4.1.2. Dessablage .....	6
I.4.2. COAGULATION ET FLOCCULATION : .....	6
I.4.2.1. Coagulation : .....	6
I.4.2.2. Flocculation : .....	6
I.4.3. DECANTATION : .....	6
I.4.4. FILTRATION : .....	6
I.4.5. DESINFECTION : .....	6
I.5. Eau Potable (L'eau Distribuee): .....	7
I.6. Conclusion: .....	7

## *Chapitre II*

### *La déminéralisation des eaux*

II.1. INTRODUCTION : .....	9
II.2. DEFINITION DE LA DEMINERALISATION DE L'EAU : .....	9
II.3. METHODES DE DEMINERALISATION : .....	9
II.3.1. LES METHODES MEMBRANAIRES .....	9
II.3.1.1. L'Osmose inverse.....	9
II.3.1.1.1. Principe de l'osmose inverse.....	10
II.3.1.1.2. Pression osmotique : .....	10
II.3.1.1.3. Les modules d'osmose inverse .....	11
II.3.1.1.3.1. Définition des modules .....	11
II.3.1.1.3.2. Les types de modules .....	11
II.3.1.1.3.2.1. Modules spirales .....	11
II.3.1.1.3.2.2. Les modules tubulaires.....	12
II.3.1.1.3.2.3. Les modules à fibres creuses .....	12
II.3.1.1.3.2.4. Module plan ou filtre-pressé .....	13
II.3.1.1.4. Les Avantages et les inconvénients d'osmose inverse : .....	13
II.3.1.2. L'électrodialyse .....	14
II.3.1.2.1. Principe de l'électrodialyse .....	14
II.3.1.2.2. Les Avantages et les inconvénients d'électrodialyses : .....	15

II.3.2. L'ECHANGE IONS : .....	15
II.3.2.1. Les Avantages et les inconvénients d'échange d'ions : .....	16
II.3.3. LA DISTILLATION : .....	17
II.3.3.1. Les Avantages et les inconvénients : .....	17
II.3.4. CRISTALLISATION OU CONGELATION : .....	18
II.3.4.1. Les avantages et les inconvénients : .....	18
<b>II.4. STRUCTURE DE LA MEMBRANE</b> .....	<b>18</b>
II.4.1. LES MEMBRANES HOMOGENES .....	18
II.4.2. LES MEMBRANES ASYMETRIQUES.....	18
II.4.3. LES MEMBRANES COMPOSITES .....	19
II.4.4. LES MEMBRANES FIBRES CREUSES.....	19
II.4.5. MEMBRANES A CHARGE ELECTRIQUE.....	19
<b>II.5 CONCLUSION</b> .....	<b>19</b>

## **Chapitre III**

### **Présentation de la région et des stations d'étude**

<b>III.1. INTRODUCTION</b> : .....	<b>21</b>
<b>III.2. PRESENTATION DE LA VILLE D'OUARGLA</b> : .....	<b>21</b>
III.2.1. SITUATION ADMINISTRATIVE : .....	21
III.2.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE : .....	22
III.2.3. CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES: .....	22
III.2.3.1. Les précipitations: .....	22
III.2.3.2. La Températures : .....	22
III.2.3.3. L'Humidité: .....	22
III.2.3.4. Le vent: .....	23
III.2.4. HYDROGEOLOGIE: .....	23
III.2.4.1. Nappe continentale Intercalaire(CI):.....	23
III.2.4.1.1. Nappe de l'Albien: .....	23
III.2.4.2. La nappe du complexe terminal (C.T): .....	23
III.2.4.3. La nappe phréatique:.....	24
<b>III.3. PRESENTATION DE LA STATION</b> : .....	<b>24</b>
III.3.1. STATION DE DEMINERALISATIONS D'IFRI GARA : .....	25
III.3.2. ETAPES DE TRAITEMENT D'UNE STATION DE DEMINERALISATION IFRI GARA : .....	26
III.3.2.1. Alimentation depuis les forages : .....	26
III.3.2.2. Filtration: .....	26
III.3.2.2.1. Filtre à sable:.....	26
III.3.2.2.2. Filtre a cartouche: .....	27
III.3.2.3. Traitement principale (osmose inverse) : .....	27
III.3.2.4. Désinfection: .....	28
III.3.2.5. la salle de contrôle: .....	28
<b>III.4. CONCLUSION</b> : .....	<b>29</b>

## **Chapitre IV**

### **Matériel et méthodes**

<b>IV.1. INTRODUCTION</b> : .....	<b>31</b>
<b>IV.2. LE PRELEVEMENT ET ECHANTILLONNAGE</b> : .....	<b>31</b>
IV.2.1. LES ECHANTILLONS: .....	31
IV.2.2. MODE DE PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS D'EAU : .....	31
<b>IV.3. METHODES D'ANALYSE</b> .....	<b>31</b>
IV.3.1. PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES .....	32
IV.3.1.1. Turbidité .....	32
IV.3.2. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES .....	32
IV.3.2.1. Le potentiel d'hydrogène (pH) : .....	32

IV.3.2.2. La température (T) : .....	33
IV.3.2.3. La conductivité : .....	33
IV.3.2.4. Mesure de TDS: .....	34
IV.3.2.5. La salinité (%): .....	34
IV.3.3. LES PARAMETRES CHIMIQUES : .....	35
IV.3.3.1. Le titre alcalimétrique (TA): .....	35
IV.3.3.2. Titre alcalimétrique complet (TAC): .....	35
IV.3.3.3. La dureté totale TH: .....	36
IV.3.3.4. Les Sels minéraux : .....	36
IV.3.4. MESURE DES CATIONS ET DES ANIONS .....	37
IV.4. CONCLUSION : .....	38

## *Chapitre V*

### *Résultats et discussion*

V.1. INTRODUCTION .....	40
V.2. RESULTATS DU SUIVI DES PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES.....	40
V.2.1. VARIATION DE LA TURBIDITE : .....	40
V.2.2. VARIATION DE TEMPERATURE (T°C): .....	41
V.2.3. VARIATION DU PH : .....	41
V.2.4. VARIATION DE LA CONDUCTIVITE : .....	42
V.2.5. VARIATION SOLIDES DISSOUS TOTAUX (TDS): .....	43
V.2.6. VARIATION DE LA SALINITE : .....	44
V.3 CONCLUSION : .....	45
CONCLUSION GENERALE : .....	47
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES: .....	49
- ANNEX.....	52

# LIST DES TABLEAU

<i>Tableau I.1 : Normes d'eau potable selon Journal Officiel Algérie.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau III.1 : Caractéristiques des stations de déminéralisation des eaux (ADE, 2016).....</i>	<i>25</i>

# LIST DES FIGURES

<i>Figure II.01: Principe de l'osmose inverse.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure II.02: Module spiralé.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure II.03: Module à membrane tubulaire [09].....</i>	<i>12</i>
<i>Figure II.04 Principe de l'électrodialyse .....</i>	<i>14</i>
<i>Figure II.05: Principe d'échange d'ions. ....</i>	<i>16</i>
<i>Figure II.06 : principe de déminéralisation par distillation.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure III.01 : Situation Générale.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure III.02 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO 1972).....</i>	<i>24</i>
<i>Figure III.03: Filtre à sable.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure III.04: Filtre à cartouche.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure III.05: Linge de membrane d'osmose inverse. ....</i>	<i>28</i>
<i>Figure III.06: Pompe d'injection le chlore. ....</i>	<i>28</i>
<i>Figure IV.01: turbidimètre (Hach Compagnie).....</i>	<i>32</i>
<i>Figure IV.02: PH-mètre (Hach Compagnie).....</i>	<i>33</i>
<i>Figure IV.03: Titrateur. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figure IV.04: Résultat de l'expérience de titrage du magnésium.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure IV.05: spectrophotomètre (Hach Compagnie).....</i>	<i>38</i>
<i>Figure V.01: Turbidité de l'eau pour le mois de février. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figure V.02: Température de l'eau pour le mois de février.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure V.03: PH de l'eau pour le mois de février. ....</i>	<i>42</i>
<i>Figure V.04: conductivité de l'eau pour le mois de février.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure V.05: TDS de l'eau pour le mois de février. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figure V.06: Salinité de l'eau pour le mois de février. ....</i>	<i>44</i>

# Introduction générale

# Introduction générale :

L'augmentation des besoins en eau et la disponibilité de l'eau de bonne qualité demeure un challenge d'actualité, généralement pour le monde entier et particulièrement pour l'Algérie.

Dans les pays en développement aux climats arides, le rôle des eaux souterraines est encore plus important car elles constituent souvent la seule source d'approvisionnement en eau potable et sont donc vitales pour le développement de ces pays. Comme pour le Sahara au nord de l'Algérie. Il existe de nombreuses sources d'eau potable (eaux de surface, eaux souterraines), mais celles qui répondent aux normes en matière d'eau potable sont très peu nombreuses (eaux souterraines).

L'état de Ouargla et le district de Ouargla en particulier sont alimentés en eau potable par une source d'eau primaire. Il s'agit d'eau souterraine stockée dans le sous-sol dans ses différentes couches et exploitée par des puits souterrains.

Les eaux souterraines sont considérées comme la seule ressource dans notre région, mais elles présentent une forte salinité car la composition de ces eaux est reliée à la nature chimique des couches géologiques traversées. Cette salinité présente un problème majeur, face à des conditions climatiques défavorable, à une croissance démographique très importante, au développement industriel, les volumes d'eau mobilisées et mobilisable sont insuffisante et le recours à des ressources en eau non conventionnelles telle que : le dessalement des eaux saumâtres semble être la solution incontournable.

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

La wilaya d'Ouargla a bénéficié d'un programme d'envergure portant sur la réalisation de neuf (9) stations de déminéralisation de l'eau potable, au niveau des complexes hydrauliques répartis sur différents quartiers du chef-lieu de wilaya, Les 9 stations concernées par le projet de la ville de OUARGLA sont actuellement alimentées en eau brutes à partir de 27 forages exploités, dont 2 forages Albiens.

Afin de s'assurer que l'eau traitée est conforme aux normes sanitaires en vigueur, cette étude se propose de « Suivi de la qualité d'eau dans les différentes étapes de traitement, au niveau de la station de dessalement d'Ouargla ». Pour ce faire, elle évaluera l'efficacité des procédures de traitement utilisées et examinera d'importants paramètres physico-chimiques. Elle

## **Introduction générale**

---

souligne également l'importance d'une surveillance constante de ces procédés afin de garantir la meilleure qualité possible et d'améliorer l'efficacité des installations de traitement de l'eau.

Le manuscrit se composera en deux parties principales. La première partie de ce travail sera relative à l'étude bibliographique, subdivisée en trois chapitres : le premier chapitre sera consacré au traitement des eaux potable, suivi par la différentes procédent de dessalement, et le troisième chapitre nous avons fait sur une étude bibliographique sur le dessalement par l'osmosé inverse. La deuxième partie est l'expérimentale : qui comporte trois chapitres : le premier : description de la région d'étude et la station de déminéralisation par OI. Et les deux autres chapitres, un sur les matériel et méthodologie de travail et l'autre sur les résultats et leur discussion. Et ont conclu par une conclusion générale.

# Chapitre I

Traitement des eaux destinées à  
la consommation humaine

## I.1. Introduction

Seules certaines eaux, dites minérales ou de source peuvent être commercialisées et consommées sans traitement. Cependant, pour les eaux de source par fois des traitements comme l'aération, la décantation et la filtration peuvent leur être appliqué. Toutes les autres eaux du milieu naturel dites 'brutes' ont besoin d'un traitement avant d'être consommées, afin de répondre aux normes en vigueur définissant une eau bonne pour la consommation humaine. Elles sont alors acheminées jusque dans une usine de production d'eau potable. Le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, liée à son origine, l'eau principale traitée étant les eaux de surface et les eaux souterraines.

## I.2. Sources d'eau potable

La survie de la vie humaine sur la planète nécessite l'existence d'eau potable, où l'on trouve constamment de l'eau en la stockant dans le sol et dans les bassins versants, appelés eaux de surface et eaux souterraines.[1][6]

### I.2.1. Eaux souterraines

Les eaux souterraines représentent 98% de l'eau douce liquide. Les eaux souterraines se forment profondément dans la terre à la suite d'une lente infiltration d'eau de pluie à travers de grandes couches de sols et de roches poreuses, appelées aquifères.[1][6]

### I.2.2. Eaux de surface

Il se compose de lacs, d'étangs. Cette eau provient essentiellement de la pluie est une combinaison de ruissellement et d'eaux souterraines, les vallées et les barrages. Celles-ci sont de mauvaise qualité car elles sont presque toujours contaminées, ce qui signifie que cette source est caractérisée par une contamination chimique et microbienne. Mais cette eau est souvent utilisée dans des zones densément peuplées. Densité de population et activité industrielle.[1][6]

## I.3. Objectif de traitement

Le traitement doit être ajusté à la composition chimique de l'eau captée. Il varie donc d'un site à l'autre. Si, pour certaines eaux, un traitement partiel ou simple tel que la filtration rapide et la désinfection des eaux suffit, d'autres nécessitent un traitement complet plus ou moins complexe, voire des traitements spécifiques afin d'éliminer les polluants particuliers.[6]

## I.4. Les étapes du traitement de l'eau

### I.4.1. Prétraitement

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constituerait une gêne pour les traitements ultérieurs. Dans le domaine du traitement des eaux naturelles, ces procédés ne constituent en général qu'un préalable à un traitement physico-chimique plus poussé.[7]

### **I.4.1.1. Dégrillage**

Le dégrillage, premier poste de traitement, indispensable aussi bien en eau de surface qu'en eau résiduaire. Il doit être localisé dans le regard de rive, au poste de pompage d'eau brute ou à l'entrée de l'usine de traitement. Le dégrillage, permet :

- De protéger les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation (poste de pompage, conduites et installations de traitement);
- De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution.[7]

### **I.4.1.2. Dessablage**

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion, à éviter de perturber les stades de traitements suivants.

Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules dont la granulométrie égale ou supérieure à 200  $\mu\text{m}$ . [7]

## **I.4.2. Coagulation et Flocculation :**

Ils sont nécessaires pour clarifier les eaux contenant des colloïdes.

### **I.4.2.1. Coagulation :**

La coagulation consiste à ajouter à l'eau un électrolyte permettant de neutraliser les charges négatives qui sont à l'origine du maintien en suspension stable. On utilise généralement des sels d'un métal trivalent,  $\text{Fe}^{3+}$  ou  $\text{Al}^{3+}$ . [7]

### **I.4.2.2. Flocculation :**

La flocculation est l'agglomération des particules "déchargées" en micro-floc, puis en flocons volumineux et décantables, le floc. Cette flocculation peut être améliorée par l'ajout d'un autre réactif : le floculant ou adjuvant de flocculation. [7]

## **I.4.3. Décantation :**

Une fois le floc formé, il faut réaliser la séparation solide-liquide qui permettra d'obtenir l'eau clarifiée d'un côté et les boues (particules colloïdales initiales + floc) de l'autre. On utilise en général l'action de la pesanteur sur les particules en suspension et l'on recueille ensuite l'eau claire à la partie supérieure de l'appareil, alors qu'on soutire les boues sédimentées dans la partie inférieure : c'est la décantation. [7]

## **I.4.4. Filtration :**

Que l'eau soit coagulée ou non, décantée ou non, il faut toujours la filtrer pour que l'élimination des matières insolubles soit aussi complète que possible (c'est-à-dire pour que la turbidité soit ramenée au voisinage de zéro). C'est surtout la filtration en profondeur, sur matériau granulaire, qui constitue le cœur de la majorité des stations de préparation d'eau de consommation. [7]

## **I.4.5. Désinfection :**

Les bactéries et virus pathogènes qui demeurent dans l'eau sont éliminés lors de l'étape de désinfection. On utilise pour cela du chlore, de l'ozone ou des ultraviolets. Une petite quantité de

chlore reste dans l'eau produite pour éviter un développement bactérien plus en aval, dans le réseau d'eau.[7]

### I.5. Eau potable (L'eau distribuée):

L'eau distribuée doit respecter des normes de potabilité, et on les compare à des normes nationales (Algérienne) ou mondiale (OMS). Il est nécessaire de suivre ces paramètres pour s'assurer de distribuer une eau potable.[17]

**Tableau I.1 : Normes d'eau potable selon Journal Officiel Algérie.**

Valeur maximale		Unité	Normes	Groupes standards
eaux souterraines	eaux de surface			
20	200	échelle mg/L Pt	la couleur	Critères d'adhésion
3	20	—	Odeur (valeur de solubilité 25)	
500	600	mg/L 1C		Paramètres physico-chimiques relatifs aux masses d'eau naturelles
≤6,5 et ≥9	≤6,5 et ≥9	unité de pH	Concentration en hydrogène X (PH)	
2800	2800	microsiemens/cm 20 °C	Transport	
3<	7	mg/L/2O	demande vitale (DBO5)X Demande	
-	30	mg/L2/O	chimique en oxygène (DCO)X pour l'oxygène	
25	25	mg/L mg/	AJ AJ suspension	
400	400	L 4SO4	Sulfate Volume	
70>	30	O2%	de saturation en oxygène X AJ	
25	25	C	température de la	
0,5	4	mg/L mg/	solution	
0,7	1	L mg/L	Ammonium Baryum	Constantes chimiques
1	1		Bor	

### I.6. Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons vu le de traitement de l'eau potable. Nous avons donné un aperçu sur l'objectif du traitement ensuite on a commencé par toutes les sources d'eau potable, d'abord le prétraitement, ensuite coagulation et floculation, décantation et filtration, enfin nous avons fini par la désinfection.

# Chapitre II

La déminéralisation des eaux

## II.1. Introduction :

L'eau déminéralisée est très utilisée dans les différentes activités liées à la vie quotidienne des citoyens telle que les eaux destinées pour l'alimentation des réseaux en eau déminéralisée post traité (eau potable).

Dans cette partie, nous aborderons le sujet de l'élimination des minéraux de l'eau et passerons en revue les méthodes utilisées pour cela. Dans la section suivante.

## II.2. Définition de la déminéralisation de l'eau :

La déminéralisation de l'eau est le processus minimisé la concentration des minéraux et des sels dissous de l'eau, notamment les ions calcium, magnésium et sodium. Cette pratique est cruciale dans de nombreux domaines comme l'industrie, la production d'eau potable ou encore le secteur médical.[14]

## II.3. Méthodes de déminéralisation :

Il existe plusieurs méthodes physiques permettent l'obtention de l'eau déminéralisée à partir de l'eau de mer et de l'eau saumâtre. Les méthodes d'élimination des métaux les plus couramment utilisées comprennent l'osmose inverse, l'échange d'ions, et l'électrolyse. Le choix de la méthode appropriée dépend des caractéristiques de l'eau à traiter et des exigences spécifiques de l'application.[8][14]

### II.3.1. Les méthodes membranaires

Parmi ces procédés en site.

#### II.3.1.1. L'Osmose inverse

À osmose inverse est un processus de purification de l'eau qui utilise une membrane semi-perméable pour éliminer les contaminants. L'eau est forcée à travers la membrane à une pression supérieure à celle de l'eau contaminée, permettant ainsi de séparer les particules indésirables telles que les sels, les minéraux, les bactéries et les impuretés. Ce processus produit de l'eau purifiée, tandis que les contaminants sont rejetés et éliminés.[14]

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

- Déminéralisation des eaux saumâtres.
- Dessalement des eaux de mer.
- Traitement des eaux résiduaires industrielles urbaines.

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

#### II.3.1.1.1. Principe de l'osmose inverse

Le principe de l'osmose inverse repose sur l'utilisation d'une membrane semi-perméable qui permet le passage de l'eau tout en retenant les solutés et les impuretés. Lorsque de l'eau est soumise à une pression supérieure à la pression osmotique des solutés présents dans l'eau, elle est forcée à travers la membrane, laissant derrière elle les impuretés. Cela permet d'obtenir de l'eau purifiée d'un côté de la membrane et de concentrer les contaminants de l'autre côté, qui sont ensuite éliminés.[14]

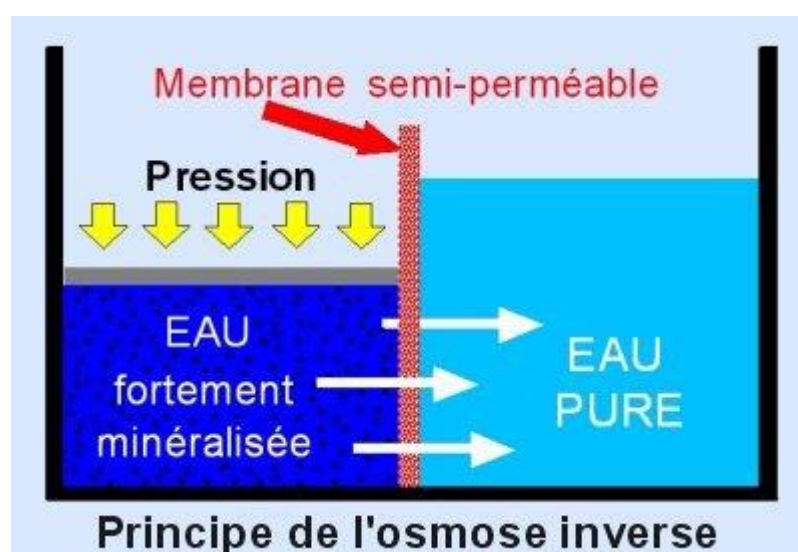


Figure II.01: Principe de l'osmose inverse

#### II.3.1.1.2. Pression osmotique :

La pression osmotique  $P$  est d'autant plus importante que la concentration est élevée et que la masse molaire est faible

L'osmose est le transfert de solvant à travers une membrane sous l'effet d'un gradient de concentration. Soit un système à deux compartiments séparés par une membrane semi-sélective et contenant deux solutions de concentrations différentes, l'osmose se traduit par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée. Si on applique une pression sur la

solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer. Avec une pression suffisamment forte le flux d'eau va même s'annuler : cette pression est nommée la pression osmotique  $\Pi$ . Si on dépasse la valeur de la pression osmotique, on observe un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique : c'est le phénomène de l'osmose inverse [13]

La pression osmotique des électrolytes est donnée par la relation suivante :

$$\Pi = i \cdot C \cdot R \cdot T \dots\dots [10]$$

$i$  : est le nombre d'espèces d'ions constituant le soluté.

$C$  : la concentration molaire du soluté (mol. m<sup>-3</sup>).

$T$  : la température en kelvin(k).

$R$  : la constante des gaz parfaits (8,31 J.mol .k<sup>-1</sup> ).

$\Pi$  : est exprimée en pascal (pression osmotique).

### **II.3.1.1.3. Les modules d'osmose inverse**

#### **II.3.1.1.3.1. Définition des modules**

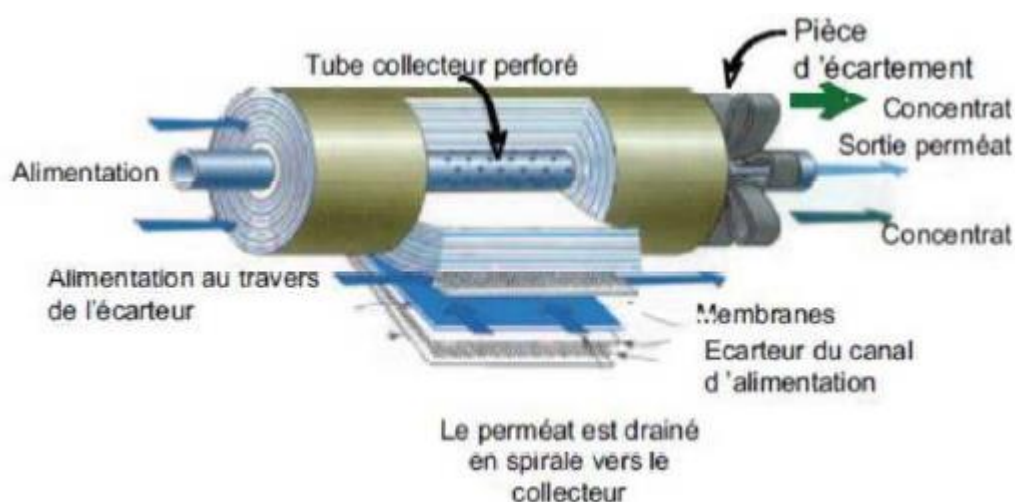
Les appareils unitaires de séparation, mettant en oeuvre des membranes, sont appelés « cartouches » ou « modules ». Leur conception est différente suivant la forme de la membrane et doit, à la fois, assurer une circulation suffisante à la surface de celle-ci et présenter une bonne compacité. Ils sont aussi conçus en fonction de l'application à venir et doivent satisfaire aux facilités d'exploitation (montage, démontage, nettoyage) [04]

#### **II.3.1.1.3.2. Les types de modules**

Les modules supportent les membranes. Actuellement quatre types de modules sont commercialisés :

##### **II.3.1.1.3.2.1. Modules spirales**

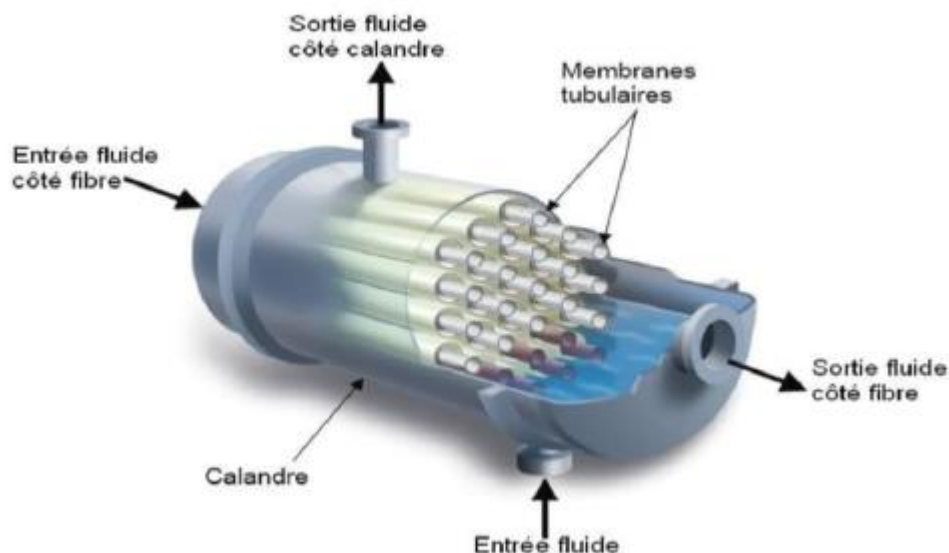
Les modules de type spirales (Figure II.5) sont constitués d'une membrane plane et des espaceurs qui sont enroulés sur un tube destiné à recueillir le perméat, de manière à former des canaux permettant l'écoulement du perméat et de la solution [15]



**Figure II.02: Module spirale**

### II.3.1.1.3.2.2. Les modules tubulaires

Les membranes sont placées ou formées à l'intérieur d'un tube support, poreux ou percé de trous de drainage, et de diamètre variant de 10 à 40 nm (Figure II.6). Ces tubes sont ensuite placés en parallèle ou en série dans une enveloppe cylindrique pour constituer le module unitaire. L'hydrodynamique de l'écoulement est parfaitement défini et des vitesses de circulation pouvant atteindre 6 m.s-1 sont possibles si un régime de forte turbulence est nécessaire. Ces modules ne nécessitent pas de pré filtration fine du liquide à traiter et sont faciles à nettoyer. Leur inconvénient majeur est leur faible compacité et un prix de revient élevé par m<sup>2</sup> installé [27]



**Figure II.03: Module à membrane tubulaire [09]**

### II.3.1.1.3.2.3. Les modules à fibres creuses

Ils rassemblent un ensemble de fibres creuses de quelques centimètres à un mètre de longueur et dont l'épaisseur est de l'ordre de 100 à 200  $\mu\text{m}$  en un faisceau de diamètre inférieur à 3 mm. Elles sont assemblées en parallèle selon deux configurations possibles :

- ✓ Int-Ext : la solution à traiter circule à l'intérieur des fibres et le perméat est récupéré à l'extérieur des fibres. Il y a écoulement tangentiel. Cette technique est habituellement utilisée lorsque l'on est intéressé par le concentrât.
- ✓ Ext- Int : la solution circule à l'extérieur des fibres et le perméat est récupéré à l'intérieur des fibres en mode frontal. Cette technique est habituellement utilisée lorsque l'on est intéressé par le perméat . [02]

#### **II.3.1.1.3.2.4 Module plan ou filtre-pressé**

Cette configuration dérivée des filtres presses est constituée d'un empilement de membranes sous forme de feuilles. Les membranes sont disposées parallèlement les unes aux autres et sont séparées par des grilles ou support [19]

#### **II.3.1.1.4. Les Avantages et les inconvénients d'osmose inverse :**

##### **1/ Avantages :**

- Élimination des impuretés : L'osmose inverse élimine efficacement les impuretés, y compris les contaminants organiques, les sels, les métaux lourds et les bactéries, de l'eau.
- Efficacité énergétique : Comparée à d'autres méthodes de purification de l'eau, l'osmose inverse est relativement efficace sur le plan énergétique.
- Polyvalence : Elle peut être utilisée pour purifier l'eau dans divers contextes, des installations industrielles aux systèmes de filtration domestiques.

##### **2/ Inconvénients**

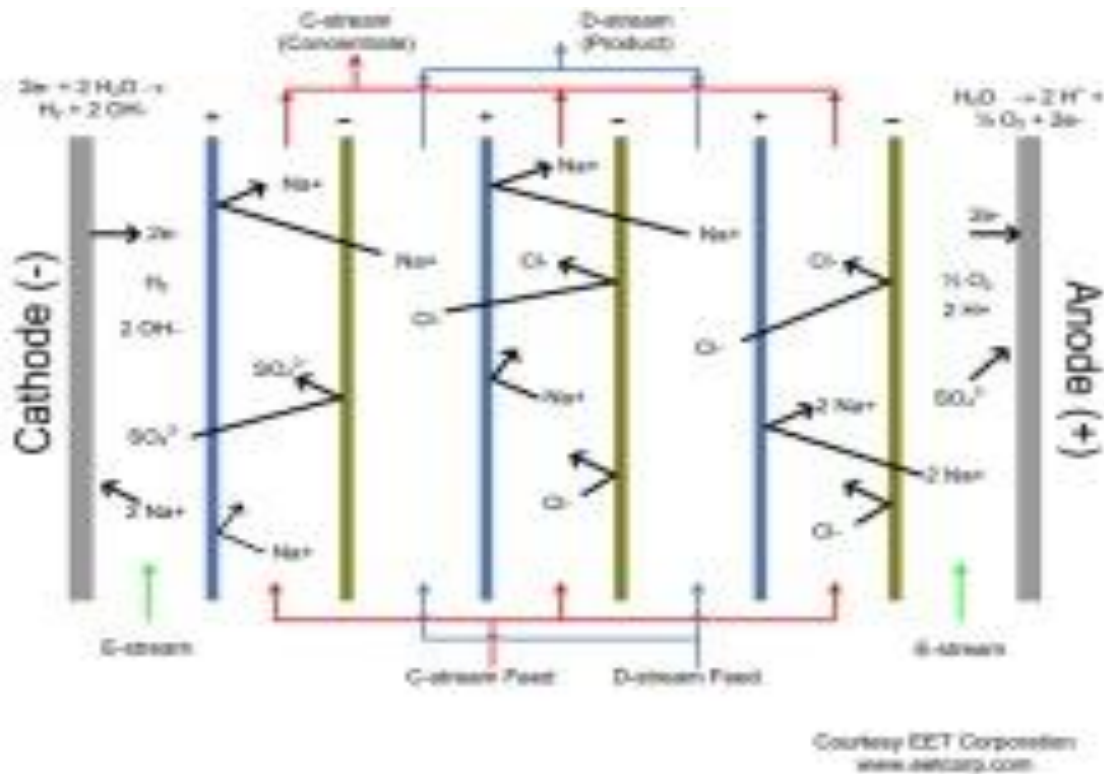
- Rejet d'eau : Le processus d'osmose inverse produit une grande quantité d'eau de rejet, ce qui peut être problématique en termes de gaspillage d'eau, surtout dans les zones où l'eau est rare.
- Besoin d'entretien : Les membranes d'osmose inverse nécessitent un entretien régulier pour éviter l'encrassement et maintenir leur efficacité, ce qui peut augmenter les coûts à long terme.
- Sensibilité aux contaminants : Les membranes d'osmose inverse peuvent être endommagées par certains produits chimiques ou contaminants, nécessitant un prétraitement approprié de l'eau pour prolonger leur durée de vie.
- Coût initial élevé : L'installation d'un système d'osmose inverse peut représenter un investissement initial élevé en raison du coût des équipements et de l'installation professionnelle souvent nécessaire.[14]

**II.3.1.2. L'électrodialyse**

L'électrolyse est un processus dans lequel le courant continu est utilisé dans la séparation électrochimique pour déplacer les ions à travers des membranes sélectives d'ions afin d'éliminer le sel du flux d'alimentation, ce qui donne finalement un produit précieux. Ce processus est une technologie membranaire avancée qui peut être utilisée pour le dessalement de l'eau. Cette technologie est utilisée dans divers marchés et applications tels que l'élimination des minéraux du lactosérum dans les produits laitiers, la déminéralisation du sucre, la purification du glycérol et des acides aminés et la réduction de l'acidité des jus.[14]

**II.3.1.2.1. Principe de l'électrodialyse**

L'électrodialyse, technique électro membranaire, consiste à séparer des espèces ioniques en appliquant un champ électrique (figure II.02). Les membranes échangeuses d'ions utilisées sont de deux types : les membranes échangeuses de cations (MEC) et les membranes échangeuses d'anions (MEA). Dans le réacteur, ces membranes sont disposées en alternance et séparées par un cadre qui contribue à l'hydrodynamique et à l'étanchéité du système.[14]



**Figure II.04 Principe de l'électrodialyse**

**II.3.1.2.2. Les Avantages et les inconvénients d'électrodialyses :****1/ Avantages :**

- Sélectivité ionique : Permet la séparation spécifique des ions, ce qui est utile dans divers processus de purification et de séparation.
- Efficacité énergétique : Comparée à d'autres méthodes de désionisation, l'électrodialyse peut être économe en énergie si elle est bien conçue et utilisée.
- Faible production de déchets : Elle peut réduire la production de déchets chimiques par rapport à d'autres méthodes de purification qui utilisent des produits chimiques.
- Utilisation dans l'industrie alimentaire : L'électrodialyse est souvent utilisée pour déminéraliser l'eau, ce qui est important dans l'industrie alimentaire pour produire de l'eau déminéralisée ou pour réduire la teneur en sel dans les aliments.

**2/Inconvénients :**

- Coût initial élevé : Les équipements nécessaires à l'électrodialyse peuvent être coûteux à installer et à entretenir, ce qui peut limiter son utilisation dans certaines applications.
- Maintenance complexe : Les systèmes d'électrodialyse nécessitent une maintenance régulière pour assurer leur bon fonctionnement. Les membranes doivent être régulièrement nettoyées ou remplacées.
- Limitation de la conductivité de la solution : Les solutions ayant une conductivité trop faible peuvent ne pas être adaptées à ce processus, limitant ainsi son utilisation dans certains cas.
- Sensibilité aux impuretés : Les membranes peuvent être sensibles aux impuretés présentes dans la solution, ce qui peut réduire leur durée de vie et affecter l'efficacité du processus. es avantages et inconvénients de l'électrodialyse.[14]

**II.3.2. L'Echange ions :**

L'échange d'ions est un processus chimique dans lequel les ions ayant une charge spécifique présents dans une solution (tels que les ions cationiques) sont éliminés de cette solution par adsorption sur un solide (échangeur d'ions) et sont remplacés par une quantité équivalente d'autres ions de la solution qui ont la même charge. Un solide n'est pas affecté par des ions de charges opposées.[14]

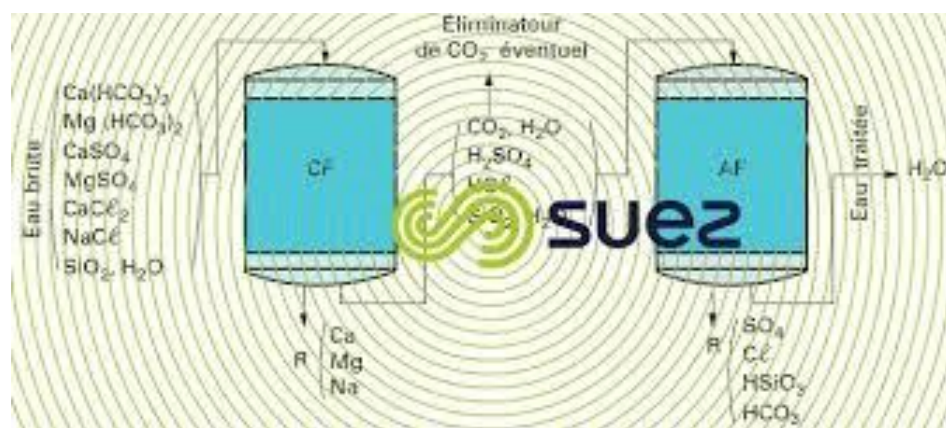


Figure II.05: Principe d'échange d'ions.

### II.3.2.1. Les Avantages et les inconvénients d'échange d'ions :

#### 1/ Avantages :

- Élimination des ions indésirables : Les échanges d'ions sont utilisés pour éliminer les ions indésirables de l'eau, comme les ions calcium, magnésium, fer, etc., qui peuvent causer des problèmes de dureté de l'eau ou d'autres problèmes de qualité de l'eau.
- Régénération : Les résines échangeuses d'ions peuvent être régénérées, ce qui prolonge leur durée de vie et leur efficacité.
- Purification de l'eau : Ils sont largement utilisés dans les systèmes de purification de l'eau pour fournir de l'eau potable propre et sûre.
- Applications industrielles : Les échanges d'ions sont utilisés dans diverses applications industrielles, notamment dans le traitement des eaux usées, la production pharmaceutique, la production alimentaire, etc.

#### 2/ Inconvénients :

- Coût initial élevé : Les systèmes d'échange d'ions peuvent être coûteux à installer et à entretenir, en raison des coûts des résines, des équipements et des produits chimiques de régénération.
- Consommation d'eau : Les processus d'échange d'ions peuvent nécessiter une quantité significative d'eau pour le rinçage et la régénération, ce qui peut être un inconvénient dans les régions où l'eau est rare.
- Déchets chimiques : La régénération des résines échangeuses d'ions peut produire des déchets chimiques qui doivent être correctement gérés pour éviter la pollution de l'environnement.

- Limitations de capacité : Les résines échangeuses d'ions ont une capacité limitée à éliminer les ions, ce qui signifie qu'elles doivent être régulièrement régénérées ou remplacées pour maintenir leur efficacité.[14]

### II.3.3. La distillation :

La distillation est un procédé de séparation selon lequel un composé volatil d'une solution est évaporé et ensuite condensé. Cette technologie est la plus ancienne utilisée pour dessaler l'eau de mer commercialement. On distingue deux principaux procédés utilisant la distillation : la distillation à multiple effet et la distillation à détente étagées et la distillation à multi flash.

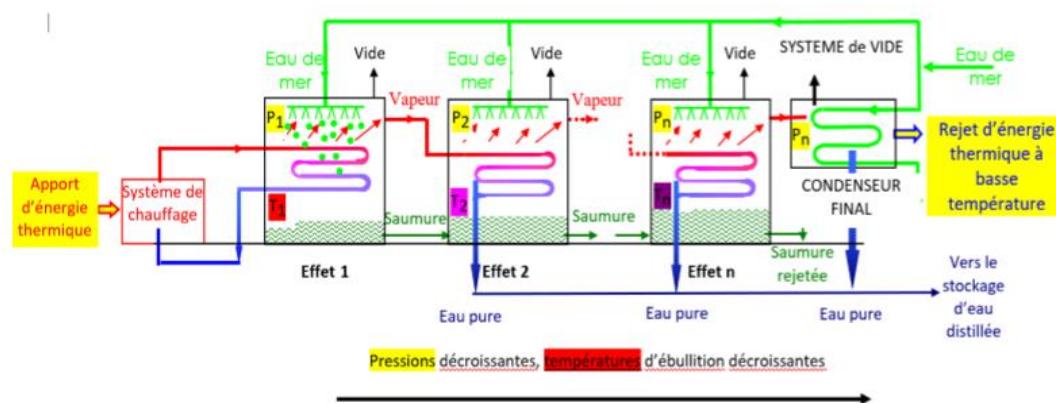


Figure II.06: Principe de déminéralisation par distillation

#### II.3.3.1. Les Avantages et les inconvénients :

##### 1/ les Avantages :

- Indépendance à la variation de la qualité d'eau brute.
- Utilisation pour des grandes capacités de production d'eau.
- Exploitation relativement aisée.
- Une eau produite présentant un TDS faible requis particulièrement pour les besoins industriels.

##### 2/ les inconvénients :

- Un taux de conversion bas (inférieur à 35%).
- Une consommation spécifique d'énergie relativement élevée (8 à 25 KWh/m<sup>3</sup> selon le procédé).
- Un non flexibilité par rapport à la variation de la demande en eau.
- Un coût d'investissement élevé.[14]

### II.3.4. Cristallisation ou congélation :

Le processus de dessalement de l'eau par congélation dépend du fait prouvé que les cristaux de glace formés par le refroidissement de l'eau salée sont exempts de sel, qui est produit par le processus sous forme de vapeur exempte de sels à partir d'une solution d'eau salée.

#### II.3.4.1. Les avantages et les inconvénients :

##### 1/Les avantages:

- Les appareillages sont moins exposés à la corrosion à de faibles températures  
Comparativement aux températures d'ébullition atteintes lors de l'évaporation de l'eau.
- Il n'y a pas de problèmes d'entartrage car les sels restent dissous à faible température .
- L'eau douce obtenue est bien minéralisée et bien aérée ce qui constitue une excellente boisson.

##### 2/Les inconvénients:

- Cette technique est généralement plus onéreuse que l'évaporation de l'eau : la chaleur Nécessaire pour congeler de l'eau est plus coûteuse que celle utilisée pour son évaporation.
- Il existe une difficulté majeure concernant la séparation des cristaux de glace et de la Saumure qui nécessite des opérations complexes : il reste une couche limite de Saumure collée aux cristaux.

## II.4. Structure de la membrane

### II.4.1. Les membranes homogènes

Sont peu développées car elles ont une perméabilité relativement faible. La seule membrane de ce type est une membrane de microfiltration, fabriqué par irradiation d'un polymère (polycarbonate ou polyester) par des particules chargées [16]

### II.4.2. Les membranes asymétriques

Dites aussi anisotropes, découvertes vert 1960 par Loeb et Sourira jan, sont constituées des deux couches superposées:

- Une sous-couche de 100 à 200  $\mu\text{m}$  d'épaisseur, de texture relativement poreuse,
- Une "peau" de très fine épaisseur (de 0.1 à 1.5  $\mu\text{m}$ ).

Les propriétés de séparation de ces membranes (perméabilité, sélectivité) dépendent uniquement de la structure de leur peau. En particulier, la perméabilité d'une membrane étant inversement proportionnelle à son épaisseur, il est évident quelle sera élevée. [16]

### **II.4.3. Les membranes composites**

Ont été développées en vue d'augmenter la perméabilité des membranes asymétriques classiques en réduisant l'épaisseur de la couche active. Elles sont obtenues en déposant sur un support poreux préalablement formé (polysulfone ou autres polymères) une mince pellicule semi-perméable de 10 à 100 nm. Le support poreux et la peau active sont constitués de polymères différents, d'où le nom de membranes composites. [16]

### **II.4.4. Les membranes fibres creuses**

Sont constituées de tubes creux ayant un diamètre extérieur compris entre 50 et 1000  $\mu\text{m}$  et un diamètre intérieur entre 25 et 800  $\mu\text{m}$ . Elles sont obtenues par des procédés de filage analogues à ceux utilisés dans l'industrie textile. Leur structure est généralement asymétrique avec la couche active située soit à l'extérieur de la fibre (membranes d'osmose inverse B9 et B10 de Du Pont de Nemours, membranes de microfiltration de Memtec), soit à l'intérieur de la fibre (membranes ultrafiltration d'Amicon). [16]

### **II.4.5. Membranes à charge électrique**

Ces membranes peuvent être denses ou poreuses. Les parois des pores sont chargées d'ions positifs ou négatifs. Les membranes chargées positivement favorisent le passage de cations, celles chargées négativement favorisent le passage d'anions. Donc la séparation avec des membranes chargées est basée principalement sur la répulsion d'ions de même charge, mais aussi par la taille des pores. [20]

## **II.5 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons exploré les principes fondamentaux de cette opération, ainsi que les différentes techniques utilisées, telles que l'échange d'ions, l'osmose inverse, la distillation et l'électrodialyse.

En conclusion, la déminéralisation de l'eau joue un rôle crucial dans la gestion des ressources hydriques, surtout face à la demande croissante en eau de haute qualité.

# Chapitre III

Présentation de la région et des  
stations d'étude

### III.1. Introduction :

La zone d'étude représente un élément fondamental pour comprendre de nombreux phénomènes sociaux, économiques et culturels dans tout domaine de recherche. Elle définit le cadre géographique ou temporel dans lequel se déroule l'étude, où les caractéristiques locales jouent un rôle essentiel dans la formation des résultats et des tendances. La connaissance des spécificités de la zone, telles que ses caractéristiques géographiques, renforce la capacité des chercheurs à analyser les données et à en tirer des conclusions valables.

Dans ce chapitre, nous allons définir la zone d'étude de manière exhaustive, en mettant en évidence ses particularités, ce qui nous permettra de structurer un cadre clair pour analyser les phénomènes que nous souhaitons explorer.

### III.2. Présentation de la ville d'Ouargla:

#### III.2.1. Situation administrative :

Le périmètre de la présente étude fait partie du territoire de la wilaya d'Ouargla, elle-même sise au Nord Est du Sahara algérien. Il est contenu sur la carte dans le quadrant allant de  $06^{\circ} 25' 00''$  Est et de  $33^{\circ} 05' 02''$  Nord. La wilaya de Ouargla est limitée par :

- Au Nord : par les wilayas de Tougourt et d'El oued.
- A L'est : par la Tunisie.
- Au Sud : par les Wilayas de Tamanrasset et d'Illizi.
- A L'Ouest : par la Wilaya de Ghard.aïa et El menia.



Figure III. 01 : Situation Générale

### III.2.2. Situation géographique :

La ville d'Ouargla est le chef-lieu de la wilaya, se situant dans une cuvette dans le sud Algérien à 128 mètre d'altitude par rapport au niveau de la mer, La zone d'étude fait partie de la commune de Ouargla, les latitudes (722142.90 m E)- (726787.20 m E) et longitudes (3538390.45 m N)-(3534620.77 m N). Elle présente une superficie totale 163.233 Km<sup>2</sup>.

### III.2.3. Caractéristiques Climatiques:

Le Sahara Algérien se caractérise par un climat chaud et aride, donc une intense sécheresse avec un taux d'humidité très faible.

Ouargla bénéficie d'un climat désertique chaud avec des étés très longs et extrêmement chauds et des hivers courts et très doux. Le climat y est aride toute l'année puisque les précipitations moyennes annuelles sont très faibles. La sécheresse y est encore plus accentuée.

#### III.2.3.1. Les précipitations:

L'insuffisance de pluies sahariennes est accompagnée d'une irrégularité très marquée du régime pluviométrique et d'une variabilité interannuelle considérable, ce qui accentue la sécheresse, Les précipitations sont très rares.

#### III.2.3.2. La Températures :

L'essentiel à retenir pour ce qui est de la température dans cette région saharienne est :

- La température annuelle moyenne est de 23.5 °c.
- L'amplitude thermique annuelle atteint les 43.5°c.
- La température moyenne mensuelle la plus basse est de 12°c au mois de janvier.
- La température moyenne mensuelle la plus élevée est de 35.8°c au mois de juillet.
- Les maxima journaliers dépassent souvent les 45°c en Eté et les minima descendent au-dessous du 0°c en hiver.

#### III.2.3.3. L'Humidité:

Les valeurs de l'humidité mensuelle moyenne interannuelle relevée à la station de l'aéroport montre que le mois le plus humide est le mois de décembre avec une humidité moyennes de l'ordre de 60,2%, alors que le mois le plus sèche c'est le mois de juillet avec une humidité moyennes de l'ordre de 26,6%.

**III.2.3.4. Le vent:**

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques de la région d'étude, on note que les vents sont très fréquentes durant toute l'année. La force de vent pour tous les mois supérieur à 55 Km/h et pour le mois d'Avril et Mai plus 94 Km/h.

**III.2.4. Hydrogéologie:**

Selon l'A.N.R.H. (2000), il existe trois aquifères dans la région de Ouargla, à la base, se situe la nappe du continental intercalaire qui classe l'un des plus grands réservoirs captifs du monde (CI) ; au milieu, se localise la nappe du complexe terminal (CT) et au sommet, s'installent les nappes phréatiques (non exploités). Les deux nappes, CI et CT sont actuellement, les deux principales ressources hydriques disponibles dans la région d'Ouargla, mais les nappes phréatiques (nappe superficielle) peuvent être considérées actuellement comme ressource hydrique à forte salinité non exploitée.

**III.2.4.1. Nappe continentale Intercalaire(CI):**

La nappe est de nature gréseux, sable et argile. C'est le plus grand réservoir dans tout le Sahara, d'âge crétacé inférieur (Barrémien et Albien), le réservoir s'étend sur une superficie environ 600000Km<sup>2</sup>, il s'étend sur tout le bassin sédimentaire du Sahara septentrional, de la vallée d'oued Saoura à l'Ouest, en territoire Tunisien et Libyen à l'Est. Au Nord-Est de la dorsal du M'Zab, le toit de l'aquifère est constitué d'argiles et d'évaporites du Cénomaniens, à une continuité sur tout le bassin d'Ouargla et d'une épaisseur environ de 600m, d'une profondeur allant de 1200 à 1500m.

Généralement, les eaux de l'Albien sont beaucoup plus chaudes à forte pression et la température est d'environ 55C°, ce qui pose de nombreux problèmes.

**III.2.4.1.1. Nappe de l'Albien:**

La nappe de l'Albien est la plus grande réserve d'eau douce au monde. Elle est à cheval sur trois pays, l'Algérie, la Libye et la Tunisie. 70 % de la nappe se trouve en territoire algérien au sud-est du pays.

**III.2.4.2. La nappe du complexe terminal (C.T):**

Le système aquifère du C.T, couvre la majeure partie du bassin du Sahara septentrional sur environ 350000 Km, sa profondeur varie entre 100 à 400m, cette nappe du C.T est composée de trois nappes aquifères, de bas en haut, qui sont :

- La nappe du Turonien.

- La nappe du Sénonien.
- La nappe du mio-pliocène.

### III.2.4.3. La nappe phréatique:

La nappe phréatique repose sur une épaisse couche imperméable, qui s'étend tout au long de la vallée de l'Oued, sa profondeur varie de 1 à 3m dans les zones urbaines et de 0.5 à 0.9m dans les zones agricoles. Elle s'écoule du sud vers le nord suivant la pente de la vallée. La qualité des eaux de la nappe phréatique est très dégradée, la conductivité est très forte elle augmente en allant du Sud vers le Nord. Les eaux de cette nappe sont très salées.

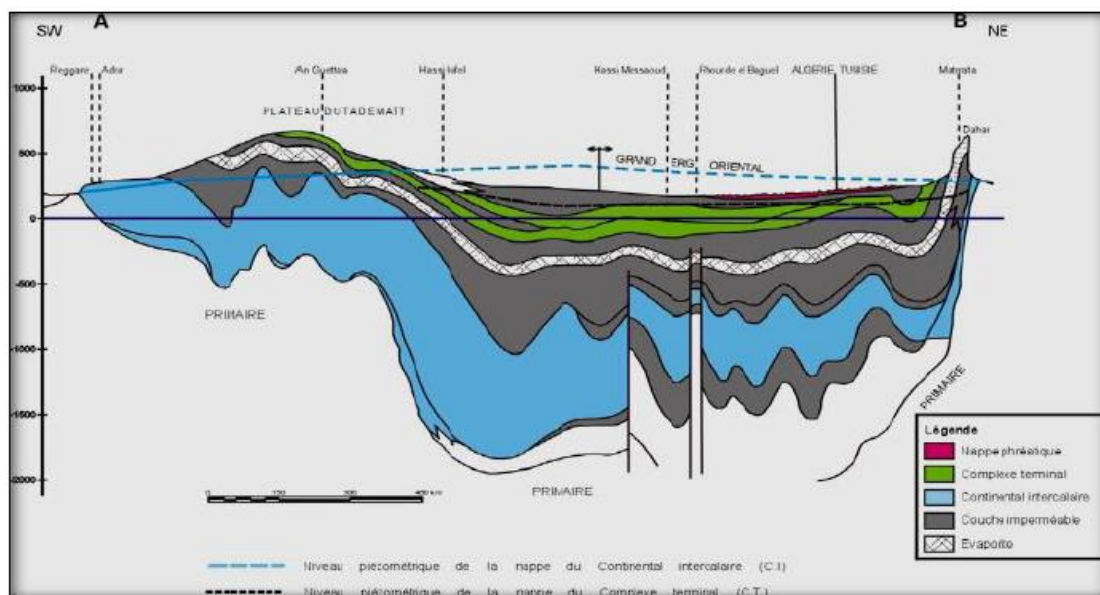


Figure III.02 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO 1972)

### III.3. Présentation de la station:

La wilaya d'Ouargla est l'une des principales régions d'Algérie, se distinguant par son emplacement stratégique et la diversité de son relief désertique, qui revêt une grande importance pour l'infrastructure régionale.

L'amélioration de l'infrastructure hydraulique est essentielle pour fournir de l'eau potable et utilitaire aux habitants au quotidien. Ainsi, en collaboration avec les autorités locales et les organismes de développement, 9 stations d'eau ont été construites et développées dans différentes zones de la wilaya d'Ouargla. Ces stations intègrent des technologies modernes de purification de l'eau pour garantir sa qualité, contribuant ainsi à améliorer la qualité de vie des résidents de la wilaya.

Grâce à ces initiatives, les habitants bénéficient d'un meilleur accès à l'eau potable, ce qui renforce la santé et le bien-être de la région. Ces stations demeurent un élément essentiel des efforts continus visant à réaliser un développement durable et à améliorer la qualité de vie des habitants de la wilaya d'Ouargla (tableau IV.01).

**Tableau III.1 : Caractéristiques des stations de déminéralisation des eaux à Ouargla (ADE, 2016).**

Nom de la station	Capacité d'eaux brut(m <sup>3</sup> /j)	Objectif d'eaux traitées(m <sup>3</sup> /j)	nbr d'habitant servie moyenne de 150I/J.hab	Forage
GHARBOUZ(S1)	3000	2250	15000	02
AINELKHIR(S2)	9000	6750	45000	05
CITI BOUZID(S3)	4500	3375	22500	03
IFRI-GARA(S4)	10500	7850	52333	04
ZYAYNA(S5)	3000	2250	15000	02 (1albin)
EL KHAFDJI(S6)	7500	5625	37500	03
BAMENDIL(S7)	3000	2250	15000	02
EL HADEB(S8)	27000	20250	135000	03 (1albin)

### III.3.1. Station de déminéralisations d'IFRI GARA :

La station de dessalement d'eau "GARA IFRI " à Ouargla est située dans le quartier de silice à Ouargla, et c'est la station que j'ai choisie pour effectuer mon stage. Cette station est parmi les plus importantes dans la wilaya d'Ouargla dans le domaine du dessalement de l'eau. Le projet de construction de cette station a débuté le 1<sup>er</sup> janvier 2021. Cette station se concentre sur le dessalement de l'eau et l'élimination des minéraux des eaux souterraines pour produire de l'eau potable.

La production d'eau filtrée est de 75 % de l'eau arrivée dans la station, avec un débit égal à 145m<sup>3</sup>/h, est une quantité de 25 % d'eau concentrée est rejetée.

Les fonctions du projet peuvent être résumées comme suit :

- Production d'eau potable.
- Filtration à travers des filtres.
- Traitement de l'eau par système d'osmose inverse.
- Désinfection par injection de chlore à un taux approprié, rendant ainsi l'eau potable à cette étape.

### **III.3.2. Etapes de traitement d'une station de déminéralisation IFRI GARA :**

Une station de déminéralisation est composée de plusieurs étapes qui s'avèrent d'une nécessité primordiale afin d'aboutir à la qualité d'eau souhaitable.

#### **III.3.2.1. Alimentation depuis les forages :**

L'eau brute provient des forages existants et elle est, ensuite, refoulée jusqu'au bassin d'eau brute. Le débit provenant de chaque forage sera ajusté manuellement en agissant sur les vannes y correspondre afin d'avoir un débit total des eaux brutes. Les eaux souterraines sont extraites de 6 forages différents, 2 forages puis collectées dans un réservoir. Ensuite, elles sont pompées vers la station pour passer par la première étape, les 4 autres forages sont distribués dans le réseau.

#### **III.3.2.2. Filtration:**

Une méthode pour éliminer des impuretés de l'eau en la faisant passer à travers un média filtrant. Aujourd'hui, la filtration regroupe un grand nombre de technologies, dont les technologies de filtrations membranaires qui permettent même de déminéraliser l'eau, et la filtration particulaire qui regroupe l'ensemble des méthodes de filtration permettant d'enlever de l'eau les particules d'une taille supérieure à environ  $1 \mu\text{m}$  après que l'eau n'a été refroidie.

##### **III.3.2.2.1. Filtre à sable:**

Un filtre à sable est un type de système de filtration d'eau couramment utilise processus appelé filtration. Le processus de filtration dans un filtre à sable comporte plusieurs étapes. Initialement, les gros débris sont éliminés au niveau du tuyau d'entrée. Ensuite, à mesure que l'eau circule dans le réservoir, les particules les plus fines sont capturées par le lit de sable. Cependant, avec le temps, ces particules s'accumulent et peuvent obstruer le filtre.

Pour maintenir des performances optimales, un entretien régulier est nécessaire pour les filtres à sable. Cela comprend un lavage à contre-courant périodique pour éliminer les débris accumulés du média filtrant. Le retro lavage est un processus essentiel qui aide à rétablir le bon débit et l'efficacité du système.



**Figure III.03: Filtre à sable.**

#### **III.3.2.2. Filtre a cartouche:**

Afin de filtrer les petites particules pouvant s'échapper des filtres a sable et protéger ainsi les membranes contre un encrassement, des filtres a cartouches capables de filtrer des particules et les bactéries.



**Figure III.04: Filtre à cartouche.**

#### **III.3.2.3. Traitement principale (osmose inverse) :**

A la station d'IFRI GARA, la membrane semi-perméable est la chose la plus nécessaire à cause de leur rôle de : Déminéralisation par la méthode d'osmose inverse.

Pratiquement la membrane se présente sous la forme d'une feuille enroulée en spirale à l'intérieur d'un tube de pression muni de 3 raccords (l'entrée et les deux sorties). On appelle l'eau qui sort de la membrane l'eau osmose. L'eau osmose qui sort est très faible des minéraux, on ajoute un pourcentage de l'eau brute pour équilibrer les minéraux.



**Figure III.05: Linge de membrane d'osmose inverse.**

#### **III.3.2.4. Désinfection:**

Le but de la désinfection est d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau afin d'empêcher le développement de maladies hydriques.

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



**Figure III.06: Pompe d'injection le chlore.**

#### **III.3.2.5. la salle de contrôle:**

La salle de contrôle dans une station de traitement des eaux est un espace essentiel pour assurer le bon fonctionnement et la surveillance des opérations de traitement de l'eau.

- Contrôle: Ils ajustent les différents processus de traitement en fonction des données recueillies.
- Gestion des alarmes: La salle de contrôle est équipée de systèmes d'alarme pour signaler des pannes dans le processus de traitement.
- Communication : Elle sert de point de communication entre les différentes équipes de la station et les responsables externes.

La salle de contrôle supervise différentes étapes telles que la filtration et la désinfection. Chaque étape nécessite un contrôle précis pour garantir que l'eau traitée répond aux normes de qualité.

### **III.4. Conclusion :**

En conclusion de ce chapitre, il apparaît clairement que la zone d'étude occupe une place centrale dans toute recherche scientifique. Nous avons mis en lumière les différentes caractéristiques de cette zone, des aspects géographiques.

# Chapitre IV

Matériel et méthodes

## **IV.1. Introduction :**

Dans le cadre de l'exploitation de la station de dessalement par l'osmose inverse, un suivi strict de la qualité de l'eau est assuré par des prélèvements périodiques en laboratoire. Ces échantillons sont collectés à différentes étapes du processus, depuis l'entrée de l'eau brute jusqu'à sa conversion finale en eau douce, et sont analysés pour leurs propriétés physiques et chimiques.

Ces analyses visent à s'assurer que l'eau répond aux normes requises et à établir un rapport détaillé sur l'état opérationnel de la station. Durant la période de surveillance, une participation active a été prise aux opérations d'échantillonnage et d'analyse en coordination avec le personnel technique de la station, afin de mieux comprendre les procédures de surveillance de la qualité de l'eau. Ce chapitre présente les méthodes et les matériaux utilisés dans la station IFRI GARA. Il s'agit d'une étape cruciale pour garantir la validité des résultats.

## **IV.2. Le prélèvement et échantillonnage :**

### **IV.2.1. Les échantillons:**

Les échantillons à analyser sont relevés de cinq (05) points différents dans cette station :

1. Eau brute.
2. Eau filtrée.
3. Eau osmoses.
4. Eau traitée (mélange).
5. Eau saumure.

### **IV.2.2. Mode de prélèvement des échantillons d'eau :**

Les prélèvements de l'eau au niveau des sites d'études, consiste à ouvrir une vanne de sortie d'eau, puis laisser couler l'eau quelques minutes, l'eau sera prélevée et mise directement dans des bouteilles en verre étiquetées (nom de site de prélèvement). Les échantillons récupérés sont immédiatement acheminés au laboratoire de la station pour différentes analyses physico-chimiques.

## **IV.3. Méthodes d'analyse**

Des échantillons d'eau ont été collectés à l'installation de dessalement le 19 mars. Une surveillance régulière est effectuée sur les deux ressources en eau, avec des examens complets réalisés chaque jour. Des échantillons ont été recueillis et des doses d'éléments déterminées par

les gestionnaires de station de dessalement et la Société Algérienne des Eaux (ADE) pour la période allant du 26 janvier 2025 au 13 mars 2025.

Les analyses physique et physico-chimique à savoir le pH, la conductivité, le TDS, la salinité, le TH, et le TAC ont été faites au niveau du laboratoire de contrôle qualité de station dessalement de l'eau IFRI GARA interpréter et comparés avec les exigences de norme Algérienne.

### IV.3.1. Paramètres organoleptiques

#### IV.3.1.1. Turbidité

- **Principe :**

La turbidité se mesure à l'aide d'un turbidimètre, cet instrument envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau et mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par la particule dans l'eau. Elle est causée par des particules organiques ou minérales ainsi et des organismes vivants. Son rôle principal consiste à s'il y a des particules fines dans l'eau qui le rend trouble.

- **Mode opératoire :**

Après avoir rempli la cuve stérile d'eau à analyser, nous avons effectué rapidement la mesure et ensuite nous avons fait la lecture après la stabilisation du turbidimètre.



Figure IV 01: turbidimètre (Hach Compagnie).

### IV.3.2. Paramètres physico-chimiques

#### IV.3.2.1. Le potentiel d'hydrogène (pH) :

- **Principe :**

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples,

dont la température et l'origine de l'eau, il représente une indication importante en ce qui concerne l'agressivité de l'eau (aptitude à dissoudre le calcaire).

- **Mode opératoire**

Pour déterminer le pH à l'aide d'un pH-mètre. Nous avons analysé et versé l'eau dans le bécher puis nous avons introduit les électrodes dans l'eau, la lecture se fait directement sur le pH-mètre de (**Hach Compagnie**). ( figure IV.02). Pour procéder à l'analyse de l'échantillon nous avons lavé les électrodes et le bécher avec l'eau distillée.



**Figure IV. 02: PH-mètre (Hach Compagnie).**

#### **IV.3.2.2.La température (T) :**

- **Principe :**

Les eaux souterraines gardent généralement valeur 25°C, mais la température des eaux de surface varie selon plusieurs facteurs saisonniers et autres. La Température agit également sur les traitements physico-chimiques des eaux.

- **Mode opératoire**

Pour déterminer le Température à l'aide d'un pH-mètre. Nous avons analysé et versé l'eau dans le bécher puis nous avons introduit les électrodes dans l'eau, la lecture se fait directement sur le pH-mètre. Pour procéder à l'analyse de l'échantillon nous avons lavé les électrodes et le bécher avec l'eau distillée. Les résultats sont exprimés en unité de Température (C°).

#### **IV.3.2.3. La conductivité :**

- **Principe :**

La conductivité est la capacité d'un matériau à permettre le passage du courant électrique. Elle est définie comme l'inverse de la résistivité d'un matériau et est mesurée en siemens par mètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Plus un matériau est conducteur, plus sa conductivité est élevée. La conductivité est influencée par divers facteurs, tels que la concentration d'ions dans une solution, la température et la structure moléculaire du matériau. Il permet également d'estimer la quantité de sels dissous présents dans l'eau. La relation entre la conductivité et la minéralisation :

Conductivité  $< 100 \mu\text{S}/\text{cm}$   $\rightarrow$  Minéralisation très faible

$100 \mu\text{S}/\text{cm} < \text{Conductivité} < 200 \mu\text{S}/\text{cm}$   $\rightarrow$  Minéralisation faible

$200 \mu\text{S}/\text{cm} < \text{Conductivité} < 333 \mu\text{S}/\text{cm}$   $\rightarrow$  Minéralisation moyenne

$333 \mu\text{S}/\text{cm} < \text{Conductivité} < 666 \mu\text{S}/\text{cm}$   $\rightarrow$  Minéralisation moyenne accentuée

- **Mode opératoire:**

Pour déterminer la conductivité à l'aide d'un pH-mètre. Nous avons analysé et versé l'eau dans le bécher puis nous avons introduit les électrodes dans l'eau, la lecture se fait directement sur le pH-mètre (figure IV.02). Pour procéder à l'analyse de l'échantillon nous avons lavé les électrodes et le bécher avec l'eau distillée. Les résultats sont exprimés en unité de conductivité.

#### **IV.3.2.4. Mesure de TDS:**

- **Principe:**

La TDS (Total Dissolve Solides) est la quantité totale d'ions chargés mobiles, y compris les minéraux, les sels et les métaux dissous dans un volume donnée d'eau. Exprime en mg/l.

- **Mode opératoire:**

Pour déterminer TDS à l'aide d'un pH-mètre. Nous avons analysé et versé l'eau dans le bécher puis nous avons introduit les électrodes dans l'eau, la lecture se fait directement sur le pH-mètre (figure IV.02). Pour procéder à l'analyse de l'échantillon nous avons lavé les électrodes et le bécher avec l'eau distillée. Les résultats sont exprimés en unité de TDS.

#### **IV.3.2.5. La salinité (%):**

- **Principe:**

La mesure de la salinité est une variable indispensable à la description du milieu de saumâtre, elle est souvent associée à la mesure de la température. Bien qu'elle soit considérée comme représentant le contenu en sels dissous de l'eau salé, il faut être conscient qu'elle ne correspond

pas à la mesure exacte de ce contenu en sels. La salinité doit être considérée comme un concept pratique. Le phénomène de salinisation se produit lorsque la teneur en sels d'une eau douce, de surface, ou souterraine augmente.

- **Mode opératoire:**

Pour déterminer salinité à l'aide d'un pH-mètre. Nous avons analysé et versé l'eau dans le bécher puis nous avons introduit les électrodes dans l'eau, la lecture se fait directement sur le pH-mètre. Pour procéder à l'analyse de l'échantillon nous avons lavé les électrodes et le bécher avec l'eau distillée.

### IV.3.3. Les paramètres chimiques :

#### IV.3.3.1. Le titre alcalimétrique (TA):

- **Principe:**

Correspond à la somme des teneurs en ions hydroxyde et carbonate exprimé en degré français (°F).

- **Mode opératoire:**

Pour 100 ml d'eau à analyser, nous avons ajouté 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine. Si une coloration rose apparaît, il faut le titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à la disparition. Si la couleur n'apparaît pas TA= 0.



Figure IV.03: Titrator.

#### IV.3.3.2. Titre alcalimétrique complet (TAC):

- **Principe:**

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

$$\text{TAC} = [\text{HCO}] + [\text{CO}_3] + [\text{OH}]$$

- **Mode opératoire :**

- 200 ml de l'échantillon
- Indicateur (vert de bromocrésol rouge de Méthyl)
- Titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à changement de couleur (VERT→ROSE)

#### IV.3.3.3. La dureté totale TH:

- **Principe:**

La dureté de l'eau, aussi connue sous le nom d'hydrométrie, est une mesure globale de la concentration en sels dissous dans l'eau, notamment du calcium et du magnésium. On a calculé par la méthode de titrage par EDTA.



**Figure IV.04: Résultat de l'expérience de titrage du magnésium.**

#### **Mode opératoire:**

- 20 ml de l'eau analyser et diluer jusqu'a 100
- Indicateur.
- 2ml de la solution tampon.
- Titré avec EDTA jusqu'a changement de couleur (ROSE→BLEU)

#### IV.3.3.4. Les Sels minéraux :

- **Méthode titrimétrie :**

La nature et la composition de l'eau sont en relation avec sa structure naturelle. Au contact prolongé du sol, les eaux se chargent de plusieurs substances que l'on trouve communément dans l'eau, il s'agit essentiellement de sels minéraux comme le calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ).

- **Mode opératoire :**

- 20ml de l'échantillon et diluer jusqu'à 100ml avec l'eau distillée
- Indicateur
- 2ml de solution
- Titrer avec EDTA jusqu'à changement de couleur

#### **IV.3.4. Mesure des cations et des anions**

Les résultats des analyses d'eau des cations et des anions ont été donnés par laboratoire central de l'Algérie Des Eaux.

Les autres sels manganèse, nitrate, fer, fluorure, nitrite et sulfate on est mesure par spectrophotomètre (**Hach Compagnie**).

- **Mode opératoire:**

- 10ml de l'échantillon jusqu'à 100ml avec l'eau distillée.
- Ajoute le Réactif.
- On lit le zéro.
- Attend re le chrono.
- Effectuer la lecture



**Figure IV.05: spectrophotomètre (Hach Compagnie).**

#### **IV.4. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons discuté sur les méthodes d'analyse du paramètre physico-chimique et chimique de l'eau potable. L'opération de suivi et d'échantillonnage nous a permis de maîtriser les méthodes de contrôle de la qualité de l'eau au sein de la station de dessalement. Elle nous a également familiarisés avec les équipements de laboratoire et les techniques d'analyse, aboutissant à une évaluation globale de l'efficacité du traitement de l'eau produite.

# Chapitre V

Résultats et discussion

## V.1. Introduction

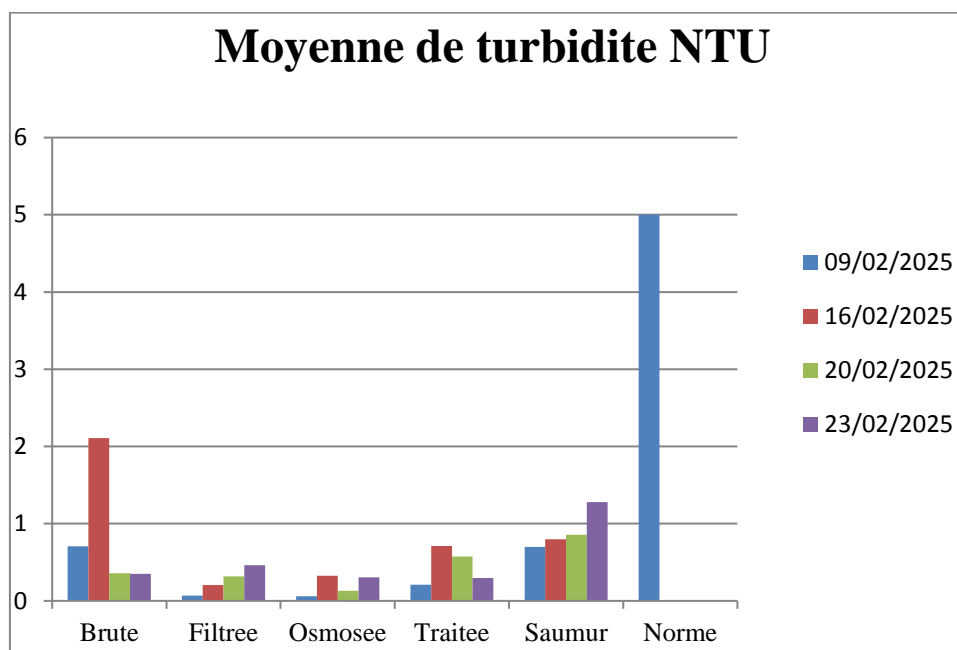
La composition chimique de l'eau, qui conditionne son adéquation à la consommation humaine ou à d'autres applications comme l'industrie, a une grande influence sur sa qualité. On utilise couramment l'hydrochimie pour obtenir des renseignements sur la composition de l'eau et sa provenance chimique. La composition des éléments chimiques de l'eau est déterminée par leur interaction avec l'environnement, indiquant que cette composition peut révéler des détails sur les milieux où l'eau s'écoule.

Dans ce chapitre, nous allons présenter un suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau de la station déminéralisation des eaux IFRI. Le suivi de la qualité de ces eaux nous permettra d'avoir une idée sur la performance et l'efficacité de la station de déminéralisation.

## V.2. Résultats du suivi des paramètres organoleptiques

### V.2.1. Variation de la turbidité :

Les variations de la turbidité des eaux analysées sont mentionnées dans la figure suivante :



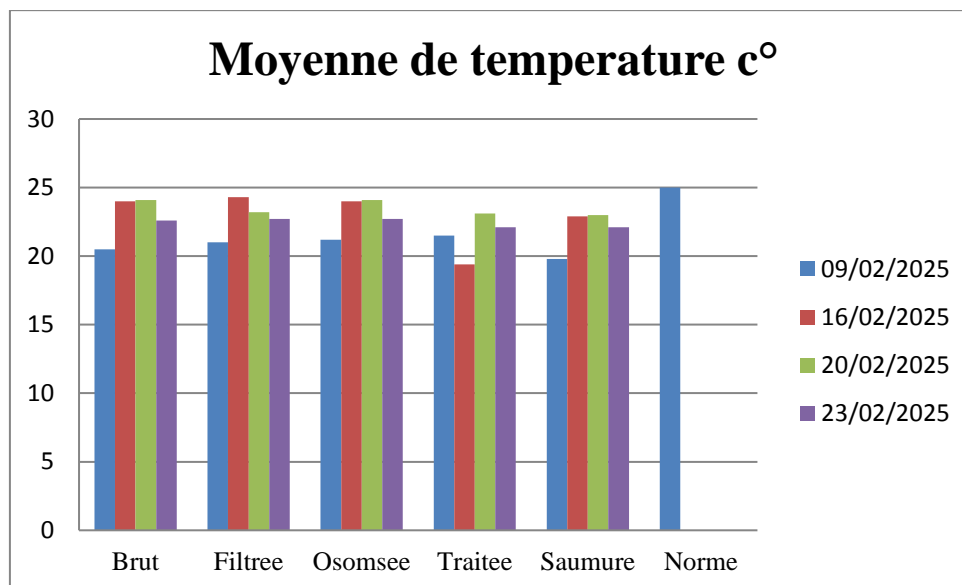
**Figure V.01: Turbidité de l'eau pour le mois de février.**

La figure V.01 montre la concentration de turbidité à travers différentes étapes de traitement de l'eau, la turbidité désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent. Dans les cours d'eau, elle est généralement causée par des matières en suspension et des particules colloïdales qui absorbent, diffusent ou réfléchissent la lumière. Après le traitement avec des filtres à sable, une nette diminution a été enregistrée dans tous les échantillons, car toutes les valeurs sont devenues inférieures à la limite autorisée, reflétant l'efficacité de cette étape de

filtration (prétraitement) dans l'amélioration de la qualité de l'eau. Les valeurs de la turbidité mesurés sont conformes aux normes de potabilités (5 NTU).

### V.2.2. Variation de température (T°C):

Les variations de température des eaux analysées sont mentionnées dans la figure suivante :



**Figure V.02: Température de l'eau pour le mois de février**

La température est un facteur écologique très important. Elle a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques. Les résultats pour ce paramètre, obtenus durant le mois de février varie entre de 19.8 °C et 24.3°C généralement toutes les valeurs de température mesurée sont conformes aux normes de potabilités. Parce que la période de stage était en hiver. Mais en été, les résultats ne sont pas conformes à la norme algérienne (25C°).

### V.2.3. Variation du pH :

Les mesures du pH moyenne pendant la période de stage, des différentes eaux analysées, sont montrés dans la figure suivante :

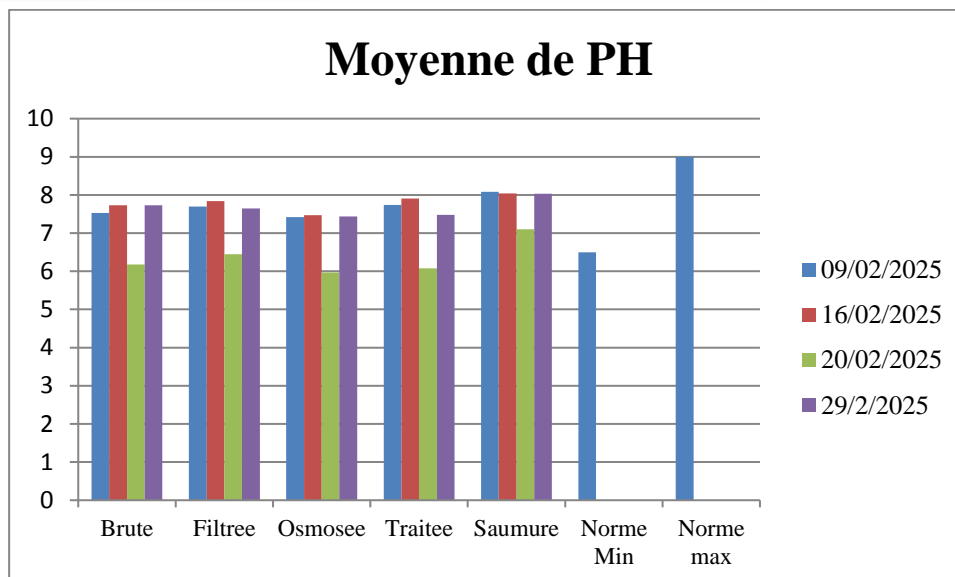


Figure V 03: PH de l'eau pour le mois de février.

Selon les données de la Figure V.03 Les valeurs de pH dans les eaux sont entre 5.97 et 8.08. En se référant aux normes Algériennes pour déterminer la qualité de l'eau, on constate que cette valeur est confirmée aux normes spécifiées (6,5 – 9). On constate une diminution des valeurs du pH a la sortie de filtre à cartouche Cette variation est due principalement à l'injection d'acide sulfurique.

**V.2.4. Variation de la conductivité :**

La conductivité est l'une des paramètres le plus importante de la qualité de l'eau déminéralisée.

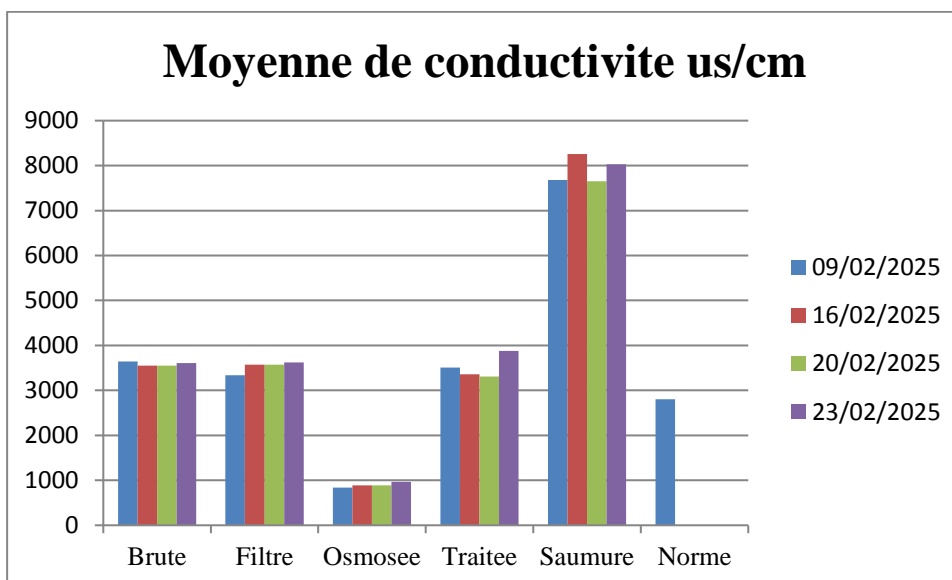


Figure V.04: conductivité de l'eau pour le mois de février.

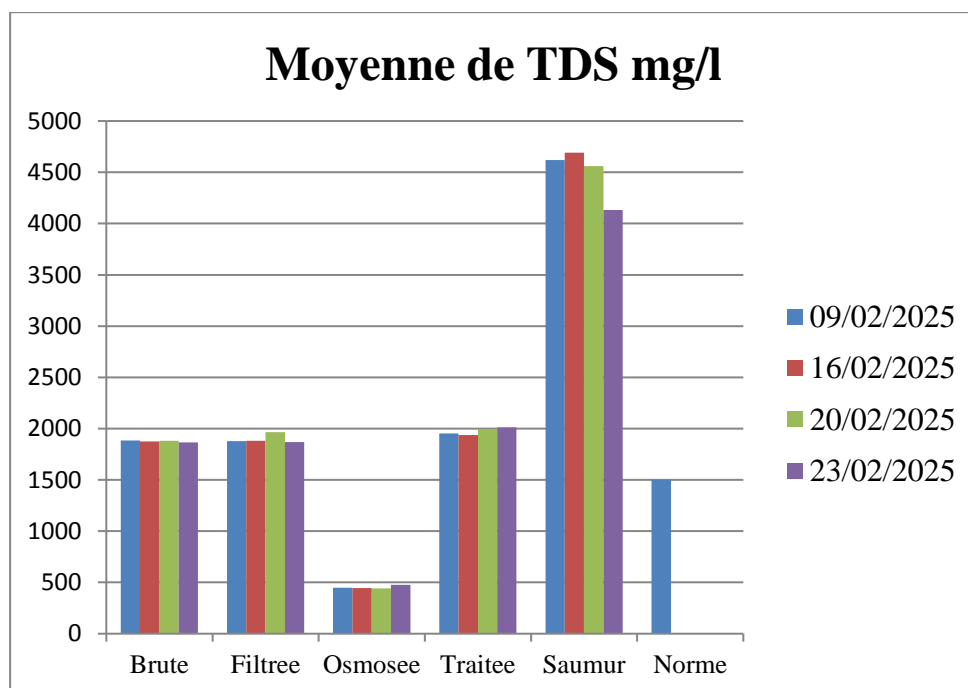
Les valeurs mesurées de conductivité au niveau d'eau osmosée conformes à la norme algérienne sur l'eau potable. Ces résultats confirment effectivement le rôle important que jouent les

membranes d'osmose inverse ainsi que leurs efficacités dans la séparation des ions minérales de l'eau. La diminution de la valeur de la conductivité dans l'eau osmosée est causée par l'abaissement de concentration des ions dans l'eau lors de son passage à travers les membranes.

Les valeurs de conductivité de l'eau brute (3587,5 $\mu$ S /cm), de l'eau filtrée (3525  $\mu$ S /cm), et de l'eau traitée (3515 $\mu$ S /cm), ne sont pas conformes à la norme algérienne sur l'eau potable, car la concentration maximale admissible est fixée à moins de 2800  $\mu$ S/cm, Il est normal que la conductivité soit élevée dans l'eau brute, et résultant du filtre à sable en raison des sels dissous. En ce qui concerne l'eau traitée, la raison est due au mélange aléatoire.

### V.2.5. Variation Solides dissous totaux (TDS):

Les variations du TDS des eaux analysées sont mentionnées dans la figure suivante :



**Figure V 05: TDS de l'eau pour le mois de février.**

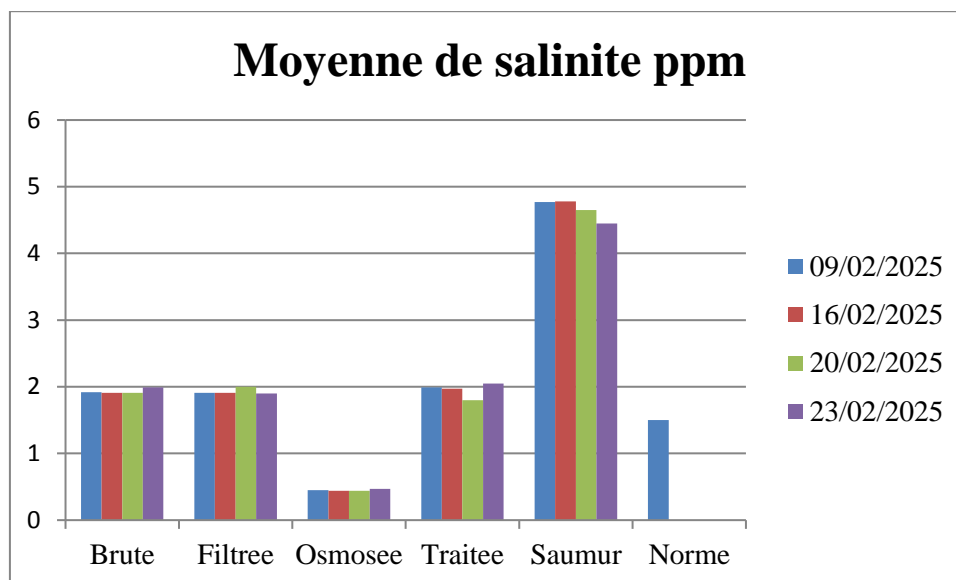
Total des solides dissous (TDS) est une mesure de la teneur combinée en solution de toutes les substances minérales et organiques présentes dans un liquide. TDS de l'eau analysée brute et au cours des étapes de traitement varient entre 443mg/l et 4690 mg/l .

D'après le graphique, on constate que la station de déminéralisation à purifier presque la quasi-totalité de minéraux et solides dissouts (TDS) dans l'eau après avoir traversé les membranes d'osmose inverse, parce que ces derniers sont responsables de la forte concentration de TDS. On conclut que l'osmose inverse a un grand rôle dans l'enlèvement de TDS.

Les valeurs de conductivité de l'eau brute 1876,5, de l'eau filtrée 1898, et de l'eau traitée 1974, ne sont pas conformes à la norme algérienne sur l'eau potable (1500 mg/l).

### V.2.6. Variation de la salinité :

Les variations de la salinité des eaux analysées sont mentionnées dans la figure suivante :



**Figure V 06: Salinité de l'eau pour le mois de février.**

La salinité désigne la quantité de sels dissous dans un liquide, la salinité de l'eau analysée au cours des étapes de traitement varie entre 0.44ppm et 4.78ppm. L'eau brute sortant du traitement primaire présente une salinité totale très élevée, dépassant les normes algériennes spécifiées (1.5ppm), ce qui rend l'absorption de l'eau, des éléments et des minéraux plus difficile.

L'analyse des résultats issus de la station de déminéralisation de IFRI GARA met en évidence une efficacité partielle du procédé de traitement. En effet, bien que certains paramètres tels que la turbidité, le pH et la température aient été maintenus dans des plages acceptables, d'autres comme les ions, est les sels (conductivité, salinité, et le TDS) des concentrations élevées et parfois non conformes aux normes recommandées, traduisant ainsi une déminéralisation incomplète, agissant sur l'effet de mélange aléatoire de l'eau osmosé et l'eau filtré dans l'étape de traitement. Ces irrégularités pourraient impacter la qualité finale de l'eau et compromettre son utilisation dans certaines applications industrielles sensibles.

Par ailleurs, plusieurs contraintes techniques telles que la panne de la pompe KBC, l'interruption d'approvisionnement en antitartre, ou encore les phénomènes de cavitation liés à la présence d'air dans le circuit ont démontré les limites opérationnelles de l'installation.

Afin d'optimiser les performances de la station, il serait judicieux de renforcer le programme de maintenance préventive, d'assurer une disponibilité continue des produits chimiques essentiels comme l'antitartre, et d'installer des systèmes de surveillance automatisés permettant de détecter précocement toute défaillance. De plus, un suivi analytique rigoureux et régulier reste indispensable pour ajuster les paramètres de fonctionnement en temps réel et garantir une qualité d'eau conforme aux exigences

### **V.3 Conclusion :**

Dans ce travail, nous avons effectué une analyse physico-chimique de l'eau de forage et de l'eau traitée au niveau de station de IFRI GARA. Les résultats étaient satisfaisants. Le suivi de certains paramètres physico-chimiques (le potentiel d'hydrogène pH, la conductivité électrique (CE), les Solides dissous totaux (TDS) de l'eau, et la salinité. Ont montré que l'eau à la sortie de la station d'épuration était de mauvaise qualité en comparant les valeurs mesurées de chaque paramètre avec les normes algériennes d'eau potable.

# Conclusion Générale

# Conclusion générale :

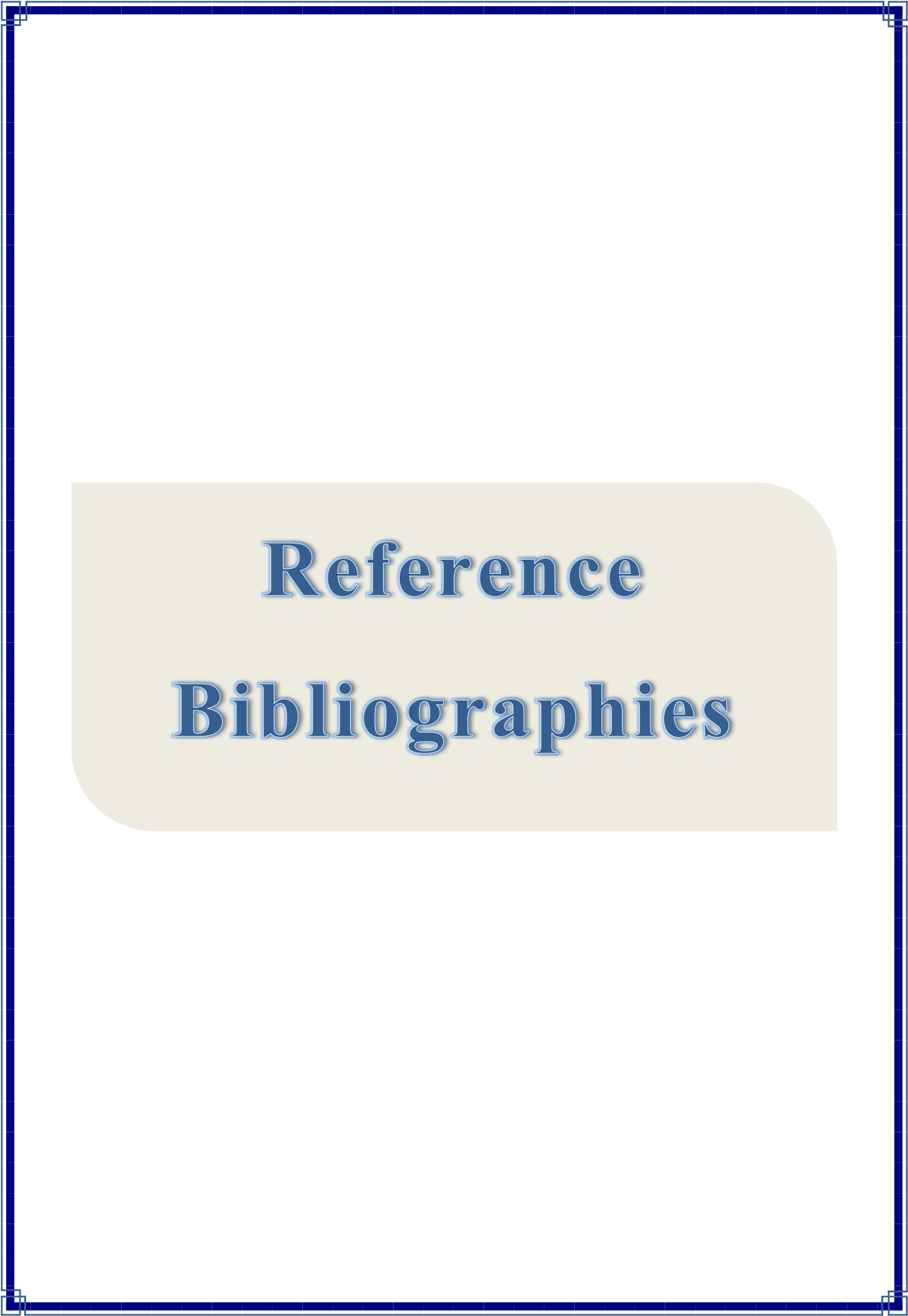
Le suivi de la qualité de l'eau à travers les différentes étapes de traitement est une composante essentielle pour garantir une eau conforme aux normes algériennes. À travers ce mémoire, nous avons analysé les principales étapes du traitement, de l'eau brute jusqu'à la distribution, en évaluant l'évolution des paramètres physico-chimiques.

L'objectif de cette étude a été d'observer l'efficacité de déminéralisation des eaux par la technique d'osmose inverse. Ceci parle suivi de la qualité physico-chimique des eaux brutes et traitées au niveau de la station de déminéralisation des eaux à la station IFRI GARA.

D'après nos analyses personnelles physico-chimiques, on trouve que l'eau distribué met en évidence une efficacité partielle du procédé de traitement, qui ne conforme pas à la réglementation d'algériennes. Traduisant ainsi une déminéralisation incomplète, agissant sur l'effet de mélange aléatoire de l'eau osmosé et l'eau filtré dans l'étape de traitement. Ces irrégularités pourraient impacter la qualité finale de l'eau et compromettre son utilisation dans certaines applications industrielles sensibles.

Malgré les différentes limitations, les tests physico-chimiques réalisés ont montré l'efficacité des traitements, avec des résultats finaux conformes aux exigences en matière d'eau potable. Par ailleurs, la découverte de plusieurs limitations techniques (cavitation dans les pompes, absence de pompes anti-calcaire, pièces défectueuses et non disponibles localement) souligne l'importance de la maintenance préventive et de la disponibilité des pièces de rechange pour assurer un fonctionnement efficace et durable de la station.

En résumé, cette recherche souligne la nécessité d'un suivi rigoureux, d'une gestion proactive des installations et d'une assistance logistique améliorée pour surmonter les obstacles techniques ainsi que l'efficacité de la déminéralisation dans l'amélioration de la qualité de l'eau. En outre, cette approche crée des opportunités d'amélioration continue de la gestion des ressources en eau, en particulier dans les régions soumises à un stress hydrique.



**Reference**  
**Bibliographies**

## Références bibliographiques:

- [1]- **Aliat S, Betteka I;(2019)**;Traitement de l'eau au niveau de la station Sarl Ben Amor frères – Ouargla ; mémoire de master, Université Kasdi Merbah- Ouargla .
- [2]-**ALAM Ibtissem , KERROUM Amina . (2008)**. Optimisation de fonctionnement d'une unité de traitement des eaux a IN SALAH. Mémoire pour l'obtention du Diplôme 'université Aboubakr Belkaid, Tlemcen.
- [3]-**Amitouche M . (2016)**. Impacts des rejets des stations de dessalement sur le milieu récepteur. Thèse de doctorat en Hydraulique 'université Mohamed Khider- Biskra .
- [4]-**Benaissa F Z .(2013)**. etude sur le procédé d'osmose inverse pour le dessalement des eaux faiblement saumâtres. Mémoire DE MASTER en Hydraulique 'Université Aboubakr Belkaid- Tlemcen.
- [5]- **Debabeche S;(2019)**; Contribution à l'amélioration de la qualité des eaux Albiennes (cas du Forage d'Ain El Beida);mémoire de master, Université Kasdi Merbah Ouargla.
- [6]- **Djelailia H,Harez A ;**Etude d'une station de traitement et de production d'eau potable à partir d'un forage « Hôpital El-Hadjar », mémoire de master.
- [7]- **Dr. Taieb HADBI ;(2022)**;Traitement et dessalement des eaux; Polycoié de cours; Université Hassiba Ben Bouali de Chlef.
- [8]- **Dahmani F;(2017)**;Etude computationnelle de la déminéralisation des eaux par osmose inverse; mémoire de master, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen.
- [9]-**Degaa A, Tercha H . (2019)**, Etude de la déminéralisation des eaux souterrain par osmose inverse dans la sud-est algerien -cas de la station d'El Meghaier. Mémoire de master en hudraulique Urbaine 'Université Mohamed Kheider- Biskra.
- [10]-**Elaziouti abdelkader ;(2023)**. Procédés d'adsorption et séparation membranaire – Chapitre VI : Osmose et osmose inverse.
- [11]-FNDAE ,2002 Les procédés membranaires pour le traitement de l'eau document technique

## Reference Bibliographies

---

- [12]- **Gattouche k, Amoumene M;(2022)**; Suivi qualitatif de la station de traitement des eaux par osmose inverse IFRI S5 W.OUARGLA ; mémoire de master, Université Kasdi Merbah Ouargla .
- [13]-**Khenchouche Ilham , Khiat Meriem. (2020)**. L'OPTIMISATION DE LA GÉOMETRIE DE LA MEMBRANE DANS LE PROCESSUS DE L'OSMOSE INVERSE. Mémoire «UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03.
- [14]- **Lehelli F, Ghedamsi F;(2024)** ; Conception d'une station de déminéralisation De la ville d'IN SALAH -EL BARKA-, mémoire de master, Université Kasdi Merbah Ouargla.
- [15]-**Lamine N . Harikencheikh I. (2017)**. Diagnostique et amelioration du fonctionnement de la station de dessalement de Tizirt. Mémoire de master en sciences agronomique,option :Traitement et Valorisation Des Ressources Hydriques , Université Mouloud Mammeride Tizi-Ouzou
- [16]-**Nguyen H. (1999)**. Membranes organiques. Société Chimique de France.
- [17]-Normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS,ADE. 2016.
- [18]-**Noureddine N. (2008)**. ETUDE D'impact des rejets des d'minéralisations de Brédeah sur l'environnement. Mémoire de Master «université Es-Sénia -oran, Algérie .
- [19]-**Takabait. (2012)**. traitement de l'eau de Forage par Osmose inverse au Niveau du Complex Agroalimentaire Cevital. Mémoire de master en chimie «UNIVERSITÉ A. MIRA - Bejaia

## REFERENCES Wabgraphie

- [20]- [https://gestion.centreacer.qc.ca/UserFiles//Publications/78\\_Fr.pdf](https://gestion.centreacer.qc.ca/UserFiles//Publications/78_Fr.pdf) , 23/05/2025

# Annex

## - Annex

Les photos de station de IFRI



**Suppresseur D'air de lavage de filtre a sable**



**Débit mètre des forages**



**Instruments de la mesure de l'eau brute**



**Pompe de Lavage de filtre à Sable**



**Melangeur Statique**



**Pompe Intermédiaire**



**Pompe à Bas pression**



**SDL**



**Instrument De mesure de l'eau filtre**



**Pompe haute pression**



**Filtre a cartouche pour le nettoyage de membrane**



**Ph metre**



**Le pistolet De titrage**



**Spectrometre**



**agitateur**



**Pissette**



**Lrs Verreries laboratoire**



**Turbidimètre**



**Balance de laboratoire**

## Annex



**Etuve de  
Laboratoire**



**Distillateur**



**Flacons**



**Burette**



**Filtre a  
membrane**



**Piptter**



**Eprouvette**



**Dessicateur**



**La douchette de  
laboratoire**



**Perche**



**Réfrigérateur**



**comparator**



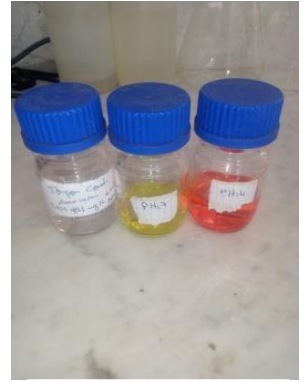
**Dpd 1**



**Reactif**



**Tempon**



**Etalon de Ph**



**Dpd 1**



**Reactif**



**Etalon de  
conductivité**



**Etalon de Redox**