



## Département de Génie de l'Eau

### Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme  
De Licence professionnelle en :  
**Hydraulique**

### Thème :

**Analyses physico-chimiques de l'eau traitée par la station de  
dessalement de TENES (UTU Desaladora Ténès O&M)**

*Réalisé par:*

Anissa BERKAT

*Encadré par:*

- Madame SIFOUN Naima

MCB / Institut de technologie

- Monsieur OUDDANE Mustapha

Chef service de laboratoire

*Soutenu devant le jury:*

- Mme REZIG Amina

- MAA/ Institut de technologie

- Mr HAMMID Hakim

- MAA/ Institut de technologie

## *Remerciement*

*Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de mon stage et qui m'ont aidé durant la période d'entraînement, surtout Monsieur ALJMRINA S pour son accueil et pour m'avoir accepté comme stagiaire dans cette entreprise.*

*Je tiens tout d'abord à remercier toute l'équipe de l'usine de dessalement, en particulier l'équipe HSE Monsieur Safta R et Mr BENALI A pour leur aide, leur sympathie, leur accueil, leur esprit d'équipe, leurs encouragements, leur formation et le suivi de mon travail au sein de l'entreprise tout au long de la période de formation.*

*MERCI*

## *Dédicace*

*A celle qui a patiemment attendu les fruits de sa bonne éducation et de son dévouement, à celle qui a travaillé et sacrifié pour moi, ma mère, j'espère que Dieu aura pitié de toi et te bénira de sa grande miséricorde.*

*Je dédie aussi ce travail :*

*+ A ma sœur*

*+ A toute ma famille*

*+ En conclusion, je le dédie à : Tous mes amis d'un groupe*

*Merci*

# *Sommaire*

**Sommaire**

**Liste des figures**

**liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
-----------------------------------	-----------

## **Chapitre I : Présentation de l'unité de dessalement de l'eau de mer**

<b>I. 1.Introduction.....</b>	<b>02</b>
<b>I. 2.Présentation de l'unité de dessalement de l'eau de mer UTU Desaladora Ténès O&amp;M.....</b>	<b>03</b>
<b>I. 3. Situation géographique de Ténès et la topographie de la station de dessalement .....</b>	<b>04</b>
<b>I. 4. Cadre climatique .....</b>	<b>05</b>
<b>I. 5. Les services de la station .....</b>	<b>05</b>
<b>I.5.1. Les bonnes pratiques environnementales .....</b>	<b>06</b>
<b>I.5.2. Déversements .....</b>	<b>06</b>
<b>I.5.3. Laboratoire de Qualité .....</b>	<b>07</b>
<b>I.5.4. Méthodes analytiques.....</b>	<b>07</b>
<b>I.5.5. Analyses chimiques .....</b>	<b>08</b>
<b>I.5.6. Sale de contrôle .....</b>	<b>08</b>
<b>I.5.7. Département mécanique.....</b>	<b>08</b>
<b>I. 6. Le Processus de dessalement appliqués dans la station de Ténès .....</b>	<b>09</b>
<b>I.6.1. Captage d'eau de mer .....</b>	<b>09</b>
<b>I.6.2. Prétraitement physico chimique .....</b>	<b>10</b>
<b>I.6.3. Filtration à sable .....</b>	<b>11</b>
<b>I.6.4. Filtre à cartouche .....</b>	<b>12</b>
<b>I.6.5. Système de recuperation d'énergie .....</b>	<b>12</b>
<b>I.6.6. Le pompage de haute pression.....</b>	<b>13</b>
<b>I.6.7. Unité d'osmose inverse .....</b>	<b>13</b>
<b>I.6.8. Reminéralisations.....</b>	<b>14</b>
<b>I.6.9. Ajout de carbonate du calcium <math>\text{CaCO}_3</math>.....</b>	<b>14</b>
<b>I.6.10. La chloration .....</b>	<b>15</b>
<b>I.6.11. Injection de <math>\text{CO}_2</math>.....</b>	<b>16</b>
<b>I.6.12. Nettoyages chimiques de l'UF.....</b>	<b>17</b>
<b>I.7. Conclusion .....</b>	<b>17</b>

## **Chapitre II : Généralités sur l'eau de mer**

<b>II. 1.Introduction .....</b>	<b>19</b>
---------------------------------	-----------

<b>II. 2.</b> Définition de l'eau de mer.....	<b>19</b>
<b>II. 3.</b> Sources de l'eau dans la nature.....	<b>19</b>
<b>II.3.1.</b> Eau saline .....	<b>20</b>
<b>II.3.2.</b> Eau de mer .....	<b>20</b>
<b>II.3.3.</b> Eaux saumâtres.....	<b>20</b>
<b>II.3.4.</b> Origine de la salinité.....	<b>20</b>
<b>II. 4.</b> Eau en Algérie .....	<b>21</b>
<b>II. 5.</b> Les différents paramètres d'une eau de consommation.....	<b>21</b>
<b>II.5.1.</b> Paramètres organoleptiques .....	<b>21</b>
<b>II.5.2.</b> Paramètres physico - chimiques .....	<b>21</b>
<b>II.5.3.</b> Paramètres toxiques .....	<b>22</b>
<b>II.5.4.</b> Paramètres indésirables .....	<b>22</b>
<b>II. 6.</b> La potabilité d'une eau de mer .....	<b>22</b>
<b>II.6.1.</b> Définition de l'eau potable .....	<b>22</b>
<b>II.6.2.</b> Les caractéristiques d'une l'eau potable .....	<b>22</b>
<b>II. 7.</b> Les techniques de dessalement .....	<b>23</b>
<b>II. 8.</b> Conclusion .....	<b>26</b>

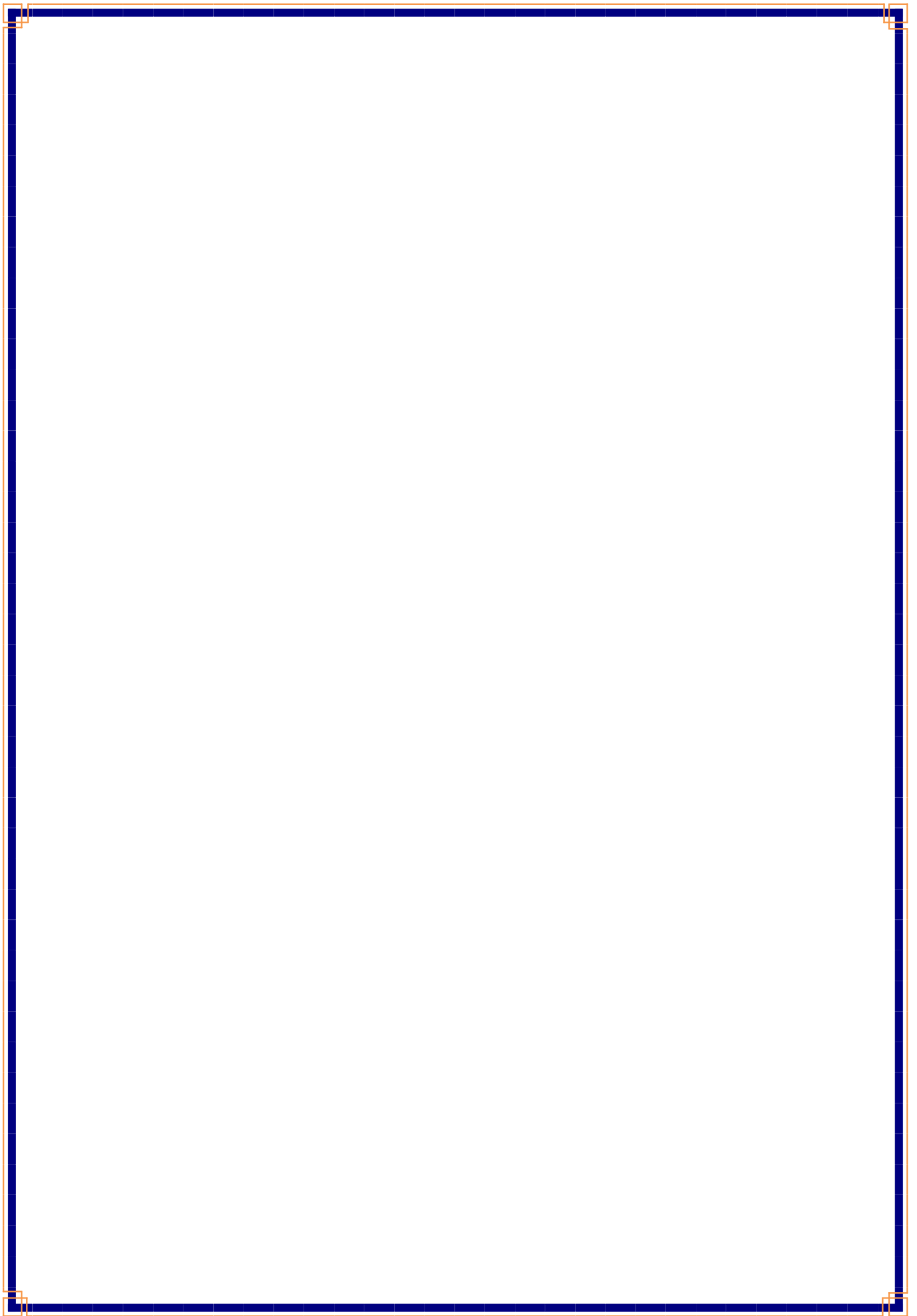
## Chapitre III : Contrôle de la qualité des eaux de la station de dessalement

<b>III.1.</b> Introduction.....	<b>28</b>
<b>III.2.</b> Méthodes d'appareillage des paramètres physico-chimiques .....	<b>28</b>
<b>III.2.1.</b> Dosage du Bore.....	<b>28</b>
<b>III.2.2.</b> Détermination de la concentration de bore .....	<b>28</b>
<b>III.2.3.</b> Expression des résultats .....	<b>28</b>
<b>III.2.4.</b> Analyse de Le pH, la conductivité, le TDS et la température .....	<b>28</b>
<b>III.2.5.</b> La turbidité .....	<b>29</b>
<b>III.2.5.1.</b> Méthode suivie .....	<b>29</b>
<b>III.2.6.</b> Chlorure Cl <sup>-</sup> .....	<b>30</b>
<b>III.2.7.</b> Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> .....	<b>31</b>
<b>III.2.8.</b> Dureté total TH: .....	<b>31</b>
<b>III.2.8.1.</b> Méthode suivie .....	<b>31</b>
<b>III.2.8.2.</b> Expression de résultats .....	<b>32</b>
<b>III.2.9.</b> Calcium et Magnesium .....	<b>33</b>

<b>III.2.9.1.</b>	Méthode suivie .....	<b>33</b>
<b>III.2.9.2.</b>	Expression de résultats .....	<b>33</b>
<b>III.2.10.</b>	Concentration en Calcium .....	<b>33</b>
<b>III.2.11.</b>	En cas de dilution .....	<b>33</b>
<b>III.2.12.</b>	Concentration en Magnésium .....	<b>33</b>
<b>III.2.13.</b>	Alcalinité TA et TAC .....	<b>34</b>
<b>III.2.13.1.</b>	Méthode suivie .....	<b>35</b>
<b>III.2.13.2.</b>	Expression de résultats .....	<b>35</b>
<b>III.3.</b>	Résultat de contrôle des paramètres physico-chimiques .....	<b>37</b>
<b>III.4.</b>	Conclusion .....	<b>39</b>
	Conclusions générale .....	<b>41</b>
	Références	
	Annexes	

### **Liste des tableaux**

<b>Tableau 1: Résultats des analyse physico_cimique pour l'eau traitée.....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 2 Facteurs physico-chimiques.....</b>	<b>44</b>





## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Les entreprises qui gèrent la station de dessalement (tenes) .....	4
<b>Figure 2:</b> Vue générale sur la station de tenes .....	5
<b>Figure 3:</b> Plant d'alerte et d'evacuation .....	7
<b>Figure 4:</b> Sale de controle .....	8
<b>Figure 5:</b> Schema de l'unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse .....	9
<b>Figure 6:</b> Beaudry (filtration mecanique) de Tenes .....	11
<b>Figure 7:</b> Des derailleurs .....	11
<b>Figure 8:</b> Filtres a sable.....	11
<b>Figure 9:</b> Pompage (4 pompes service et 1 de reserve).....	11
<b>Figure 10:</b> Filtre a cartouche .....	12
<b>Figure 11:</b> Rack d'ERI.....	13
<b>Figure 12:</b> Un Rack d'OI.....	14
<b>Figure 13:</b> Silo de stockage .....	15
<b>figure 14:</b> Systeme de saturation de chaux du $\text{CaCO}_3$ .....	15
<b>Figure 15:</b> Usine de chloration .....	16
<b>Figure 16:</b> Usine de $\text{CO}_2$ .....	16
<b>Figure 17:</b> Principe de dessalement par electro dialyse [16]......	24
<b>Figure 18:</b> Conception schématique d'une cellule pour la de-ionisation capacitive membranaire Dcm [17].....	25
<b>Figure 20:</b> Principe de fonctionnement du procede d'osmose inverse [15]......	26
<b>Figure 21:</b> Ph mètre multi fonctions .....	30
<b>Figure 22:</b> Turbidimetre de paillasse HACH.....	31
<b>Figure 23:</b> Apres le dosage du la durete.....	32
<b>Figure 24:</b> Avant le dosage du la durete.....	32
<b>figure 25:</b> Apres le dosage de calcium et de magnesium .....	34
<b>Figure 26:</b> Avant le dosage de calcium et demagnesium .....	34
<b>Figure 27:</b> Apres le titrage.....	36
<b>Figure 28:</b> avant le titrage .....	36
<b>Figure 29:</b> Spectrophotomètre Hach Dr 3900 .....	37

## Nomenclateur

<b>μS/cm</b>	<b>Micro siemens par centimètre</b>
<b>NTU</b>	Néphélométrie turbidité unit
<b>MES</b>	Matière en suspension
<b>TSS</b>	Matière en suspension
<b>ERI</b>	Système de la récupération d'énergie
<b>HPP</b>	Pompe haut pression
<b>TA</b>	Titre alcalimétrique
<b>TAC</b>	Titre alcalimétrique complet
<b>EDTA</b>	Ethylènediaminetétraacétate

# *Introduction*

## *Générale*

### Introduction générale

L'alimentation en eau potable c'est l'ensemble des interventions humaines qui aboutissent à la fourniture d'eau chez le consommateur, à savoir la production d'eau de qualité potable et sa distribution.

Le projet de l'alimentation en eau potables des populations de la daïra de Ténès, Willaya de Chlef, se compose d'une première partie gérée par un groupement d'entreprise espagnol comprenant une station de dessalement (SDEM) d'une capacité de 200 000 m<sup>3</sup> par jour et d'une 2<sup>ème</sup> partie la station de pompage à une pression de l'ordre de 30 bars. Cette station est gérée par l'Algérienne Des Eaux 'ADE'

Mon stage de fin d'étude a été effectué au niveau de l'ADE, exactement dans la station de dessalement UTE DESALADORA Ténès wilaya de chlef

Notre rapport est constitué des chapitres suivants :

- ✚ Le chapitre I est consacré à la présentation de l'unité de dessalement de l'eau de mer située à Ténès ;
- ✚ Le chapitre II décrit des généralités sur l'eau de mer ;
- ✚ Le dernier chapitre (chapitre III) résume les méthodes de caractérisation physico-chimique des eaux traitées ainsi les résultats trouvés ;

Et on termine par une conclusion générale.



# *Chapitre 1*

## *Présentation de l'unité de dessalement de l'eau de mer*

### **I. 1. Introduction**

La station de dessalement d'eau de mer de Ténès est destinée à couvrir les besoins en eau potable de la partie Est de la wilaya de chlef Elle utilise la technique d'osmose inverse pour dessaler l'eau de mer. Sa capacité journalière de dessalement est de 120 000 m<sup>3</sup>.

## I. 2. Présentation de l'unité de dessalement de l'eau de mer UTU Desaladora Ténès O&M

La mise en service finale de la station de dessalement Ténès était en juin 2015 dont la capacité de production est de 200 000m<sup>3</sup>/j par la technique d'osmose inverse, assurant l'approvisionnement en eau potable de plusieurs communes. L'exploitation de l'usine est faite par le sous traitant UTE Desaladora Ténès, telle que l'eau dessalée produite est vendue à la société algérienne des eaux qui représente l'acheteur selon un contrat de vente d'eau passée entre l'investisseur, la société du projet et l'acheteur.

Il s'agit de quatre lignes de production avec un débit produit par une unité de 2175 m<sup>3</sup>/h et un débit de rejet de 2658 m<sup>3</sup>/h

L'investissement a été réalisé par l'entreprise « SONATRACH et SONELGAZ » avec 49% et l'entreprise espagnole « ABENGOA » avec 51% de cet investissement.

La figure 1 représente les entreprises qui gèrent la station de dessalement de Ténès.

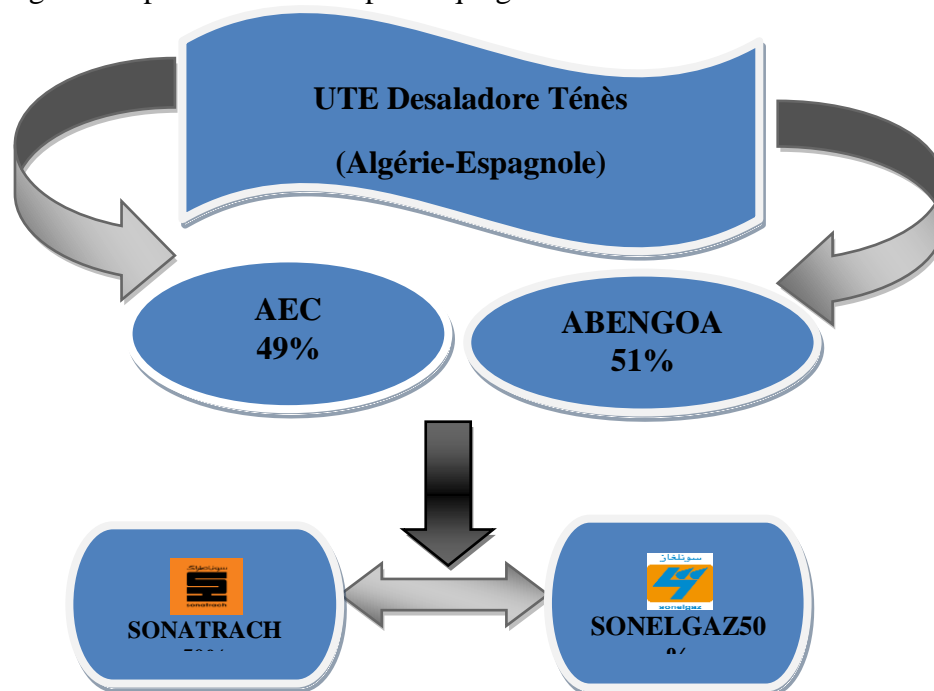


Figure 1 : Les entreprises qui gèrent la station de dessalement (Ténès)

## I. 3. Situation géographique de Ténès et la topographie de la station de dessalement

La commune de Ténès s'étend sur une superficie de 92, 28 km<sup>2</sup> dont 5,70 km<sup>2</sup> en zones urbaines et 86,58 km<sup>2</sup> en zones rurales.



**Figure 2 : Vue générale sur la station de Ténès**

Elle est limitée par:

1. Au Nord : la mer Méditerranée ;
2. Au Sud : Sidi Akkacha et Abou El-Hassan ;
3. A l'Est : Oued Goussine ;
4. A l'Ouest: Sidi Abdurrahman.

Le site de l'usine de dessalement d'eau de mer de Ténès est localisé dans la wilaya de Chlef, daïra de Ténès, commune de Ténès à l'entrée Ouest de la ville de Ténès, plus précisément au lieu-dit « Mainis » à 7 km du chef-lieu de commune. A 52 km à l'Est du chef-lieu de wilaya et à environ 110 km à l'Ouest de la wilaya de Tipaza, le site est sillonné par la route nationale RN°11 en provenance de Mostaganem et en direction de Tipaza.

Le site considéré pour l'implantation de l'usine de dessalement offre une superficie des 8 hectares, il est limité par :

1. Au Nord : par la mer Méditerranée ;
2. Au Sud : par la route nationale N°11 ;
3. A l'Ouest : par une petite unité de dessalement 5000 m<sup>3</sup>/j (ancienne station) ;
4. A l'Est : par les habitations de Mainis.

### **I. 4. Cadre climatique**

L'aspect climatique est un facteur important à considérer pour un projet de dessalement des eaux de mer, car il intervient dans le fonctionnement du procédé de dessalement d'une part et d'autre part sur le choix du site. La commune de Ténès bénéficie d'un climat méditerranéen semi-aride chaud. L'influence de la méditerranée, combinée à celles des vents de terres et de mer, se traduit par de grandes variations du taux d'humidité de l'air qui reste en moyenne assez élevée.

- ❖ La précipitation : la pluviométrie moyenne annuelle est de 414,7 mm/an ;
- ❖ La température : La moyenne annuelle est de 18,98°C ;
- ❖ Le vent : les vitesses moyennes annuelles des vents varient de 2,45 à 4,4 m/s avec une moyenne annuelle de 3,4 m/s ;
- ❖ L'humidité (%) : le taux d'humidité relative de l'air dans la région varie entre 69 et 79%.

### **I. 5. Les services de la station**

La station de dessalement UTE Desaladora Ténès O&M est composée des services suivant :

- ❖ L'administration
- ❖ Département HSE
- ❖ Un laboratoire
- ❖ Une sale de control
- ❖ Département mécanique
- ❖ Département instrumentation et control
- ❖ Département d'électricité

#### ***1.5.1. Département HSE***

Le rôle d'HSE porte sur le programme d'observation des dangers SSE (santé, sécurité et environnement). Il permet d'améliorer les conditions de travail et de la sécurité sur le site,



pour la protection physique d'employeurs, comme l'obligation de port du casques, lunettes et des chaussures...au moment de la visite du chantier afin d'éviter les accidents et les dangers.

J'ai accu, suite à une induction avec le responsable de HSE Monsieur SAFTA, un acquis appréciable en HSE relié en activités de la station. Les consignes de sécurité que je les ai appris pendant le premier jour de mon stage sont :

### **I.5.2. Les bonnes pratiques environnementales**

- ❖ Maintenir le site dans un parfait état d'ordre et de propreté.
- ❖ Les zones de passage de personnes et de véhicules doivent restées dégagées et libres de tout obstacle.
  - ❖ N'effectuer aucun mouvement brusque avec les chariots élévateurs et ne jamais les laisser sous tension en cas de non utilisation.
  - ❖ Ne jamais laisser les équipèrent sous tension lorsqu'ils ne sont pas utilisés et veiller à ce qu'ils soient correctement entretenus.

### **I.5.3. Déversements**

- ❖ Au cours des processus de chargement et de déchargement, il convient de vérifier que tous les récipients sont bien fermés et conditionnés correctement pour éviter tout risque de déversement.
- ❖ Tous les produits risquant de se déverser et de se répandre doivent être équipés de bacs de rétention et maintenus à l'écart des puisards.
- ❖ En cas de déversement, il conviendra de recueillir le produit à l'aide d'un matériau absorbant (sépiolite) et de le gérer comme résidu. Puis on doit informer le gérant de l'usine.

La figure3 représente le plan d'alerte et d'évacuation au sein de la station de dessalement de l'eau de mer UTU Desaladora Ténès O&M.

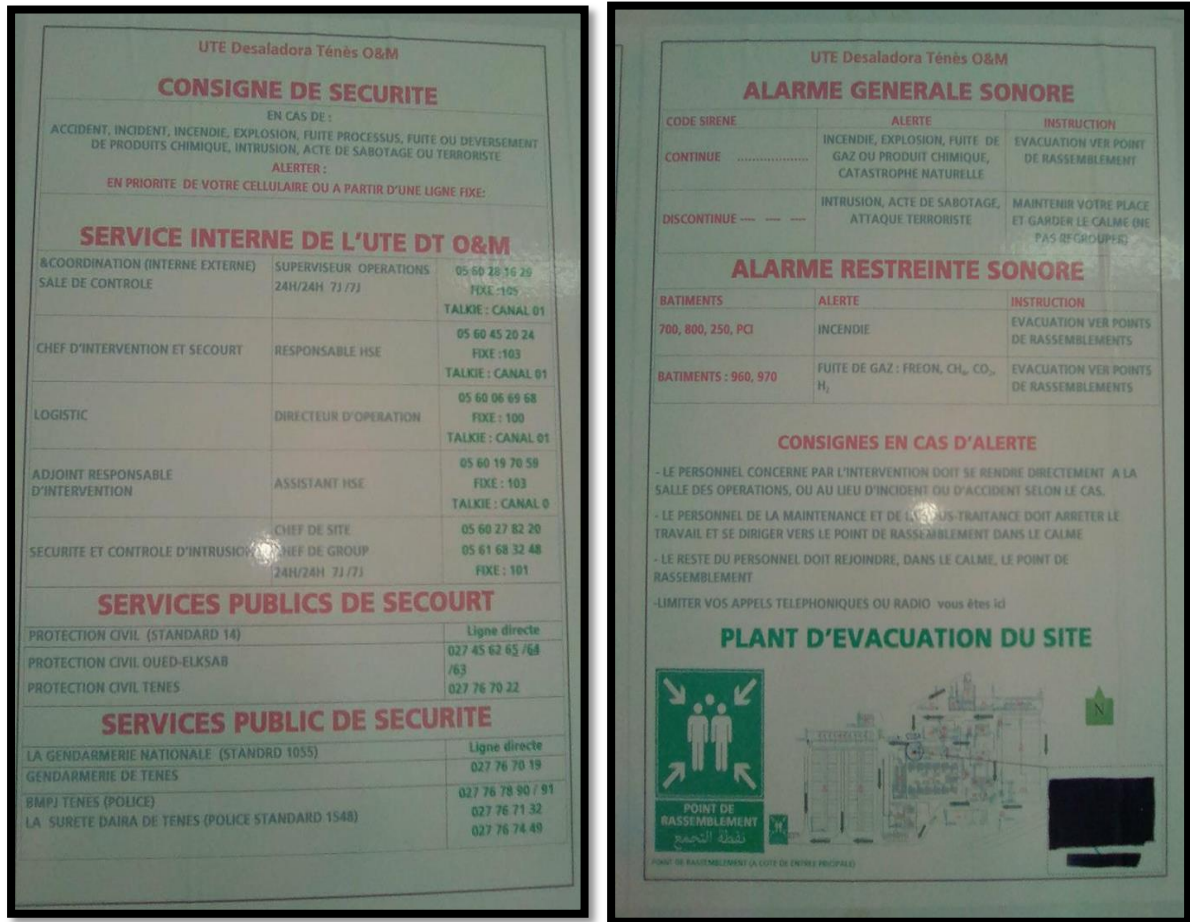


Figure 3: Plan d'alerte et d'évacuation

### 1.5.4. Laboratoire de qualité

Au laboratoire on fait des études expérimentales qui consistent à effectuer des prélèvements et des analyses physico-chimique, chimique et microbiologique de l'eau après le processus de dessalement, pour obtenir une eau qui répond aux normes conditionnées par l'acheteur.

### 1.5.5. Méthodes analytiques

Les analyses faites sont:

- Le pH
- La conductivité
- Le taux des sels dissous TDS
- La température
- La turbidité

**I.5.6. Analyses chimiques**

- Mesure de la dureté totale TH.
- Dosage de calcium et de magnésium.
- Test de l'alcalinité.
- Test de chlorure.
- Mesure de sulfate et TSS.

**I.5.7. Sale de contrôle**

Elle a comme tâche principale le contrôle de système qualité et quantité suivant un système nommé SCADA. La figure 4 représente sale de contrôle dans laquelle, le suivie de tous les paramètres est assuré.



**Figure 4:** Sale de contrôle

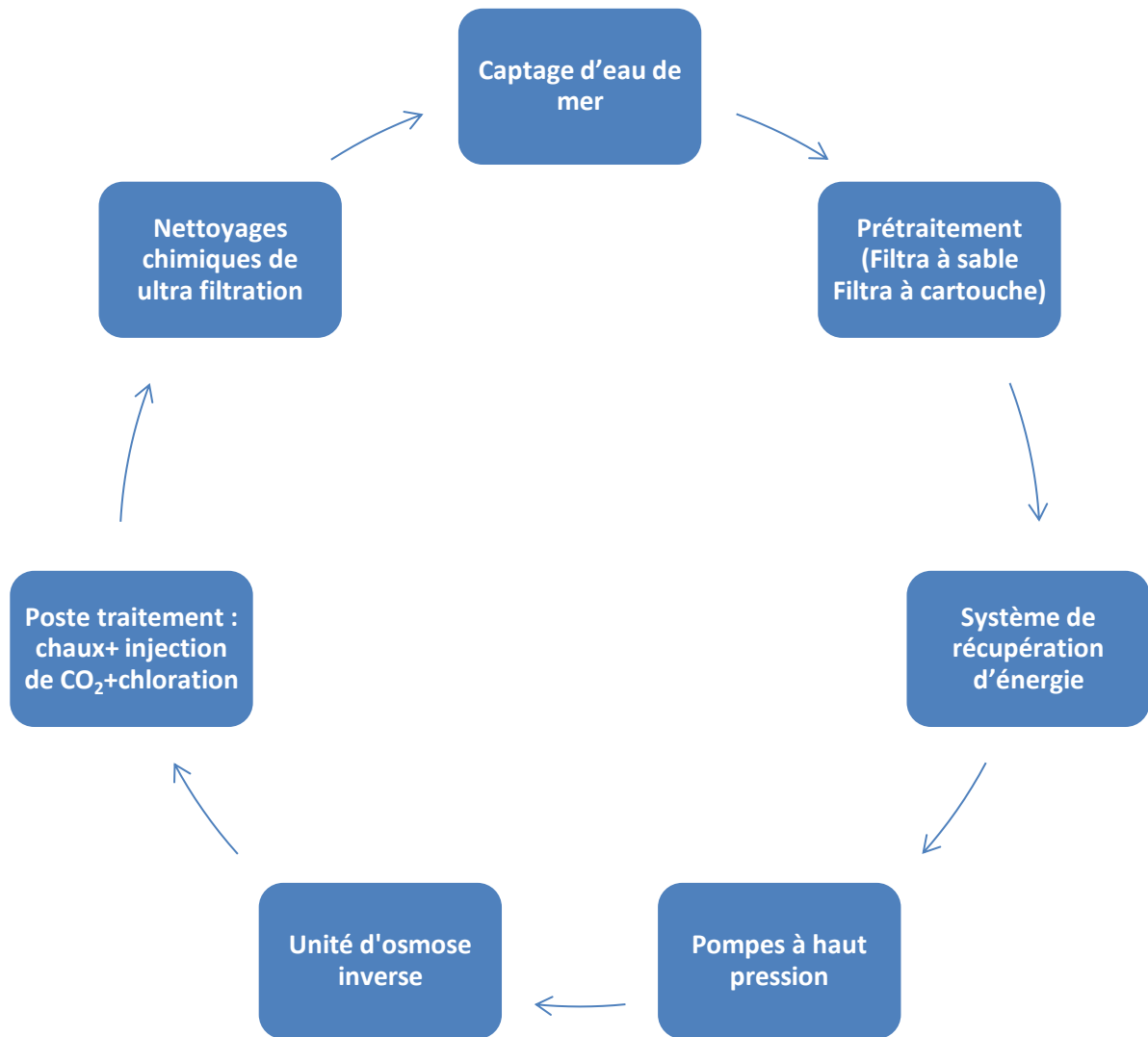
**I.5.8. Département mécanique**

Le département mécanique assure les contrôles préventifs et correctifs et le remplissage des rapports de contrôle des vibrations des pompes et de système d'aire.

Marque l'organigramme de la station de dessalement

## I. 6. Le Processus de dessalement appliqués dans la station de Ténès

Par la figure 5 , on représente le processus de desalement utilisé au sein de la station de desalement de Tenes (UTU desaladora Tenes O&M )



**Figure 5:** Le processus de dessalement de l'eau de mer par osmose inverse

### I.6.1. Captage d'eau de mer

. Le captage d'eau de mer se fait grâce à deux conduites sous-marines fabriquées en PEHD (polyéthylène de haute densité). Elles sont installées à une profondeur de 10 m pour avoir une eau de bonne qualité et elles ont une longueur de 600 m. Elles permettent de transiter l'eau de mer gravitairement jusqu'aux réservoirs de collecte. Par la suite, l'eau salée est passée par des dérailleurs pour éliminer les gros déchets.



**Figure 6:** Beaudry (filtration mécanique) de Ténès



**Figure 7:** Dégrilleurs

### ***1.6.2. Prétraitement physico-chimique :***

Les prétraitements physico-chimiques sont assurés par un traitement de coagulation-floculation, afin de conférer à l'eau d'alimentation des membranes d'OI toutes les qualités requises afin d'éviter au maximum de leur colmatage par les matières en suspension.

Il s'agit de l'ajout du coagulant le chlorure ferrique, plus d'un dosage d'un flocculant de type polymère, et une injection de CO<sub>2</sub>.

**1.6.3. Filtration à sable :**

L'eau est pompée vers les 36 filtres à sable grâce à quatre ou cinq pompes (quatre en service et une de réserve). La filtration est faite gravitairement. La masse filtrante composée d'une couche de l'antracite (0,8-1,6 mm) et une autre de silice (0,4-0,8 mm). Chaque filtre à sable dispose d'une surface de filtration d'environ 94 m<sup>2</sup> avec une vitesse de filtration de 5,77 m/h et le lavage de ces derniers est assuré avec la saumure de la station et l'air grâce à des groupes électropompes horizontaux ou le débit de lavage est 3 800 m<sup>3</sup>/h.

Pour assurer le lavage des filtres deux compresseurs et deux soufflants sont installés.



**Figure 8:** Filtres à Sable



**Figure 9:** Pompage (4 pompes en service et 1 secours)

#### I.6.4. Filtre à cartouche

La microfiltration est faite par le filtre à cartouche, c'est la dernière étape du prétraitement de l'eau destinée à alimenter l'étage d'osmose inverse, l'eau filtrée à travers le filtre à sable passe par un système de filtre à cartouche. 22 filtres sont partagés en 12 lignes ERI et 10 lignes HPP. En aval de ce poste sont installés des analyseurs permettant de contrôler leurs efficacités.



**Figure 10:** Filtre à cartouche

#### I.6.5. *Système de récupération d'énergie :*

Pour la récupération d'énergie des échangeurs de pression de type ERI sont utilisés (16 ERI/rack), l'eau en provenance des filtres à cartouches est pressurisée jusqu'à la pression requise par les membranes d'osmose inverse grâce à 5 groupes électropompes dans l'une est en réserve (59 bar).



**Figure 11:** Rack d'ORI

### ***1.6.6. Le pompage de haute pression***

Il s'agit de 12 pompes Booster (866 m<sup>3</sup>/h, 2,5 - 4,5 bar). L'énergie de la saumure est récupérée grâce au système de récupération d'énergie et permettant de refouler le débit correspondant au rejet vers les blocs d'osmose inverse. La pompe booster permet de compenser les pertes résultant des pertes des charges le long des tubes de pression, et également du rendement de système de récupération.

### ***1.6.7. Unité d'osmose inverse :***

L'osmose inverse est un système de purification de l'eau contre des matières en solution par un système de filtrage très fin que ne laisse passer que des molécules d'eau. Est un procédé industriel efficace de désaliénation avec une pression de 50 à 80 bars.

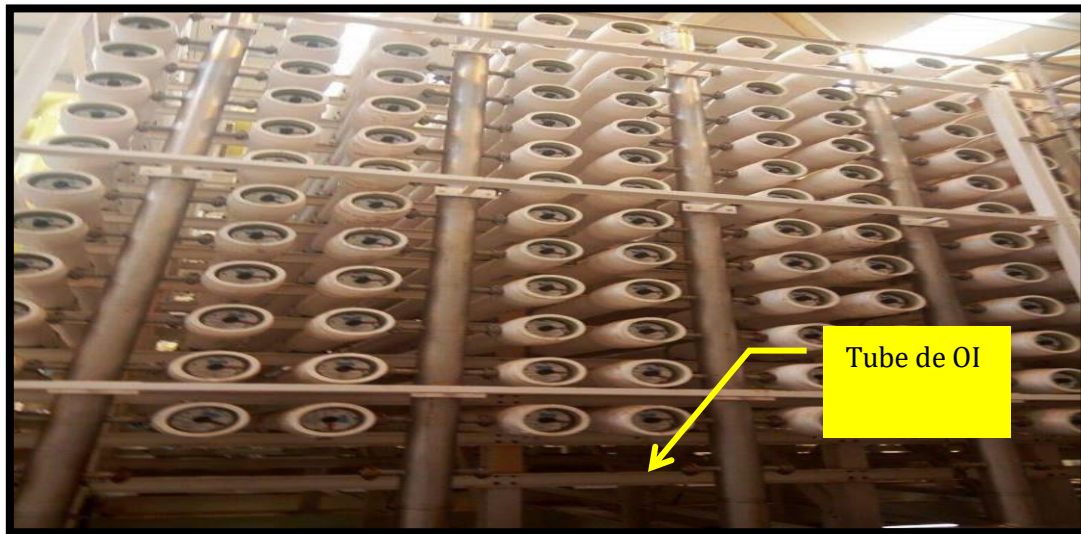
### **✚ Le Bâtiment de l'osmose inverse**

Il existe deux bâtiment chaque bâtiment est constitué de :

- 12 Racks d'OI
- 196 tubes par Rack
- 7 membranes par tube

Le débit de production est 8 695 m<sup>3</sup>/h, avec une pression moyenne de 63 bars et un taux de conversion de 45%. La figure 12 représente un Rack.





**Figure 12:** Un Rack d'OI

#### ***I.6.8. Reminéralisation :***

L'eau produit par osmose inverse est agressive et déminéralisée. Elle ne peut pas être utilisée directement comme source d'eau potable. Pour obtenir une eau apte à la distribution, c'est-à-dire agréable à boire, non agressive et non corrosive, l'eau doit être minéralisée.

La reminéralisation consiste à augmenter les valeurs de la dureté calcique  $TH_{ca}$  et du titre alcalimétrique complet TAC.

#### **I.6.9. Ajout de carbonate du calcium $CaCO_3$**

Une quantité de  $CaCO_3$  est mélangée avec une quantité d'eau jusqu'à ce qu'elle prenne une couleur blanche puis l'ensemble est ajouté dans le système de saturation et à la fin, le mélange est envoyé vers le réservoir de stockage de l'eau.



**Figure 13:** Silo de stockage



**Figure 14:** Système de saturation de chaux du  $\text{CaCO}_3$

#### **I.6.10. La chloration**

A pour but de désinfecter l'eau avant sa distribution afin de protéger l'eau contre toute pollution ultérieure lors de son stockage et de sa distribution. La désinfection est assurée par injection de chlore sous forme d'hypochlorite de sodium.



**Figure 15:** Usine de chloration

#### **I.6.11. Injection de CO<sub>2</sub>**

Le dioxyde de carbone permet de dissoudre la chaux et ainsi de maîtriser le pH. Le CO<sub>2</sub> utilisé est stocké sous forme liquide. Son utilisation passe par différentes étapes : Combustion, refroidissement, condensation, compression, déshydratation, liquéfaction et distillation.



**Figure 16:** Usine de CO<sub>2</sub>

L'eau minéralisée est transférée vers le réservoir de stockage, puis pompée vers les points de distribution à l'aide de 4 pompes HP avec une pression très élevée (30 bar pour 300 mètres).

***I.6.12. Nettoyages chimiques del'UF***

Cette étape est faite dans les cas suivant :

- Si le débit normalisé du perméat a baissé de 10 % ;
- Si les sels dissous totaux normalisés du perméat ont augmentés de 10 %.

Les produits utilisés au nettoyage chimique sont :

- Des solutions acides permettant l'élimination du colmatage dû à des hydroxydes métalliques ou l'entartrage provoqué par le dépôt de carbonate de calcium ;
- Des solutions alcalines pour les colmatages provoqués par les matières organiques ou biologiques ;
- Et si l'origine du colmatage ou de l'entartrage n'est pas connue, on combine les deux types de traitements cités précédemment.

Ces types de nettoyage pourront être compléter par une désinfection.

**I. 7. Conclusion**

Dans ce chapitre on a détaillé le fonctionnement normale de la station de dessalement d'eau de mer de Ténès afin faire un diagnostic des différentes étapes prétraitement, unité d'osmose inverse, et poste traitement et relever tous les +dysfonctionnements.

# *Chapitre 2*

## *Généralités sur l'eau de mer*

### **II. 1. Introduction**

L'eau est la plus importante source vitale à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant, la cellule baigne toujours dans l'eau. Cette dernière joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire donc dans les échanges cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de croître et de se développer [1].

La disponibilité géographique de l'eau douce est inégalement répartie dans le monde. Face à cette réalité, le dessalement de l'eau de mer est devenu nécessaire pour pallier ce déséquilibre. La capacité de dessalement installée augmente également chaque année en moyenne de plus de 10 %. Aujourd'hui, plus de 15 000 unités de dessalement dans 120 pays produisent environ 40 millions de m<sup>3</sup>/jour, dont les trois quarts proviennent d'eau de mer et un quart d'eau saumâtre, sur ces 40 millions, 75% sont destinés à la consommation humaine, 25% à un usage industriel ou agricole. Rappelons que la capacité mondiale de production en eau potable est de l'ordre de 500 million de m<sup>3</sup>/j<sup>2</sup>. [18]

### II. 2. Définition de l'eau de mer

L'eau de mer est l'eau salée des milieux marins et océaniques. Elle est une solution saline dont la concentration des sels minéraux dissous avoisine 35 parties pour mille (35 g/L) en moyenne. Sa principale substance chimique est le chlorure de Sodium (le sel de cuisine), mais 79 autres éléments la composent. [2].

### II. 3. Sources de l'eau dans la nature

L'homme à recours généralement, pour satisfaire ses propres besoins en eau et permettre son usage dans ses diverses activités industrielles et agricoles, à trois types de ressources naturelles :

- Les eaux souterraines
- Les eaux de surface (rivières, fleuves et lacs)
- Les eaux salines (eaux de mer et saumâtres).

L'eau à l'état naturel (superficielle, souterraine ou saline) n'est jamais « pure » ; c'est un milieu vivant qui se charge de très divers éléments en contact des milieux qu'elle traverse et sur lesquels elle ruisselle [3].

### 3.1. Eau saline

Une eau saline est constituée d'eaux naturelles qui contiennent une quantité notable de sels, dont la nature n'est ni ferrugineuse (eau ferrugineuse) ni sulfureuse. L'eau saline comprend les eaux dures, l'eau salée, l'eau alcaline ... et l'eau continentale qui contient une forte concentration en sels. Ainsi, une eau est dite saline lorsque l'eau salée possède une teneur en matières dissoutes proche de celle de l'eau de mer[7]

### 3.2. Eau de mer

L'eau de mer est une solution complexe qui contient tous les éléments indispensables à la vie (calcium, silicium, carbone, azote, phosphore, oligo-éléments), des matières organiques (teneur comprise entre 0,5 et 2mg) et, naturellement à l'état dissous, les gaz présents dans l'atmosphère. L'eau de mer est faiblement alcaline. Son pH étant compris entre 7,5 et 8,4. [8].

La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité, c'est - à - dire leur teneur globale en sels (chlorures de sodium et de magnésium, sulfates, carbonates). La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/L. Cette salinité peut être différente dans le cas de mers fermées[9]

### 3.3. Eaux saumâtres

On appelle eau saumâtre, une eau salée non potable de salinité inférieure à celle de l'eau de mer. La plupart des eaux saumâtres contiennent entre 1 et 10 g/L. Ce sont parfois des eaux de surface mais le plus souvent des eaux souterraines qui se sont chargées en sels, en dissolvant certains sels présents dans les sols qu'elles ont traversés. Leur composition dépend donc de la nature des sols traversés et de la vitesse de circulation dans ces sols. Les principaux sels dissous sont le  $\text{CaCO}_3$ , le  $\text{CaSO}_4$ , le  $\text{MgCO}_3$  et le  $\text{NaCl}$  [9].

### 3.4. Origine de la salinité

Les premières théories scientifiques sur l'origine du sel de la mer émanaient d'Edmond Halley qui proposa en 1715 que le sel et les autres minéraux y sont amenés par les rivières. L'écoulement de l'eau en surface (eau de pluie) et dans les rivières arrache des ions par dissolution des roches. Les eaux douces souterraines et de surface sont donc très légèrement salées à cause de ses ions qui sont entraînés jusqu'à l'océan où ils restent ; tandis que l'évaporation entraîne leurs concentrations. [10]

### 4. Eau en Algérie

L'Algérie est un pays semi - aride et aride, dans lequel les ressources en eau sont généralement faibles et surtout extrêmement irrégulières et localisées :

- dans le Sahara, les lits d'oueds recèlent quelques nappes phréatiques souvent saumâtres : Ghir, M'Zab, Saoura, etc. Sinon, ce sont des nappes profondes, semi-fossiles ou fossiles, et qui sont très peu utilisées. [11]

Dans le nord d'Algérie l'apport principale vient du ruissellement, après précipitation. Le régime d'un oued est caractérisé par le fait que durant des mois, voire des années, le lit mal délimité est parcouru par un filet d'eau trompeur et que, tout - à - coup, et pendant un temps bref, il roule jusqu'à 5000 m<sup>3</sup>/ second provoquant une crue dévastatrice. En effet, elles sont croissantes d'Ouest en Est et affectent successivement les Monts de Tlemcen, le versant nord de l'Ouarsenis, le massif de la Kabylie, le nord Constantinois et enfin le massif des Aurès. [11]

### 5. Les différents paramètres d'une eau de consommation

L'estimation de la qualité d'une eau ne peut s'effectuer pas par la mesure d'un seul, mais d'un ensemble de paramètres de nature diverses.

#### 5.1. Paramètres organoleptiques

Paramètres qui permettent d'apprécier la qualité d'une eau par l'utilisation de nos sens (le goût, l'odorat, la vue). Ce sont des paramètres qui sont liés au plaisir du consommateur, mais également relié à la qualité hygiénique de l'eau. Ces critères n'ont pas de valeurs sanitaires directes, une eau peut être trouble, colorée, et être parfaitement consommable d'un point de vue sanitaire [12].

Il existe trois paramètres

- ❖ La couleur.
- ❖ Gout.
- ❖ L'odeur

#### 5.2. Paramètres physico - chimiques

Ils sont en relation avec la structure naturelle des eaux. Ceux sont des caractères que l'eau brute a pu acquérir dans son parcours naturel. Parmi ces paramètres, on site. [12]



- ❖ Le potentiel d'hydrogène.
- ❖ La température.
- ❖ L'alcalinité.
- ❖ La conductivité.
- ❖ La dureté.
- ❖ La turbidité.
- ❖ L'oxygène dissous
- ❖ Des sels dissous.

### **5.3. Paramètres toxiques**

Ce sont les métaux lourds (plomb, le chrome ...), les hydrocarbures et les pesticides. Les normes retenues pour ce groupe de substances fixent des limites sensibles inférieures aux seuils considérés acceptables [13]

### **5.4. Paramètres indésirables**

On trouve parmi elles des substances dont l'effet se limite à un désagrément pour l'usage (traces de rouille sur linge, dues à une concentration excessive de Fer) que d'autres qui peuvent avoir une incidence sur la santé (comme l'aluminium et le zinc) [13].

## **6. La potabilité d'une eau de mer**

### **6.1. Définition de l'eau potable**

L'eau potable est celle qui est apte à la consommation humaine car elle ne suppose aucun risque pour la santé, en d'autres termes, l'eau potable peut être bue sans danger car elle ne contient aucuns micro-organismes et substances toxiques. Normalement, l'eau qu'on boit à la maison ne provient pas directement de la nature, car elle a été traitée au préalable. [14]

### **6.2. Les caractéristiques d'une l'eau potable**

Elle doit être :

- ❖ Ces qualités sont facilement décelées par nos sens.
- ❖ Pourvue d'une faible proportion des sels minéraux (carbonate, limpide, incolore, inodore, fraîche. s, sulfates, chlorure) qui lui donnent une saveur faible mais agréable et une certaine valeur nutritive. L'eau ne doit contenir plus de 0.5 g / l de sels minéraux [13].

❖ Dépourvue de matière organique, dont la présence est un indice de souillure. Ces matières favorables au développement des microbes. Ces matières en se pétrifiant donnent une odeur désagréable et des produits toxiques.

❖ Dépourvue de germes, des parasites, et des microbes pathogènes. L'eau potable n'est pas stérile. On tolère de 100 à 1000 bactéries non pathogènes par  $\text{cm}^3$ . [ 13 ]

### 6.3. La norme de l'eau potable

Un paramètre est un élément dont on va rechercher la présence et / ou la quantité, la norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser, ou une limite inférieure à respecter.

Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné ; un paramètre ne devient un critère qu'à partir du moment où il est choisi pour établir une norme.[13]

## 7. Les techniques de dessalement

### 7.1. Techniques membranaires

#### ❖ *Électrodialyse*

L'électrodialyse consiste à transférer des ions de sels dissous à travers des membranes qui ne laissent pas passer l'eau épurée. Le mouvement des ions est provoqué par un champ électrique, où l'électrode négative (cathode) attire les cations, tandis que les anions se déplacent vers l'électrode positive (anode) (figure 17).

Les installations sont formées d'empilements compartimentés de membranes alternativement anionique et cationique, où un compartiment sur deux renferme des saumures concentrées et un sur deux du perméat épuré. Les membranes utilisées en électrodialyse sont des membranes échangeuses d'ions qui se présentent sous la forme de feuilles dont l'épaisseur est comprise entre 0,1 et 0,8 mm. Du point de vue propriétés on distingue deux types de membranes:

➤ Les membranes échangeuses de cations qui sont perméables uniquement aux cations et dont le groupement fonctionnel est en général un groupement d'acide sulfonique ( $\text{SO}_3^-$ ).

➤ Les membranes échangeuses d'anions qui sont perméables uniquement aux anions et dont le groupement fonctionnel est en général un groupement d'ammonium quaternaire ( $\text{NR}_3^+$ ) [15].

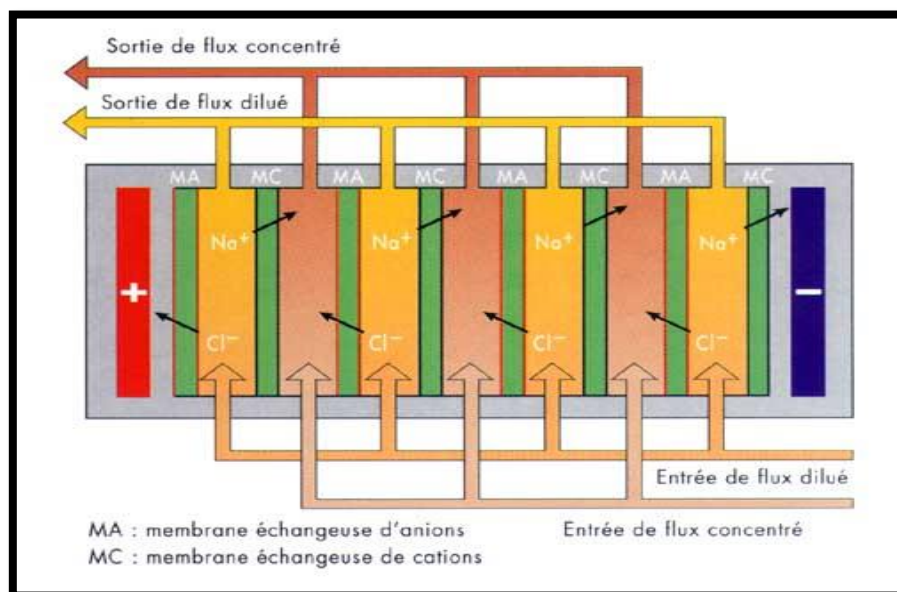


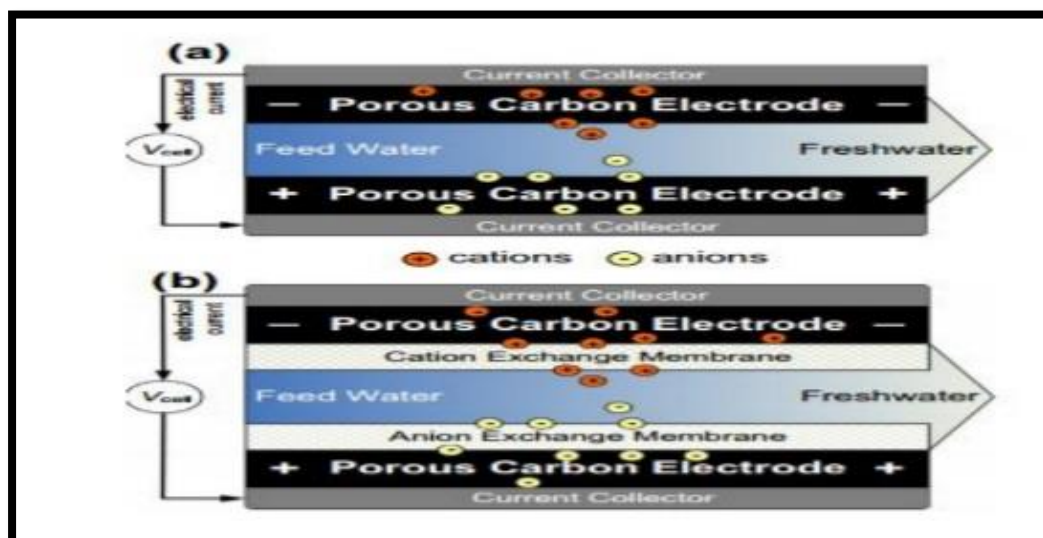
Figure 17: Principe de dessalement par électrodialyse [16].

### ❖ *Dé-ionisation capacitive*

Les électrodes en carbone poreux ont un potentiel significatif de dessalement de l'eau à faible consommation d'énergie grâce à une technologie prometteuse appelée dé-ionisation capacitive (DCM). Dans la DCM, les ions de sel sont retirés de l'eau saumâtre lors de l'application d'une différence de tension électrique entre deux électrodes poreuses, dans lesquelles les ions seront temporairement immobilisés. Ces électrodes sont faites de carbones poreux optimisés pour la capacité de stockage de sel et le transport d'ions et d'électrons. [15].

L'efficacité énergétique de la DCM pour l'eau avec une concentration en sel inférieure à environ 10 g/l est due au fait que les ions de sel, qui sont le composé minoritaire dans l'eau, sont éliminés du mélange.

Un cycle DCM consiste en deux étapes, la première étant une étape d'électro-sorption ionique, ou de charge, pour purifier l'eau, où les ions sont immobilisés dans des paires d'électrodes de carbone poreuses. Dans l'étape suivante, les ions sont libérés, c'est-à-dire désorption des électrodes, et ainsi les électrodes sont régénérées [17]. Le mécanisme de base sous-jacent à la dé-ionisation capacitive est représenté schématiquement sur la figure 18.



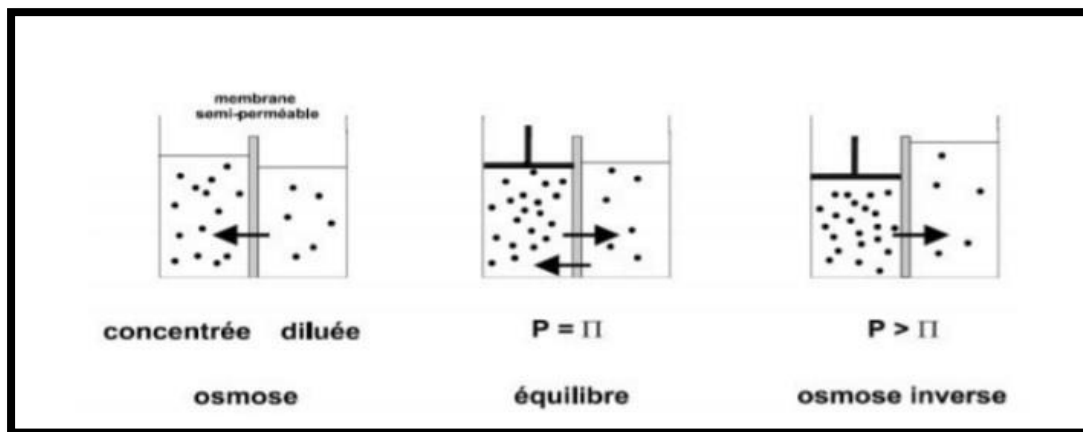
**Figure 18:** Conception schématique d'une cellule pour la de-ionisation capacitive membranaire DCM [17]

❖ *Osmose Inverse*

Le mot osmose vient du mot endosmose (1830) « passage intérieur d'un fluide à travers une cloison poreuse », de l'endos français « vers l'intérieur » + osmose grecque « une poussée » ou « pousser ». L'osmose est un phénomène naturel, qui représente l'écoulement spontané du liquide d'une solution diluée à une solution plus concentrée. La figure 19 montre l'effet de l'osmose.

La figure 20 présente le principe de fonctionnement du procédé d'osmose inverse : lorsque deux solutions de concentrations différentes en soluté dissous sont mises en contact, celles-ci se mélangent jusqu'à uniformisation des concentrations. Lorsque ces deux solutions sont séparées par une membrane semi-perméable laissant uniquement passer le solvant. Le solvant de la solution diluée va traverser la membrane pour aller dans le compartiment contenant la solution concentrée.

Ce transfert s'opérera jusqu'à ce que la différence de la hauteur du liquide entre les deux compartiments corresponde à la pression osmotique existante entre les deux solutions de concentrations différentes. En appliquant une pression supérieure à la pression osmotique, l'effet inverse se produit. Le solvant traverse la membrane de la solution concentrée vers la solution diluée : c'est le procédé d'osmose inverse (OI) [15].



**Figure 19:** Principe de fonctionnement du procédé d'osmose inverse [15]. Une usinetyrique de dessalement par osmose inverse comprend trois sections, à savoir :

- Une section de prétraitement conventionnel consiste typiquement en une filtration particulaire, une filtration micro-ionique et des additions de produits chimiques ;
- Une section membranaire est constituée d'éléments membranaires logés dans des récipients à pression à travers lesquels de l'eau saline prétraitée passe sous pression au-delà de sa pression osmotique à l'aide d'une pompe haute pression couplée à un dispositif de récupération d'énergie ;
- Une section post-traitement comprend le traitement à la chaux pour la correction du pH et la chloration pour la désinfection, conformément aux normes de santé publique, et pour rendre l'eau non-corrosive pour les canalisations des systèmes de distribution.

La consommation d'énergie dans ce type de procédés dépend de la teneur en sel de l'eau brut.

## II. 8. Conclusion

Le dessalement d'eau de mer est devenu ces dernières années une alternative éminente pour parer à la crise de l'eau potable dans le monde. Les améliorations faites ces dernières décennies ont fait des procédés de dessalement des techniques remarquablement viables et efficaces, dans la production d'une eau pure à des prix raisonnables

# *Chapitre 3*

## *Contrôle de la qualité des eaux de la station de dessalement*

### **III.1.Introduction**

Dans ce chapitre, on va présenter toutes les méthodes d'analyse pour la détermination des paramètres physico-chimiques de l'eau issue de la station de dessalement de TENES il s'est déroulé du 06/03/2022 au 31/05/2022. Afin de contrôler sa qualité avant la vendre à l'ADE,

### **3. 2. Méthodes d'appareillage des paramètres physico-chimiques**

#### **2.1. Dosage du Bore**

#### **2.2. Détermination de la concentration de bore**

➤ On étalonne le chromatographe ion par les solutions standards et enregistrer le temps de rétention de la solution référence.

➤ On verse 2ml de l'eau à analyser dans le système de chromatographe ion et appuyer sur « START »

➤ On laisse la courbe d'étalonnage stabilisée pendant 20minutes et appuyer sur « STOP ».

➤ Pour l'eau de mer, on doit faire des dilutions car la concentration de bore est très élevée (supérieure au standard).

#### **2.3. Expression des résultats :**

La concentration de bore en ppm (mg/l) est donnée directement par simple lecture sur l'écran de l'appareil

#### **2.4. Analyse des paramètres physico-chimique :**

Le contrôle de pH, la conductivité, Le TDS et la température se fait une fois par jour au niveau d'analyseur automatique de chaque rack il y a un analyseur sur place, ou tu as utilisé l'appareil portatif.

Cet appareil est utilisé aussi pour vérifier le pH et la conductivité de l'eau de réservoir de stockage chaque 1heure.



**Figure 20:** Ph mètre multi fonctions

### 2.5. La turbidité :

Le principe de la turbidité est une variante de la spectrométrie d'absorption.

Les éléments en suspension dans un liquide absorbent certaines radiations selon une loi.

#### 2.5.1. Méthode suivie :

Avant d'effectuer les mesures, on doit s'assurer de l'absence de bulles d'air et de la propreté de la cuve.

- J'ai rempli le tube de mesure avec l'échantillon
- J'ai nettoyé la cuvette pour s'assurer que la surface de la cuvette est sèche et qu'elle ne contient aucune tâche ;
- J'ai placé la cuvette dans le turbidimètre et j'ai appuyé sur READ ;
- La mesure est affichée sur l'écran en NTU de l'instrument.

**2.5.2. Expression de résultats :** La lecture se fait directement sur l'écran de l'appareil ; la turbidité est exprimée en NTU





**Figure 21:** Turbidimètre de paillasse HACH

### 2.6. Chlorure $Cl^-$ :

Le principe de ce mode opératoire est dosé en milieu neutre par solution de nitrate d'argent. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

#### 2.8.1. Méthode suivie:

- J'ai Pris 100 ml d'eau à analyser.
- J'ai Ajoute 1 ml de la solution de chromate de potassium (coloration jaunâtre).
- J'ai Titré avec la solution de nitrate d'argent à 0.02 mol / l jusqu'à coloration brun rougeâtre.
- Après addition d'une goutte de la solution NaCl, cette coloration doit disparaître.
- J'ai Noté le volume d ' AgNO<sub>3</sub>.

#### 2.8.2. Expression de résultats :

$$[Cl^-] = \frac{V_s - V_b}{V_a} \times C \times F \text{ (Mg/l)}$$

Tel que :

$V_s$  : volume d'AgNO<sub>3</sub> à 0.02 mol / l nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

Vb : volume d'AgNO<sub>3</sub> à 0.02 mol / l nécessaire pour le dosage de blanc.

Va : volume total de l'échantillon.

C : la concentration réelle d'AgNO<sub>3</sub>.

F : facteur de correction du titre d'AgNO<sub>3</sub>.

### **2.9. Sulfate SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>**

Principe L'ion sulfate est précipité dans l'acide chlorhydrique contenant du chlorure de baryum d'une manière telle qu'il se forme des cristaux de sulfate de baryum de taille uniforme. L'absorbance de la suspension de sulfate de baryum est mesurée par spectrophotomètre.

#### **2.9.2. Méthode suivie**

- J'ai Pris 50 ml d'eau à analyser
- J'ai Ajouté 1 ml de HCl N / 10.
- J'ai Ajouté 5 ml de la solution BaCl<sub>2</sub>.
- On agite 2 ou 3 fois énergiquement, laisser au repos pendant 15 mn, agiter à nouveau
- J'ai effectué les lectures à une longueur d'onde 650 nm.
- Les résultats sont exprimés en mg / l de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

### **2.10. Dureté total TH:**

Le principe de ce document est la description de la procédure de la détermination de la dureté totale d'une eau potable

#### **2.10.2. Méthode suivie :**

- On agite délicatement le flacon d'EDTA 0,01 N
- J'ai Rempli la burette avec l'EDTA 0,01 N
- J'ai éliminer les bulles d'air contenues dans la partie inférieure de la burette en ouvrant le robinet.
- On agite l'échantillon doucement
- A l'aide d'une fiole jaugée propre de 50 ml, introduire 50 ml d'échantillon dans un erlenmeyer propre de 250 ml
- J'ai Ajouté 4 ml de tampon pH 10 à l'aide de la pipette en plastique propre
- A l'aide de la spatule, ajouter un peu de noir d'Ericrome 1 % jusqu'à obtenir une coloration rose-violette

## Chapitre III      Contrôle de la qualité des eaux de la station de dessalement

- J'ai Mélangé le tout et commencer à verser l'EDTA goutte à goutte tout en mélangeant énergiquement jusqu'à la coloration bleu-franche
- J'ai Noté le volume « V » de burette

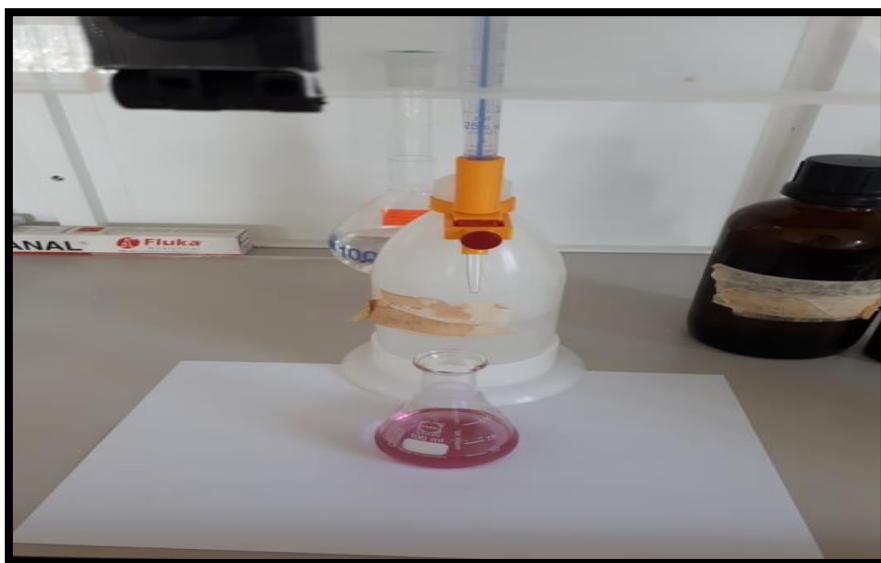
### 2.10.3. Expression de résultats :

TH en mg/l CaCO<sub>3</sub> = V × 20

NB : Changement de l'eau distillée par l'eau déminéralisé



**Figure 22:** Apres le dosage du la dureté



**Figure 23:** Avant le dosage du la dureté

### **2.11. Calcium et Magnesium**

Cette procédure a pour but de définir la quantité de Calcium et de Magnésium présente dans une eau potable.

#### **2.11.2. Méthode suivie**

- On agite délicatement le flacon d'EDTA 0,01 N
- J'ai Rempli la burette avec l'EDTA 0,01 N
- J'ai Eliminer les bulles d'air contenues dans la partie inférieure de la burette en ouvrant le robinet.
- On agite l'échantillon doucement
- A l'aide d'une fiole jaugée propre de 50 ml, introduire 50 ml d'échantillon dans un erlenmeyer propre de 250 ml
- J'ai Ajouté 2 ml de NaOH 2 N à l'aide de la pipette en plastique propre. Quantité suffisante pour arrive à une valeur de pH entre 12 et 13
- A l'aide de la spatule, ajouter un peu de murexide jusqu'à obtenir une coloration bien rose
- J'ai Mélangé le tout et commencer à verser l'EDTA goutte à goutte tout en mélangeant énergiquement jusqu'à la coloration violette
- J'ai Noté le volume « V » de burette et calculer la concentration en calcium à l'aide de la formule suivante :

#### **2.11.3. Expression de résultats**

##### **2.11.4. Concentration en Calcium**

Concentration en calcium en mg/l =  $V \times 8,016$

Concentration en calcium en mg/l =  $V \times 20,04$

##### **2.11.5. En cas de dilution :**

En multiplie des deux relations par 100

Concentration en calcium en mg/l =  $V \times 8,016 \times 100$

Concentration en calcium en mg/l =  $V \times 20,04 \times 100$

##### **2.11.6. Concentration en Magnésium :**

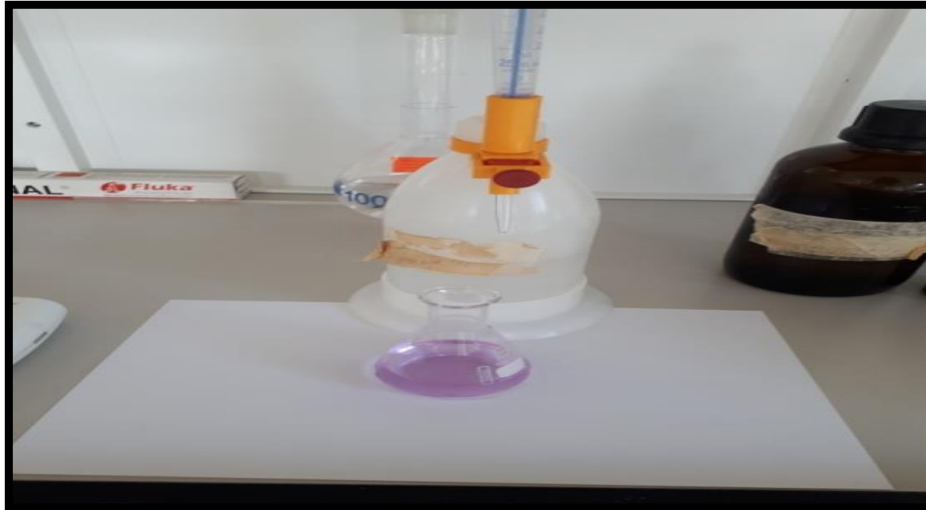
Magnésium (mg/l en CaCO<sub>3</sub>)

## Chapitre III    Contrôle de la qualité des eaux de la station de dessalement

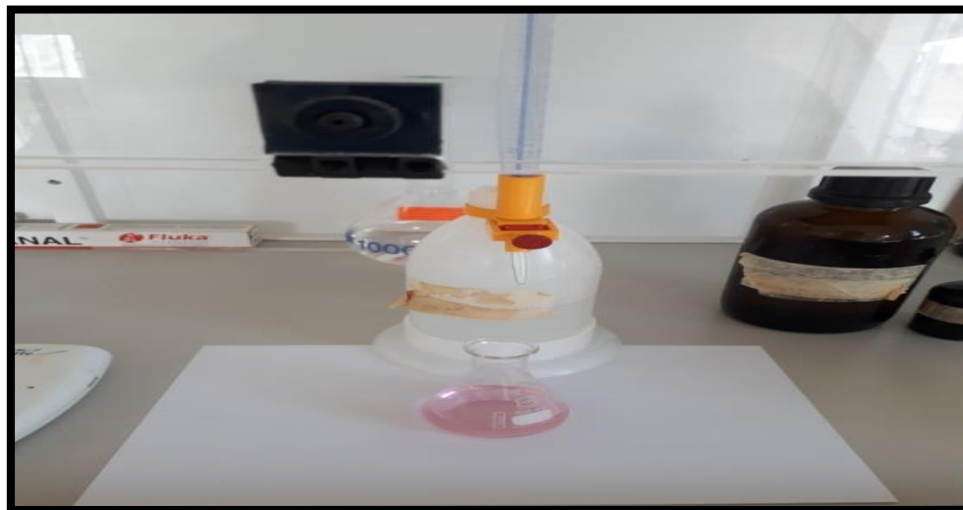
Conc. Totale des ions (calcium + magnésium) en mg/l en  $\text{CaCO}_3$  – Conc. En calcium en mg/l en  $\text{CaCO}_3$

Magnesium (mg/l)

$$[(\text{Dureté totale mg/l en } \text{CaCO}_3/50,044) - (\text{Ca}_2 + \text{mg/l en } \text{CaCO}_3/20,04)] \times 12,156$$



**Figure 24:** Apres le dosage decalcium et demagnésium



**Figure 25:** Avant le dosage de calcium et demagnésium

### **2.12. Alcalinité TA et TAC :**

Le principe de L'alcalinité est L'alcalinité correspond à la présence des hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes.

- Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur en alcalins libres et carbonates alcalins caustiques.

## **Chapitre III      Contrôle de la qualité des eaux de la station de dessalement**

---

- Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{OH}^-$ ).

### **2.12.2. Méthode suivie :**

- On agite délicatement le flacon de HCL 0,02 N
- J'ai Rempli la burette avec HCL 0,02 N
- J'ai Eliminer les bulles d'air contenues dans la partie inférieure de la burette en ouvrant le robinet
- On agite l'échantillon doucement
- A l'aide d'une fiole jaugée propre de 100 ml, j'ai introduire 100 ml d'échantillon dans un erlenmeyer propre de 250 ml
- J'ai Ajouté 1 goutte de Thiosulfate de Sodium 0,1 N
- J'ai Ajouté 3 gouttes de phénolphtaléine 1 % et puis mélanger
- Si une coloration rose apparait, alors commencer à verser HCL goutte à goutte tout en mélangeant jusqu'à décoloration complète. On fait la coïncidence avec une valeur de pH de 8,3
- J'ai Noté le volume de burette «  $V_1$  »
- S'il n'y a pas de coloration rose, alors «  $V_1 = 0 \text{ ml}$  »
- J'ai Ajouté 5 goutte de méthyle orange dans le même erlenmeyer et mélanger, (on obtient une coloration jaune-orange)
- J'ai Continué à verser HCL goutte à goutte tout en mélangeant jusqu'à obtenir le début d'une coloration orange. On fait la coïncidence avec des valeurs de pH comprend entre 4,3 et 4,7
- J'ai Noté le volume de burette «  $V_2$  »

### **2.12.3. Expression de résultats :**

T.A en mg/l  $\text{CaCO}_3 = V_1 \times 10$  (Alcalinité carbonates)

T.A.C en mg/l  $\text{CaCO}_3 = V_2 \times 10$  (Alcalinité totaux)



**Figure 26:** Apres le titrage



**Figure 27:** Avant le titrage

### **2.13. Solides solubles totaux (TSS):**

Le principe de TSS est pour Détermination des solides solubles totaux (TSS) par spectrophotométrie.

#### **II.13.1. Méthode suivie :**

- J'ai Choisir le programme TSS sur spectrophotométrie.
- J'ai Mettre 10 ml de l'eau ultra pure dans une cuvette propre et séchée.

## **Chapitre III      Contrôle de la qualité des eaux de la station de dessalement**

➤ J'ai Inséré dans le spectrophotomètre et peser sur Zéro, pour étalonner l'appareil à 0 mg/l.

➤ Puis verser 10ml de l'eau à analyser dans la cuvette et insérer dans le spectrophotomètre et presser sur Read

### **II.13.2.      Expression de resultants :**

La lecture se fait directement sur l'écran de l'appareil = ppm (mg/l) solides solubles totaux(TSS)



**Figure 28:** Spectrophotomètre HACH DR 3900

## **III.      Résultat de contrôle des paramètres physico-chimiques**

Par les tableaux des analyses physico-chimiques, je présente les résultats trouvés pour les paramètres cités afin de contrôler la qualité de l'eau à la sortie de la station de dessalement.



### Chapitre III      contrôle de la qualité des eaux de la station de dessalement

**Tableau1: Résultats des analyses physico-chimiques pour l'eau traitée**

Date	Bore Mg/l	Température °C	Conductivité µS/cm	TDS Ppm	Turbidité NTU	PH	Chlorure Cl <sup>-</sup> Mg /l	Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Mg/l	Dureté TH Mg/l	Calcium Ca <sup>2+</sup> Mg/l	Magnésium Mg <sup>2+</sup> Mg/l	Alcalinité Mg/l
06/03/2022	0,78	17,2	638,4	345,9	0,5	7,56	61,21	71,8	83	48,98	9,32	71,87
13/03/2022	0,58	20,5	940,5	370,2	3,1	7,45	62,66	78,92	98,1	34,34	12,16	87,67
20/03/2022	0,9	23,4	742,1	236,4	0	7,21	66,01	74,4	86,3	74,09	22,87	88,44
27/03/2022	0,11	18,6	678,5	155,9	0,4	7,62	57,93	80,18	88,6	73,56	26,33	77,34
03/04/2022	0,38	16,9	512,6	202,8	1,5	7,58	58,60	70,84	90,1	27,65	9,78	96,11
10/04/2022	0,15	21,1	595,7	323,1	0,8	7,23	70,05	62,21	97,9	165,11	7,04	90,34
17/04/2022	0,23	19,5	627,3	234,6	1,1	7,80	62,58	68,12	81	90,67	29,21	74,12
24/04/2022	0,78	16,4	645,4	176,5	2,2	7,55	59,27	77,29	112,2	45,12	42,02	85,45
01/05/25022	0,32	24,8	1200	342,7	0	7,18	65,33	77,04	84,6	87,64	5,98	80,23
08/05/2022	0,45	17,6	920,9	412,1	1,2	7,65	61,31	57,77	95,4	132,1	38,43	72,54
15/05/2022	0,12	24,2	247,4	165,2	3,4	8,01	62,23	68,14	85	50,54	12,76	98,65
22/05/2022	0,42	22,5	550,6	225,2	1,1	7,42	59,29	70,21	123,9	28,86	7,87	75,06
29/05/2022	0,75	23,1	628,1	310,1	0	7,78	70,02	57,50	82	72,14	9,86	72

Les résultats sont variés à cause de variations de climat.

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

Dans ce chapitre on a étudié au sein de la station de dessalement deTénès ainsi la performance du prétraitement et du traitement par l'évolution des paramètres pendant 03 mois (Mars, Avril, Mai) en comparant ces valeurs à la norme fixée par l'OMS et enfin on a comparé l'eau traitée à la norme pour vérifier sa conformité aux normes de potabilité.

# *Conclusion Générale*

### Conclusion générale

Ce rapport représente le travail que je l'ai effectué lors de mon stage au sein d'unité de dessalement de TENES (Desaladora Ténès), il s'est déroulé du 06/03/2022 au 31/05/2022.

Ce stage m'a permis d'acquérir une bonne expérience professionnelle, c'est en effet la première fois que je travaille dans le milieu d'une société, il m'a fait découvrir de nombreuses techniques de travail des ingénieurs.

L'ambiance dans l'usine est très sympathique, personnellement j'étais bien intégré dans la société malgré le fait que je n'y connaisse pas beaucoup de choses, en addition ce stage me conforte dans ma volonté de travailler dans une entreprise, je pense que ces stages sont nécessaires pour l'étudiant pour compléter et améliorer ses connaissances.

Ce stage d'une durée de quatre semaines passées au sein de la société UTE Desaladora Ténès m'a permis d'obtenir des informations énormes sur le milieu professionnel et il m'a montré aussi comment se déroule les visites de site selon des règles suivies.

## Bibliographie

- [1] : HUBERT P. et MARIN M, « Quelle eau boirons-nous demain ? », 2001, Edition : Fabienne Travers. P 64.
- [2] : Aquaportail.com
- [3] : Dégrément, « Mémento technique de l'eau », 2005, Lavoisier-Lexique technique De l'eau. Tome 1, Paris.
- [7] : site internet : <https://www.aquaportail.com/definition-5538-eau-saline.html>
- [8] : RAPINAT M, « L'eau », 1982, Presse universitaire de France. 1re édition.
- [9] : HUOT A. 2010. Eau et santé. La revue Bio contact, n°200.
- [10] : Rapport Technique, « La Détermination des eaux saumâtres et perspectives », 2005, Entreprise Tome 1.
- [11] : ARRUS R, « L'eau en Algérie de l'impérialisme au développement (1830-1962) », 1985, *Ed Office des publications universitaires*. Presses universitaires de Grenoble.
- [12] : (Dégrément : mémoire technique de l'eau ? Edition : technique et documentation, 1984.)
- [13] : (Suivi de procédé coagulation floculation au niveau de station de traitement AIN TINN.)
- [14] : Projet écolo .com 2022 / eau potable
- [15] : A. Maurel, Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non Conventionnels d'approvisionnement en eau douce, 2ed, Lavoisier, 2006.
- [16] : A. Bushnak, Évaluation des meilleures technologies disponibles pour le dessalement En zones rurales/locales. Rapport final, Gestion Intégrée Durable de l'Eau – Mécanisme de Soutien (SWIM - SM), 2012
- [17] : S. Porada, R. Zhao, A. van der Wal, V. Presser, P.M. Biesheuvel, Review on the science And technology of water desalination by capacitive deionization, Prog Mater Sci, 2013.
- [18] : BOYE.H 2008 .Eau, énergie dessalement et changement climatique en méditerranée. Plan bleu centre d'activité régional, conseil général de l'environnement et du développement durable.

# *Annexes*

**Table 2 Facteurs physico-chimiques par rapport les normes algériennes**

<i>PARAMETRES</i>	<i>UNITES</i>	<i>Valeur Guidé</i>
pH		7 à 8,5
Temperature	°C	15< TEMP< 26
Conductivité	µS/cm	< 2500µS/cm
TDS	Ppm	150< MTD <500
Turbidité	NTU	< 5
Dureté totale	mg/l CaCO <sub>3</sub>	80< DT< 150
Calcium	mg/l	< 270mg/l
Calcium	mg/l CaCO <sub>3</sub>	< 270mg/l
Magnesium	mg/l CaCO <sub>3</sub>	< 50mg/l
Alcalinité totale	mg/l CaCO <sub>3</sub>	> 60mg/lCaCO <sub>3</sub>
Cl <sub>2</sub>	Ppm	< 5 Ppm
Bore	mg/l	< 1mg/l
IL		0 à 0,4
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	< 0,2 mg/l
Nitrites NO <sub>2</sub>	mg/l	50 et 3 mg/l
Nitrate NO <sub>3</sub>	mg/l	<0,2 mg/l
Potassium K	mg/l	Pas définie
Aluminum AL <sup>3+</sup>	mg/l	< 0,2 mg/l
Fer <sup>2+</sup>	mg/l	0,5-50 mg/l
Fer <sup>3+</sup>	mg/l	<0,2 mg/l
Phosphate PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	Pas définie
Manganèse Mn	mg/l	<0,4mg/l

## Résumé

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, et constitue le patrimoine d'une nation. L'objectif principal de notre travail était la vérification de la qualité physico-chimique de l'eau traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de TENES. Des prélèvements d'eau traitée durant une période depuis le mois de mars 2022 jusqu'à mai 2022, ont été effectués afin de les analyser en déterminant quelques paramètres physico-chimiques comme : le pH, la conductivité, la salinité, la dureté, et autres.

Les résultats obtenus ont permis de conclure que le pH appartient à l'intervalle de pH des eaux destinés à la potabilité. La conductivité électrique traduit une minéralisation faible. Elle contient également un bon pourcentage de sels minéraux, et la dureté est de classe dure

Enfin, notre étude a révélé que l'eau traitée est de bonne qualité physico - chimique et acceptable car les résultats sont conformes aux normes algériennes et aux recommandations de l'OMS pour les eaux de consommation. Cette qualité, est due à l'efficacité de traitement.

**Les mots clés :** eau, qualité de l'eau, consommation, traitement.

### ملخص

الماء عنصر طبيعي ضروري للحياة. ومن الثروة اللازمة لجميع النشاطات البشرية، وهو تراث الأمة. وكان الهدف الرئيسي لعمليتنا هو التحقق من الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه المعالجة بواسطة محطة تحلية مياه البحر تنس. تم أخذ عينات من المياه المعالجة خلال الفترة من مارس 2022 إلى مايو 2022 لتحليلها من خلال تحديد عدد قليل من المعايير الفيزيائية والكيميائية مثل: درجة الحموضة، والتوصيل، والملوحة، والصلابة، وغيرها. أدت النتائج التي تم الحصول عليها إلى استنتاج مفاده أن الرقم الهيدروجيني ينتمي إلى نطاق الأس الهيدروجيني للمياه المخصصة للشرب. تعكس الموصلية الكهربائية تمعدنًا منخفضًا كما تحتوي على نسبة جيدة من الأملاح المعدنية، والصلابة من الدرجة الصلبة. أخيرًا، كشفت دراستنا أن المياه المعالجة ذات جودة فيزيائية كيميائية جيدة وجودة مقبولة لأن النتائج تتوافق مع المعايير الجزائرية وتوصيات منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب. هذه الجودة ترجع إلى كفاءة العلاج. الكلمات المفتاحية: المياه، جودة المياه، الاستهلاك، المعالجة.

### Abstract

Water is a natural element essential to life. It is a wealth necessary for all human activity, and constitutes the heritage of a nation. The main objective of our work was to verify the physico-chemical quality of the water treated by the TENES seawater desalination station. Samples of treated water during a period from March 2022 to May 2022 were taken in order to analyze them by determining a few physico-chemical parameters such as: pH, conductivity, salinity, hardness, and others.

The results obtained led to the conclusion that the pH belongs to the pH range of water intended for drinking. The electrical conductivity reflects low mineralization with turbidity.....It also contains a good percentage of mineral salts, and the hardness is hard class

Finally, our study revealed that the treated water is of good physicochemical and acceptable quality because the results comply with Algerian standards and WHO recommendations for drinking water. This quality is due to the efficiency of treatment.

**Key words:** water, water quality, consumption, treatment