

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique
Université d'Oran 02 Mohamed Ben Ahmed
FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT SCIENCES DE LA TERRE « GEOLOGIE »



Mémoire

Présente pour l'obtention du diplôme de
Master II en Hydrogéologie

Option : Hydro-système et Ressources de l'eau

***Impact environnemental de la station de Dessalement de l'eau
de mer de Sonachter (wilaya de Mostaganem)***

Présenté par : Draou Senouci & Adda Walid

Encadré par le professeur : Mme. BELKHIR K

SOUTENU LE : / /2022

Devant la commission d'examen:

Nom et Prénoms	Grade	Etablissement	
Mme. BAKRITI Amel	Maitre de conférences	ORAN 2 - MBA	Présidente
Mme. BELKHIR K	MAA	ORAN 2 - MBA	Rapporteur
Mr. Safa	Maitre de conférences	ORAN 2 - MBA	Examinateur

Année 2021/2022

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant qui nous a accordé

Avec la santé, la force et le courage d'accomplir cet humble travail.

**J'exprime également ma profonde gratitude et mes remerciements à mon
encadrant**

***Madame* BELKHEIR, Professeur à l'Université d'Oran 2, Département
des Sciences de la Terre, sans elle, nous n'en serions pas là.**

**Nous adressons également nos sincères remerciements à *Madame* BAKRITI,
responsable de la branche système d'eau et source d'eau, qui nous a
soutenus tout au long de la période du Master et ne nous a rien épargné.**

Et directeur de production à l'usine

**Usine de dessalement de Mostaganem pour leur accueil chaleureux et la
confiance qu'ils nous accordent.**

**J'en profite également pour remercier tous les enseignants qui ont contribué
à notre formation et à toutes les personnes de près ou de loin,**

**Aider à accomplir ce travail et aux membres du jury de le lire et de le
critiquer**

Signaler.

Merci.

Résumé :

L'augmentation de la population et l'insuffisance des ressources en eau douce dans de nombreux pays du monde posera un problème de pénurie de l'eau potable, de ce fait le dessalement de l'eau de mer est la solution adéquate de cette problématique.

On a effectué des analyses physico-chimique et organoleptique de l'eau de mer de la station de Mostaganem, de l'eau dessaler pour essayer d'expliquer l'influence de ces différents paramètres sur l'environnement et aussi jusqu'à quel degrés ils peuvent influencer sur les problèmes environnementaux. A la suite des analyses physico-chimiques, on constate qu'il y a diminution significative de la concentration de certains éléments de l'eau traitée, à savoir la salinité, ce qui peut être expliquée fort probablement par l'efficacité du procédé de traitement par l'Osmose inverse , en même temps, on enregistre une grande baisse des minéraux tels, le magnésium et la dureté totale.

Concernant l'eau rejetée (saumâtres), on remarque qu'il y a une augmentation importante de la salinité, la conductivité.

Mots clés: Dessalement, Eau de mer, Saumâtres, Osmose Inverse

.....

Abstract:

The increase in population and the shortage of fresh water resources in many countries in the world will pose a problem of shortage of drinking water, therefore the desalination of seawater is the appropriate solution to this problem.

Physico-chemical and organoleptic analyzes of the station's sea water were carried out of Mostaganem, desalinate water to try to explain the influence of these different parameters on the environment and also to what degree they can influence the problems environmental.

As a result of the physico-chemical analyses, it is noted that there is significant decrease in the concentration of certain elements in the treated water, namely the salinity, which can most likely be explained by the effectiveness of the treatment process by reverse osmosis, at the same time, there is a great drop in minerals such as magnesium and total hardness. Concerning the discharged water (brackish), we note that there is a significant increase in salinity, conductivity.

Keywords: Desalination, Seawater, Brackish, Reverse Osmosis

Table des matières :

Remerciements

Résumé

Liste des Schémas et figures

Liste de tableaux

Liste des abréviations

Liste des annexes

Introduction générale	2
Chapitre I: Généralités sur le dessalement de l'eau de mer et son effet sur l'environnement	4
I.1 Introduction	4
I.2 Définition de dessalement	4
I.3 Les principes de dessalement	4
I.3.1 Captation de l'eau de mer	4
I.3.2 Prétraitement	4
I.4 Les procédés de dessalement	5
I.4.1 Procédés de distillation	5
I.4.2 Procédés membranaires	7
I.5 Composition chimique de l'eau de mer	8
I.5 Les problèmes techniques rencontrés en dessalement	9
I.5.1 Entartrage	9
I.5.2 Corrosion	9
I.5.3 Colmatage ou fouling	10
I.6 Le dessalement en Algérie	10
I.7. Les avantages et les inconvénients du dessalement de l'eau de mer en Algérie	13
I.8. Les différents impacts de dessalement de l'eau de mer sur l'environnement	14
I.8.1 Effets dus au prélèvement d'eau de mer	14
I.8.2 L'influence de l'énergie dégagée par la station de dessalement sur la qualité de l'air	15
I.8.3 Effets des produits chimiques	16
I.8.4 Rejet de saumure	17
I.8.5 Impact de bruit	17
I.9 Conclusion	18
CHAPITRE II : Présentation de l'unité de dessalement de l'eau de mer (Sonachter Mostaganem)	20
II.1 Introduction	20
II.2.1 Présentation de l'unité de dessalement de l'eau de mer (Sonachter Mostaganem)	20
II.2.2 Géologie	20
II.2.4 Cadre climatique	21

II.2.5 Les ressources en eau de la Wilaya de Mostaganem	21
II.3 .Processus de dessalement appliqué dans la station de Mostaganem	24
II.3.1. Description de la station de Mostaganem	24
II.3.2 Le procédé de traitement d'eau de la station de Mostaganem	25
II.4 Conclusion	32
Chapitre III : Les analyses physico-chimiques.	34
III.1 Introduction	34
III.2 Prélèvement	34
III. 3. Méthodes analytiques	36
III.3.1 Analyses physiques	36
III.3.2. Analyses chimiques	37
III.4 Interprétations et discussion des résultats	38
III.4.1. L'eau produite	38
III.4.2 l'eau de mer (brute) (EB) et l'eau de rejet (ER)	43
III .5 Dilution des Saumures	46
III.5.1. Dilution avec un Effluent de Station d'Epuraton	46
III.5.2. Dilution avec un Effluent de Pluie	46
III .6 Conclusion	47
Conclusion Générale	49
Références Bibliographiques	52

Liste des Schémas et figures :

Figure I. 1:Coagulation floculation. [5]	4
Figure I. 2:Schéma générale des différents procédés de dessalement. [10].....	5
Figure I. 3:Le principe de distillation. [11].....	6
Figure I. 4: Structure d'une membrane et son principe [11].....	7
Figure I. 5: Principe des phénomènes d'osmose et d'osmose inverse. [11]	7
Figure I. 6: Le fonctionnement du procédé d'électrodialyse [13]	8
Figure II. 1: Situation Géographique de la Station de Dessalement [47]	20
Figure II. 2: Variation de l'augmentation de la salinité de l'eau de mer de Cheliff plage [47]	23
Figure II. 3: Prescriptions minimales pour la prise d'eau et le rejet de saumures [48]	23
Figure II. 4: Vue générale sur la station de Mostaganem	24
Figure II. 5: Schéma générale de la station de dessalement de Mostaganem	25
Figure II. 6: Le captage et pompage de l'eau de mer.....	26
Figure II. 7: Sous système de filtration.....	27
Figure II. 8: Filtres à cartouches	27
Figure II. 9: Pompe à haute pression	28
Figure II. 10: Les tubes de pression	29
Figure II. 11: Système de récupération d'énergie	29
Figure II. 12: la pompe Booster	30
Figure II. 13: Bassin de la saumure	31
Figure II. 14: Les lits de calcite	32
Figure III. 1: Point de prélèvement de l'eau de mer	35
Figure III. 2: Point de prélèvement de l'eau de saumure.....	35
Figure III. 3: Le point de prélèvement de l'eau produite.....	36
Figure III. 4: Appareil multi-paramètre [Photo prise au niveau de la station de dessalement de Mostaganem 2019]	36
Figure III. 5: Mesure de la turbidité.....	37
Figure III. 6: Le titrage (la dureté de l'eau)	38
Figure III. 7: Comparaison de pH de l'eau produite avec la valeur admissible.....	39
Figure III. 8: Comparaison de la température de l'eau produite avec la valeur admissible.	40
Figure III. 9: Comparaison de la conductivité électrique de l'eau produite avec la valeur admissible.	40
Figure III. 10: Comparaison de la turbidité de l'eau produite avec la valeur admissible.....	41
Figure III. 11: Comparaison du titre hydrométrique dans l'eau produite avec la valeur admissible.....	41
Figure III. 12: Comparaison du calcium dans l'eau produite avec la valeur admissible	42
Figure III. 13: Comparaison du magnésium dans l'eau produite avec la valeur admissible	42
Figure III. 14: Comparaison du PH de l'eau brute et l'eau de rejet.....	43
Figure III. 15: Comparaison de la température de l'eau brute et l'eau de rejet	44
Figure III. 16: Comparaison de la conductivité de l'eau brute et l'eau de rejet	44
Figure III. 17: Comparaison de la turbidité de l'eau brute et l'eau de rejet.....	45
Figure III. 18: Comparaison du TDS de l'eau brute et l'eau de rejet	45
Figure III. 19: Localisation des Stations d'Épuration Projetée de la Wilaya de Mostaganem.....	46

Liste de tableaux :

Tableau I. 1: Principaux sels dissous pour une eau de mer de salinité 35 g/l.....	9
Tableau I. 2: Les grandes unités de dessalement	11
Tableau I. 3: Petites station (monoblocs).....	13
Tableau II. 1: les ressources en eau potable de la Wilaya de Mostaganem [4]	21
Tableau II. 2: plage de distribution en eau potable pour les localités de Mostaganem [4].....	22
Tableau III. 1: Les résultats d'analyses de l'eau produite.	39
Tableau III. 2: Les résultats d'analyses de l'eau de mer (brute) (EB) et l'eau de rejet (ER).....	43
Tableau III. 3: Coefficient de Restitution en Fonction du Type de Toiture [14].....	47

Liste des abréviations

Al : Alcalinité

dB : Décibels (unité de mesure le bruit)

EB : Eau Brute

ED: Electrodialyse

EDTA: Ethyle Diamine Tétra Acitique

ER : Eau Rejetée

ERI : Energy Recovery INC

Hab : Habitant

MSF: Multi Stage Flash

mm/an: Millimeter par an

m/s: Millimètre par second

m³/j : Mètre cube par jour

m/h : Mètre par heure

N : Normalité

NTU: Unité Néphrélométrique de Turbidité

OI: Osmose Inverse

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

ONM : Office National de Météorologique

pH : Potentiel d'Hydrogène

ppm : Partie par million

km² : Kilomètre au carré

RN : La Route Nationale

S: Salinité

T : Température

TDS: Solides Totaux Dissous

TH : Titre Hydrométrique (la dureté totale)

TSS : Total des matières solides en suspension

Turb : Turbidité

UCV : Unité de couleur vraie

ups : Unité pratique de salinité

Liste des annexes :

Annexe A : Valeurs limites des paramètres de qualité de l'eau de consommation humaines.

Annexe B : Les valeurs limites des paramètres organoleptiques et physico-chimique de l'eau de consommation.

Annexe C : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels(2006).

Annexe D : Valeurs limites des paramètres des rejets atmosphériques.

Annexe E : Les valeurs limites des paramètres physico-chimiques des rejetés d'effluents (2013).

Annexe F : Résultats d'analyse physico-chimiques de l'eau produite de la station de Sonachter (Mars et Avril 2019).

Introduction

générale

Introduction générale :

La terre est souvent appelée la planète bleue parce que l'eau recouvre la majorité de la surface de la terre ; environ 71%, de plus le volume d'eau sur terre est estimé à environ 1,4 milliard de km³. [1]

L'eau douce est un élément essentiel dans notre vie quotidienne. Sa disponibilité dans le monde diminue sous l'effet de la croissance démographique et du changement climatique.

Pour satisfaire la demande en eau douce et recouvrir les besoins en eau potable dans des régions où les réserves sont insuffisantes, plusieurs pays ont fait appel au dessalement de l'eau de mer ; qui est une technique de séparer l'eau de mer et les sels.

L'Algérie parmi les pays qui utilise la technique de dessalement des eaux de mer, elle a développé un programme ambitieux dans ce domaine en mettant en place, en premier lieu, 23 stations « Monobloc », réparties sur un littoral qui s'étale sur plus de 1200 Km de long.

Suite à cette expérience, 14 grandes stations avec une capacité totale de 1.940.000 m³/j ont été réalisées entre 2003 et 2011. Notons que la plus grande station a été mise en service en Avril 2015 avec une capacité de 500.000 m³/j, il s'agit de la station de Magtaâ (wilaya d'Oran). Selon les experts, la production d'eau par dessalement de l'eau de mer en Algérie, passe de 500.000 m³/j en 2008, 1.1 million m³/j en 2009 et 2.26 million m³/j en 2011 à 2.580.000 en 2020. [1]

Le dessalement d'eau de mer est un processus qui permet de retirer le sel de l'eau salée ou saumâtre pour la rendre potable ou l'utiliser dans l'irrigation. Mais cette solution, selon WWF (Fond mondial pour la nature), peut avoir un impact négatif sur l'environnement à cause de la composition des rejets engendrés par ce processus, qui peut modifier les paramètres de la mer et influencer négativement sur la faune et la flore sous-marines.

Le rejet généré par l'usine de dessalement se présente généralement sous la forme d'une saumure contenant divers sels, et composés organiques. Cette saumure est deux à trois fois plus salée (entre 50 et 80 g/L) que l'eau de mer habituelle.

L'objectif de ce travail est d'étudier les impacts de la Station de dessalement de Sonachter (Wilaya de Mostaganem) sur l'environnement

Le travail se divise en trois (3) chapitres :

Introduction générale

→ **Chapitre I** : Généralité sur le dessalement et ses effets sur l'environnement. Cette partie explique les principales technologies et les installations des procédés de dessalement, et ses effets conséquents de rejets de saumure sur le milieu marin.

→ **Chapitre II** : présentation de la Station de dessalement de Mostaganem

Ce chapitre débute par la situation géographique de l'usine de dessalement, Aussi nous présentons les paramètres démographiques et climatiques et les ressources en eau disponible dans la zone d'étude.

Elle se poursuit par une description générale de la station de dessalement de Mostaganem (Sonachter).

→ **Chapitre III** : les analyses physico-chimiques de l'eau produite et l'eau de rejet

Dans ce chapitre nous présentons, les prélèvements, les modes appliqués pour les analyses, et finalement l'interprétation et la discussion sur les résultats obtenus.

Conclusion générale et recommandations

Chapitre I

**Généralité sur le dessalement de l'eau de mer et son effet sur
L'environnement**

Chapitre I: Généralités sur le dessalement de l'eau de mer et son effet sur l'environnement

I.1 Introduction :

L'augmentation de la population amène de nombreuses régions du monde à se trouver en manque d'eau ; pour cela de nombreuses solutions ont été envisagées pour pallier ce problème, y compris le dessalement de l'eau de mer [1] qui contient plusieurs méthodes physiques permettent l'obtention de l'eau douce à partir l'eau de mer [2], et qui est au même temps un danger sur l'environnement.

I.2 Définition de dessalement :

Le dessalement s'appelle dessalage ou désalinisation. Il consiste à séparer l'eau et les sels à partir d'une eau brute, qui peut être de l'eau de mer ou une eau saumâtre d'origine continentale. [3]

I.3 Les principes de dessalement :

I.3.1 Captation de l'eau de mer :

Consiste à pomper l'eau de mer vers la station de dessalement, cette eau doit être bonne du point de vue matières en suspension. Deux types de technologies sont utilisés dans cette étape :

- Les forages côtiers : soit verticaux soit sous forme de galeries horizontales permettant d'obtenir une eau de très bonne qualité et relativement stables.
- La prise d'eau de surface : peut être faite en pleine mer. Dans le cas idéal, le captage doit être effectué en zone profonde, éloigné de la côte, protégé des pollutions et des forts courants. [4]

I.3.2 Prétraitement :

I.3.2.1 Coagulation –floculation :

L'opérateur de coagulation-floculation a pour but la croissance des particules (qui sont Essentiellement de flocc colloïdaux) par déstabilisation des particules en suspension puis formation de flocc par agrégation. [5]

Les flocc ainsi formés seront décantés et filtrés par la suite.

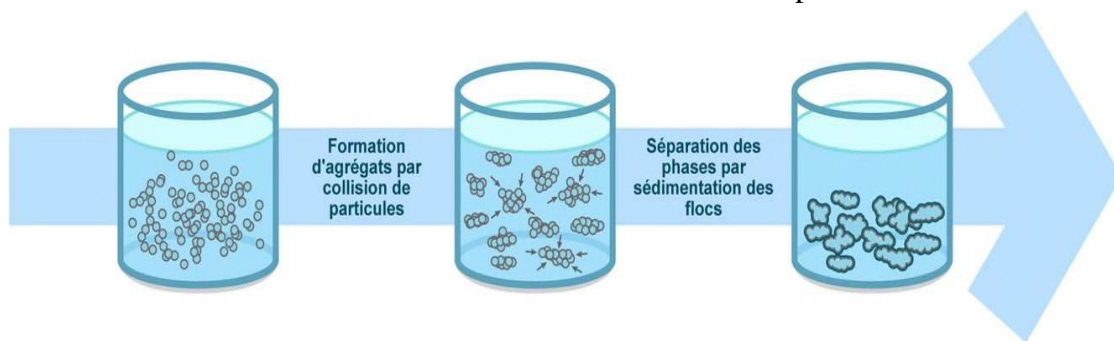


Figure I. 1:Coagulation floculation. [5]

❖ **Coagulation** : la charge électrique et la couche d'eau qui entourent les particules hydrophiles tendent à éloigner les particules les unes des autres et, par conséquent, à les stabiliser dans la solution. Le but principal de la coagulation est de déstabiliser ces particules pour favoriser leur agglomération. [6] Les coagulants sont des produits capables de neutraliser les charges des colloïdes présents dans l'eau. [7]

❖ **Floculation** : la floculation est le processus physico-chimique au cours duquel des matières en suspension dans un liquide s'agglomèrent pour former des particules plus grosses, généralement très poreuses, nommées flocc. Les flocc sédimentent généralement beaucoup plus rapidement que les

particules primaires dont ils sont formés. La floculation peut avoir lieu naturellement ou peut être accélérée par l'ajout d'un floculant. [5]

I.3.2.2 La filtration :

Dans le cas de la filtration sur sable, la séparation s'effectue le long d'un milieu poreux (le sable), plus ou moins tortueux, qui se colmatara en profondeur au fur et à mesure de l'accumulation des particules en suspension lors du passage du fluide. Plusieurs autres types de filtres reposent sur ce principe (filtre à cartouche, filtre à disque...). Un milieu poreux représente un ensemble de grains ou d'agrégats autour desquels des espaces vides appelés pores, sont interconnectés ou non. Le matériau doit être perméable à un écoulement de fluide. [8]

I.3.2.3 Le traitement chimique :

Après la filtration à sable, des équipements de dosage font partie de prétraitement chimique appliqué à l'eau de mer avant l'entrée dans les membranes (acidification, addition de bisulfite de sodium et dosage d'anti-incrustant. [9]

I.3.2.4 La filtration de sécurité ou microfiltration :

Pour but de retenir les particules de quelques microns non retenues par filtre sur sable [10]. La microfiltration est assurée par l'utilisation d'un filtre à cartouche type bobiné dont le nombre de cartouches est de 35. Entre le collecteur d'entrée et de sortie, il y'a un manomètre différentiel muni de contact électrique pour alarme, qui indiquera quand il sera nécessaire de remplacer les cartouches filtrantes. [9]

I.4 Les procédés de dessalement :

La totalité des installations actuellement en service fait appel à deux grandes familles de procédés: les procédés de distillation (par évaporation) et les procédés de séparation par membranes qui sont plus récents.

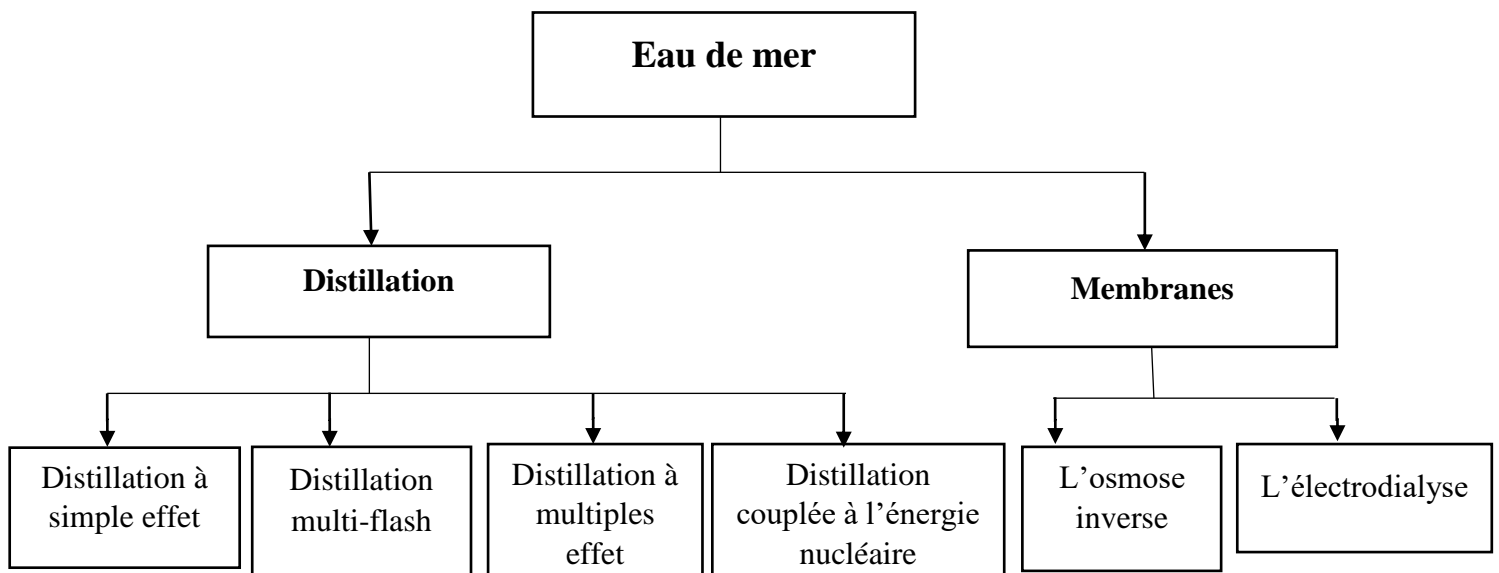


Figure I. 2:Schéma générale des différents procédés de dessalement. [10]

I.4.1 Procédés de distillation :

La distillation occupe aujourd'hui environ 60% du marché mondial du dessalement. Elle est la plus vieille et la plus rustique des techniques de dessalement. [11]

I.4.1.1 Distillation à simple effet :

Elle reproduit en milieu industriel le processus naturel de dessalement. Et s'agit de chauffer l'eau de mer pour en vaporiser une partie. La vapeur ainsi produite ne contient des sels, et suffit alors de refaire passer cette vapeur à l'état liquide en la refroidissant pour obtenir de l'eau potable. [11]

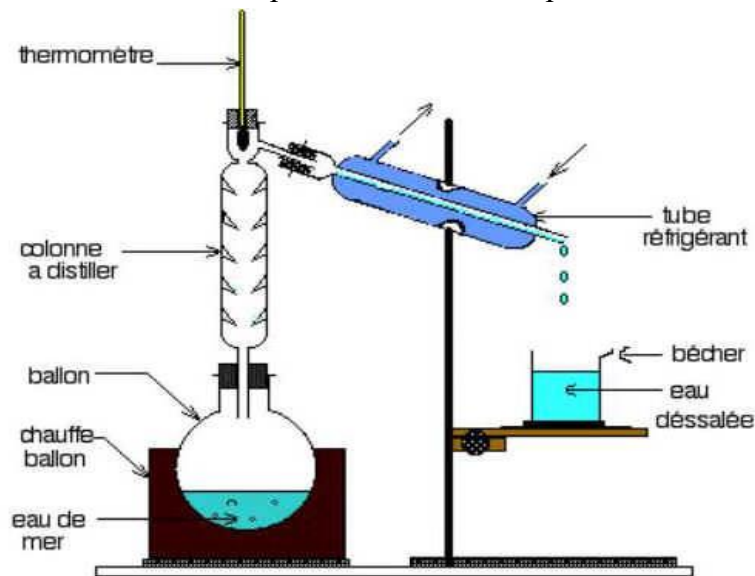


Figure I. 3:Le principe de distillation. [11]

L'inconvénient majeur de ce procédé est leur consommation énergétique importante liée à la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

I.4.1.2 Distillation multi-flash :

L'intérêt du multi-flash réside dans son faible coût énergétique. En effet, plus la pression est basse, plus la température à laquelle l'eau passe à l'état gazeux est faible. Pour ce procédé, l'eau de mer est envoyée dans des conduits au bout desquels elle est chauffée à 120 °C, puis elle est ensuite introduite dans un compartiment où règne une pression réduite (sa température d'ébullition est donc plus basse). [11]

L'eau est alors instantanément transformée en vapeur par détente appelée Flash. La vapeur ainsi créée va monter au contact des premiers conduits dans lesquels passent l'eau de mer.

Les conduits sont assez froids ce qui provoque la condensation de cette vapeur qui est alors récupérée à l'état liquide. Pour l'eau qui ne s'est pas évaporée dans ce compartiment, elle est récupérée puis transférée dans un deuxième compartiment du même type mais avec une pression atmosphérique encore plus basse. Et ainsi l'opération est répétée plusieurs fois à la suite (d'où le nom de multi-flash). Il existe des usines de dessalement dans lesquels l'opération se répète dans 40 compartiments. [11]

I.4.1.3 Distillation à multiples effets :

La distillation à effets multiples est moins courante car elle ne permet pas de produire de grandes quantités d'eau douce et son installation est délicate et coûteuse. Mais cette technique permet des économies de l'ordre de 15% à 20% par rapport au multi-flash. Le principe simple consiste en une association en série de modules évaporateur/condensateur dont la disposition permet de limiter les pertes thermiques et assurer une grande faisabilité technique. De plus, ce procédé permet d'optimiser la récupération de la chaleur latente de condensation de l'eau. [11]

I.4.1.4 Distillation couplée à l'énergie nucléaire :

L'énergie nucléaire devrait pouvoir émerger, dans un avenir proche, comme une importante source de puissance pour le dessalement. Des programmes de développement de réacteurs nucléaires dédiés au

dessalement sont actuellement en cours. Les filières les plus évidentes sont celles qui ont été conçues pour la production de chaleur pour le chauffage urbain (notamment en Russie). [11]

I.4.2 Procédés membranaires :

Les membranes ont les capacités de différencier et séparer sélectivement les sels et l'eau. En utilisant ces capacités mais différemment dans chaque cas, deux procédés de dessalement à membrane ont été développés et sont actuellement disponibles au marché : l'électrodialyse(ED) et l'osmose inverse(OI). [12]

I.4.2.1 L'osmose inverse :

Est un procédé de séparation de l'eau et des sels dissous au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression (54 à 80 bar pour le traitement de l'eau de mer). Ce procédé fonctionne à température ambiante et n'implique pas de changement de phases. [11]

Les membranes polymères utilisées laissent passer les molécules d'eau et ne laisse pas passer les particules, les sels dissous et les molécules organiques de 10-7 mm de tailles.

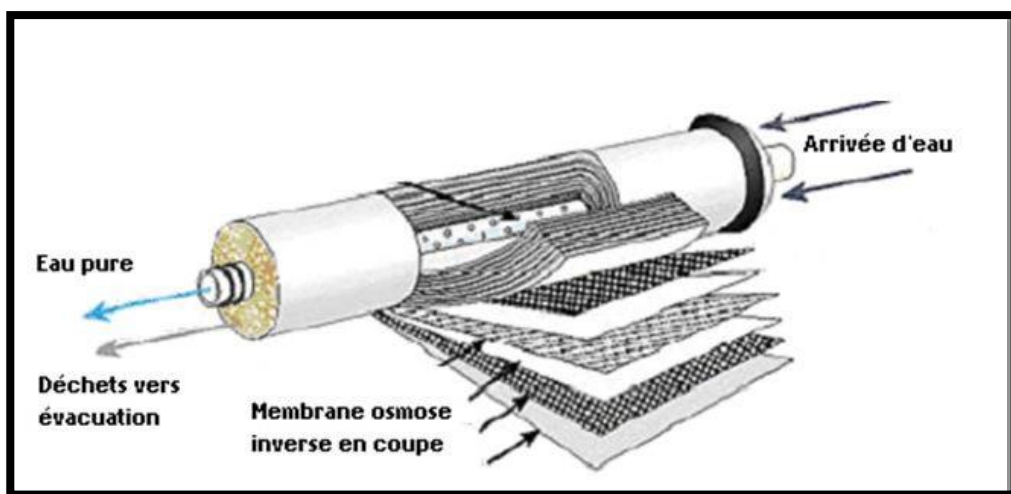


Figure I. 4: Structure d'une membrane et son principe [11]

La teneur en sel de l'eau osmotique est de l'ordre de 0,5g/L. [11]

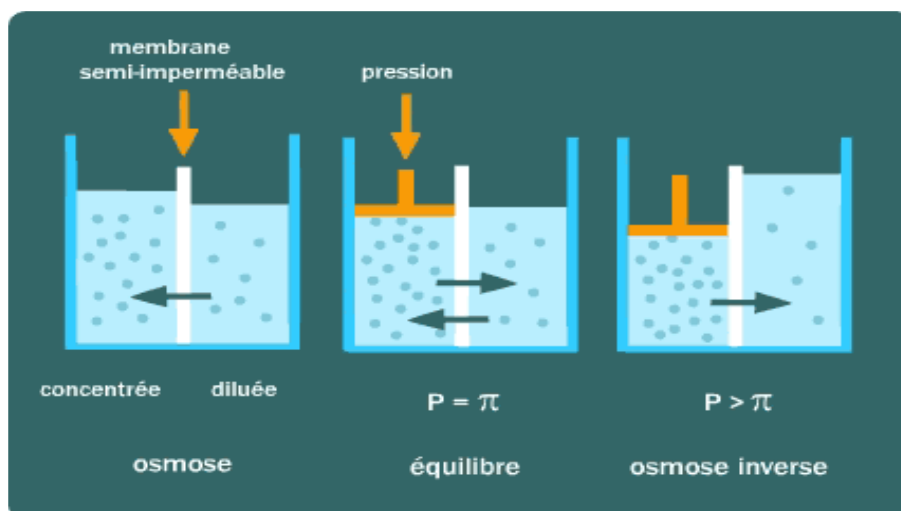


Figure I. 5: Principe des phénomènes d'osmose et d'osmose inverse. [11]

I.4.2.2 Electrodialyse :

L'électrodialyse est un procédé de nature électrochimique. Il permet d'extraire en partie ou en totalité des ions contenus dans une solution en conservant des substances pas ou très peu ionisées. [13]

Un électro-dialyseur fonctionne de la manière suivante : deux compartiments 1 et 2 sont séparés par des membranes alternativement anioniques et cationiques. Comme leur nom l'indique sous l'action d'un champ électrique, les premières ne se laissent franchir que par des anions, les secondes par les cations. [13]

Les cations migrent dans le sens du courant électrique. Ils peuvent sortir du compartiment en traversant la membrane cationique, mais ils ne peuvent pas sortir du compartiment 2, car ils trouvent sur leur chemin une membrane anionique.

Les anions migrent dans le sens inverse du courant électrique. Ils peuvent eux aussi sortir du compartiment en traversant la membrane anionique, mais ils ne peuvent pas sortir du compartiment 2 car la membrane cationique les en empêche. [13]

En conséquence, Le compartiment s'appauvrit en sels dissous : on l'appelle compartiment de dilution .Le compartiment 2 s'enrichit en sels dissout : on l'appelle compartiment de concentration. [13]

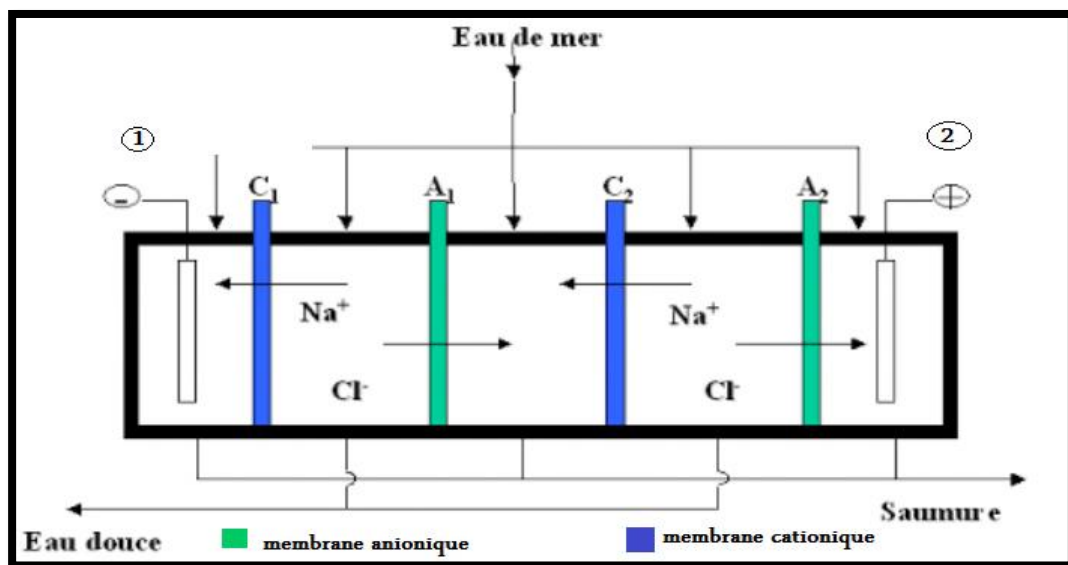


Figure I. 6: Le fonctionnement du procédé d'électrodialyse [13]

I.5 Composition chimique de l'eau de mer :

L'eau de mer est composée d'eau et de sels ainsi que de diverses substances en faible quantité. L'eau de mer est considérée comme une solution de onze constituants majeurs qui sont par ordre décroissant d'importance, le chlorure(Cl⁻), l'ion sodium(Na⁺), le sulfate (So₄-2), l'ion magnésium(Mg+2),l'ion calcium(Ca+2),l'ion potassium(K⁺),le bicarbonate, le bromure(Br), l'acide borique(B(OH)₃), le carbonate (CO₃-2) et le fluorure(F⁻).

Les deux principaux sels sont Na⁺ et Cl⁻ qui en s'associant forment le chlorure de sodium principal constituant du « sel marin », que l'on extrait dans les marais salants pour obtenir du sel alimentaire.

Les gaz dissous comprennent principalement : 64 % d'azote, 34 % d'oxygène, 1,8 % de dioxyde de carbone (soit 60 fois la proportion de ce gaz dans l'atmosphère terrestre)

Tableau I. 1: Principaux sels dissous pour une eau de mer de salinité 35 g/l

Éléments	Concentration	
	g/kg	mol/kg
Anions		
Chlorure (Cl^-)	19,3524	0,54586
Sulfate (SO_4^{2-})	2,7123	0,02824
Hydrogénocarbonate (CO_3^{2-})	0,108	0,00177
Bromure (Br^-)	0,0673	0,000842
Carbonate (CO_3^{2-})	0,0156	0,00026
Fluorure (F^-)	0,0013	6,48E-05
Hydroxyde (OH^-)	0,0002	1,20E-05
Cations	g/kg	mol/kg
Ion sodium (Na^+)	10,7837	0,46907
Ion magnésium (Mg^{2+})	1,2837	0,05282
Ion calcium (Ca^{2+})	0,4121	0,01028
Ion potassium (K^+)	0,3991	0,01021

I.5.1 Les problèmes techniques rencontrés en dessalement :

I.5.1.1 Entartrage :

L'entartrage est un dépôt de sels minéraux qui a tendance à se former sur les surfaces d'échanges. A cause des ions présents dans les eaux salines (calcium, magnésium, bicarbonates et sulfate).

Ces dépôts sont constitués principalement par de carbonate de calcium (CaCO_3), de l'hydroxyde de magnésium ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) et de sulfate de calcium (CaSO_4)etc.

Par la diversité de leurs origines, les dépôts de tartre ont des conséquences considérables sur le fonctionnement des installations de dessalement :

- ❖ Réduction de la section de passage ;
- ❖ Dégradation des états de surface ;
- ❖ Par leur très forte adhérence, les tartres mènent à une constance de débit ;
- ❖ Augmentation des pertes de charge pour un débit constant ;
- ❖ Obturation des conduites du fait de la diminution de son diamètre par les dépôts de tartre.

I. 5.1.2 Corrosion :

La corrosion est la dégradation d'une substance, en particulier un métal ou un alliage, provoquée par l'action chimique d'un liquide ou d'un gaz sur la substance. Le terme corrosion s'applique plus particulièrement à l'action graduelle d'agents naturels, tels que l'air ou l'eau salée sur les métaux. [14]

Les principales conséquences de la corrosion sont :

- ❖ Rupture des conduites
- ❖ Augmentation de la rugosité
- ❖ Fuites d'eau

- ❖ Pollution de l'eau produite par des agents extérieurs

I.5.1.3 Colmatage ou fouling :

Les eaux naturelles (eaux de mer ou eaux saumâtres) contiennent la plupart du temps des matières organiques en suspension qui vont avoir tendance à se déposer sur les surfaces d'échange et à les colmater. Il va en résulter une augmentation de la résistance de transfert et une diminution de la capacité de production de l'installation.[15]

Le développement de microorganismes, dans les parties des installations ou les conditions physico-chimiques le permettent, peut accentuer le phénomène par suite de la formation de films biologiques sur les surfaces de transfert (biofouling). [14]

Le colmatage a comme conséquences :

- ❖ Une augmentation de la perte de charge ;
- ❖ Une augmentation du passage de sels, le colmatage empêche la retro diffusion des sels rejetés par la membrane ;
- ❖ Une perte de flux.

I.6 Le dessalement en Algérie :

Les ressources hydriques de l'Algérie restent limitées. Tout d'abord, pour des raisons climatiques : la pluviométrie, irrégulière, oscille entre 100 et 600 mm/ans seulement. L'Algérie se trouve parmi les pays du monde qui sont sous le seuil de pénurie adopté par la banque mondiale, il faut mobiliser toutes les ressources d'eau disponible pour sécuriser l'alimentation en eau potable .De ce fait, le dessalement des eaux de mer est la solution adéquate de cette problématique. [16]

Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres a connu ces dernières années une avancée remarquable grâce au développement de différents procédés. Aujourd'hui, plusieurs facteurs militent en faveur de la mise en œuvre de cette technologie dans notre pays :

- ❖ Un littoral long de 1200 Kilomètres
- ❖ Disponibilité de l'eau de mer, ressource inépuisable
- ❖ Une population et une industrie grandes consommatrices d'eau se trouvant à proximité de la mer
- ❖ Disponibilité de la ressource énergétique ou combinaison de sa production.

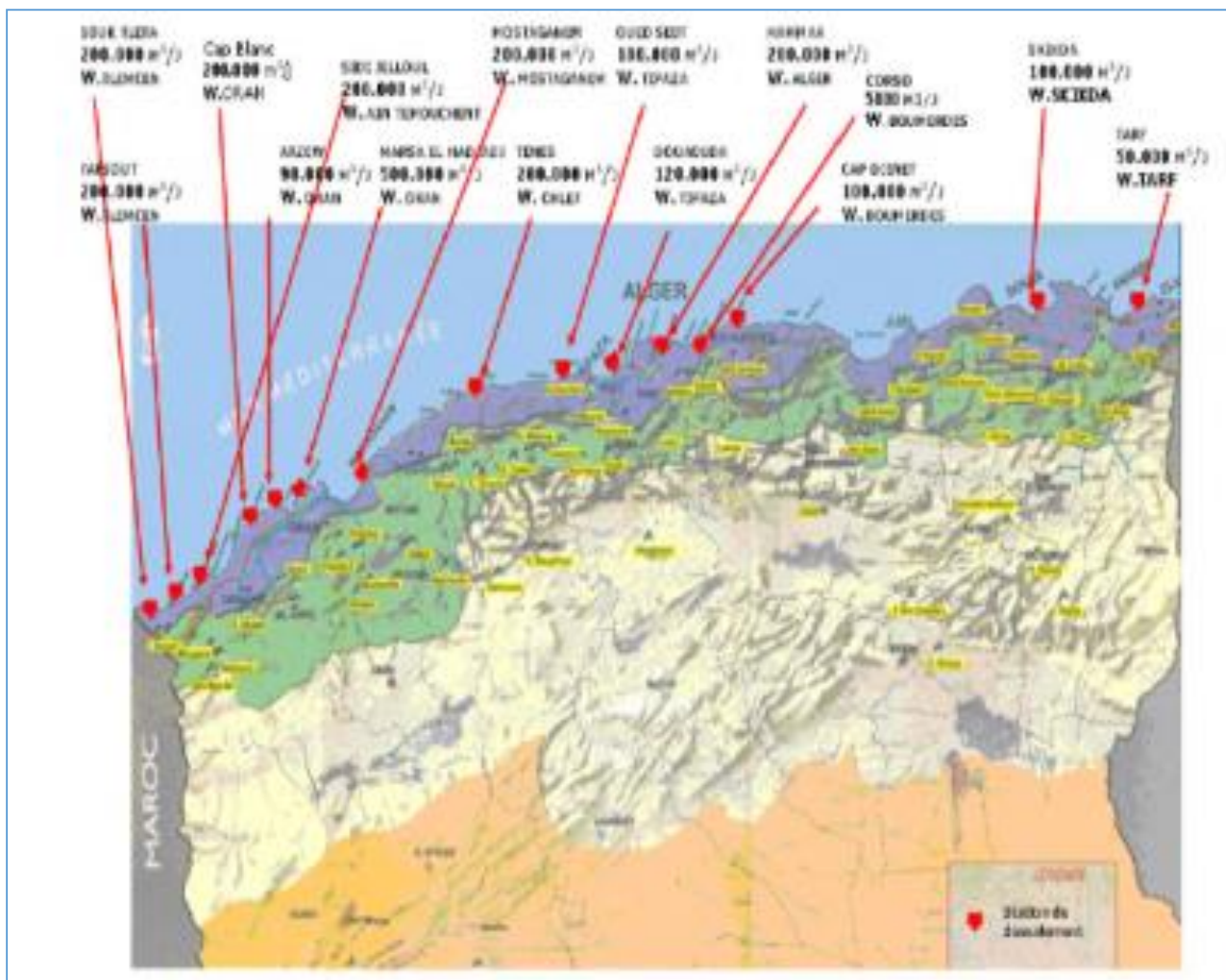


Figure I. 7: Les différentes stations de dessalement en Algérie(17)

Tableau I. 2: Les grandes unités de dessalement

N°	Localisation	Capacité m3/j	Population à servir	Echéancier prévisionnel
01	Kahrama (Arzew)	90 000	540 000	En Exploitation
02	Hamma (Alger)	200 000	L'Algérois	En Exploitation
03	Skikda	100 000	666 660	En Exploitation
04	BeniSaf) A.Temouchent	200 000	1 333 320	En Exploitation
05	Mostaganem	200 000	1 333 320	En Exploitation

06	Douaouda (Alger Ouest)	120 000	666 660	En Exploitation
07	Cap Djenet (Alger Est)	100 000	666 660	En Exploitation
08	Souk Tleta (Tlemcen)	200 000	1 333 320	En Exploitation
09	Honaine (Tlemcen)	200 000	1 333 320	En Exploitation
10	Mactaa (Oran)	500 000	1 333 320	En exploitation
11	El Tarf	50 000	-	-
12	Ténès	200 000	999 990	-
13	Oued Sebt (Tipaza)	100 000	-	-

Tableau I. 3: Petites station (monoblocs)

Wilaya	Site	Commune	Capacité m3/j	Population à servir
Alger	Champ de tir	Zéralda	5 000	33 330
Alger	Palm Beach	Staoueli	2 500	16 660
Alger	La Fontaine	Ain Benian	5 000	33 330
Tlemcen	Ghazaouet	Ghazaouet	5 000	33 330
Tipasa	Bou Ismail	Bou Ismail	5 000	33 330
Skikda	L.BenMhidi	L.BenMhidi	7 000	47 000
Tizi –Ouzou	Tigzirt	Tigzirt	2 500	16 660
Oran	Bou Sfer	Bou Sfer	5 000	33 330
Oran	Les Dunes	Ain Turk	2X2 500	33 330
Ain-Temouchent	Bou Zdjer	Bou Zdjer	5 000	33 330
Ain-Temouchent	Chatt el Ward	Bou Zdjer	5 000	33 330
Boumerdes	Corso	Corso	5 000	33 330

I.7. Les avantages et les inconvénients de dessalement de l'eau de mer en Algérie :

Le dessalement de l'eau de mer apporte une réponse aux besoins d'eau douce. Il présente de nombreux avantages dont :

- 1) D'une part, il peut s'avérer très utile dans les situations d'urgence, lorsque les réserves d'eau ont subi des infiltrations d'eau salée, à la suite, par exemple, de marées salines, comme cela s'est produit récemment avec les tsunamis en Asie.
- 2) D'autre part, l'irrigation à base d'eau dessalée est bénéfique pour l'environnement car elle permet une salinisation réduite du sol [18]
- 3) l'Algérie dispose d'un littoral de 1200km

- 4) l'utilisation de l'eau de mer qui est une ressource pratiquement non polluante et inépuisable
- 5) la population ainsi que l'industrie à grande consommation d'eau se trouvent à proximité de la mer [19]
- 6) le domaine de dessalement de l'eau de mer a connu ces dernières années une avancée technologique remarquable grâce au développement de différents procédés (l'osmose inverse)
- 7) une importante demande en eau se situe à proximité de la cote ce qui réduit davantage les prix de revient d'eau. [19]
- 8) l'un des grandes avantages de dessalement d'eau de mer est la sécurisation de l'alimentation en eau (potable ou industrie) des différents consommateurs, car cette ressource n'obéit pas aux aléas climatiques et elle permet donc de produire d'une manière permanente les quantités voulues, des quantités journaliers qui dépassent les 200000m³ /jours (station de Kahrama à Oran 500000m³ /jours). [19]

Toutefois, quel que soit le procédé utilisé, il n'est pas sans inconvénients :

- 1) Besoins énergétiques importants ;
- 2) Rejet des saumures concentrées en mer ou injectées dans le sol ;
- 3) Emplois de produits chimiques pour nettoyer les membranes ;
- 4) Traces des métaux lourds échappés des installations ;
- 5) Aucune législation spécifique concernant la potabilité de l'eau issue de ces traitements [20]
- 6) Un volume d'eau produite insuffisant comparé au volume d'eau de mer prélevé.
- 7) La dégradation de l'environnement marin due à l'extraction et au rejet d'eau avec une quantité de sels très élevés (rejet des concentrât). [21]

I.8. Les différents impacts de dessalement de l'eau de mer sur l'environnement :

Le dessalement de l'eau de mer a des impacts sur l'environnement qui influent principalement sur le milieu marin, ainsi que la faune et la flore aquatique, ces impacts proviennent du rejet (saumure) produit au cours du dessalement comme les produits chimiques utilisés dans le nettoyage des modules d'osmose inverse. [22]

Le dessalement peut aussi influe sur les équipements de la station, sur la qualité de l'air et la lumière.

I.8.1 Effets dus au prélèvement d'eau de mer :

Les usines de dessalement de l'eau de mer ont des dispositifs d'admission situés au large qui leur permettent de prélever de grosses quantités d'eau à proximité de certains habitats marins. Ce processus comporte des impacts potentiels pour la flore et la faune de la zone concernée. [22]

Des tambours tamiseurs sont souvent disposés entre le dispositif d'apport et les pompes d'alimentation afin d'empêcher des débris flottants, des organismes marins

volumineux et autres matières de pénétrer dans le circuit de prétraitement de l'usine de dessalement. En général, le maillage de ces tambours tamiseurs est de l'ordre de 5 mm, afin d'empêcher l'apport de la plupart des poissons et autres organismes marins. Cependant, le prélèvement représente deux sources potentielles d'impact, à savoir le heurt du poisson sur les tambours et l'introduction de biotes dans le circuit d'eau d'alimentation. [22]

Il est notoire que le prélèvement et le tamisage de volumes relativement importants provoque le heurt du poisson et d'autres organismes sur les tambours tamiseurs, avec conséquences des dommages physiques comme l'écaillage et des troubles tels qu'une désorientation. Ce phénomène entraîne une augmentation de la mortalité par maladie et une vulnérabilité accrue à la prédation. [22]

Ensuite, bien que les mailles des tambours empêchent l'apport de poissons et invertébrés de grande taille, on sait que l'introduction dans le circuit représente une menace importante pour le phytoplancton et le zooplancton.

Les principaux impacts associés au passage dans les circuits de prétraitement et de dessalement, qui dépendent en grande partie de la technique adoptée pour les procédés d'Osiose Inverse (OI) et Multi Stage Flash (MSF), sont liés à des activités telles que la chloration, les lésions de cisaillement et le changement rapide de pression dans le circuit. La conséquence générale de l'entraînement d'organismes dans le circuit est une réduction du recrutement pour les habitats existants et une chute de la productivité globale de l'écosystème. [22]

I.8.2 L'influence de l'énergie dégagée par la station de dessalement sur la qualité de l'air :

Les techniques utilisées pour le dessalement de l'eau sont très consommatrices d'énergie, même si la tendance est à la baisse, notamment grâce au développement de l'osiose inverse et d'autre technologie innovante. [23]

Cette énergie est le plus souvent fournie par des combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon) qui présentent pour l'environnement l'inconvénient d'émettre des polluants atmosphériques tels que l'émission de gaz à l'effet serre (CO₂) qui provoque les pluies acides.[23]

Cependant, les usines de dessalement émettent aussi des gaz qui ne proviennent pas de la combustion de combustibles fossiles, mais qui étaient déjà dissous dans l'eau de mer.

Dans les usines thermiques, l'eau d'alimentation est habituellement désaérée et des gaz émanent de la saumure qui s'évapore dans les chaudières de détente. [23] Les deux procédés (OI, MSF) augmentent les émissions de gaz carbonique (CO₂), qui est stocké dans les océans sous forme de bicarbonate.

Il a ainsi été estimé que le système de production espagnol rejetait 680g de CO₂ par mètre cube (680 g/m³) d'eau dessalée, ce qui, pour une production de plusieurs millions de mètres cubes par jour m³/j) se traduirait par l'émission dans l'atmosphère de plusieurs milliers de tonnes de CO₂ par jour. [23]

D'autre part l'énergie thermique ou mécanique nécessaire au processus de dessalement de l'eau de mer, sont à l'origine d'une augmentation de la température de l'eau et donc d'une température élevée de la saumure (température de saumure est environ supérieur de 10°C à 15°C). [23]

I.8.3 Effets des produits chimiques :

I.8.3.1 Effets dus à la présence des métaux lourds dans le rejet :

La concentration des métaux lourds et leur composition dans le rejet dépend des éléments de construction utilisés et de leur résistance à la corrosion. Les parois des échangeurs de chaleur des usines à distillation sont habituellement en alliages cuivre nickel, et les autres éléments de construction comme les cuves à saumure sont souvent en acier inoxydable. [24]

Dans les usines OI, c'est aussi l'acier inoxydable qui prédomine, avec des matières plastiques pour les éléments non métalliques. L'acier inoxydable est généralement très peu corrosif, des quantités-traces de fer, nickel, chrome et molybdène étant présentes dans les rejets des usines à distillation et OI. [24]

Les alliages d'acier inoxydable en traces ne posent que relativement peu de risque pour le milieu marin, mais le cuivre est extrêmement toxique pour la plupart des organismes marins. Des concentrations aussi faibles que 10µg/l dans l'eau de mer peuvent avoir des effets considérables, mais leur toxicité dépend généralement de la biodisponibilité et de la sensibilité des espèces.

Les concentrations de base du cuivre dans la Méditerranée sont faibles, de l'ordre de 0,04 à 0,70 µg / l au large, et inférieure à 0,01 à 50 µg / l dans les eaux côtières [25] Les concentrations de cuivre dissous diminuent sous l'effet des processus chimiques et physiques dans l'eau de mer (précipitation, adsorption), mais il se produit un enrichissement de l'élément dans les matières en suspension et, finalement, dans les sédiments.

L'accumulation de cuivre constitue un risque potentiellement élevé pour les habitats des fonds meubles et les zones à faible échange d'eau, dans lesquelles les taux de sédimentation sont élevés. De nombreux invertébrés benthiques (les crustacés) s'alimentent de matières déposées ou en suspension, le risque étant que des métaux lourds viennent enrichir leurs corps et atteignent des niveaux trophiques trop élevés. [25]

I.8.3.2 Effets dus aux additifs d'Antitartre :

Des agents antitartre sont ajoutés à l'eau d'alimentation dans les usines MSF et OI pour prévenir l'entartrage. Les principaux agents antitartre sont des polymères organiques (essentiellement les polymères de l'acide acrylique et les polymères de l'acide maléique), des phosphorâtes et des poly phosphates. [22]

Une action précoce contre l'entartrage est obtenue avec l'adjonction de phosphates polymères. L'ortho phosphate produit de l'hydrolyse des poly phosphates, est un macroélément nutritif qui stimule la productivité primaire. Dans une zone marine oligotrophe comme la mer Méditerranée, le rejet d'un macroélément nutritif peut avoir des effets drastiques tels que des efflorescences algales, des proliférations d'algues macroscopiques. L'utilisation de ces produits permet d'empêcher l'apparition d'effets eutrophisants. [22]

I.8.3.3 Effets dus aux additifs antisalissure :

La chloration est un bon auxiliaire mais un mauvais maître en ce sens qu'elle est très économique et efficace mais qu'elle n'est pas correctement maîtrisée; elle donne naissance à des dérivés tels que des thiolméthanes qui sont soumis à réglementation en raison de leurs effets cancérigènes. [26]

Si le chlore est un agent antisalissure à large spectre, il présente aussi des effets étendus sur le milieu marin quand il est rejeté avec la saumure. Il occasionne des effets biologiques par son action stérilisante intrinsèque et des effets chimiques en halogénant les constituants organiques de l'eau de mer. [26]

D'autres agents antisalissure comme les sels de cuivre entraînent des rejets de cuivre dans la saumure, et ce métal, même à de très faibles concentrations (moins de 1ppm), peut avoir des incidences sur l'environnement par suite de son accumulation. [22]

I.8.4 Rejet de saumure :

La saumure est un sous-produit de dessalement inévitable, qui est déchargée, généralement dans l'environnement marin. Les implications environnementales de cette solution de sel fortement concentrée (TDS) est auteur de 70 000 ppm sur les écosystèmes marins locaux qui ont été discutées de façon contre-versée pendant beaucoup d'années. La salinité totale de la saumure est de 63,8 g/l contre 38,95 g/l pour l'eau d'alimentation. [27]

Par exemple, à l'usine de dessalement de Dhekelia (Chypre), qui a une capacité de production de 40 000 m³/jour, la saumure d'une salinité d'environ 72 ‰, est rejetée dans la mer par un émissaire doté à son extrémité d'un multi diffuseur, à une profondeur d'environ 5m et à une distance de 250 m du rivage; d'après leur étude, un accroissement de la salinité dans un rayon de 200 m à partir du rejet. De fait, la plus forte salinité (54 ‰) a toujours été décelée au point de rejet et il était possible de relever une salinité supérieure à celle de l'eau de mer (39 ‰) jusqu'à 200 m du rejet. [28]

La zone d'impact présentant une forte salinité varie selon la saison, l'impact le plus marqué se produisant durant les mois d'été.

D'après l'étude de l'usine de dessalement de Dhekelia (Chypre) sur la macro benthos marin montre que les salinités élevées causaient des dommages importants aux communautés de l'algue macroscopique *Cystoseira barbata* à proximité de l'émissaire du concentré, alors que d'autres espèces d'algues microscopiques disparaissaient de la zone environnante (à une distance de 100 m du point de rejet). En outre, d'autre part, elle montre une diminution importante de la diversité et de l'abondance de la macrofaune benthique au site de rejet du concentré. [28]

Les modifications de la salinité de l'eau ont induit des changements dans la composition des formations macro faunistiques à proximité du point de rejet. Alors que la communauté benthique avant la mise en place de l'émissaire se composait pour 27% de polychètes, pour 27% d'échinodermes, pour 26% de scaphopodes et pour 20% de Gastropodes, durant la période d'exploitation, les seuls taxons observés étaient les polychètes et les crustacés représentant respectivement 80 et 20% de l'ensemble de la macrofaune. [28]

I.8.5 Impact de bruit :

Une usine de dessalement d'eau de mer par osmose inverse est une usine bruyante. En général ce bruit est produit par des pompes à haute pression et par les turbines utilisées pour la

récupération d'énergie [29], le niveau de bruit est plus de 90 dB, ce qui cause des difficultés de vivre à côté d'une usine pareil. Donc, l'usine devrait être située loin des secteurs peuplés et être équipée de technologie acoustique appropriée pour réduire le niveau de bruit. [30]

Le dessalement c'est une technique de séparation des eaux et des sels avec l'utilisation des divers procédés tels que la distillation et les procédés membranaires.

Le dessalement reste une solution très importante pour diminuer la crise de l'eau et couvrir les besoins de population, par conséquent il a un ensemble des inconvénients qui influent sur les équipements et l'environnement. Les deux principaux procédés de dessalement de l'eau de mer sont MSF et OI, différents par le type de leurs impacts. Dans le cas du procédé MSF, les principaux impacts sont la chaleur, les effluents thermiques et Zn, alors qu'avec OI c'est la salinité élevée de la saumure concentrée qui est environ deux fois supérieure à la salinité de l'eau d'alimentation, ce qui détruit les organismes marins.

I.9 Conclusion :

Le dessalement est l'une des solutions efficaces et maîtrisées techniquement, pour la mobilisation des ressources en eaux supplémentaires.

L'osmose inverse a connu un développement technologique avec l'apparition des membranes en polyamides sur le marché dont la durée de vie est plus importante. Il s'agit d'une technique performante qui peut être utilisée sur une grande plage de concentration ; comparé à l'électrodialyse et à la distillation qui sont réservés à des domaines plus spécifiques.

En ce siècle, le dessalement sera un enjeu majeur partout dans le monde. Cependant, il ne faut pas négliger l'impact écologique des rejets de concentrât.

CHAPITER II

**Présentation de l'unité de dessalement de
l'eau de mer (Sonachter Mostaganem)**

CHAPITER II : Présentation de l'unité de dessalement de l'eau de mer (Sonachter Mostaganem)

II.1 Introduction :

l'Algérie a lancé ces dernières années, un programme ambitieux d'installations de stations de dessalement pour faire face à des problèmes d'alimentation en eau qui s'accroissent par l'explosion démographique, le développement industriel et agricole ainsi que la sécheresse. Dans ce cadre, la station de dessalement d'eau de mer au niveau de la ville de Mostaganem fournira de l'eau pour combler le déficit en eau potable de la zone côtière.

II.2.1 Présentation de l'unité de dessalement de l'eau de mer (Sonachter Mostaganem) :

Le site de la station se trouve à l'extrémité du territoire de la commune de Mostaganem, à une distance de 300 m environ de la ville, Les terrains envisagés à ce stade se trouvent au sud de la plage de l'oued Cheliff, ces terrains sont du domaine public. La station alimentera les agglomérations de la Willaya de Mostaganem - « Carte II.2 ».



Figure II. 1: Situation Géographique de la Station de Dessalement [47]

II.2.2 Géologie:

Le plateau de Mostaganem présente dans sa partie Nord- Ouest, en zone littorale les formations de lumachelles du calabrien pliocène supérieur et les assises de marnes grises à vertes de miocène supérieur, du point de vue structural, ils s'accompagnent de nombreux

accidents tectoniques secondaires susceptibles d'avoir un impact sur les conditions d'écoulement des eaux, le littoral de bordure du plateau de St Louis. .

II.2.3 Situation Démographique de la Zone :

Sur le plan démographique, la zone d'étude se situe en totalité dans la grande commune de Mostaganem. Elle occupe une situation assez centrale dans la partie Nord de la wilaya.

Selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2014, la population de la commune de Mostaganem est évaluée à 245 330 habitants.

II.2.4 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. [46]

Le climat de Mostaganem se caractérise par une température douce, la faiblesse des écarts thermiques et l'alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre.

- **La précipitation :** La côte de la wilaya est soumise à des averses importantes, particulièrement dans la région Ouest du massif entre 700 et 1200 mm par année
- **La température :** les températures dans les zones côtières varient de 5 à 15 °C en hiver, et de 25 à 30°C en été.
- **Le vent :** Les vents dominants à travers les saisons de l'année sont généralement ceux du Nord-ouest et Ouest, les vents du Nord-Ouest dominent pendant l'automne et ceux de l'Ouest pendant l'hiver, les vents du Nord et du Nord-est ont une force non négligeable au printemps et l'été.
- **L'humidité (%) :** le taux d'humidité relative de l'air dans la région varie entre 69% et 79%.

II.2.5 Les ressources en eau de la Wilaya de Mostaganem:

Les agglomérations de la Wilaya de Mostaganem sont alimentées en eau potable par deux sources différentes souterraines et superficielles. Les ressources totales sont de 80.100 m3/jour distribuées comme suit : [4]

Tableau II. 1: les ressources en eau potable de la Wilaya de Mostaganem [4]

Ressources souterraines			
Sources	Puits	Forages	Total m3/j
14	45	104	26.100
Ressources superficielles			
Système MAO (m3/j)	Barrage Kramis (m3/j)	Barrage Gargar (m3/j)	Total (m3/j)
30.000	8.000	16.000	54.000

Plage de Distribution de l'Eau Potable de Chaque Localité:

Tableau II. 2: plage de distribution en eau potable pour les localités de Mostaganem [4]

Population et localités groupement Urbain de Mostaganem	Production en eau Souterraines (m3/j)	Production à partir du Système GARGAR (m3/j)	Production à partir du Système MAO (m3/j)	Plage de distribution (heures/jour)
centre-ville de Mostaganem autres localités du groupement: Mazagran, Sayada, Debdaba, Sidi Othmane et Stidia	9.500	16.000	30.000	8
Total	25.000		30.000	8

La demande en eau potable des agglomérations des différentes localités à l'horizon 2035 est de 224.072 m³/jour soit un volume annuel de 81.786.119 m³. La production pour différents système barrages et eaux souterraines est de 29.236.500 m³ par an, donc la réalisation de la station de dessalement est indispensable pour envelopper le déficit en eau potable.[4]

La station de dessalement devra produire 200.000 m³ par jour soit un volume annuel de 73.000.000 m³. Donc la quantité totale produite en 2035 sera de 102.236.500 m³ par an qui suffira largement pour alimenter la totalité des agglomérations de la Wilaya. Un Surplus de 20 millions de mètres cubes d'eau potable sera enregistré à l'horizon 2035. [4]

II.2.4.5 Les Données chimiques de l'Eau de mer:

La salinité des eaux de mer du littoral de Mostaganem est de 35 à 36,5 g/l, le pH est comprise entre 7,60 et 8,24 et la conductivité est de 51 à 55 µS/cm.

La variation d'augmentation de la salinité en fonction de la distance du point de rejet est donnée par la courbe suivante : $S=f(D)$

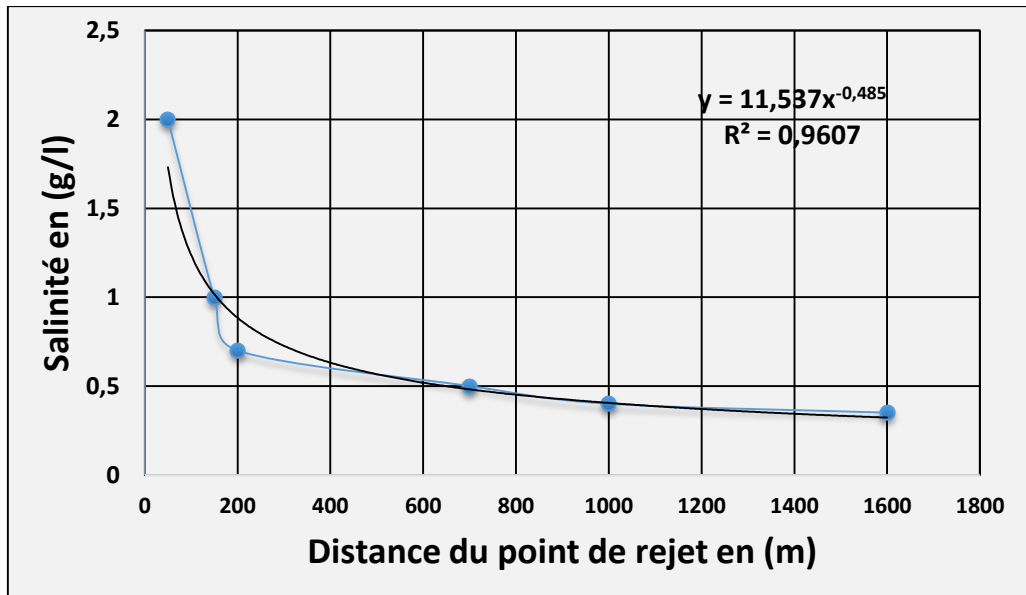


Figure II. 2: Variation de l'augmentation de la salinité de l'eau de mer de Cheliff plage [47]

Cette variation justifie que l'Oued de Cheliff est pollué par l'eau de mer qui se trouve limitrophe de la station jusqu'à 700 m, La salinité de l'eau peut atteindre jusqu'à 2 g/l et à partir de 1000 m la salinité commence à se stabiliser et égale à 0.35 mg/l environ.

De ce fait, il faut bien déterminer le point de prise d'eau brute à traiter.

II.2.4.6 Prescriptions Minimales pour la Prise d'Eau et le Rejet de Saumures:

Pour atteindre des fonds de 10 à 15 m, la prise d'eau devra sans doute être positionnée à plus d'un kilomètre au large, il est possible que les apports de l'oued Cheliff affectent la turbidité des eaux pompées en période de crue avec un rejet de saumure situé à 500 m des cotes sur plusieurs points.

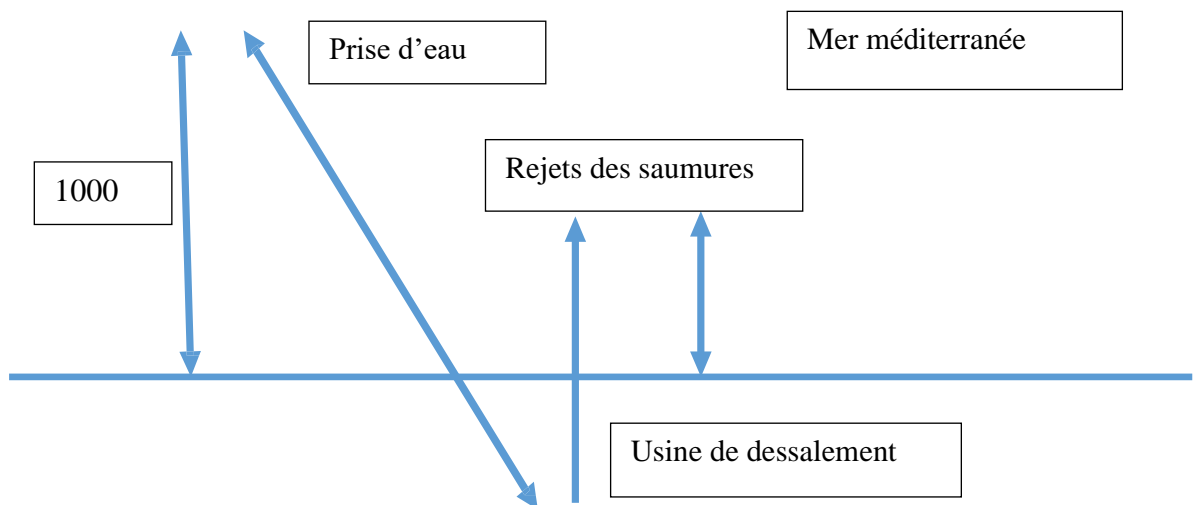


Figure II. 3: Prescriptions minimales pour la prise d'eau et le rejet de saumures [48]

II.3 .Processus de dessalement appliqué dans la station de Mostaganem :

II.3.1. Description de la station de Mostaganem :

L'Usine de Dessalement de Mostaganem, sise à Plage de Cheliff (Mostaganem), a une capacité de production d'eau potable de 200.000 m³ /jour. L'usine de Mostaganem est conçue pour fournir eau potable satisfaisant les exigences de qualité conformément aux prescriptions exigées et enfin avoir une consommation spécifique d'énergie électrique inférieure à la consommation spécifique d'énergie électrique garantie (3,40kwh /m³)

GS Inima et **aqualia** sont des sociétés espagnoles spécialisées dans les activités associées au traitement de l'eau avancée .En partenariat avec l'Union Temporaire des **Entreprises Opération &Maintenance Mostaganem UTE O&M MTM**, ils sont créés une station de dessalement des eaux en 2005 qui se trouve à Sonachter dans la ville de Mostaganem, Son exploitation fut en 2010.

Le projet de station de dessalement de L'eau de mer de Mostaganem fait partie du large programme de construction d'usines de dessalement entrepris par le gouvernement algérien pour fournir à l'Algérie une ressource en eau potable et permettre à la nappe phréatique de se renouveler.



Figure II. 4: Vue générale sur la station de Mostaganem

II.3.2 Le procédé de traitement d'eau de la station de Mostaganem :

Le processus de dessalement appliqué dans la station de Mostaganem comporte quatre systèmes principaux :

- Un système de captage et pompage d'eau de mer
- Un système de prétraitement de l'eau de mer par filtration et microfiltration
- Un système de déminéralisation de l'eau micro-filtré par osmose inverse
- Un système de re-minéralisation et conditionnement de l'eau déminéralisé

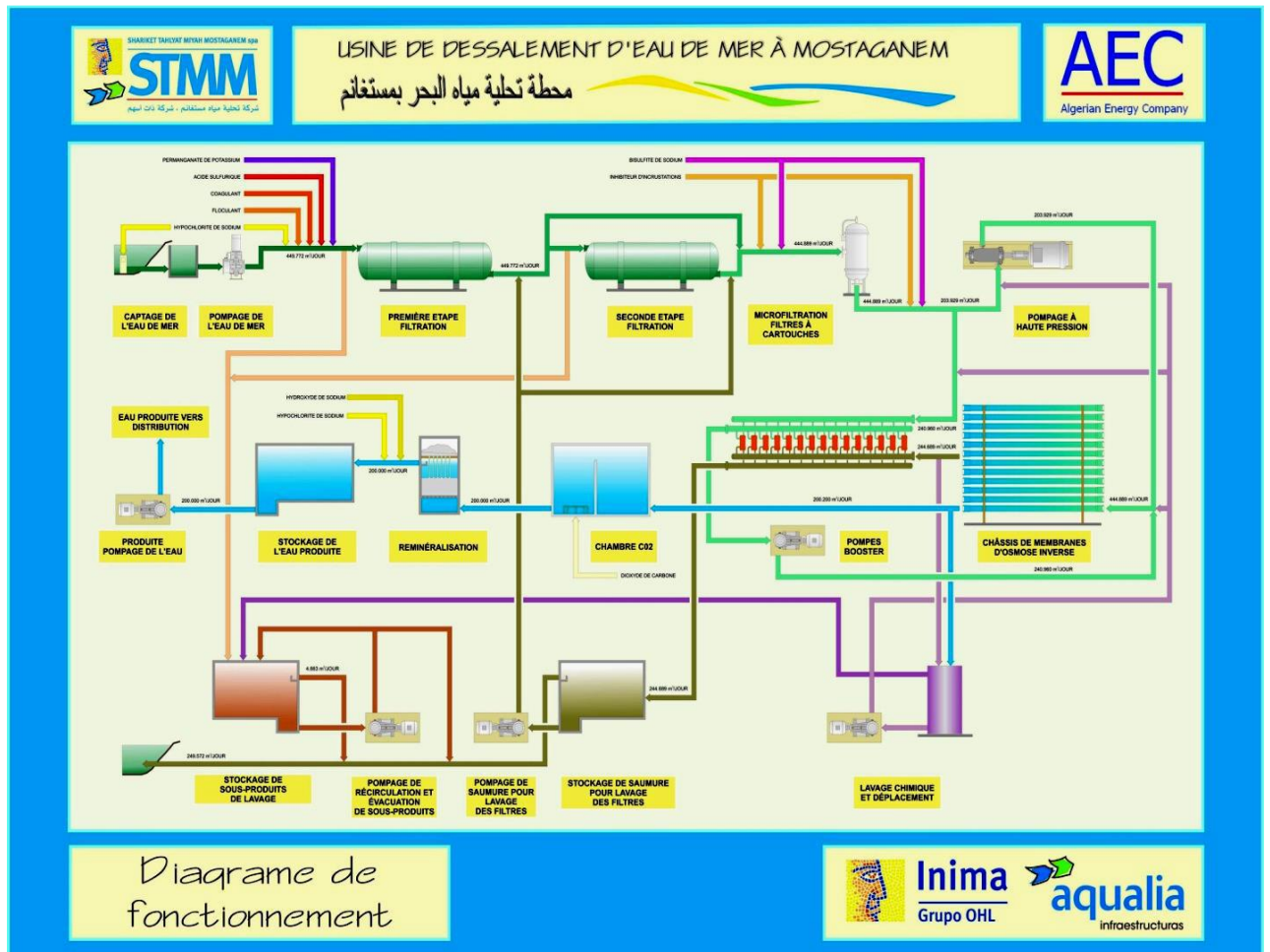


Figure II. 5: Schéma générale de la station de dessalement de Mostaganem

II.3.2.1 Le système de captage et pompage d'eau de mer

La première opération s'effectue au niveau de « la tour de captage de l'eau de mer » à partir de deux émissaires de captage dont le diamètre nominal est de 1800 mm, placé à une profondeur de 16 m sur une longueur de 2,5 Km, l'écoulement vers le réservoir d'eau de mer est gravitaire.

Cette eau est ensuite pompée par le biais de 09 pompes centrifuges horizontales dont une de réserve (veille), au débit de 9000 m³/h



Figure II. 6: Le captage et pompage de l'eau de mer

II.3.2.2 Le système de prétraitement de l'eau de mer par filtration et microfiltration :

C'est un traitement destiné à éliminer fondamentalement les éléments solides, les algues et la matière organique .Le système de prétraitement comprend deux sous-systèmes : Sous-système de filtration et Sous-système de microfiltration.

a. Sous- système de filtration :

L'usine est équipée avec deux étapes de filtration, une première étape avec des filtres mixtes à sable - anthracite et une seconde étape avec des filtres à sable.

a.1 Filtration de première étape :

L'Usine est équipée avec deux lignes de filtration de première étape avec douze (12) filtres horizontaux à pression chacune, travaillant à une vitesse de 8,45 m/h/et à une vitesse maximale de 9,46 m/h.

Lorsque l'un des filtres soit en lavage, sa quantité d'eaux filtrées est divisée par les autres filtres.

Chaque filtre a une surface moyenne de filtration de 91,39 m² et un diamètre de 4,00 m d'une longueur totale de 24,04 m.

a.2 Filtration de deuxième étape

Ils existent deux batteries munies de huit (8) filtres de pression horizontale chacune, travaillant à une vitesse de 12.87 m/h avec un maximum de 15.09 m/h/, lorsque l'une des batteries est dans le nettoyage l'autre prend le relais.

Chaque filtre a une surface filtrante moyenne de 90,04 m² et leurs dimensions et caractéristiques sont les mêmes que celles des filtres à sable de la première étape.



Figure II. 7: Sous système de filtration

b. Sous- Système de microfiltration :

La fonction du système de microfiltration est de protéger le système d'osmose inverse empêchant ainsi le pompage à haute pression. La microfiltration ne permet de passer que des particules de taille inférieure à 5 microns.

Le système de microfiltration consiste à deux lignes équipées avec neuf filtres chacune .chaque filtre est muni 365 cartouches de 1250 mm de longueur. Le débit unitaire par cartouche est de 2,85m³/h, lorsque les neuf seront en activité il atteindra celui de 3,2m³/h. Les cartouches sont logées dans une carasse en PREV .Les cartouches sont fabriqués en polypropylène de 1250 mm de longueur. [49]



Figure II. 8: Filtres à cartouches

II. 3. 2. 3. Le système de déminéralisation de l'eau micro-filtré par osmose inverse:

Le système d'osmose inverse est le cœur de l'usine et sa fonction est réduire la teneur en sels de l'eau micro-filtrée. L'osmose inverse est un procédé de purification de l'eau inspiré du phénomène chimique appelé l'osmose en inverse. Pour mettre place le principe de l'Osiose, on sépare 2 solutions aqueuses de concentrations différentes par une membrane semi-perméable qui ne laisse passer que l'eau pure. la solution dont la concentration est la plus basse va alors chercher à équilibrer les concentrations des 2 solutions en faisant passer de l'eau pure (H₂O) dans le compartiment de la solution dont la concentration est la plus élevée. L'eau micro filtrée arrive au système de pompage de haute pression puis envoyée vers les membranes d'osmose inverse

a. Pompe à haute pression :

Avant d'entrée dans les membranes d'OI, l'eau prétraitée arrive au système de pompage de haute pression généralement 2,5 bars. Les pompes se trouvant dans notre cas sont en nombre de 9 dont 8 sont fonctionnelles et une de secours, en fournissant une pression totale de l'ordre de 62 bars.



Figure II. 9: Pompe à haute pression

b. Systèmes de membranes d'osmose inverse

L'installation se compose de huit unités, chaque unité est répartie en deux châssis. Chacun de ses derniers comporte 152 tubes de pressions. Les tubes de pression sont disposés pour avoir un taux de conversion de 45%, Dans chaque tube sont placées 7 membranes spirales en polyamide aromatique avec un diamètre de 200 mm.



Figure II. 10: Les tubes de pression

II.3.2.3.1 Récupération d'énergie :

a. Présentation du système :

La récupération de l'énergie de la saumure à la sortie des membranes est réalisée au moyen des chambres hyperbariques. Cette opération est faite au niveau du système PX-220 (pressure Exchanger) de la marque ERI, avec 97 % d'énergie récupérée de rejet de la saumure.

Les rejets des membranes est dirigés vers le PX, qui transfère la pression du rejet à l'eau de mer, et la renvoie vers les membranes. Le PX fournit l'eau prétraitée par l'énergie du concentrât qu'il reçoit [50]

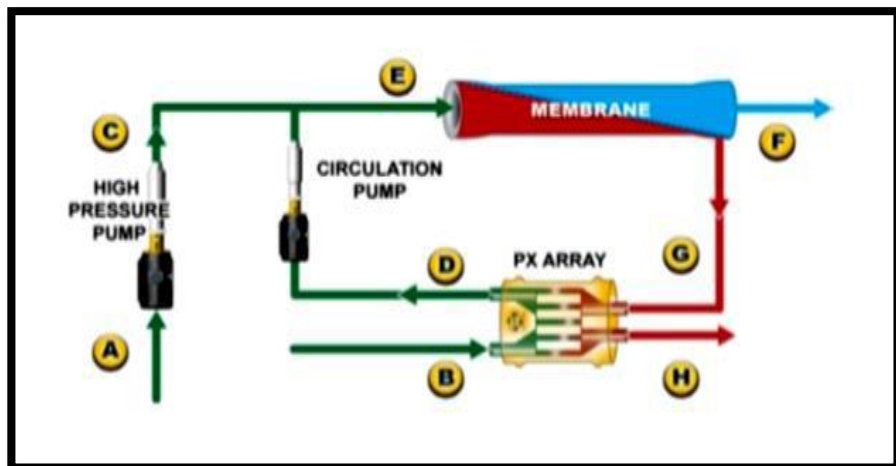


Figure II. 11: Système de récupération d'énergie

b. Pompes BOOSTER :

Chaque unité d'osmose inverse contient une pompe HP, deux châssis de membranes d'osmose inverse et deux pompes BOOSTER qui sont reliées à la pompe HP par le même axe de rotation

La pompe BOOSTER sert uniquement à compenser les pertes de charges provoquées par les membranes et les PX. Le concentrât actionne la pompe BOOSTER pour aider la pompe à haute pression.



Figure II. 12: la pompe Booster

II .3.2.3.2 Nettoyage chimique :

Par son usage les membranes d'osmose inverse sont obstruées lentement diminuant ainsi le débit produit par les mêmes. L'encrassement peut être dû aux matériaux colloïdaux, aux petites précipitations, etc. Dans le but de maintenir sous contrôle ces encrassements et restituer aux membranes une partie des propriétés perdues, il est nécessaire de les laver périodiquement.

Le lavage doit être fait obligatoirement dans le cas où :

- La perte de pression des membranes s'accroît de plus de 20% par rapport à la valeur initiale.
- Le passage des sels du module dépasse 30% de la valeur initiale.
- Le débit produit est inférieur à 15% du débit initial.

La fréquence des nettoyages dépend de la nature de l'eau. Il est conseillable de laver les membranes une fois tous les six mois, en moyenne.

Ce système a été conçu pour pouvoir laver les tuyaux d'un châssis complet à chaque fois, pour ainsi diminuer les opérations de nettoyage.

Ce système se compose de: un réservoir de 80 m³ de capacité où se prépare la solution pour le nettoyage; des résistances pour chauffer la solution si nécessaire ; des interrupteurs de niveau d'un thermomètre et d'un transmetteur de température.

Il est équipé aussi d'un système d'agitation constitué à son tour par des éjecteurs et des pompes de refoulement avec un débit unitaire de 31 m³/h à [49]

II.3.2.3 Rejet de saumure et produits chimiques

La saumure est récupérée dans un réservoir et ensuite utilisée pour lavage des filtres à sable à contre-courant, puis acheminée vers un deuxième réservoir ou elle sera évacuée par un émissaire marin pénétrant jusqu'à 1200 m dans la mer dans le but d'assurer une meilleure dilution et d'éviter les conséquences indésirables sur l'environnement.



Figure II. 13: Bassin de la saumure

II.3. 2. 4. Le système de ré-minéralisations et conditionnement de l'eau déminéralisé :

Le système de ré-minéralisation est constitué de deux ensembles de lits de calcite (chacun est composé par 30 cellules de 14m² de surface) et d'un procès de dosage de dioxyde de carbone. Dans la tuyauterie de raccordement du réservoir de l'eau osmotique avec le réservoir des couches à calcite se fait un dosage de CO₂ à travers un séparateur installé dans la même tuyauterie de raccordement.

L'eau rentre par le bas des cellules et est distribuée au travers des faux fonds des lits de calcite. L'anhydride carbonique dissous dans l'eau, réagit avec le carbonate calcique du lit formant le bicarbonate calcique soluble, avec lequel le pH augmentera. Une fois passée la réaction de ré minéralisation, on aura amélioré la dureté et l'alcalinité de l'eau, et il existera un résiduel de CO₂ en équilibre avec HCO₃ qui déterminera le PH de l'eau traitée. [49]



Figure II. 14: Les lits de calcite

II.4 Conclusion :

La mise en place d'une usine de dessalement est indispensable ; Pour pallier la pénurie d'eau potable.

L'usine de dessalement devrait produire 200 000 mètres cubes par jour, ce qui sera plus que suffisant pour approvisionner toutes les villes de l'état.

Pour obtenir de l'eau potable, les sels lourds tels que (Mg, Na) doivent être éliminés en passant par des étapes, et cela c'est ce que nous traitons dans ce chapitre Enfin, les données obtenues en laboratoire doivent être revues pour s'assurer de leur qualité, si elles répondent aux normes requises.

Chapitre III

**Les analyses
physico-chimiques.**

Chapitre III : Les analyses physico-chimiques.

III.1 Introduction :

Les analyses physiques et chimiques sont la plus importante et la dernière étape du processus,

L'étude expérimentale consiste à effectuer des prélèvements et des analyses physicochimiques de l'eau traitée après le processus de dessalement. Afin de contrôler sa qualité dont les données mesurées doivent être conformes aux normes convenues par l'organisation scientifique et nationale de la santé.

Pour étudier l'impact de dessalement sur l'environnement et contrôler les paramètres qui permettent de déceler et évaluer les niveaux de pollutions nous avons effectué des analyses physico-chimiques de l'eau brute (eau de mer) et l'eau rejetée (saumure).

III.2 Prélèvement :

Les échantillons d'eaux ont été prélevés en vue de l'analyse physico-chimique. Le prélèvement d'un échantillon d'eau pour l'analyse physico-chimique est soumis à la procédure suivante :

- Le contenant doit être propre, mais ne doit pas être nécessairement stérilisé, nous avons utilisé des bouteilles en plastique de 500 ml et de 1 litre et parfois des bouteilles en verre qui sont au préalable rincées avec de l'eau distillée au moins trois fois.
- Il faut laisser couler l'eau à un débit maximal pendant 5-10 secondes et ensuite 2-5 minutes à débit moyen avant de prélever un échantillon.
- Ouvrir l'emballage, le remplir et le fermer immédiatement

Les prélèvements ont été réalisés durant la période (27 mars _ 05 avril) au niveau de trois points de station :

- A l'entrée de la station (eau de mer) ;
- A la sortie de la station en deux points (eau produite, eau rejeté (saumure))



Figure III. 1: Point de prélèvement de l'eau de mer



Figure III. 2: Point de prélèvement de l'eau de saumure



Figure III. 3: Le point de prélèvement de l'eau produite

III. 3. Méthodes analytiques

III.3.1 Analyses physiques :

a-Mesure de PH, conductivité, TDS, et température :

Ces paramètres ont été mesurés par un appareil multi-paramètre de la marque **MAYRON L CAMPANY 6 PFCE** au niveau de laboratoire de qualité de la station de dessalement de Mostaganem.



Figure III. 4: Appareil multi-paramètre [Photo prise au niveau de la station de dessalement de Mostaganem 2019]

b- Mesure de la turbidité

La turbidité est due à la présence dans l'eau de particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques. Ainsi, plus une eau est chargée en biomasse phytoplancton que ou en particules sédimentaires, plus elle est turbide.

Les conséquences de la turbidité concernent la pénétration de la lumière et des ultraviolets dans l'eau, et donc la photosynthèse et le développement des bactéries. Par ailleurs, la couleur de l'eau affecte aussi sa température et donc sa teneur en oxygène, son évaporation et sa salinité.

- Une eau claire à une turbidité inférieure à 5 NTU, au-delà de 50 NTU l'eau est trouble



Figure III. 5: Mesure de la turbidité

III.3.2. Analyses chimiques :

a. Mesure de la dureté totale TH;

1. Avant tout, agiter l'échantillon doucement.
2. A l'aide d'une fiole jaugée propre de 50ml, introduite 50ml d'échantillon dans un erlenmeyer propre de 100ml ;
3. Ajouter 4 ml de tampon pH 10 à l'aide de la pipette en plastique propre ;
4. A l'aide de la spatule, ajouter un peu de noir d'erichrome 1% jusqu'à obtenir une couleur rose-violette ;
5. Mélanger le tout et commencer à verser l'EDTA goutte à goutte tout en mélangeant énergiquement jusqu'à la coloration bleu-franche ;
6. Noter le volume « V » de burette. [49]

$$\text{TH en mg/l CaCO}_3 = V \times 20$$



Figure III. 6: Le titrage (la dureté de l'eau)

b. Dosage de Calcium et de Magnésium

- 1- A l'aide d'une fiole jaugée propre de 50 ml, introduire 50 ml d'échantillon dans un erlenmeyer propre de 250 ml ;
- 2- Ajouter 4ml de NaOH 2 N à l'aide de la pipette en plastique propre ;
- 3- A l'aide de la spatule, ajouter un peu de murexide jusqu'à obtenir une coloration rose ;
- 4- Mélanger le tout et commencer à verser l'EDTA goutte à goutte tout en mélangeant énergiquement jusqu'à la coloration violette ; [49]
- 5- Noter le volume « V » de la burette et calculer la concentration en calcium à l'aide de

la formule suivante :

Concentration en Calcium en mg/l = 8,016.V

En cas de dilution :

En multipliant la relation par 100, on obtient :

Concentration en Calcium en mg/l = 100.8,016.V

Concentration en Magnésium :

Magnésium (mg/l en CaCO₃) : c'est la concentration totale des ions (calcium + magnésium) en mg/l en CaCO₃ – Concentration en calcium en mg/l en CaCO₃.

Mg (mg/l en CaCO₃) = [(Dureté totale /50,044) – (Ca²⁺ /20,04)].12, 156

III.4 Interprétations et discussion des résultats :

:

III.4.1. L'eau produite :

Les résultats sont traduits par le tableau ci-dessous

Tableau III. 1: Les résultats d'analyses de l'eau produite.

date	température (c°)	PH	Conductivité $\mu\text{s}/\text{cm}$	turbidité	dureté	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
27-03-2019	18.2	8.39	625	0.45	65.5	22	43.5
30-03-2019	17.9	8.4	630	0.31	65.5	20	45.5
02-04-2019	18.3	8.38	636	0.25	66	21	45
05-04-2019	18.2	8.39	632	0.25	65	20	45
normes	25	8.5	2500	5	500	200	150

- **Le potentiel d'hydrogène :** les valeurs du pH des eaux traitées sont comprises entre 8.38 et 8.4 avec une valeur moyenne de 9.39. Se référant aux normes de qualité de l'eau potable, les valeurs de pH des eaux traitées sont conformes aux normes Algériennes dont les valeurs sont fixées de 6,5 à 8,5.

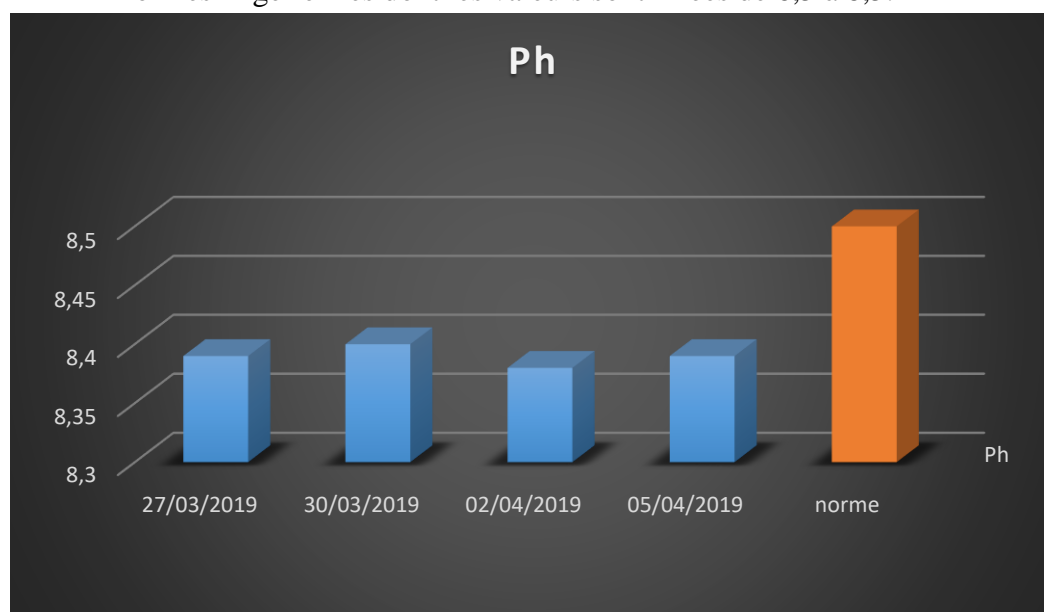


Figure III. 7: Comparaison de pH de l'eau produite avec la valeur admissible

- **La température :** les échantillons ont une température varie entre 17.9 et 18.3. La norme algérienne indique la température est $<25^{\circ}\text{C}$, donc ces valeurs sont dans les normes de potabilité.

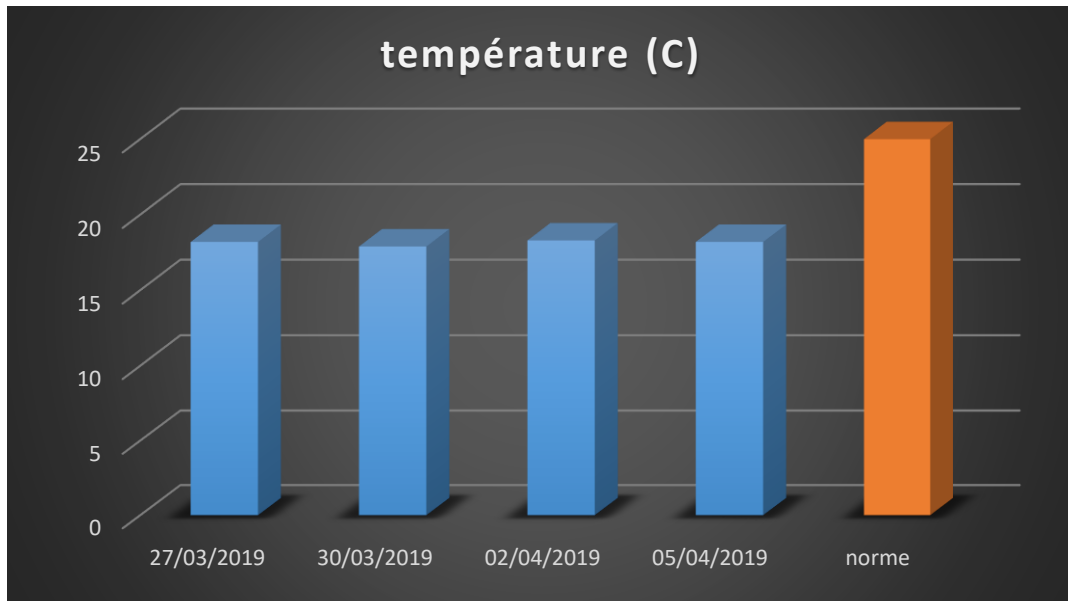


Figure III. 8: Comparaison de la température de l'eau produite avec la valeur admissible.

- **La conductivité électrique :** les valeurs enregistrées sont entre 625 et 636 $\mu\text{s}/\text{cm}$ avec une valeur moyenne 535,16 $\mu\text{s}/\text{cm}$; La valeur de conductivité électrique est conforme à la norme Algérienne, dont les concentrations maximales admissibles sont respectivement inférieurs à 2800 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

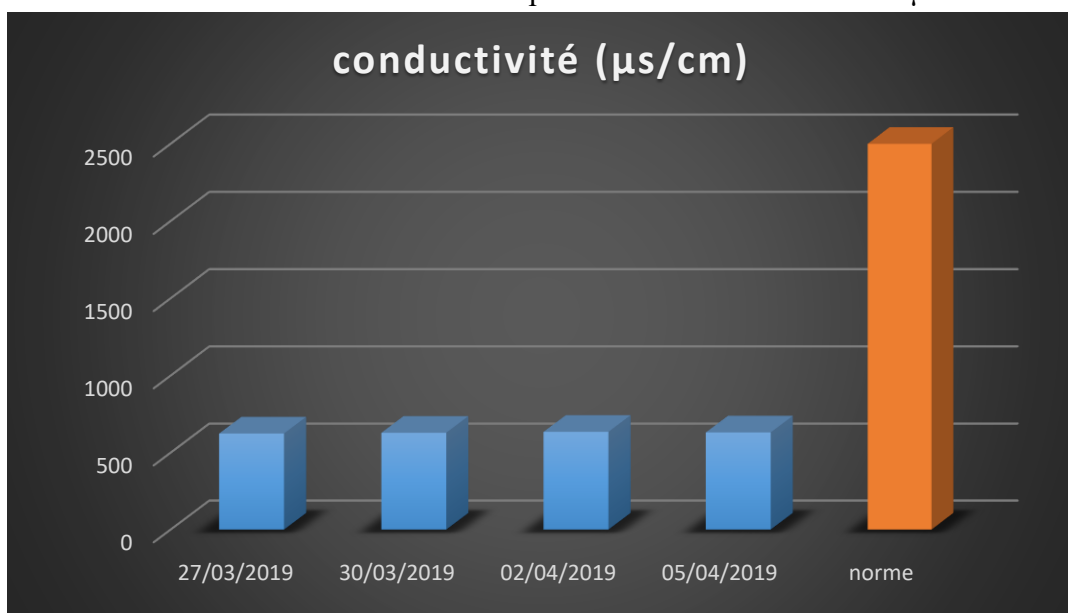


Figure III. 9: Comparaison de la conductivité électrique de l'eau produite avec la valeur admissible.

- **La turbidité :** la norme algérienne fixe une valeur de 5 NTU de la potabilité de l'eau, les échantillons analysés ont une valeur plus proche de zéro ; comprise entre 0,25 et 0,45.

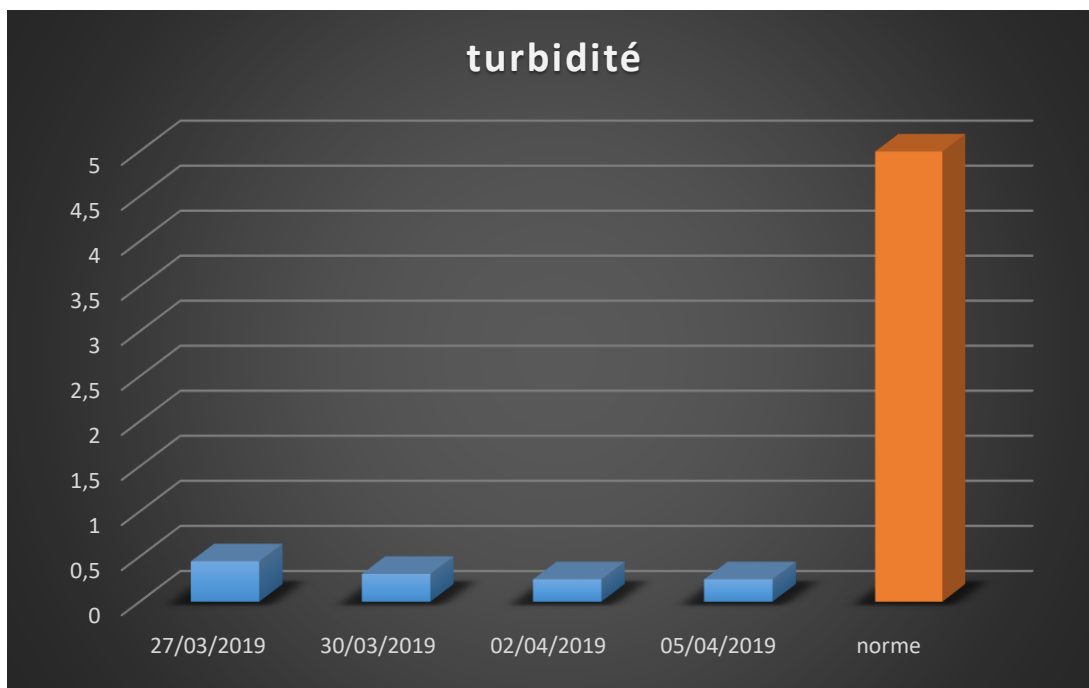


Figure III. 10: Comparaison de la turbidité de l'eau produite avec la valeur admissible.

- **La dureté totale** : les mesures de la dureté totale de l'eau traitées comprises entre 65 et 66 mg/l en CaCO_3 avec une valeur moyenne de 65.5mg/l. les valeurs enregistrées s'avèrent inférieures à la valeur maximale admissible recommandée par les normes algériennes qui est 500mg/l.

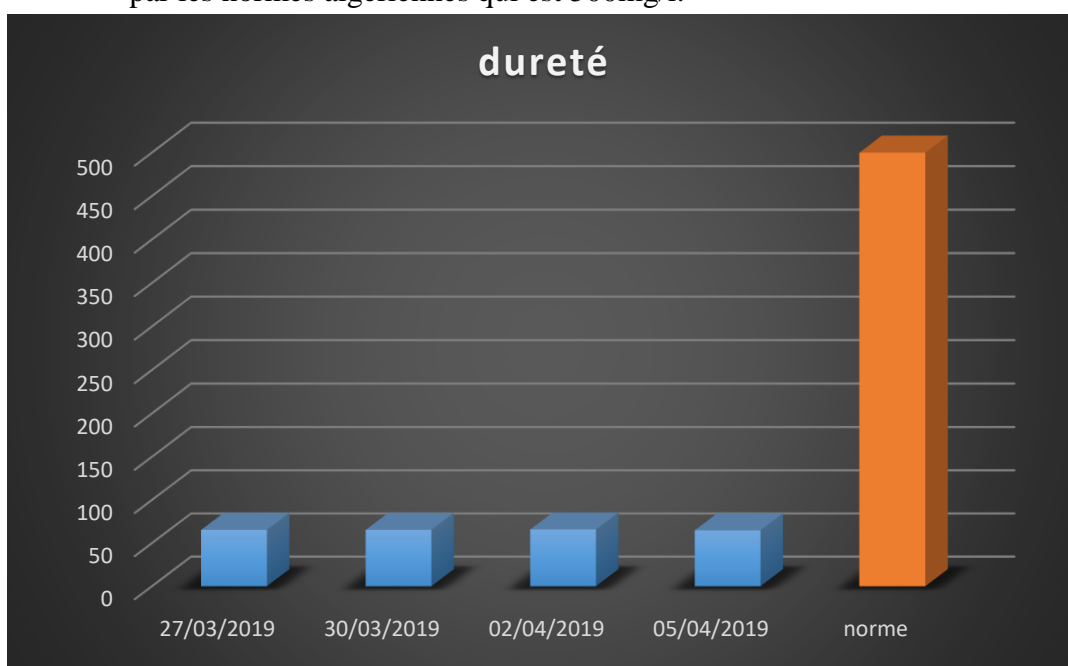


Figure III. 11: Comparaison du titre hydrométrique dans l'eau produite avec la valeur admissible.

- **Le calcium et le magnésium** : l'analyse des concentrations en calcium sont comprises entre 20 et 22 mg/l en CaCO_3 . Ces valeurs sont très inférieures par rapport à la norme Algérienne qui indique 200mg/l en CaCO_3 .

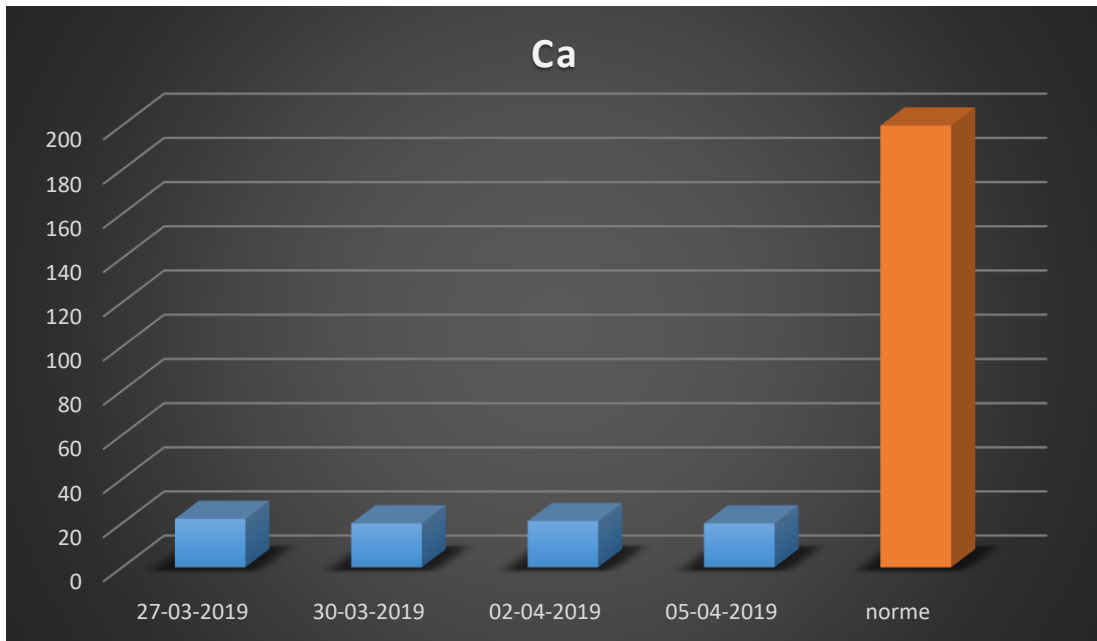


Figure III. 12: Comparaison du calcium dans l'eau produite avec la valeur admissible

Les concentrations de magnésium varient entre 43.5 et 45.5 mg/l en CaCO_3 ; ces valeurs sont faibles par rapport aux normes algériennes qui indiquent 150 mg/l.

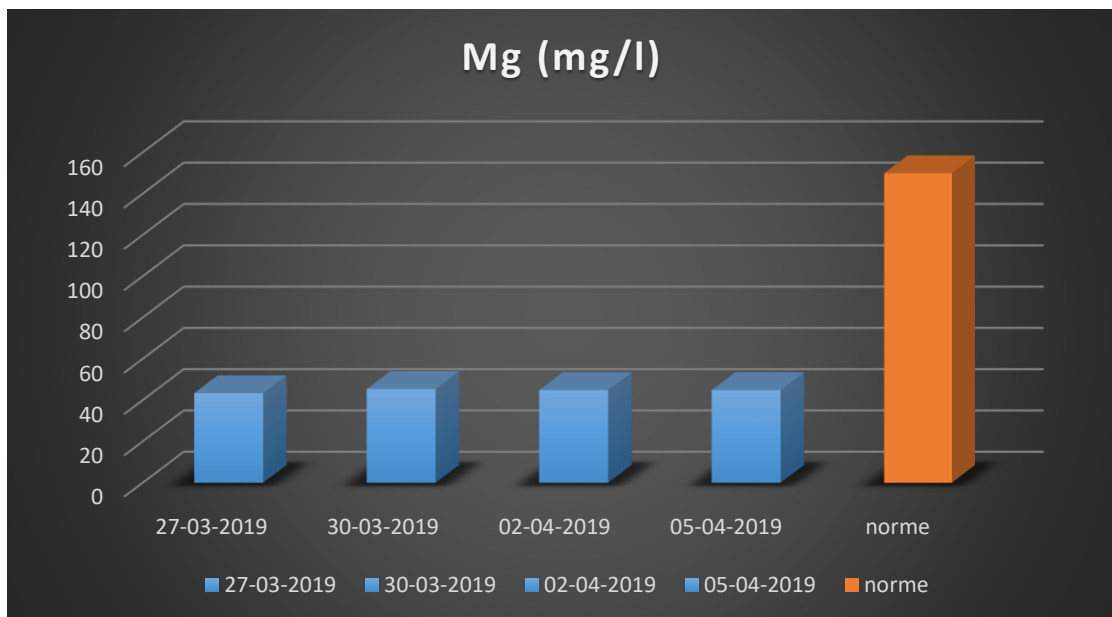


Figure III. 13: Comparaison du magnésium dans l'eau produite avec la valeur admissible

A la lumière des résultats les valeurs acquises lors des tests physico-chimiques, de l'eau produite par l'unité de dessalement de Mostaganem, on note que l'eau répond aux normes de potabilité.

III.4.2 l'eau de mer (brute) (EB) et l'eau de rejet (ER) :

Le but de ces analyses est de contrôler les paramètres qui permettent de déceler et évaluer les niveaux de pollutions.

Tableau III. 2: Les résultats d'analyses de l'eau de mer (brute) (EB) et l'eau de rejet (ER)

Date Elément	Unité	27/3/2019		30/3/2019		2/4/2019		5/4/2019	
		EB	ER	EB	ER	EB	ER	EB	ER
PH		8,05	7,95	8,05	7,98	8,08	7,98	8,07	7,93
Température	(C°)	16,04	16,9	15,85	16,97	16,81	17,43	16,81	17,6
Conductivité	(µS/cm)	56830	95100	56490	94530	56180	94070	56050	94730
TDS	mg /l	39,772	69,601	39,55	69,007	39,326	68,278	39,235	68,776
Turbidité	NTU	5,33	0,32	3,75	0,22	2,49	0,28	1,73	0,25

- **PH** : Les valeurs de PH de l'eau brute sont comprises entre 8 ,05 et 8,08 par rapport à l'eau de rejet qui sont entre 7,93 et 7,98 ce qui indique qu'ils sont dans les règles (norme 6,5-8,5), il n'y a pas une variation par ce que il n'y avait pas une réaction chimique dans le milieu.

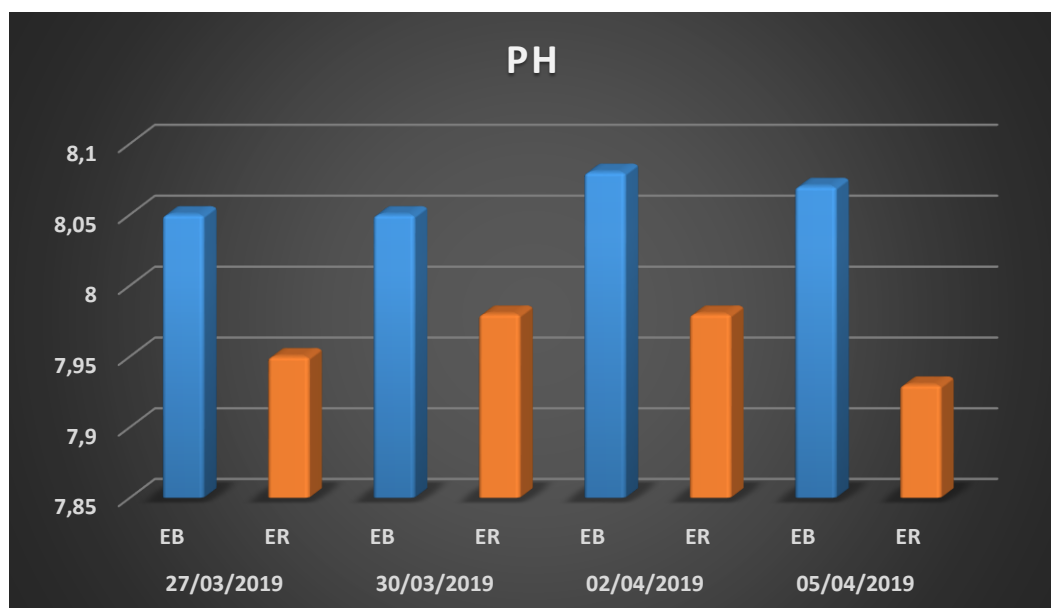


Figure III. 14: Comparaison du PH de l'eau brute et l'eau de rejet

- **La température** : les valeurs de T de l'eau brute sont entre 15,85 et 16,81 C°, et celle de l'eau de rejet sont entre 16,9 et 17,43 C°, d'après les normes (T=30°C) valeurs sont dans les règles, on remarque une petite augmentation dans la saumure, cette augmentation est due à l'effet mécanique de la pression.

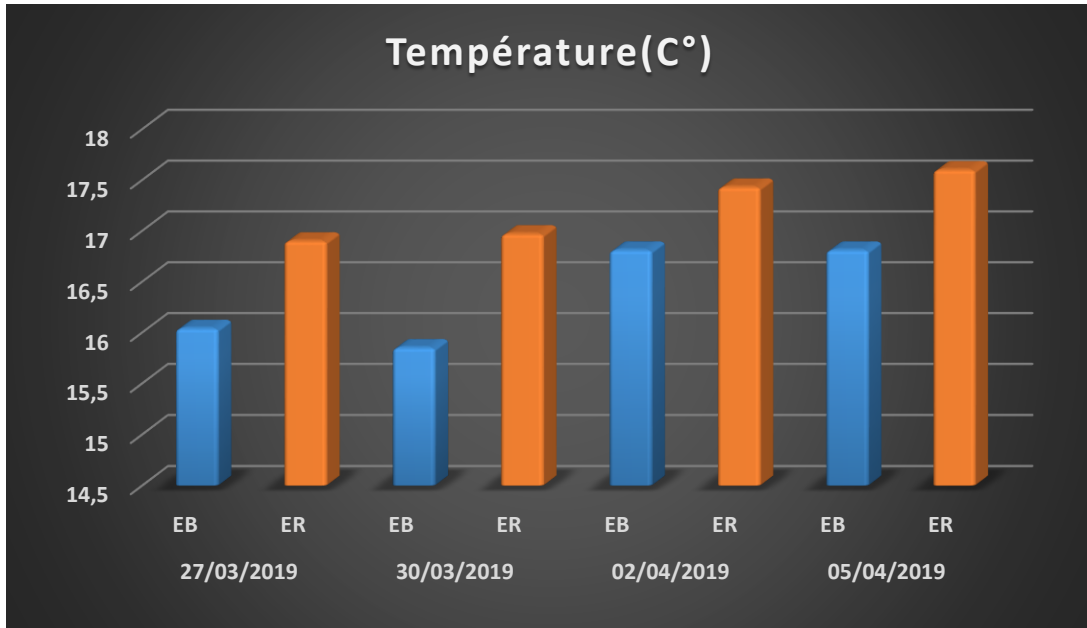


Figure III. 15: Comparaison de la température de l'eau brute et l'eau de rejet

- **La conductivité** : les valeurs de conductivité de l'eau de mer sont comprises entre 56050 et 56830 (μS/cm) par rapport à l'eau de rejet, qui sont très élevées [94070 - 95100 μS/cm]. La conductivité est directement proportionnelle à la quantité des solides dissous dans l'eau.

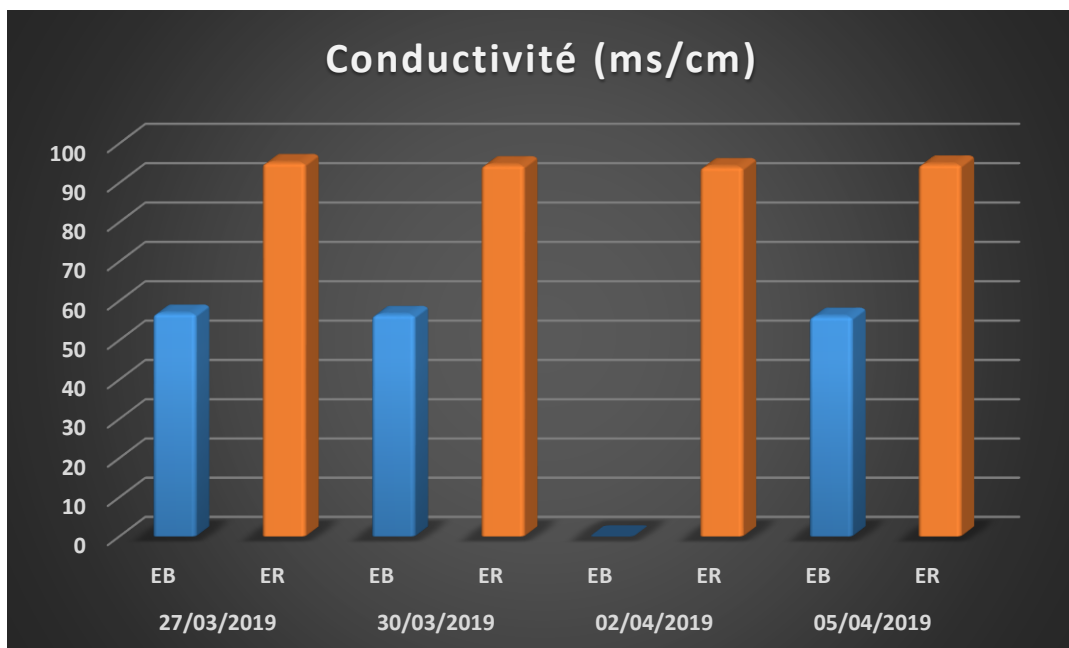


Figure III. 16: Comparaison de la conductivité de l'eau brute et l'eau de rejet

- **La turbidité** : Les valeurs de la turbidité de l'eau brute sont comprises entre 1,73 et 5,33 NTU par rapport à l'eau de rejet qui est entre 0,22 et 0,28 NTU, logiquement avec la microfiltration et l'osmose inverse la turbidité avoisine une valeur faible pour l'eau de saumure.

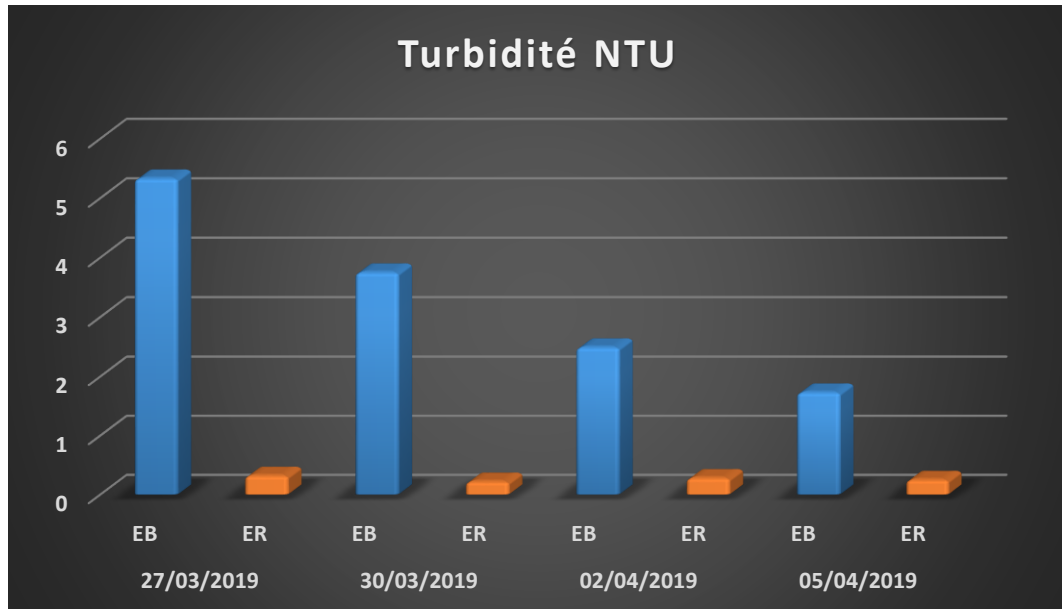


Figure III. 17: Comparaison de la turbidité de l'eau brute et l'eau de rejet

- **TDS** : les résultats enregistrés indiquent que les valeurs de TDS de l'eau brute sont dans l'intervalle (39235 et 39772 mg /l), et celle de l'eau de rejet sont entre (68278 et 69601 mg /l) norme (35000<TDS<3900), l'augmentation des solides dissous TDS dans l'eau de rejet montre que cette eau est chargée des sels inorganiques et de quelques matières organiques.

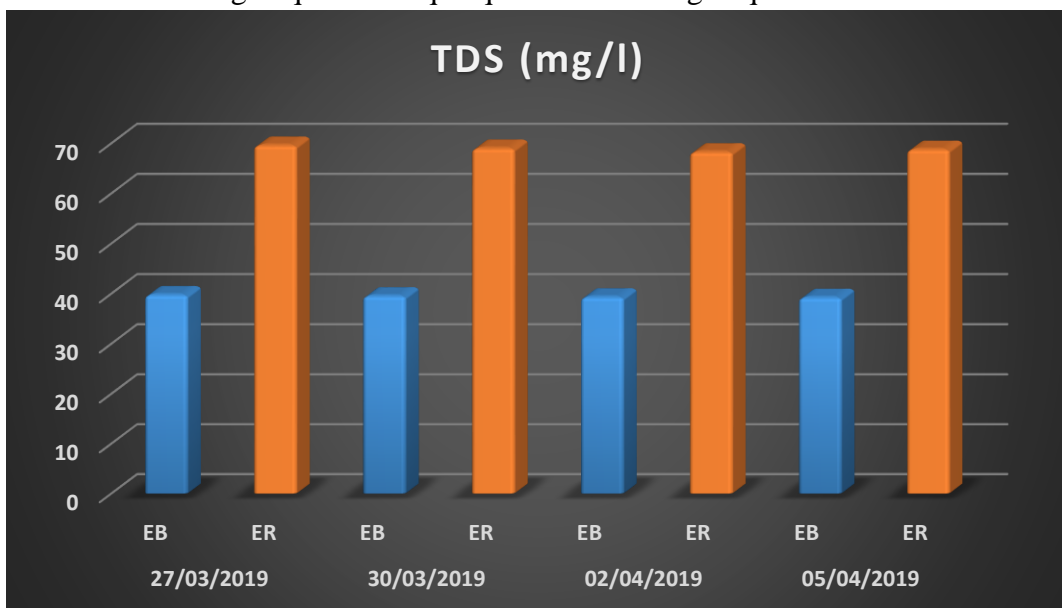


Figure III. 18: Comparaison du TDS de l'eau brute et l'eau de rejet

III .5 Dilution des Saumures :

Etant donné qu'il n'existe actuellement pas de réglementations concernant les rejets de saumures, en général la saumure des usines de dessalement est rejetée directement dans la mer ou associée aux rejets de l'eau de refroidissement des centrales ou aux effluents des stations d'épurations.

Afin de diminuer l'impact environnemental des saumures et leurs rejets en mer, il convient d'étudier des moyens de réduire la concentration en sels.

III.5.1. Dilution avec un Effluent de Station d'Épuration :

Mélanger la saumure aux effluents de station d'épuration est une solution préférable au rejet direct dans la mer.



Figure III. 19: Localisation des Stations d'Épuration Projetée de la Wilaya de Mostaganem

III.5.2. Dilution avec un Effluent de Pluie:

Le volume d'eau récupérable est défini selon la relation suivante:

$$\text{Récupérable} = P \times S \times Cr \times Cf \text{ (VII-8)}$$

Avec :

R : le volume récupérable en m³/an.

P : la précipitation annuelle en m³/m²/an.

S : la surface de toiture en m².

Cr : le coefficient de restitution égal à 0,75 pour les panneaux photovoltaïques

Cf : le rendement hydraulique du système de filtration égal à 0,9 en supposant que le système est bien entretenu.

Tableau III. 3: Coefficient de Restitution en Fonction du Type de Toiture [14]

Type de toiture	Coefficient de restitution (Cr)
Toit en matière dure (tuile, ardoise...) en pente	0,9
Toit ondulé en pente	0,8
Toiture en gravier	0,6
Toiture végétalisée	0,5
Panneaux photovoltaïques	0,75

Ainsi:

La précipitation annuelle moyenne est 1,20 m³/m²/an

La surface de toiture est de 10.000 m²

Cr = 0,75 Cf = 0,9

Finalemnt, Vrécupérable= 8100 m³/an soit environ 22,20 m³/j

Analyse des Résultats :

Au vu des résultats, le volume de pluies récupérable est très faible, soit environ 22,20 m³/j alors que le débit de rejets de saumures est de 203.225,80 m³/j, donc la dilution par l'eau de pluie n'est pas envisageable.

Concernant la dilution des saumure, les saumure doit injecter dans l'oued de Cheliff avant de rejeté dans la mer afin démunie la salinité et protéger le système écologique.

III .6 Conclusion :

- Dans la station de dessalement de Mostaganem, les étapes de prétraitement utilisées Garantissent le bon entretien de l'équipement de la station, produisent une eau douce de bonne qualité et présentent une conformité aux normes d'OMS et normes algériennes.
- Les résultats montrent bien l'intérêt de l'implantation de cette station pour résoudre le Problème de pénurie en eau potable de la wilaya de Mostaganem.
- La saumure comparativement à l'eau de mer présente une salinité beaucoup plus élevées, ce qui est l'inconvénient majeur du dessalement
- Concernant la dilution des saumure, les saumure doit injecter dans l'oued de Cheliff avant de rejeté dans la mer afin démunie la salinité et protéger le système écologique

Conclusion Générale

Conclusion Générale :

Bien que le dessalement de l'eau de mer soit une industrie en développement constant dans de nombreux pays méditerranéens pour réduire le manque d'eau potable, il représente aussi une dangereuse activité qui exerce des impacts sur le milieu marin, ces impacts vont du changement de l'occupation du sol, des conséquences esthétiques et des nuisances sonores ou des rejets rejetés dans l'eau, émissions dans l'atmosphère et dommages potentiels pour le milieu récepteur. Le principal rejet c'est la saumure qui est un polluant nocif sur la vie marine. A cet effet, la protection des zones côtières est l'un des enjeux majeurs pour notre pays qui possède une façade maritime. [50]

La station de dessalement de Sonachter fait partie des grandes usines de dessalement en Algérie avec une capacité de production de 200000 m³/jour. En effet, ce projet contribue à résoudre la pénurie des ressources en eau de la wilaya de Mostaganem, cette station est basée sur la technique d'osmose inverse qui a connu un grand développement et présente beaucoup d'avantages, il est relativement simple (une pompe haute pression) et plus performant du point de vue énergétique, avec des filtres à sables et cartouches, outre une récupération de l'énergie du concentrât. [51]

Ce travail est destiné à apporter une contribution à l'étude des impacts du dessalement des eaux de mer sur l'environnement. A savoir l'évolution de la qualité de l'eau brute par un ensemble des analyses physico-chimiques effectuées au niveau de laboratoire de qualité de la station de Sonachter et l'influence de la qualité des rejets sur l'environnement.

- A la lumière des résultats les valeurs acquises lors des différents tests physicochimiques de l'eau produite par l'unité de dessalement de Sonachter, on note une eau qui répond aux normes de potabilité de l'OMS ainsi que les normes Algériennes.
- Les impacts causés par la station de dessalement de Sonachter , il y a ce qui sont de la phase de construction qui leur activités peuvent modifier la composition du sol en changeant leur topographie, la circulation des engins, des véhicules et les travaux de déblais et remblais qui provoquent la difficulté de la visibilité par la suspension de poussières dans l'atmosphère et leur influence sur la qualité de l'air. Et pour la phase d'exploitation,
- La saumure qui est le liquide rejeté par la station, comparativement avec l'eau de mer présente une salinité beaucoup plus élevée (environ 39.77 g/l pour l'eau de mer et 68.7 g/l pour la saumure), ce qui l'inconvénient majeur de dessalement, et qui provoque l'extinction et la mortalité des poissons, ainsi l'influence sur la qualité de l'eau par les eaux polluées qui sont mélangées par des produits chimiques (antitartre , antisalissure) rejetée dans la mer ; pour cela elles ne doit pas être rejetée dans la mer avant la neutralisée pour minimiser leur impact sur l'environnement .
- il convient Mélanger la saumure aux effluents de station d'épuration est une solution préférable au rejet direct dans la mer.

- La station de Sonachter applique les directives environnementales, elle est constituée par des matériaux anti sonores qui diminuent le débit de bruit parce que le bruit des machines dans la station présente un gêne auditif pour les travailleurs.
- La saumure qui est le rejet le plus important et, qu'il est géré avec un système des diffuseurs qui sont placés séparément avec une distance de 1200 m loin de point de prélèvement pour assurer la dilution de la saumure avec l'eau de mer.
- La station est située environ 300 m à côté des habitants, ce qui est contre la réglementation qui exige que les usines doivent être situées au minimum de 2 km loin des habitants.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques :

- [1] **F. MUSSEAU**, Article, URL <http://eau.apinc.org/spip.php?article510>, Libération du 8 Aout, 2007.
- [2] **Y. MANDRI**, « Étude paramétrique du procédé de dessalement de l'eau de mer par congélation sur paroi froide : Alimentation et Nutrition », Université Claude Bernard - Lyon I, Français, 2011.
- [3] **J. DUNGLAS**, « Le dessalement de l'eau de mer, une nouvelle méthode pour accroître la ressource en eau ». Groupe eau. Académie d'agriculture de France, 2014.
- [4] **MOUDJEB Miloud**, « ETUDE DE LA STATION DE DESSALEMENT DE MOSTAGANEM », MEMOIRE DE MAGISTER, Faculté d'Architecture et de Génie Civil, Département Hydraulique, Université d'Oran, 2016.
- [5] **F. VALLIRON**, « Gestion des eaux: alimentation en eau d'assainissement », presses de l'école nationale des ponts et chaussés, Paris, 1989.
- [6] **R. DESJARDINS**, « Traitement des eaux ». Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2ème édition 1997.
- [7] **R.H. HECTOR**, « Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable », Thèse de Doctorat. Institut national de sciences appliquées de Toulouse, 2006.
- [8] **J. B. CASTAING**, « Procédés de traitement de l'eau de mer en conchyliculture pour la sauvegarde et le maintien de la qualité des mollusques bivalves ». Thèse de doctorat. Génie des procédés. Université de Nante, 2011.
- [9] **B. CHENAOUI**, « Dessalement de l'eau de mer à la station de MAINIS et son impact sur l'environnement ». Séminaire Ouargla. Université de Chlef, 2010.
- [10] **O. AUTRAND**, « Le dessalement d'eau de mer: Un avenir pour l'eau potable? », Février 2007.
- [11] **V. RENAUDIN**, « Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres » CNRS, Nancy 2003.
- [12] **NICOS X. TSIOURTIS**, « desalination and the environment » ; desalination vol 141, 2005.
- [13] www.emse.fr « brodahg » fiche9_2.
- [14] **D. BOIXADERA**, « Le dessalement d'eau de mer. BRL Ingénierie » 2001.
- [15] **Tomel**. Dégrement « Mémento technique de l'eau », Lavoisier-Lexique technique de l'eau, Paris, 2005.
- [16] **UNEP/MAP**, « Dessalement de l'eau de mer en méditerranée évaluation et lignes directrices », MAP Technical Reports Series No. 139, Athens, 2003.
- [17] **S. KEHAL**, « Rétrospective et perspective du dessalement en Algérie. Désalinisation », 2001.
- [18] Ministère des ressources en eaux et de l'environnement Algérienne des eaux.
- [19] **N. SABER**, « l'eau, c'est la vie ». Energie et mines, Avril 2004.
- [20] **UNEP** « Programme des Nations Unies pour l'Environnement », 07 mai 2001.
- [21] **Tinyurl.com**, « commission européenne- Energy & Transport : figures and main facts », 2007.
- [22] Programme des nations unies pour l'environnement UNEP (DEC)/ MED WG.

231/12, 10.Avril 2003.

[23]UNEP, «An Approach to Environmental Impact Assessment for Projects Affecting the Coastal and Marine Environment». Regional Seas Reports and Studies No. 122,1990.

[24]H. HOEPNER, «a procedure for Environmental Impact Assessments (EIA) for seawater desalination plants», 1999.

[25]R. EINAV and F. LOKIEC, «environmental aspects of a desalination plant in Ashkelon»; desalination», 2003.

[26]M. ARGYROU, «Impact of Desalination Plant on marine macrobenthos in the coastal waters of Dehkelia bay, Cyprus». Internal Report, 2000.

[27]C.M. FREIXA, «Benmarking International en matière de dessalement des eaux», revue HTE N°142, juin 2009.

[28]Z.A Sabri, G.P Laggan and R.Hagenson, «Safety and Environmental impact of fossil fouled desalination plants». Vol 1 p 99,1980.

[29]R. EINAV, K. HAMSSIB et D. PERIYB, «The footprint of the desalination processes on the environment» Desalination.Vol 152 p 141-154, 2002.

[30]B. JACQUES .Boislève, 2010.

[46]ONM de Dar El-Beida période (1995-2005)

[47]Bureau d'étude National Eau et Environnement .SPA Alger, janvier 2009.

[48]Algérienne des eaux, ADE Ténès, mars 2017.

[49]Document de la station. «UTE, desalodra Ténès Opération et Maitenimients O &M », juin 2016.

[50]J.RODIER, «L'analyse de l'eau « eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ». 8 ème édition. Paris. Edition : Dunod. 1382p, 2005.