

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Djilali Bounaama Khemis Miliana

Faculté des sciences de la Nature et de la vie et des sciences de la terre Sciences Agronomique

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Spécialité : Hydrobiologie Appliquée

Projet de Fin D'étude Pour l'obtention du diplôme de **Master**

Thème

**Evaluation de l'impact des rejets en mer des
Produits chimiques antitartre utilisés dans les
Station de dessalement sur la production primaire**

Dirigé par : Dr Bousalhih B.

Présenté par :

- **Melle Tabouche Fatma**
- **Melle Bouazni Rachida**

Année universitaire : 2019/2020

Abréviations :

PSEM : Pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée

AEC: Algerian Energy Company

MED: Multi Effets Distillation

MSF: Multi Stage Flash

ZIA : Zone Industrielle d'Arzew

VC : Vapor compression

OI : Osmose Inverse

pH : potentiel Hydrogène

S : Salinité

P : Pression Atmosphérique

B : Biomasse

P : Production Primaire

PPN : Production Primaire Nette

PPB : Production Primaire Brute

HNLC: High-Nutrient Low-Chlorophyll

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

MOP : Matière Organique Particulaire

COP : Concentration Organique Particulaire

NOP : Azote Organique Particulaire

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Potentialités globales en eau	05
Tableau 2 : Capacités de mobilisation	05
Tableau 3 : Consommation eaux par secteur d'activités	06
Tableau 4 : Répartition de la consommation des eaux par secteur d'activités (hm ³) ¹⁷	06
Tableau 5 : Différentes installations existantes en Algérie	10
Tableau 6 : Station monobloc	12
Tableau 7 : Salinité de différentes mers	16
Tableau 8 : Caractéristiques moyennes des écosystèmes terrestres	22
Tableau 9 : Classification simplifiée des organismes de Phytoplancton	29
Tableau 10 : Liste des produits chimiques et des quantités utilisés dans l'étape de prétraitement	31
Tableau 11 : Produits chimiques utilisés dans les procédés de dessalement	34

Liste des figures :

Figure 1 : répartition des barrages en exploitation dans le nord algérien	05
---	----

Sommaire

Introduction	N
générale.....	01

Chapitre I : ressource en eau et dessalement en Algérie

Introduction.....	03
La situation de l'eau en Algérie.....	03
Les ressource en eau.....	03
Les potentialités globales en eau.....	04
Capacité de mobilisation.....	04
Utilisation de l'eau par secteur.....	05
Les principaux problèmes hydrauliques en Algérie.....	06
- Problème lies an changement climatique.....	06
- Problèmes techniques.....	06
Constat sur la situation en ressource hydriques.....	07
Les ressource et dessalement d'eau de mer.....	08
Historique de dessalement en Algérie.....	08
Capacite installée	10
* Les grandes stations.....	11
* Les stations monobloc.....	11
Les type de procède pratique en Algérie.	12
Avantage et inconvénients de dessalement en Algérie.....	12
Conclusion	13

Chapitre II : impacte de dessalement sur les déférent milieu de

l'enivrement(l'aire ,l'eau de mer et le sol) :

- Qualité de l'eau de mer	14
---------------------------------	----

- Généralité sur la production primaire	15
- Caractéristique et milieu de vie (production primaire)	16
- Produit antitartre (qualité /quantité)	16
- Impacte de produites antitartre sur la production primaire.....	17
Production primaire (phytoplancton).....	22
. Produit antitartre (la qualité/ la quantité)	23
. Impact	25
Rejets de saumures concentrés.....	25
. Rejets de produits chimiques.....	26
Produits de la corrosion	27

CHAPITRE III : PARTIE EXPERIMENTALE

III.4.1. Protocol de travail	28
III.4.1.1. Première étape	28
III.4.2. Matériel utilisé	29
III.4.2.1. Définition de la Spectrophotomètre.....	30
III.4.2.2. Princeps de l'appareil.....	30
III.4.2.3. Un spectrophotomètre comporte	30
III.4.2.4. Précautions d'utilisation.....	30
IV. Résultats et discussion	31
Conclusion générale.....	33
Références bibliographiques.....	
.....	35

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-chimiques de l'eau de mer de la station de Ténès pour essayer d'expliquer l'influence de ces différents paramètres sur l'environnement et aussi jusqu'à quels 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 de 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, ainsi les chlorures.

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

Abstract:

Our study is based on the technique of reverse osmosis desalination of water from the Mediterranean Sea beach El Hilal located in the wilaya of AinTémouchent. Were carried out physico-chemical and organoleptic seawater desalinated water to try to explain the influence of these parameters on the environment and also to what degree they can influence on environmental issues.

Following the physico-chemical analyzes, we see that there is decrease Significant concentration of certain elements of the treated water, namely salinity and organic matter, This can be explained by the likely effectiveness of the treatment process and, at the same time, there was a large decrease in minerals such as calcium, magnesium and total hardness. Rejected on water, we note that there is a significant increase in salinity, conductivity, chlorides and organic matter.

Key words: Desalination, Sea water, Brackish , Reverse Osmosis.

ملخص

ارتفاع الكثافة السكانية و نقص الموارد المائية في كثير من دول العالم يؤدي إلى مشكل نقصان المياه العذبة لهذا تصفية مياه البحر هي الحل الأنسب لهذه الأزمة، قمنا بتحليل فيزيوكيميائية و مؤثرة الحواس لمحطة تنس لشرح تأثير هذه المعالم المختلفة على البيئة.

نظرا للتحليل ، نستنتج انخفاض في تركيزات بعضعناصر المياه المحلات مثل الملوحة بالإضافة أيضا إلى انخفاضبعض المعادن مثل المغنزيوم و الصلابة الكلية.

بالنسبة للمياه المقذوفة (المالحة)، نلاحظ ارتفاع مهم في نسبة الملوحة ، الناقلية و كذلك الكلور.

الكلمات الرئيسية: تصفية مياه البحر محطة تنس، الملوحة المياه المحلات

Introduction

Introduction

La croissance démographique dans le monde s'accompagne d'une augmentation de la demande d'eau potable tandis que l'industrialisation, l'irrigation des sols et l'élévation des niveaux de vie se traduisent par un accroissement supplémentaire de la consommation d'eau douce par habitant.

Dans la région méditerranéenne, comme dans le monde, la croissance démographique et l'intensité de l'activité socio-économique font de l'eau douce une ressource de plus en plus rare. L'exploitation des ressources en eau est arrivée au degré qui épuise les disponibilités dans certains pays méditerranéens, et d'autres pays ne seront probablement pas loin d'y parvenir ultérieurement. Selon les estimations la demande totale dans la région, qui était de 300 milliards de mètres cubes par an en 1990 a augmentée de 32% en 2010 et augmentera de 55% d'ici 2025, pour atteindre plus de 460 milliards de mètres cubes (Lattemann, 2010). En Algérie la mobilisation des ressources en eau depuis l'indépendance a été axée en premier lieu sur les ressources souterraines. L'accroissement rapide de la demande en eau dans les secteurs de l'irrigation, de l'industrie ainsi que les besoins incompressibles de la population ont amené les pouvoirs publics à mobiliser de plus en plus des ressources superficielles. Mais la mobilisation des eaux souterraines au nord du pays a atteint son seuil maximal, d'où une surexploitation des nappes superficielles et la détérioration de la qualité de l'eau.

Le dessalement représente une solution efficace face au sérieux problème de pénurie d'eau. Mais, cette solution, selon le Fond Mondial pour la Nature, représente une menace potentielle pour l'environnement à cause de la composition des rejets qui modifie les paramètres de la mer, qui influe également négativement sur la faune et la flore. Il est grand temps d'alerter l'opinion publique sur cette autre catastrophe qui risque d'hypothéquer durablement le développement national.

L'idée d'extraire de l'eau potable à partir de la mer n'est d'ailleurs pas nouvelle. La nature le fait depuis toujours à travers le cycle naturel de l'eau. Sous l'effet du soleil, l'eau des précipitations est pure car le sel contenu dans la mer n'étant pas volatil, seule l'eau s'évapore. Maintenant le dessalement de l'eau de mer est un processus industriel qui doit être bien conçu et bien géré ; sinon, il peut avoir sur l'environnement des effets préjudiciables dus entre autres à la modification de l'utilisation du sol de la zone côtière, aux nuisances créées par les travaux de construction et aux émissions causées dans l'air, le sol ou l'eau par le fonctionnement de l'usine, en particulier, les rejets de déchets dans le milieu marin peuvent altérer la qualité de

l'eau et des sédiments. Il s'agit de déchets aux composants multiples qui peuvent contenir des produits chimiques résiduels du prétraitement, de métaux lourds dus à la corrosion ou d'agents chimiques utilisés par intermittence pour le nettoyage, auxquels s'ajoutent l'augmentation de la salinité et de la température. L'altération de la qualité de l'eau de mer et des sédiments peut, à son tour, nuire à la faune et à la flore marine et avoir un effet durable sur les écosystèmes côtiers. Il conviendrait donc que les effluents provenant du dessalement de l'eau de mer soient en conformité avec les politiques et protocoles nationaux et régionaux concernant l'environnement.

Actuellement on étudie l'impact des rejets en mer des produits chimiques antitartres utilisés dans les stations de dessalement sur la production primaire.

Pour exploiter l'eau de mer aux fins de dessalement, il faut au départ une eau brute de bonne qualité, mais les masses d'eau côtières subissent souvent les effets préjudiciables des rejets d'eaux usées provenant de toute une série d'activités menées à terre, y compris des installations de dessalement. Le courant de déchets produits par le dessalement se présente généralement sous la forme d'une saumure de forte salinité avec même une forte température (distillation) et qui contient des substances chimiques résiduelles du prétraitement, des métaux lourds dus à la corrosion ou des agents chimiques utilisés par intermittence pour le nettoyage. Bien que les impacts soient le plus souvent liés au concentré des usines de dessalement peuvent aussi être de grandes installations industrielles qui prennent de l'espace, exigent de l'énergie et émettent d'énormes quantités de gaz de combustion, ou peuvent avoir des effets indirects sur le développement socio-économique.

***Chapitre I : Ressource en eau
et dessalement en Algérie***

I.1. INTRODUCTION

L'accès durable aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Le changement climatique et la croissance urbaine et démographique attendus dans la région risquent d'aggraver la situation de stress hydrique qui frappe déjà la plupart des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (**PSEM**).

En Algérie, plusieurs facteurs peuvent expliquer la situation de stress hydrique (Serge F. 2002). D'après les données statistiques, la population algérienne doublera dans les 25 ans à venir alors que les ressources conventionnelles en eau n'auront pas beaucoup changé dépendantes des aléas climatiques jusque là défavorables. D'où la solution du dessalement dépendantes des aléas climatiques jusque là défavorables. D'où la solution du dessalement de l'eau de mer, une ressource abondante et inépuisable (Serge F. 2002).

I.2. Situation de l'eau en Algérie

I.2.1. Ressource en eau

Le pays est divisé en 5 bassins hydrographiques regroupant les 17 bassins versants. Les ressources en eau ne sont pas réparties équitablement, que ce soit au niveau de leur répartition Géographique, de leur quantité ou de leur nature (eaux de surface ou souterraines), (MRE, mre.gov.dz).

Ces ressources sont principalement mobilisées par

- Les barrages : la capacité totale des 57 barrages des 5 bassins hydrographiques est de 6 milliards de m³ en 2008 et un volume régularisable de 3 milliards de m³. Sur la base des projets en cours,
- L'Algérie disposera en 2013 d'un parc de grands ouvrages de mobilisation de la ressource, composé de 72 barrages faisant passer la capacité de mobilisation à 7.40 milliards de m³ (Morsli et al,).

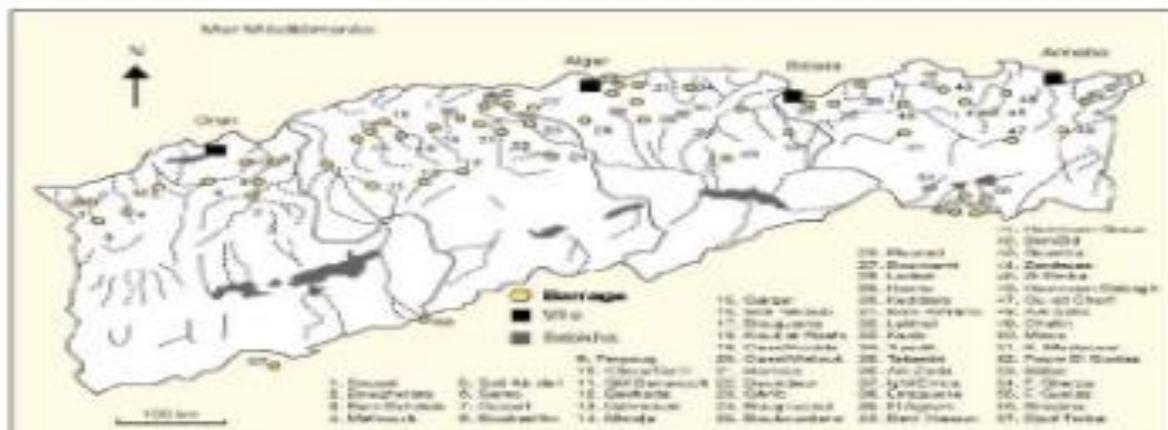


Figure1 : Répartition du barrage en exploitation dans le nord Algérie

I.2.2. Potentialités globales en eau

Tableau 1 : Potentialités globales en eau

Régions et désignation	Région de nord		Régions sahariennes	
	12,5 milliard m ³ /an		5,5 milliard m ³ /an	
Eau évaluée épurée en (m/an)	Écoulements superficiels	Ressources souterraines	Écoulement superficiels	Ressources souterraines
	10 milliard	2,5 milliard	0,5 milliard	5 milliard

I.2.3. Capacités de mobilisation

Tableau 2 : Capacités de mobilisation

Capacités totales de mobilisation de m ³ /an	Réservoirs
6,8 milliard m ³ /an	Nord
5 milliard m ³ /an	Eaux de surfaces
1,8 milliard m ³ /an	Eaux souterraines
5,2 milliard m ³ /an	Régions sahariennes

I.2.4. Utilisation de l'eau par secteur

L'eau est une ressource indispensable à l'Homme et à ses activités, ainsi qu'à la flore et à la faune. Parmi les principaux secteurs utilisateurs d'eau douce dans le monde, nous retrouvons en tête de classement l'agriculture, suivie des secteurs industriels et énergétiques, et de la consommation domestique. L'incroyable essor démographique du dernier siècle et la pollution grandissante menacent d'une part la disponibilité de la ressource et d'autre part sa qualité.

Les ressources en eau utilisées sont évaluées en Algérie à près de 4,250 milliards de m³. La consommation des eaux, par secteur d'activités, se répartit comme suit (UNEP, 2013).

Tableau 3 : Consommation en eau par secteurs d'activités

Consommation en eau par secteurs d'activités		
Agriculture	Alimentation	Production d'énergie
2,550 milliard de m ³	1,5 milliard de m ³	0,2 milliard de m ³

Tableau 4 : Répartition de la consommation des eaux par secteur d'activités (hm3).

Type d'activités	Eaux souterraines		Eaux de surface	Total	%
	Nord	Sud			
AEP et Industrie	1000	200	300	1500	35,3
Agriculture					
-Grands périmètres (GP)	-	-	150	150	3,5
-Petits périmètres (PMH)	900	-	200	1100	25,9
-Sud	-	1300	-	1300	30,6
Energie	-	-	200	200	4,7
Total	1900	1500	850	4250	
Pourcentage	44,7	35,5	20,0	100,0	100,0

I.2.5. Principaux problèmes hydrauliques en Algérie

En Algérie, le problème de l'eau a commencé à se poser avec acuité durant cette dernière décennie qui est caractérisée par une sécheresse persistante provoquant la diminution des ressources en eau. Sur le plan pluviométrique, celui-ci se caractérise par l'insuffisance des précipitations et leur irrégularité dans l'espace et dans le temps (interannuelle et saisonnière). La rareté grandissante des ressources en eau, la dégradation de la quantité et les objectifs de développement économique et social imposent donc l'élaboration et la définition d'une stratégie de gestion de l'eau à moyen et long terme. Malgré la construction de nouveaux barrages et le recours au dessalement, l'Algérie enregistrera un déficit en eau de 1 milliard de m³ d'ici l'an 2025 (MRE, mre.gov.dz 2013).

I.2.5.1. Problèmes liés au changement climatique

a.) Sécheresse

La sécheresse intense et persistante, observée en Algérie durant les 30 dernières années est caractérisée par un déficit pluviométrique évalué à 30%, a eu un impact négatif sur les régimes d'écoulement des cours d'eau, le niveau de remplissage des réservoirs de barrages, et l'alimentation des nappes souterraines, entraînant des conséquences graves sur l'ensemble des activités socio-économiques du pays (MRE, 2015).

b.) Evaporation des lacs de barrages

Le phénomène de l'évaporation des lacs des barrages en Algérie est considérable ; une perte de volume très élevée est enregistrée annuellement dans les barrages (MRE, 2015).

I 2.5.2. Problèmes techniques

a.) Envasement des barrages en Algérie

L'envasement des réservoirs de barrages réduit régulièrement et inexorablement les capacités de ces ouvrages et les débits qu'ils régularisent. Dans le cas, où l'érosion des sols est particulièrement active, les problèmes d'envasement des réservoirs de barrages sont très importants et rapides et menacent, à moyen terme la perte de 20 à 30% des volumes stockés.

b.) Fuite dans les barrages

Le phénomène des fuites d'eau au niveau des barrages se traduit par des pertes considérables en eau précieuse et rare, mais aussi par des menaces très sérieuses sur la stabilité

des ouvrages hydrauliques. De plus, la plupart des barrages sont soumis à une perte de capacité due essentiellement à trois phénomènes à savoir : les fuites d'eau, l'envasement et l'évaporation.

c.) Eutrophisation des retenues de barrages

L'eutrophisation est l'enrichissement d'une eau en sels minéraux (nitrates et phosphates notamment) entraînant des déséquilibres écologiques comme la prolifération de la végétation aquatique et l'appauvrissement en oxygène dissous.

I.2.6. Constat sur la situation en ressources hydriques

La situation d'insuffisance en ressources hydriques en Algérie est encore exacerbée par plusieurs contraintes :

- **Déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles** : la croissance démographique et le développement économique et social du pays ont induit, durant les deux décennies écoulées, un accroissement considérable des besoins en eau potable, industrielle et agricole,
- **Un déséquilibre géographique entre les besoins et les ressources** : la forte concentration des besoins en eau sur la bande littorale (60%) oblige à une réaffectation, par des transferts de ressources en eau assez coûteux financièrement, pour équilibrer les déficits de régions intérieures du pays, notamment toute la zone des Hauts Plateaux,
- **La pollution des nappes et des ressources superficielles** : les rejets domestiques, industriels et agricoles dépassent de loin les capacités des systèmes d'épuration, ce qui réduit considérablement les volumes d'eau susceptibles d'être utilisés.

La faiblesse des ressources est encore aggravée par :

- la mauvaise répartition spatiale et temporelle de ces ressources,
- l'érosion des sols et l'envasement des barrages,
- les pertes dues à la vétusté des réseaux de distribution et à l'insuffisance de la gestion,
- les coûts sans cesse importants des investissements nécessaires à la mobilisation et transfert des ressources en eau (MRE, 2015).

I-3 Recours au dessalement d'eau de mer

L'Algérie, qui dispose de 1 200 km de côtes, a mis en œuvre l'alternative du dessalement d'eau de mer (trois quarts) ou d'eau saumâtre (un quart) pour alimenter en eau potable des villes et localités du littoral, et jusqu'à 60 km aux alentours. Le coût de cette technique est passé de

10 \$/m³ à 0,6 et même 0,8 \$/ m³ d'eau entre les années 1980 et aujourd'hui. Cette réduction des coûts a rendu cette technique compétitive et les spécialistes estiment à plus de 10 % par an l'augmentation de capacité installée grâce à ces usines à travers le monde. Nombre de pays méditerranéens, dont l'Espagne et l'Algérie en tête, développent cette technique. Le recours aux unités de dessalement permet également de réserver une partie plus importante des eaux de barrages à l'agriculture. L'Algérie compte en 2013 neuf grandes stations de dessalement en exploitation à même de produire jusqu'à 1,4 millions de m³ d'eau dessalée par jour. La mise en exploitation de deux autres stations portera la capacité de production totale à 2,1 millions de m³/jour. En moyenne, ces stations ont une capacité de production qui se situe entre 100 000 et 200 000 m³ par jour. La station d'El-Mactaa, proche d'Oran, dont l'entrée en exploitation en 2013 dispose d'une capacité de 500 000 m³/jour soit l'une des plus grandes unités de dessalement par osmose inverse, permettant la couverture à long terme des besoins de cinq millions de personnes en eau potable. Ces stations sont gérées par des sociétés de production pilotées par l'Algerian Energy Company (AEC), société créée par les groupes Sonatrach et Sonelgaz. La production d'eau dessalée est vendue à l'ADE. En complément de ces grandes stations, on relève la présence d'une vingtaine de stations monoblocs de petite capacité (entre 2 500 et 7 000 m³/j) dont certaines ont été délocalisées pour renforcer l'AEP des localités plus déficitaires. Ce recours au dessalement n'est pas récent. En effet, les premières expériences de dessalement dans le pays ont été réalisées après l'indépendance (Ahmouda et Biala H, 2015).

I.3.1. Historique du dessalement en Algérie

L'expérience algérienne en matière de dessalement des eaux est étroitement liée au développement de l'industrie, tout particulièrement de l'industrie pétrolière et sidérurgique. Le recours au dessalement en vue d'un usage destiné exclusivement à l'alimentation de la population en eau potable est quasi-inexistant.

Une seule expérience a été tentée dans une situation où il n'existait aucune autre solution. Il s'agit de l'unité de déminéralisation d'Ouled Djellaba, dans la wilaya de Biskra (Sud Est algérien).

En 1964, trois petits blocs de 8 m³/h chacun ont été installés au complexe Gaz liquéfié d'Arzew (ville côtière à l'ouest du pays). Le procédé utilisé est la distillation à multiple effet «Multi effet distillation, MED ».

En 1969, une autre installation a vu le jour à Arzew avec une capacité de production de 4560 m³/j. Le procédé utilisé est le multi stage flash-MSF.

D'autres installations ont été mises en exploitation pour les besoins en eau de haute pureté nécessaire au processus des complexes de production de l'électricité (Cap Djinet à l'Est d'Alger) et l'industrie de liquéfaction (Arzew et Skikda). Il y a également quelques installations qui sont destinées, principalement dans le sud, à fournir de l'eau de qualité pour la consommation humaine dans les bases pétrolières (Serge F. 2000).

Tableau I .5 : Différentes installations existantes en Algérie (MRE, mre.gov.dz 2013).

sites	Nombre d'unités	Débit m ³ /j	procédé	Mise en service
Skikda	1	1440	Flash	1971
Skikda	2	720	Flash	//
Skikda	-	1440	Echangeurs d'ions	//
Annaba	2	960	//	//
Annaba	2	3600	//	1973
Ghazaouet	1	840	//	1974
Arzew	6	3888	Électrodialyse	1975
Arzew	-	960	Echangeurs d'ions	//
Hassi Messaoud	6	1000	Electrodialyse	//
Hassi Messaoud	2	110	//	1976
Hassi Touil	1	55	//	1977
Arzew	1	350	Thermocompression	1978
Annaba	3	14180	Multi flash	//
Hassi Messaoud	2	350	Electrodialyse	//
Bel Abbes	-	1500	Echangeurs d'ions	//
Haoud Berkaoui	1	55	Electrodialyse	1979
Hassi Messaoud	2	300	//	//
Rhoud El Baguel	1	25	//	//
Arzew	1	960	Multi flash (5 étages)	//
Annaba	2	144	Echangeurs d'ions	//
Annaba	2	576	//	//
Hassi Rmel	3	792	Osmose inverse	//
Annaba	2	6240	Echangeurs d'ions	1980
Ghardaia	-	960	Osmose inverse	//
Arzew	1	960	Multi flash (6 étages)	//
Mostaganem	-	57600	Osmose inverse (6lignes)	//
Rhoud El Baguel	2	300	Electrodialyse	1981
Biskra	-	864	Osmose inverse	//
Annaba	1	1800	Echangeurs d'ions	//
Reghaia	-	160	//	1982
arzew	1	1200	Compression vapeur	//

I.3.2. Capacité installée

L'expérience Algérienne dans le dessalement remonte aux années 1960. La première installation a été implantée à Hassi Messaoud pour le traitement des eaux saumâtres par la SONATRACH. Vers le milieu des années 70, on avait prévu de réaliser une centrale électrique à Marsat El-Hadjadj près d'Arzew utilisé pour alimenter une usine de dessalement de 800 m³/jour soit près de 30 millions de m³/an. Cette eau devrait subvenir aux besoins des unités de la zone industrielle d'Arzew (ZIA).

Au début des années 80, la sécheresse qui sévissait en Oranais, mis en danger le fonctionnement de la ZIA.

En 2002, la sécheresse a menacé sérieusement les ressources en eau, ou les réserves avaient atteint un niveau alarmant.

Pour faire face, plusieurs petites unités ont été installées un peu partout.

Actuellement 23 Stations « monobloc » d'une capacité total de 57500 m³/jour sont installées presque dans toutes les Wilaya de la bande côtière, en 2010.

Une dizaine de grosses unités plus de 50000 m³/jour installées dans les grandes villes (Hamma 200000 m³/jour, Arzew 90000 m³/jour). Le site le plus important à Hamma la plus grosse unité de dessalement en Afrique par son procédé d'osmose inverse mise en fonction en février 2008 et qui répond à 25% des besoins domestiques en eau de la capitale. D'autres stations sont en cours de réalisation (Jijel 50000 m³/jour, El –Kala 50000 m³/jour, Ain Timouchent 150000 m³/jour, Annaba 100000 m³/jour).

La quantité d'eau dessalée en Algérie est estimée à 60 millions m³ (dans le monde arabe 4537 millions de m³).

I.3.3.1. Grandes stations

Impact : Contribution au renforcement et à la sécurisation de l'AEP des villes côtières et notamment les 13 stations, d'une capacité totale de 2,26 millions m³/jour, Grandes agglomérations d'Alger, d'Oran et de Skikda. La localisation des grandes stations a été déterminée sur la base d'une étude générale réalisée entre 2000 et 2003, par le secteur des ressources en eau.

I.3.3.2. Stations monobloc

Tableau 6 : Stations monobloc

Numéro	Localisation	Capacité m ³ /j	Population à servir	Année mise en service
01	Hamma	200000	1333.320	1 ^{er} trimestre 2008
02	Kahrama	90000	540000	3eme trimestre 2005
03	Skikda	100000	666.660	2eme trimestre 2007
04	Beni-saf	150000	999.990	3eme trimestre 2007
05	Suktleta	100000	666.660	1 ^{er} trimestre 2007
06	Mostganam	100000	666.660	3 ^{ème} trimestre 2007
07	Zéralda	100000	666.660	1 ^{er} trimestre 2008
08	Cap Djinet	100000	666.660	2eme trimestre 2008
09	Jijel	50000	333.330	1 ^{er} trimestre

I.4. Type de procédé pratique en Algérie :

L'Algérie est le pays où le dessalement de l'eau de mer sert avant tout aux besoins de l'industrie ; sur la capacité totale de dessalement de 100 739 m³/jour, 94,58% sont utilisés par l'industrie. Le procédé le plus souvent appliqué en Algérie est le MSF (Multisage Flash) qui veut dire distillation en français, environ 72 % ou le VC (la distillation par compression de vapeur (Vapor Compression, environ 27 %).

Le dessalement par OI (Osmose Inverse) existe pour la consommation humaine en eau. L'évaporation n'est pas adaptée à ces eaux, ces deux techniques (MSF et OI) sont les plus évoluées et elles sont en compétition (Morsli et al, 2013). Les zones industrielles de Skikda-Annaba-Arzew maîtrisent le procédé MSF. La Sonatrach et Sonelgaz ont une expérience indéniable pour le procédé MSF. Il existe aussi une technique d'électrodialyse à Arzew (Méthanol et Raffinerie). Sur le choix du procédé, on peut dire que le MSF est plus compétitif malgré que le procédé à membrane et a fait un saut qualitatif au courant de la décennie écoulée. Si le procédé MSF nécessite un coût d'investissement de 20% supérieur à l'Osmose Inverse par contre les coûts d'exploitation sont très bas. Par ailleurs, il faut ajouter qu'on est obligé de renouveler le 1/3 des membres chaque année, sachant que le coût d'un membre est de 1000 US\$ (Morsli et al, 2013). Les contraintes d'entartrage dans ce cas sont facilement maîtrisées.

Le deuxième avantage avec la Multisage Flash c'est qu'on produit de l'électricité en même temps. Ainsi, pour la station d'Arzew, on produit 86 000 m³ par jour d'eau et 341 m KW d'électricité.

I.5. Avantages et inconvénients de dessalement de l'eau de mer en Algérie

Le dessalement d'eau de mer est un moyen moderne pour avoir de l'eau. C'est l'une des techniques les plus utilisées pour permettre de produire de l'eau non conventionnelle afin de pouvoir pallier les déficits constatés par rapport à la disponibilité de l'eau Conventionnelle (Maurel, 2006).

Les principaux avantages du procédé de dessalement sont :

- L'Algérie dispose d'un littoral de 1200 km,
- L'utilisation de l'eau de mer qui est une ressource pratiquement inépuisable,
- La population ainsi que l'industrie à grande consommation d'eau se trouvent à proximité de la mer,
- 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),
- Une importante demande en eau se situe à proximité de la côte ce qui réduit davantage les prix de revient d'eau (Maurel, 2006),
- L'un des grands 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 journalières qui dépassent les 200000 m³/jour (station El Karma à Oran 500 000 m³/jour) (Maurel, 2006).

Malgré que le dessalement de l'eau de mer apporte une réponse aux besoins d'eau, quel que soit le procédé utilisé il n'est pas sans inconvénients :

- Les installations de dessalement coûtent très cher et elles se caractérisent par leur grande consommation énergétique,
- Ces installations dégagent des gaz à effet de serre ce qui provoque le réchauffement climatique,
- Elles détruisent les zones côtières,

- Elles bouleversent les écosystèmes, car elles rejettent les déchets appelés saumures certaines espèces ou végétations sont très sensibles à ces déchets,
- Présence de traces de métaux lourds échappés des installations,
- Les rejets associés aux unités de dessalement comme les eaux provenant du nettoyage (filtre à sable, membranes et dépôts) contaminent le milieu (Maurel, 2006).

Conclusion

D'après les données citées précédemment, nous pouvons clairement conclure que la situation de l'eau en Algérie s'est améliorée grâce aux différentes stations de dessalement installées. Pour assurer une alimentation pérenne en eau potable, l'Algérie a choisi de se tourner résolument vers la mer. Notre pays entend profiter au maximum de l'expérience déjà acquise dans d'autres pays. Dans le cas algérien, le dessalement réduit de manière durable les pénuries d'eau, car plus de la moitié de la population réside sur la longue bande littorale de 1200km, théâtre d'un déficit chronique en eau potable.

Chapitre II

Différents impacts du dessalement de l'eau de mer sur l'environnement

II.1. Eau de mer

L'eau de mer est une eau salée des mers et des océans. On dit qu'elle est « Salée » parce qu'elle contient des substances dissoutes, les sels, constitués d'ions principalement des ions halogénures comme l'ion chlorure et des ions alcalins comme l'ion sodium. On trouve 30 à 40 grammes de sels dissous pour un kilogramme d'eau de mer. L'eau salée s'oppose à l'eau douce, qui contient moins d'un gramme de sels dissous par kilogramme. La masse volumique de l'eau de mer à la surface est d'environ 1,025 gr/ml, supérieure de 2,5 % à celle de l'eau douce 1 gr/ml à cause de la masse du sel et de l'électrostriction.

Les océans occupent un volume estimé à 1 340 millions de km³, ce qui représente 97,4 % des réserves d'eau présentes à la surface de la Terre. Ce volume n'inclut pas les eaux souterraines (aquifères), dont environ 85 % sont salées à différents degrés (Rovel, 2012).

II.2. Caractéristiques physico- chimiques des eaux de mer

II.2.1. Salinité

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 gr/L, 27,2 gr/L de NaCl, 3,8 gr/l de MgCl₂ ; 1,7 gr/l et de MgSO₄ ; 1,26 gr/l de CaSO₄ ; 0,86 gr/l K₂ SO₄).

La salinité moyenne de l'eau de mer est de l'ordre de 35 g/l, cependant. Cette valeur varie fortement selon les régions et la saison.

Tableau 07 : Salinité des différentes mers

l'eau de mer de	La salinité de l'eau de mer
Méditerranée	36 à 39 g/l
Rouge	Aux environ 40 g/l
Caspienne	13 g/l
Morte	270 g/l
Golf arabo-persique	36 à 39 g/l
Golfe Persique	40 à 70 g/l

II.2.2. Potentiel hydrogène (pH)

Le pH est un élément important en chimie des eaux. Son teste est souvent recommandé.

Chapitre II Différent dessalement de l'eau de mer sur l'environnement

Il y a toujours dans un bac qui fonctionne bien, une variation du pH dans la journée. (Par exemple 7.8 le matin et 8.4 le soir), ceci s'explique par le fait que les algues (supérieures et inférieures) produisent du gaz carbonique, ce qui engendre une augmentation de l'acidité, donc une diminution du pH. La baisse du pH intervient la nuit, lorsque les algues n'ont plus d'activité photosynthétique.

II.2.3. Température

La température de l'eau de mer peut varier de quelques degrés sur les côtes sous l'influence des courants polaires. Une température élevée avantage la distillation, tout en observant que cet avantage est minime du fait de la capacité thermique massique de l'eau très faible comparée à son enthalpie (sa chaleur latente) de vaporisation.

II.2.4. Densité

La densité de l'eau de mer n'est pas un paramètre analysé. Elle est calculée à partir de la température T de la salinité S et de la pression atmosphérique P. Son unité est le kg/m^3 .

II.2.5. Impuretés de l'eau de mer

Elles sont :

- Matières solides en suspension,
- Matières en émulsion,
- Matières colloïdales,
- Matières organiques dissoutes.

II.3. Généralités sur la production primaire

La production primaire représente la quantité de matière organique synthétisée par les organismes chlorophylliens pendant un intervalle de temps déterminé. Ce concept dynamique exprime l'intensité du métabolisme lacustre et notamment la vitesse de renouvellement de la biomasse digitale. Seule la production phyto-planctonique, prédominante dans le lac Léman a été prise en considération dans notre étude.

L'eutrophisation se traduit fondamentalement par un accroissement de la production primaire : l'augmentation de la quantité de sel nutritif disponible permet en effet un développement algal plus important qui se manifeste si les conditions climatiques sont favorables. C'est pourquoi l'étude de la production primaire apporte de précieux indices pour définir l'état trophique d'un lac.

II.4. Caractéristique et milieu de vie

Selon les données recueillies par le capteur Sea WiFS satellite : la production primaire dans l'océan mondial est sensiblement égale à celle sur les terres émergées, bien que la biomasse primaire océanique soit environ 500 fois moins importante que la biomasse terrestre, ce qui traduit la très grande efficacité du phytoplancton océanique (avec notamment les diatomées qui représentent 40 % de la production primaire des écosystèmes marins).

II.4.1. Production primaire

La vitesse à laquelle se bios-synthétise au niveau de la biomasse une quantité donnée de matière organique à partir de matière minérale et d'un apport d'énergie. C'est un flux exprimé en masse de carbone assimilé par unité de temps. Cette production de matière organique s'effectue principalement grâce à la photosynthèse (la chimiosynthèse étant beaucoup moins répandue). Dans un écosystème, la productivité primaire est réalisée par les producteurs primaires également appelés autotrophes. Il s'agit du premier maillon d'une chaîne alimentaire dans un réseau trophique.

Les producteurs primaires sont principalement des plantes dans les écosystèmes terrestres et des algues dans les écosystèmes aquatiques. Les écologues distinguent deux sous ensembles de production primaire :

- Production Primaire Brute et la
 - Production Primaire Nette.
- a. La productivité primaire** exprime la production primaire (P) par rapport à la biomasse (B). Le rapport inverse B/P est appelé **turn over** ou taux de renouvellement de la biomasse, indicateur qui reflète le temps nécessaire au remplacement de toute la biomasse présente dans un écosystème.
- b. La production secondaire** correspond à la production de matière vivante par les producteurs secondaires également appelés hétérotrophes, qui regroupent les consommateurs herbivores, carnivores, les détritivores et les décomposeurs.

Comme pour la production primaire, les écologues définissent une production secondaire brute et, après déduction de la respiration, une production secondaire nette. Ils étudient également la productivité secondaire.

II.4.2. Formation de la productivité primaire

Chapitre II Différent dessalement de l'eau de mer sur l'environnement

Est l'accumulation d'énergie chimique (la production primaire) sous la forme de matière organique. La source d'énergie utilisée pour réaliser cette production est soit l'énergie lumineuse (dans le cas de la photosynthèse), soit l'énergie issue de l'oxydation de molécules inorganiques telles que les gaz hydrogénés (ex: sulfure d'hydrogène, H₂S) ou le méthane (dans le cas de la chimiosynthèse). Quelle que soit la source d'énergie utilisée, cette source d'énergie sert à synthétiser des molécules organiques complexes à partir de simples composés inorganiques tels que le dioxyde de carbone (CO₂) et l'eau (H₂O). De façon simplifiée, la photosynthèse peut être représentée par : CO₂ + H₂O + lumière + Sels minéraux donne : CH₂O + O₂ et une forme de chimiosynthèse par : CO₂ + O₂ + 4 H₂S + 4 S + 3 H₂O.

Dans tous les cas, ces processus aboutissent à la formation de glucides (CH₂O) comme le glucose. Ces molécules relativement simples peuvent ensuite être utilisées pour synthétiser des molécules encore plus complexes comme des protéines, des glucides complexes, des lipides et des acides nucléiques, ou être respirées pour permettre aux cellules de fonctionner. La consommation des producteurs primaires par les organismes hétérotrophes, comme les animaux, transfère ensuite ces molécules organiques et l'énergie stockée dans ces molécules vers les autres maillons de la chaîne alimentaire.

- La Production Primaire Brute : énergie totale assimilée par les producteurs primaires (plantes et algues) par le biais de la photosynthèse,
- La Production Primaire Nette : quantité d'énergie accumulée dans la biomasse de la plante (croissance et reproduction).

La Production Primaire Nette (PPN) correspond donc à l'énergie accumulée par la plante par le biais de la photosynthèse moins l'énergie utilisée par la plante pour la respiration. En d'autres termes, la différence entre la Production Primaire Brute (PPB) et la Production Primaire Nette correspond à l'énergie utilisée lors de la respiration cellulaire : PPN = PPB - respiration

La production primaire peut être vue à l'échelle d'une plante (ex : un arbre) ou à celle d'un écosystème. Dans le cas de l'écosystème, on parle de production primaire nette de l'écosystème.

Cette valeur est utile pour les écologistes dans le sens où elle permet de déterminer la quantité d'énergie disponible pour les autres organismes (détritivores, herbivores et autres maillons de la chaîne alimentaire). Elle est aussi utile pour les activités qui dépendent de la productivité du sol ou d'autres écosystèmes (zones humides, milieux marins, forêts). La

Chapitre II Différent dessalement de l'eau de mer sur l'environnement

biodiversité est un des facteurs importants de la productivité d'un milieu et de la qualité des services écologiques qu'il rend.

II.5. Productivité océanique

À l'inverse des écosystèmes terrestres, la productivité des écosystèmes océaniques est principalement assurée par les algues avec une faible contribution des plantes vasculaires. Les algues englobent une grande variété d'organismes allant de simples organismes unicellulaires à des organismes plus complexes comme les macroalgues. Les plantes vasculaires se limitent aux herbiers. La majorité de la productivité océanique est assurée par le phytoplancton. On estime qu'il est à lui seul responsable de 75 % de la production primaire océanique, les autres autotrophes (herbiers et macroalgues) étant souvent limités à des zones restreintes de l'océan : les zones côtières où les eaux sont peu profondes et suffisamment éclairées.

II.5.1. Facteurs de contrôle de la productivité océanique

Les facteurs limitant la production primaire dans les océans sont également très différents de ceux limitant la production primaire des écosystèmes terrestres. La disponibilité en eau n'est de toute évidence plus un problème (bien que sa salinité puisse l'être). De même la température, bien qu'elle puisse affecter les enzymes impliquées dans la photosynthèse, a un rôle limitant beaucoup moins important que dans les écosystèmes terrestres puisque la capacité thermique des eaux limite les variations de température. De plus, l'eau salée gèle à une température plus faible que l'eau douce des écosystèmes terrestres. À l'inverse la lumière, principale source d'énergie de la photosynthèse, et les éléments nutritifs, qui servent à la construction des composants cellulaires et sont utilisés pour la croissance, ont un rôle primordial.

II.5.2. Lumière

La zone éclairée de l'océan est appelée la zone photique (ou de la zone euphotique). Il s'agit d'une couche d'eau relativement mince (0-100 m) près de la surface où il y a suffisamment de lumière pour que la photosynthèse puisse se réaliser. Pour des raisons pratiques, l'épaisseur de la zone photique est généralement définie par la profondeur à laquelle la lumière atteint 1 % de sa valeur en surface. La lumière est atténuée dans la colonne d'eau par son absorption et sa diffraction par l'eau en elle-même, et par les matières dissoutes et particulaires (y compris le phytoplancton).

Chapitre II Différent dessalement de l'eau de mer sur l'environnement

La capacité à réaliser la photosynthèse dans la colonne d'eau est déterminée par l'interaction entre la zone photique et la couche de mélange. Le mélange turbulent par l'énergie éolienne à la surface de l'océan homogénéise la colonne d'eau à la verticale jusqu'à ce que la turbulence se dissipe (création de ladite couche mélangée). Plus la couche de mélange est importante, plus la quantité moyenne de lumière interceptée par le phytoplancton est importante. La profondeur de la couche de mélange peut varier : elle peut être moins profonde ou plus profonde que la zone photique. Quand elle est beaucoup plus profonde que la zone photique, le phytoplancton passe une grande partie de son temps à l'obscurité ce qui ralentit sa croissance et sa capacité à réaliser la photosynthèse. La profondeur maximale de la couche de mélange où la croissance et la photosynthèse s'effectuent encore de façon efficace est appelée profondeur critique. Tant qu'il y a suffisamment de nutriments disponibles, la production primaire nette se poursuit même lorsque la couche de mélange est moins profonde que la profondeur critique.

L'ampleur du brassage des eaux par les vents et la disponibilité de la lumière à la surface des océans sont modifiées à différentes échelles spatiales et temporelles. Les modifications les plus importantes sont liées au cycle des saisons en réponse aux modifications de l'angle d'incidence des rayons lumineux à la surface de la Terre. C'est particulièrement vrai dans les écosystèmes tempérés où la productivité primaire est fortement influencée par la lumière incidente à la surface des océans (réduite en hiver) et par l'intensité du mélange de la colonne d'eau plus important pendant la période hivernale en raison des tempêtes. Dans les zones tropicales, la saisonnalité est moins marquée, la lumière incidente étant beaucoup moins variable et le mélange des eaux ne se produisant que de façon épisodique pendant les périodes de tempête.

II.5.3. Eléments nutritifs

Le mélange des eaux joue également un rôle important dans la limitation de la production primaire par les éléments nutritifs. Les nutriments inorganiques, comme les nitrates, les nitrites, les phosphates et les silicates sont nécessaires au phytoplancton qui les utilise pour sa croissance et pour le bon fonctionnement de sa machinerie cellulaire. Les composants de l'appareil photosynthétique, les enzymes et les protéines sont, en effet, riches en azote (N) et en fer (Fe). Le phosphore (P) (issu des phosphates) est essentiel à la croissance du phytoplancton et à sa division cellulaire, il est l'un des principaux constituants de diverses biomolécules (tels que les acides nucléiques et les lipides qui sont notamment des composants essentiels des membranes cellulaires). Il est également impliqué dans le transfert de l'énergie et

Chapitre II Différent dessalement de l'eau de mer sur l'environnement

le métabolisme cellulaire (c'est un composant de l'ATP, de l'ADP et du $\text{NADP}^+/\text{NADPH}$)^{21,22}. Les silicates sont utilisés par certaines diatomées pour la construction de leur squelette externe siliceux. Les cellules phytoplanctoniques sont incapables de synthétiser ces éléments et doivent se les procurer dans leur milieu de vie sous la forme de nutriments inorganiques. Ainsi la limitation de la disponibilité de l'un de ces éléments peut conduire à une diminution de la photosynthèse et par voie de conséquence de la productivité primaire. Chez le phytoplancton, la limitation en azote (N) peut affecter un certain nombre de processus cellulaires comme la photosynthèse et la synthèse des protéines. La photosynthèse peut être affectée par une réduction de l'efficacité de collecte de l'énergie lumineuse en raison d'une réduction de la quantité de chlorophylle a qui contient de l'azote mais aussi par la réduction de l'efficacité de synthèse des protéines qui constituent l'appareil photosynthétique. En raison de la chute gravitationnelle de la matière particulaire (comme le plancton, les matières fécales ou les organismes morts), les éléments nutritifs quittent constamment la zone photique, et ne la réalimentent que par le mélange des eaux et la remontée des eaux plus profondes. Cette situation s'aggrave en été en raison du réchauffement des eaux de surface et de la réduction des vents qui augmentent la stratification verticale et conduisent à une forte thermocline, car cela rend plus difficile le mélange des eaux et la remontée des eaux plus profondes riches en éléments nutritifs. Dans les zones d'upwelling, on observe une forte productivité primaire en raison de la remontée importante des eaux profondes riches en éléments nutritifs.

II.5.4. Fer

Un autre facteur potentiellement limitant découvert relativement récemment est le fer. Il est utilisé en tant que cofacteur (biochimie) des enzymes impliquées dans les processus tels que la réduction des nitrates et la fixation de l'azote. Une source importante de fer dans les océans provient de la poussière des déserts qui est transportée par les vents. Le Sahara joue ainsi un rôle essentiel dans la fertilisation des océans. Dans les régions de l'océan qui sont éloignées des déserts ou qui ne sont pas atteintes par les vents porteurs de poussières (par exemple, le Sud et le Nord de l'Océan Pacifique), le manque de fer peut limiter considérablement la productivité primaire. Ces zones sont connues sous le nom de zones HNLC pour High-Nutrient, low-chlorophyll (**en**) en anglais (teneur élevée en nutriments, faible teneur en chlorophylle) en raison de la rareté du fer qui limite la croissance du phytoplancton et conduit à un excès de nutriments. Certains scientifiques ont suggéré d'introduire du fer dans ces régions comme un moyen d'accroître la productivité primaire et l'utilisation du dioxyde de carbone de l'atmosphère afin de limiter les effets du réchauffement climatique. Cependant, des essais de

Chapitre II Différent dessalement de l'eau de mer sur l'environnement

fertilisation par le fer ont montré que l'ajout de fer peut effectivement augmenter la productivité primaire mais que ses effets disparaissent très rapidement. De plus, il est toujours très dangereux de modifier artificiellement la composition des écosystèmes naturels car on ne mesure pas toujours les conséquences que cela pourrait avoir.

a. Méthodes de mesure

Les méthodes de mesure de la production primaire diffèrent selon le type de production que l'on souhaite mesurer (Brute ou Nette) et en fonction du milieu visé (milieu terrestre ou aquatique). La production brute est toujours plus difficile à mesurer que la production nette car elle nécessite de mesurer la quantité d'énergie vouée à la respiration. La respiration est, en effet, un processus permanent qui consomme une partie des produits de la production primaire (ex : les sucres) avant d'être correctement mesurée. L'étude de la production primaire terrestre est généralement rendue difficile par le fait qu'une partie de cette production est dirigée vers les tissus et organes souterrains plus difficiles d'accès. En milieu aquatique, le même problème se pose avec le phénomène de neige marine et les écosystèmes profonds.

Chapitre III :
Matériel et Méthode

III.1. Production primaire (phytoplancton) :

L'eau de mer contient de la matière organique particulaire (MOP) dont les constituants possèdent des tailles variées. Le phytoplancton, les levures, les bactéries et les petits organismes hétérotrophes comme le micro-zooplancton ont des tailles comprises entre 0,45 et 300 μm .

La production primaire des organismes autotrophes détermine la distribution du COP et de l'azote organique particulaire (NOP). La concentration en COP est Généralement de 0,05 mg/l à 1,00 mg/l pour les eaux côtières, de 0,15 mg/l en moyenne pour les eaux de surface et est quasi nulle pour les eaux profondes.

La concentration en NOP est de 0,029 mg/l pour les eaux de surface et de 0,013 mg/l pour les eaux profondes. Le rapport entre le carbone et l'azote dans la MOP est compris entre 6,6 et 7 ce qui correspond aux proportions stœchiométriques dans les cellules planctoniques.

Les bactéries hétérotrophes constituent la majeure partie de la MOP de dimension comprise entre 0,2 et 2 μm . Leur concentration est d'environ 1×10^6 cellule par ml. En raison du milieu marin pauvre en nutriments, la plupart de ces bactéries sont dans un état de latence.

Le phytoplancton constitue l'essentiel de la biomasse vivante présente dans les océans. Sa morphologie et sa taille (de 0,2 à 200 μm) peuvent être très variables mais sa composition chimique varie peu d'une espèce à l'autre de ces micro-algues. Le phytoplancton est majoritairement constitué de protéines (50%), de sucres (30%), de corps gras (10%) et d'acides nucléiques (5%). Certains autres éléments comme le phosphore et le soufre peuvent également être présents dans le phytoplancton. Il est à noter que les zones côtières jouent un rôle primordial dans la production biologique de l'océan. Elles ne représentent que 8 % de l'océan mais fournissent 25 à 50 % du carbone organique marin.

Tableau 9 : Classification simplifiée des organismes phytoplanctoniques (Margullis & Schwartz, 1998, et Van den Hoek et al, 1995)

Super-règne	Règne (Sous-règne)	Division	Classe (Nom usuel)
Procaryotes	Bactéries (Eubactéries)	Cyanobactéries	Cyanobactéries (ou cyanophycées)
		Dinophyta	Dinophyceae (dinoflagellés)

Eukarya (Eucaryotes)	Protoctistes (Protistes)	Heterokontophyta	Chrysophyceae (chrysophcées)
			Bacillariophyceae = Diatomophyceae (diatomées)
			Dictyochophceae (silicoflagellés)
			Raphidophyceae (chloromonadines)
		Prymneslophyta = Haptophyta	Prymnesiophyceae = Haptophyceae (prymnésiohycées ou haptophycées)
	Cryptophyta	Cryptophyceae (cryptophycées)	
	Cryptophyta D	Chlorophyceae (chlorophycées)	
		Prasinophyceae (prasinophycées)	

III.2. Produit antitartre (la qualité/ la quantité) :

L'entartrage correspond à la formation d'un dépôt de sels minéraux. C'est un phénomène qui se produit sur les surfaces d'échanges aussi bien thermiques que membranaires qui sont des zones de concentration ionique élevée. L'entartrage est lié à la formation de solides amorphes ou cristallisés qui est fonction de la température (diminution de la solubilité quand la température augmente) et de la composition de l'eau.

La formation de tartre doit être évitée pour maintenir un fonctionnement correct des installations. Une première solution consiste à jouer sur le procédé même apport d'énergie calorifique supplémentaire dans le cas des procédés de distillation, application d'une pression Supérieure dans celui des procédés membranaires. Une deuxième solution consiste à prétraiter L'eau par :

- L'ajout d'acide qui induit une décarbonatation du milieu par dégazage du gaz Carbonique formé à partir des hydrogénocarbonates,
- L'ajout de chaux et de germes de cristallisation qui favorise la précipitation du Carbonate de calcium,
- L'emploi d'inhibiteurs d'entartrage : polyphosphate, organophosphate,

Polymères Polycarboxyliques.

Le traitement va dépendre de la nature ou des espèces susceptibles de provoquer.

L'entartrage est du au procédé de dessalement utilisé.

Quelle que soit la solution adoptée, elle augmente le coût du dessalement.

L'entartrage des équipements doit être évité. La méthode la plus utilisée pour éviter les tartres (CaCO_3 , CaCO_4 , $2\text{H}_2\text{O}$) dans les modules d'osmose inverse consiste à injecter dans l'eau brute des inhibiteurs d'entartages ou antitartres. Les produits utilisés sont :

- Les polyphosphate : ces produits sont efficaces et bon marché mais ils peuvent éventuellement former des dépôts d'orthophosphates par suite de phénomènes d'hydrolyse.
- Les polymères carboxyliques : efficaces sur la plupart des tartres, ces produits ne posent pas de problèmes pour les rejets. Ils présentent l'inconvénient d'être chers.

L'acidification de l'eau brute, en provoquant la décomposition des bicarbonates, est aussi un moyen efficace de prévenir les dépôts

De CaCO_3 : $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Le calcul de l'indice de Lagelier nous apprend que l'eau en entrée est incrustante ($I = 0,41 > 0$ donc incrustante). Il est donc nécessaire d'acidifier le pH afin de le ramener à la valeur du pH. L'ajout d' H_2SO_4 permet de ramener le pH à la valeur de pH calculé soit 7,78 (contre un pH de 8,2 pour l'eau de l'Océan) (Maurel, 2006).

Tableau 10 : Liste de produit chimiques et quantités utilisés dans l'étape de prétraitement

Produit chimique	Dose mg/l	Ecoulement kg/h	Quantité journalière	Volume accumulé (matière diluée) m^3
Hypochlorite de sodium	6	80	1,9	120
Acide sulfurique 98%	30	390	9,4	100
SHMP (anticalcaire)	6	80	1,9	120

Chlorure ferrique - flocculant pour traiter les colloïdes suspendus.	4	50	1,2	120
Bisulfate de sodium	4	50	1,2	120

III.3. Impact

Les produits utilisés contre l'entartrage sont les phosphates polymères. Dans une zone marine oligotrophe comme la mer méditerranée, le rejet de ces produits peut avoir des effets drastiques tels que des efflorescences algales, des proliférations d'algues macroscopiques.

Ces dernières années, les agents antitartres les plus largement utilisés ont été les polymères de l'acide maléique pour empêcher l'apparition d'effets eu atrophiant (Hoepner, 2003).

III.3.1. Rejets de saumures concentrés

Les deux procédés de dessalement d'eau de mer, distillation et séparation par membrane, génèrent tous les deux des saumures, concentrés des sels présents dans la mer.

A titre d'exemple, pour produire par dessalement d'eau de mer les 2L de consommation journalière d'eau de d'alimentation, il faut dessaler environ 4L d'eau de mer, ce qui conduit au rejet de 160g de sels, environ 20 fois le besoin journalier d'une personne. Ces sels sont le plus souvent rejetés dans le milieu naturel, et ceci pour plusieurs raisons :

- l'évaporation totale des saumures génèrerait une surconsommation d'énergie,
- la production de sels dépasserait la capacité d'utilisation humaine, entraînant le stockage à haut risque de lixiviation de millions de tonnes de sels (une installation de 50 000 m³/j d'eau dessalée produit environ 400t de sels par jour),
- le cout des installations d'évaporation rendrait le dessalement inaccessible économique.

En réalité, les stations de dessalement rejettent une charge de constituants de l'eau de mer équivalente à la charge des constituants contenus dans l'eau d'alimentation, mais dans un volume d'eau moindre :

- Avec le procédé MSF, la salinité de la saumure concentrée est de 1,1 fois plus élevée que celle de l'eau d'alimentation. Le concentré est généralement dilué avec l'eau de refroidissement avant d'être rejeté, et par conséquent le facteur de concentration est de 1,05 ce qui reste sans impacts sur l'environnement.
- Avec le procédé OI, la salinité du concentré est de 1,3 à 1,7 fois plus élevée que celle de l'eau d'alimentation. Par exemple, on admet une salinité type de 39% pour la Méditerranée, cela signifie que la saumure issue des usines OI varie en moyenne d'environ 51 à 66%.

III.3.2. Rejets de produits chimiques

Les usines de dessalement utilisent des produits chimiques pour le traitement de l'eau d'alimentation et de l'eau produite. La plupart de ces produits sont utilisés avant tout comme agents biocides, antitartre, anti-salissures et anti-mousse, et ils finissent par modifier relativement la composition de la saumure concentrée. Ces produits chimiques peuvent différer en fonction des principaux procédés de dessalement, à savoir MSF et l'osmose inverse.

Tableau 11 : **Produits chimiques utilisés dans les procédés de dessalement**

Phase	Objet	Produits chimiques Ajoutés	Devenir des produits
Prétraitement			
Ajustement Du PH à 7	Diminue la concentration de carbonate (et la précipitation de carbonate). Protège les membranes	Acide (H ₂ SO ₄)	Modifie le pH de l'eau produite et de la saumure concentrée, le sulfate est retenu dans la saumure
Antitartre	Prévient la formation de tartre sur les membranes	Agents chélateurs et dispersants	Les complexes formés sont retenus dans la saumure concentrée
Coagulation-Filtration	Prévient les salissures et l'encrassement des membranes	Coagulants-floculats	Les agents flocculant for masse séparent par décantation et sont éliminés par filtration
Désinfection	Prévient l'encrassement biologique et élimine les microorganismes qui se	Chlore (ou biocides)	Chlore également réparti dans le perméat et la saumure concentrée

Déchloration	Protège les membranes sensibles au chlore	Bisulfate de sodium ou Charbon Actif	Réagit avec le chlore pour former le sulfate et chlorure qui sont retenus dans la
Elimination des Gaz dissous	Elimine les gaz nauséabonds	Aération dé gazage	Oxyde H8 et NH4 dans l'eau produite et dans la saumure concentrée
pH à 7	Prévient la corrosion du système de distribution, protège la flore et la faune aquatiques en cas de rejet en surface	NaOH Carbonate de sodium anhydre, chaux	Accroît le niveau de sodium dans l'eau produite et dans la saumure concentrée.
Désinfection	Prévient la prolifération bactérienne dans le système de distribution, protège la flore et la faune aquatique si nécessaire	Chlore (où Chlorométrie)	Le chlore est retenu dans l'eau produite et la saumure concentrée
Réduction du Niveau de Chlore	Elimine le chlore et d'autre oxydants	Bisulfite de sodium	Accroît les niveaux de sulfates et de chlorures dans l'eau produite et dans la saumure concentrée
Oxygénation	Accroît l'oxygène dissous à un niveau concourant au développement de la flore et de	Aération	Accroît l'oxygène dissous dans la saumure concentrée
Elimination d'autres formes Chimiques	Diminue tous les polluants susceptibles d'être présents dans l'eau produite et dans la saumure concentrée	En fonction des formes chimiques	

III.3.2.1. Produits de la corrosion

Les usines de dessalement ont un procédé thermique rejettent du cuivre, du nickel, du fer du chrome, du zinc et d'autres métaux lourds en fonction des alliages présents dans la filière de production.

Pour la Méditerranée les niveaux de cuivre dans l'eau de mer couvrent une large gamme de valeurs (PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement 1995) :

- Dans les eaux : de 0,04 à 0,70 pb (partie par milliard)
- Dans les eaux côtières : de 0,01 à 50 pb (yg/l)

Par exemple, Si on admet une valeur de 20 ppb de cuivre dans l'effluent de saumure d'une usine de dessalement ayant une capacité de $50000\text{m}^3/\text{j}$ et un taux de conversion de l'eau. Cet aspect est très préoccupant puisque, en Méditerranée, le nombre des usines MF de dessalement s'accroît rapidement.

Les produits de la corrosion ne sont passim portants dans le procédé OI puis que celui-ci se déroule à des températures ambiantes et que les parties métalliques du système sont surtout en acier inoxydable.

III.3. PARTIE EXPERIMENTALE

III.3.1. Protocol de travail

III.3.1.1. Première étape

En premier lieux, on prépare un échantillon de phytoplancton de la mer de Ténès, puis on l'averse dans un aquarium plus des éléments d'eau et on ajoute des par concentration précise des produits chimiques et on les divise sur 5 étapes jusqu'à l'obtention de la concentration utilisée dans les stations :

Phytoplancton + produit chimique utilisé dans la station

a. Exemple : on met (Noah) le calcium :

On prend la concentration de [0,1], [0,2], [0,3], [0,4], [0,5].

Deuxième étape : on prend de chaque phytoplancton 5l ; on met dans chaque aquarium 1l et on ajoute [0 ; 1] mol de Na oh :

L'observation nous permet de remarquer dans le temps t : 72h, t : 48h, t : 24h, t : 0, avec la concentration de produits chimiques doublées étant 0,1mol/l.

Le changement de la concentration des produits chimiques vers 0,2 mol/l :

On observe ce qui se passe dans le temps t : 72h, t : 48h, t : 24h, t : 0

Le changement de la concentration des produits chimiques vers 0,3 mol/l :

On observe ce qui se passe dans temps : $t : 0 \text{ h}$, $t : 24\text{h}$, $t : 48\text{h}$, $t : 72\text{h}$:

Le changement de la concentration des produits chimiques vers $0,4\text{mol/l}$:

Et on observe ce qui se passe dans le temps :

$T : 0$, $t : 24\text{h}$, $t : 48\text{h}$, $t : 72\text{h}$.

Le changement de la concentration des produits chimiques vers $0,5\text{mol/l}$:

Et on observe ce qui se passe dans le temps 0 , $t : 24\text{h}$, $t : 48\text{h}$; $t : 72\text{h}$

III.3.2. Matériel utilisé

- Une fiole jaugée de 2 litres,
- Un bécher de 1 litre,
- Balance électrique,
- Adjuteur,
- Élément nutritif NKP [20 g],
- L'eau de mer 2L,
- Sursee lumière,
- Spectrophotomètre,
- Aquarium.

III.3.2.1. Définition de la Spectrophotomètre

La spectrophotométrie permet l'étude de solutions colorées dans l'infrarouge (1 100 nm au Maximum), dans le visible et dans l'ultraviolet (190 nm).

III.3.2.2. Princeps de l'appareil

Quel que soit le spectrophotomètre utilisé, le principe de fonctionnement est le même. La lumière blanche émise par la source est décomposée par un prisme ou un réseau. Une fente permet de sélectionner une gamme très étroite de longueurs d'onde. La lumière sélectionnée traverse une cuve dans laquelle est placée la solution à analyser (échantillon). Un détecteur permet de mesurer l'intensité lumineuse à la sortie de la cuve.

III.3.2.3. Un spectrophotomètre comporte

- Un monochromateur composé d'un réseau et d'une fente qui permet de n'envoyer vers l'échantillon qu'un intervalle de longueurs d'onde très étroit $\Delta\lambda$, (de l'ordre du nanomètre) autour

d'une longueur d'onde λ . On peut faire varier la longueur d'onde λ . dans des domaines déterminés ;

- un miroir qui permet d'envoyer le faisceau incident sur l'échantillon ;
- un détecteur qui mesure l'intensité lumineuse transmise par l'échantillon.

III.3.2.4. Précautions d'utilisation

Pour que la diminution de l'intensité lumineuse ne provienne que de l'espèce colorée à étudier, il faut éliminer toutes les autres causes d'absorption : réflexion sur les parois de la cuve, absorption de la cuve, du solvant, des autres espèces contenues dans la solution...En vue de s'affranchir de tous ces paramètres, on réalise une opération appelée **réglage du zéro**.

Elle est effectuée avec une cuve contenant le solvant et les espèces autres que celle à étudier ; cette solution 'appelle un « **blanc** ». Cette cuve est placée dans l'appareil et une touche permet de régler la valeur de l'absorbance à zéro et d'afficher zéro sur le spectrophotomètre. Ce réglage doit être effectué chaque fois que la longueur d'onde de la lumière sélectionnée change.

IV. Résultats et discussion

Le but de cette analyse est de déterminer la concentration de produits chimiques antitartres à la mort d'organismes marins. Nous n'avons pas des résultats parce que nous n'avons pas réalisé la partie pratique à cause de **covid 19**. Les produits chimiques utilisés dans la station de dessalement de l'eau de mers ont un impact négatif sur la production primaire et ça se voit dans les études réalisées dans un article :

- L'article présente une analyse statistique des données expérimentales concernant l'effet de la concentration de chlorophylle et de la profondeur optique dans une mer sur la fluorescence du phytoplancton artificiellement induite. Certaines corrélations empiriques ont été trouvées entre ces grandeurs. Ils ont été appliqués pour le développement de méthodes fluorométriques de détermination de la concentration de chlorophylle sur la base de la fluorescence « étain situ ». Les résultats de la vérification expérimentale préliminaire de ces méthodes sont également présentés.
- La fluorescence du phytoplancton dans la région rouge du spectre lumineux est causée par la chlorophylle a, cependant, ce pigment éclaire l'énergie absorbée par lui-même et l'énergie d'autres pigments qui lui sont transférées. La fluorescence du phytoplancton dans la région rouge du spectre est donc la chlorophylle induite une fluorescence,

- La fluorescence du phytoplancton augmente avec l'augmentation de la concentration de chlorophylle à Ba. Cependant, la relation expérimentale $f(Ba)$ révèle une grande dispersion des points expérimentaux, due aux différences de composition des pigments phytoplanctoniques dans divers types biologiques de bassins et à différentes profondeurs en mer,
- Le principal facteur déterminant l'amplitude de la fluorescence du phytoplancton 4M est la concentration de chlorophylle Ba. Généralement, les valeurs de décroissance avec une augmentation de Ba dans le bassin. Il est provoqué une teneur relative inférieure en pigments supplémentaires par rapport à la chlorophylle a dans l'appareil photosynthétique du phytoplancton dans les bassins riches en chlorophylle par rapport aux bassins maigres,
- Un facteur influençant la fluorescence et les amplitudes de fluorescence spécifiques est également la profondeur optique à laquelle le phytoplancton particulier se produit. Pour des concentrations constantes de chlorophylle a, les amplitudes sont corrélées de manière assez explicite avec la fonction de transmission T et elles augmentent avec une augmentation de T. Des compositions spécifiques de pigments influencent également un tel caractère des propriétés de fluorescence,
- L'existence de certaines relations dans un ensemble de valeurs de (ou 4M), Ba et T permet de dériver des formules fluorométriques pour la concentration de chlorophylle a. Ces formules forment la base des méthodes indirectes de détermination de la concentration en Ba. L'article présente deux de ces méthodes :
 - méthode de fluorescence, qui permet d'estimer Ba sur la base de mesures in situ de fluorescence du phytoplancton,
 - méthode de fluorescence en profondeur, qui nécessite en outre la connaissance des profondeurs optiques des fluorescences mesurées représentées par l'amplitude de la transmission T.
- La vérification expérimentale effectuée a montré une supériorité significative de la méthode de fluorescence en profondeur par rapport à la méthode de fluorescence pour l'estimation de la concentration de chlorophylle.
- En raison des exactitudes nettement plus faibles des estimations de la concentration de chlorophylle a au moyen de la méthode de fluorescence par rapport à la méthode de fluorescence en profondeur, l'application de cette deuxième méthode est recommandée. Ainsi, si les mesures de fluorescence ne sont pas accompagnées de mesures optiques conduisant à la détermination de la transmission T, cette dernière grandeur peut être estimée approximativement à l'aide du diagramme, sur la base d'indicateur optique arbitraire connu du type eau.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le dessalement est un enjeu particulièrement important pour l'avenir des régions sujettes aux pénuries d'eau. C'est une méthode d'avenir pour pallier aux problèmes d'eau douce. Elle permet une utilisation et une gestion économe des ressources en eau et la mise en œuvre de moyens appropriés pour faciliter l'accès à l'eau potable.

Le procédé de dessalement de l'eau de mer par osmose inverse a connu un grand développement et présente beaucoup d'avantages. Sur le plan environnemental, il fonctionne à basse température, ce qui prévient une pollution thermique. Sur le plan énergétique, ce procédé utilise principalement de l'énergie électrique ; il est relativement simple et plus performant, avec une récupération d'énergie du concentrât de 95 %.

Dans la station de dessalement, les étapes de prétraitement utilisées garantissent le bon entretien de l'équipement de la station, produisant une eau douce de bonne qualité et présente une conformité aux normes OMS.

Ce travail est destiné à l'évaluation de l'impact des rejets en mer des produits chimiques anti tartre utilisés dans les stations de dessalement sur la production primaire.

A savoir l'évolution de la qualité de l'eau brute par un ensemble des analyses physiques effectuées au niveau de laboratoire de qualité de la station de Ténès a wilaya de Chleff et l'influence de la qualité des rejets sur l'environnement.

La saumure qui est le liquide rejeté par la station, comparativement avec l'eau de mer présente une salinité beaucoup plus élevée (environ 40 g/l pour l'eau de mer et 75 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 aux 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.

La station de Ténès applique les directives environnementaux, 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 places séparément avec une distance de 290 m loin de point de prélèvement pour assurer la dilution de 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

Référence Bibliographique :

1. Agence national des ressources hydrique
ANRH <http://www.anrh.dz/>.
2. Ahmed Kettab ; « Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision »; Desalination Vol.136 , pp : 25–33 ,(2001).
3. Alain .MAUREL. «Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres», édition technique et documentation. 2006.
4. B.Remini, C. Leduc, et W.Hallouche ; «Evolution des grands barrages en régions arides .
5. Bessenasse Mohamed; Dessalement d'Eau de Mer : Etude de Trois Stations du Littoral Algérois.. Université SAAD Dahleb (Blida).
6. Bessenasse Mohamed; Dessalement d'Eau de Mer : Etude de Trois Stations du Littoral Algérois.. Université SAAD Dahleb (Blida).
7. Bouchedja Abdellah ;«la politique nationale de l'eau en Algérie» ; Euro-RIOB 2012 10ème Conférence Internationale, Istanbul – Turquie – 17 au 19 Octobre 2012 . (Bouchedja Abdellah, 2012).
8. Boumerdes,habetlila, contribustional'étude des impacts du dessalement des eau de mer sur l'environnement :cas du littoral de boumerdes ,magister, 2009/2010,p47 .
9. Bureau d'étude National Eau et Environnement .
10. dessalement de l'eau de mer de souk -tlata- *teneurs en bore, nitrites,*

11. Dufour P and Durand J.R. (1982). La production végétale des lagunes de Côte d'Ivoire. *RevBiol Trop* 15 (3): 209-230.
12. Dynamique du phytoplancton et caractérisation physiologique et moléculaire de trois espèces autotrophes de la saline de sfax (tunise) ,unmilieu extrémophile,16juin2014 .
13. Greenway, H. and Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *AnnuRev Plant Physiol* 31: 149-190
14. H. HOEPNER, «a procedure for Environmental Impact Assessments (EIA) for seawater desalination plants», 1999.
15. Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision Ahmed Kettab, 30 August 2000 (Ahmed Kettab, 2000 .
16. M. ARGYROU, «Impact of Desalination Plant on marine macrobenthos in the coastal waters of Dehkelia bay, Cyprus». Internal Report, 2000.
17. M.SEBKI et I. AISSAOUI ; « Etude paramétrique pour le dimensionnement du diffuseur de saumure de la méga station de dessalement de Magtâa » ; mémoire fin d'étude Ecole Nationale Polytechnique, Juin 2016 (M.SEBKI et I. AISSAOUI, 2016).
18. Ministère des ressources en eau ;«stratégie et indicateurs du secteur de l'eau en Algérie» ; le Caire 21-22 novembre 2011.
19. Morgan Mozas& Alexis Ghosn; État des lieux du secteur de l'eau en Algérie .Études & Analyses octobre 2013 .

20. MORSLI MebarkaSoumia ; «Impact des Arrêts Techniques de L'usine de Dessalement de L'eau de Mer sur L'entreprise et L'environnement» ; mémoire de magister ; université d'Oran 2013.
21. Nitrates et métaux lourds– (2-16).
22. Programme des nations unies pour l'environnement UNEP (DEC)/ MED WG. 231/12,10.Avril2003 .
23. Qualité physico-chimique de l'eau dessalée et traitée par la station de
24. Quelques exemples algériens » ; Article de recherche ,Sécheresse 2009 ; 20 (1) : 96-103.
25. R. EINAV and F. LOKIEC, «environmental aspects of a desalination plant in Ashkelon” ; desalination», 2003.
26. Site MRE, mre.gov.dz (ministère des ressources en eau) données publiées. (Site MRE, mre.gov.dz) .
27. uiversité M'HAMED BOUGARA BOUMERDES ,traitement des eau,kameche hamza ,et madanikhaled, gestion de dessalement , gestion de saumure dessalement .cas de la station de cap .Dginet .(W.boumerdes ,magister,juin2017,p07
28. Uiversitéd'oran ,Méll .morsliMebaekaSomia ,impact des arrêts techniques de l'usin de dessalment de l'eau de mer sur l'entrepriseet l'environnement, magister,2012,2013p33 (Agence national des ressources hydrique).

29. UNEP « Programme des Nations Unies pour l'Environnement » ,07 mai 2001.
30. UNEP, «An Approach to Environmental Impact Assessment for Projects Affecting the Coastal and Marine Environment». Regional Seas Reports and StudiesNo. 122,1990 .