

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine : **Sciences de la Nature et de la Vie (S.N.V.)**

Filière : **Sciences de Terre et de l'Univers**

Spécialité : **Hydrogéologie**

Intitulé du thème :

IMPACTS DES STATIONS DE DESSALEMENT DE L'EAU DE MER SUR LE LITTORAL CAS DE LA STATION DE HONAINÉ (TLEMCENE)

Présentés par : Melle. **HADJERI AICHA.**

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

President de jury: Mr. **KERFOUF AHMED**

«Prf. » - Faculté de SNV - UDL SBA

Examineur : Mr. **MELIANI HABIB**

«M.C.A.» - Faculté de SNV - UDL SBA

Promoteur : Mr. **MEHTOUGUI M^{ED} SAMIR**

«M.C.A.» - Faculté de SNV – UDL SBA

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juillet »

REMERCIEMENT

Tous d'abord, nous remercions **ALLAH** qui nous donne la santé, la patience, la force, le courage et la volonté durant toutes ces années d'étude pour rédiger ce modeste travail.

Nous remercions monsieur le chef département : **Miliani El hbibe**

Ensuite, nous tenons à adresser notre très vif remerciement à notre encadreur monsieur **Mahtougui Mohamed Samir**.

Tous les enseignants et les personnels de faculté de science de la nature et la vie
Sidi Bel Abbés.

Nos remerciements sont également aux membres du jury qui nous ont font l'honneur de juger notre travail : **Mr Kerfouf Ahmed**.

Mr Meliani Habib.

Nous n'oublions pas également de remercier notre chef pharmacie d'EHSN
Docteur Kfili Belkhir.



DEDICACE

Je dédie ce mémoire aux plus beaux parents du monde qui m'ont élevé et instruit avec foie, surtout ma mère **Harhira Khadidja** qui a œuvré pour ma réussite, de par son soutien, ses sacrifices et ses précieux conseils.

Je dédie aussi ce modeste travail à mon père **Djillali** qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices pour m'aider.

Comme je n'oublie pas de dédie ce simple travail à mes sœurs : **Mokhtaria**.

Je remercie Dieu qui m'a envoyé mes sœurs et mes amis qui m'ont illuminé mon chemin : **Rekja, Nesrine et Rima**.

À ma collègue, mon amie, ma sœur, mon chère et ma compagne dans les plus rudes et horreur jours : **yagoub rekja**

Son oublier ma famille : **Hedjriet Harhira**.

À qui leurs noms dansent entre les lignes et se cachent entre les mots mes frères :

Mohamed Islem et Ibrahim. et **Mokhtar**

Je dédie aussi les membres du jury qui nous ont font l'honneur de juger notre travail : **Mr Kerfouf Ahmed, Mr Meliani Habib** et mon encadreur **Mr Mehtougi Med Samir**.



SOMMAIRE

- ❖ Remerciements.
- ❖ Liste des figures.
- ❖ Liste des tableaux.
- ❖ Liste des abréviations.
- ❖ Liste des mots de clés.
- ❖ Résumé.
- ❖ Abstract.
- ❖ Introduction.....01

Partie théorique

• **Chapitre 01 : L'eau.**

- 1. Définition de l'eau03
- 2. L'importance de l'eau.....04
- 3. Important et besoin de l'eau05
 - 3.1 Besoin physiologie.....05
 - 3.2 Besoin domestique06
- 4. Qualité de l'eau.....06
 - 4.1 Qualité physique06
 - 4.2 Qualité physique et physicochimique07
 - 4.2.1 Les normes des qualités physico-chimiques tolérées dans l'eau de besoin07
 - 4.2.2 Paramètres organoleptiques.....09
 - 4.2.3 Paramètres physicochimiques.....10
 - 4.3 Qualité bactériologique.....13
 - 4.3.1 Les normes bactériologiques tolérées dans l'eau de consommation.....14

5. Situation de l'eau de consommation dans le monde.....	14
6. Eau en Algérie.....	16

• **Chapitre 02 : le dessalement.**

1. Historique	17
2. Définition.....	17
3. Les principales technologies de dessalement de l'eau de mer	18
4 .Les différents procédés de dessalement	18
4.1 Procédés par évaporation et distillation	19
4.1.1 Distillation à simple effet	19
4.1.2 Distillation à multiples effets	20
4.1.4 Distillation par descentes successives (multi – flash)	20
4.1.4 Distillation par compression de vapeur	21
5. Procédés utilisant les membranes	24
6. Procédés divers	28
7. Dessalement de l'eau de mer en Algérie	31

• **Chapitre 03 : présentation de la zone d'étude.**

1. Situation géographique	33
2. Géomorphologie et sédimentologie	33
3. Le climat	34
4. Les facteurs physico-chimiques du milieu	34
4.1. La température	34
4.2La salinité	34
5. Données socio-économiques.....	35
5.1 Démographique	35

5.2 Economie	35
6. Pollution	36

• **Chapitre 04 : présentation de la zone d'étude.**

1. Présentation de la station de dessalement de 'Honaine'	37
1.1 Organigramme de la station	37
2. Système d'alimentation de l'eau de mer	37
2.1.1 Les unités de la station dessalement de honaine	38
2.1.1.1 : Le prétraitement	38
2.1.1.2. L'étape d'osmose inverse	40
2.1.1.3 Le Post-traitement	43

• **Chapitre 05 : Matériel et méthode.**

1. Matériel biologique et méthode d'analyse	44
1.1. Choix et stérilisation de réception	45
1.2. Prélèvement des échantillons	45
1.3. Transport et conservation au laboratoire	45
1.4. Mesure de sécurité à prendre au laboratoire	45
1.5 Points d'échantillonnage	46
1.6 Méthode du prélèvement	47
2. Détermination des paramètres physico-chimiques.....	47
2.1 Paramètres organoleptiques	47
2.2 Paramètres physico-chimiques.....	47

• **Chapitre 06 : résultat et discussion.**

1. Résultat	52
1-1 Résultat physico-chimique	52
2. Discussion	55

3. Interprétation des résultats	56
4 .Impact sur le plan environnemental	57
5. Avantages Du Dessalement.....	60
6. Inconvénient Du Dessalement	60
Suggestion.....	63
Conclusion	64

LISTE DES FIGURES

Figure n° 01 : le cycle d'eau.

Figure n° (02) : la disponibilité en eau douce et stress hydrique (FAO ,2007).

Figure n° (03) : Distillation à simple effet (Mebarki et Djoudi 2006).

Figure n° (04) : Distillation à multiples effets (Mebarki et Djoudi, 2006).

Figure n° (05) : Distillation par détente successive.

Figure n° (6) : Distillation par compression de vapeur (Rouba, 2008).

Figure n° (07) : principe de l'électrodialyse.

Figure n° (08) : principe de dessalement par osmose inverse.

Figure n° (09) : Déminéralisation totale.

Figure n° (10) : Distillation solaire.

Figure n° (11) : le port de Honaine.

Figure n° (12) : Diagramme de processus de dessalement de l'eau de mer par osmose inverse au niveau de la station de dessalement de l'eau de mer -Honaine.

Figure n° (13) : filtres à sables et anthracite (Station de Dessalement-Honaine).

Figure n° (14) : Filtres à cartouches au niveau de la station (Station de Dessalement-Honaine).

Figure n° (15) : L'étape de l'osmose inverse (Station de Dessalement-Honaine).

Figure n° (16) : la membrane spirale de l'osmose inverse (DANIS, 2003).

Figure n° (17) : Réservoir de l'eau dessalée (Station de Dessalement-Honaine).

Figure n° (18) : Les réservoirs de CO₂ (Station de Dessalement-Honaine).

Figure n° (19) : points de prélèvements des rejets de la station de Honaine.

Figure n° (20) : Point de rejets de la station de Honaine.



LISTE DES TABLEAUX

➤ **Chapitre 01** : caractéristique de l'eau.

Tableau n° (01) : Les normes physico-chimiques tolérées dans l'eau de consommation.
(OMS ,2004).

Tableau n° (02) : Les substances indésirables : (OMS ,2004).

Tableau n° (03) : Autres substances : (OMS, 2004).

Tableau n° (04) : Substances toxiques : (OMS ,2004).

Tableau n°(05) : Qualité bactériologique et normes (OMS, 2011).

Tableau n° (06) : Disponibilité sen eau potable dans l'espace Euro-méditerranéen
(BOUTRIAA ,2009).

➤ **Chapitre 02** : Ledessalement.

Tableau n° (07) : Procédés de distillation (Allaoui, 2008).

Tableau n° (08) : Procédés utilisant les membranes (Allaoui, 2008).

Tableau n° (09) : comparaison entre distillation et osmose inverse :(OIE, 2006).

Tableau n° (10) : Autres procédés : (OIE, 2006).

➤ **Chapitre 06** :Matériel et discussion.

Tableau n° (11) : Résultats des analyses physico-chimiques de la station de Honaine.



LISTE DES ABREVIATIONS

OMS : Organisation Mondial de la sante.

USDA : United state département of agriculture.

PH : Potentiel hydrogène.

UCV : Union des communes vaudoises.

TH : Titre hydrométrique.

TAC : Titre alcalimétrique complet.

TAS : Titre alcalimétrique simple.

MSF : Multi stage flash.

ECH : Echantillon.

UFC : Unité formant colonie.

ADE : Algérienne des eaux.

UTN : Unité turbidité néphélométrie.

SDT : Sels dessous totaux.



LISTE DES MOTS CLES

L'eau potable.

L'eau douce.

L'eau saumâtre.

Ressource hydrique.

Dessalement de l'eau.

Ressource naturelle.

Environnement.

Eau rejetée.

Solvant.

L'eau domestique.

Qualité organoleptique.

Minéralisation.

Salinité.

Turbidité.

Conductivité.

La dureté.

La solubilité.

Distillation.

Osmose inverse.

Electrodialyse.

L'eau brute.

Echantillon.

Matière colloïdale.

L'eau filtre.

L'impacte.

Dégradation.

Saumure.

Honaine.

RESUME

La crise de l'eau qui sévit depuis des années dans le monde n'a pas épargné l'Algérie où l'écart entre les ressources et la demande a atteint un seuil très critique. La mobilisation de ressources en eau supplémentaires devient impérative et passe entre autres mesures urgentes par le recours à dissolutions non conventionnelles telles que le dessalement de l'eau de mer, des eaux saumâtres et réutilisé l'eau usée.

L'Algérie a décidé de miser sur des usines de dessalement d'eau de mer. Dix stations sont déjà en service dans le pays. Un nombre que les autorités comptent monter à 43 à l'horizon 2019. Mais beaucoup de questions se posent actuellement sur l'impact de ces installations sur l'environnement.

Le principal impact environnemental associé aux procédés de dessalement provient de la production de la saumure, Les autres impacts environnementaux à prendre en considération sont : les problèmes de dégradation paysagère, les bruits, l'émission de gaz, ou encore les rejets associés comme les eaux provenant du nettoyage.

Dans cette approche on tente de jeter le limier sur l'impacte de la station de dessalement de Honaine sur l'environnement.

SUMMARY

The crisis of the water which prevails since years in the world did not save Algeria where the variation enters the resources and the request reached a very critical threshold. The mobilization of additional resources water becomes imperative and passes inter alia urgent measurements by the recourse to nonconventional solutions such as the desalination of sea water, water brackish and re-used worn water. Algeria decided miser on desalination plants of sea water. Ten stations are already in service in the country. A number which the authorities intend to assemble to 43 by 2019. But much of questions on the impact of these installations on the environment the principal environmental impact associated the processes of desalination is currently posed comes from the production of the brine, the other environmental impacts to take into account are: the problems of landscape degradation, the noises, the emission of gas, or the rejections associated as water coming from cleaning In this approach one tries to throw the sleuthhound on impacts station of desalination of Honaine on the environment.

المخلص

إن أزمة المياه التي يشهدها العالم منذ سنين لم تستثنى بلادنا حيث الفرق بين المورد والطلب وصل إلى حد مأسوي.

البحث عن موارد جديدة أصبح أمرا واقعا ومحتوما منها تحلية مياه البحر ومعالجة المياه القذرة.

راهننت الجزائر على وحدات تحلية مياه البحر، فبدأت 10 محطات عملها منها محطة بوسفر (2004) وهذا العدد سيتزايد ليصل في 2019 إلى 43 محطة.

أسئلة كبيرة تطرح حول تأثير هذه المحطات على المحيط ومن هذه الآثار السلبية التي يجب أخذها بعين الاعتبار:

تشويه المناظر الطبيعية وإتلافها ضجيج الآلات وطرح الغازات.

يجب أن يسلط الضوء على هذه المشاكل البيئية التي تخلفها محطة هونين لتحلية مياه البحر.

INTRODUCTION

L'eau est le sang de la terre, une source de nourriture puis moyen d'hygiène, une voie de transport et une source d'énergie.

On peut dire que les grandes civilisations de l'humanité sont nées au long des cours d'eau, l'eau conditionne le développement de la société humaine. On se pose la question de savoir si l'eau est une ressource illimitée ? Donc la réponse est non car l'eau de la planète est en quantité variable existe sous diverses formes entre les quelles il y a un échange permanent dans le circuit hydrologique général, il faut économiser l'eau et non pas la gaspiller **(Rouba,2008)**.

Les trois quarts de la surface de notre planète sont recouverts d'eau mais d'eau salée malheureusement il n'empêche, ces réservoirs inépuisables que sont les océans font rêver et s'il était possible de transformer cette eau salée en eau douce ? Cela résoudrait en effet toutes les difficultés de pénurie d'eau que connaissent beaucoup de pays car nombre d'entre eux ont un accès aux océans quand ils ne disposent pas d'un littoral maritime conséquent.

Dans le monde, les besoins d'eau douce sont de plus en plus croissants. En effet 1 million des personnes n'ont pas accès à l'eau potable pour procurer de l'eau douce en particulier dans les zones sèches de nombreuses recherches ont été menées pour trouver des méthodes efficaces qui permettent d'éliminer le sel de l'eau de mer et des eaux saumâtres **(Mebarki et Djoudi 2006)**.

Concernant l'Algérie, elle possède des ressources hydriques limitées en raison des caprices climatiques, et un déficit hydrique estime à 20% durant les cinq dernières années. **(Allaoui, 2008)**.

L'augmentation des besoins d'une région demande une planification innovatrice des ressources hydriques, il est clair que l'Algérie enregistre d'un côté un manque énorme en ressources ou les besoins augmentent et d'un autre côté le volume d'eau mobilisable est en diminution dus aux différents problèmes naturels et humains.

Le dessalement de l'eau de mer en Algérie revêt un caractère stratégique il remplacera les ressources naturelles dans la majorité des villes du nord Algérien.

Dix stations sont déjà en service dans le pays, le décideur compte investir 12 milliards dollars pour la réalisation des 12 usines de dessalement d'eau de mer. **(Kerfouf et al 2010)**.

L'eau de mer est un bien inépuisable, mais elle contient 1000 fois plus de sel que la l'unité fixée par l'OMS pour pouvoir être consommée il faut le traité convenablement avant être distribué. Mais le dessalement à une coté négative soit sur le plan financière ou environnemental.

Dans ce contexte, on s'est fixé comme objectif le processus de dessalement de l'eau de mer à l'unité de **honaine** et leur impact sur l'environnement côtier.

Notre étude se repartie en deux parties :

Partie bibliographique : se rapport aux notions de l'eau et sur le dessalement de l'eau de mer.

Partie expérimentale : comprenant prospection de la zone d'étude de l'unité de dessalement ainsi que l'analyse des eaux rejetées et une appréciation de l'état de l'environnement côtier de la région de Honaine.



Partie théorique

Première chapitre
Caractéristique de l'eau



L'eau :

1/ Définition de l'eau :

L'eau est une substance chimique constituée de molécule H_2O se compose est très stable et néanmoins très réactif et l'eau liquide et aussi un excellent solvant, la surface de la terre est recouverte 71% d'eau sous différentes formes : liquide, solide (glace) et gazeux (vapeur d'eau).

Liquide : dans les océans, les lacs et les fleuves et les rivières. Ailleurs que dans les zones humides plus ou moins tourbeuses ou marécageuses dans les mers et océans.

Gazeuse : sous forme de vapeur d'eau dans l'air, l'humidité de l'air provient de l'évaporation des mers, des plans d'eau et de l'évapotranspiration des plantes.

Solide : sous forme de glace dans les glaciers dans la banquise, les icebergs ...etc.

L'eau extraterrestre est également abondante sous forme de vapeur d'eau dans l'espace et sous forme condensée à la surface près de la surface ou à l'intérieur d'un grand nombre d'objets célestes. Ce dernier est un constituant biologique important essentiel sous sa forme liquide pour tous les organismes vivants connus. Comptes tenus de son caractère vital de son importance dans l'économie de son inégale répartition sur terre, l'eau est une ressource naturelle dont la gestion et l'objet de forts enjeux géopolitique. (**U SD A : United state département of agriculture**).

L'eau est banale, incolore, inodore et sans saveur mais en même temps Singulière, fantasque et exceptionnelle de valeur nutritive à peu près nuls, elle est cependant le constituant principal de tout être vivant. Lorsqu'elle gèle, Elle augmente de volume, se gonfle au lieu de diminuer comme la plupart Des autres substances elle se solidifie et flotte en milieu liquide (**MERCIER, 2000**).

2/ Importance de l'eau :

L'eau est un élément indispensable à la vie. Elle est indispensable à l'homme sans eau, aucuns organismes qu'il soit végétal ou animal ne peut vivre.

Pour l'homme :

L'homme avant sa naissance. L'homme passe par la phase aquatique il baigne dans le liquide amniotique. Un embryon humain de 3 jours est forme de 94% d'eau.

L'eau représente 75% du poids total d'un nourrisson mais chez un adulte, elle ne représente plus que 65%. De la tête aux pieds, nous sommes en eau : notre sang en contient 83% notre squelette 22% nos muscles 76% et notre cerveaux 75%.

Pour végétaux :

Les végétaux sont eux aussi essentiellement formes d'eau celle-ci sert à transporter les matières élaborées par la plante et les éléments minéraux nécessaires à sa nourriture. La plante puise dans le sol, l'eau et les sels minéraux qui lui permettent d'assurer son développement normal, d'autres échanges d'eau entre la plante et son environnement ont Lien en effet tout comme les animaux, une plante transpire. ([Http //www.eaurme.fr /juniors/cahier pédagogique /eau.vie.pho](http://www.eaurme.fr/juniors/cahier_p%C3%A9dagogique/eau.vie.pho)).

La place de l'eau sur la terre :

L'eau subite un cycle permet sa reparation sur l'ensemble de la surface de la terre. Ainsi que son renouvellement. Ce cycle est indispensable à la vie, c'est pourquoi sa compréhension est indispensable pour l'être humain.

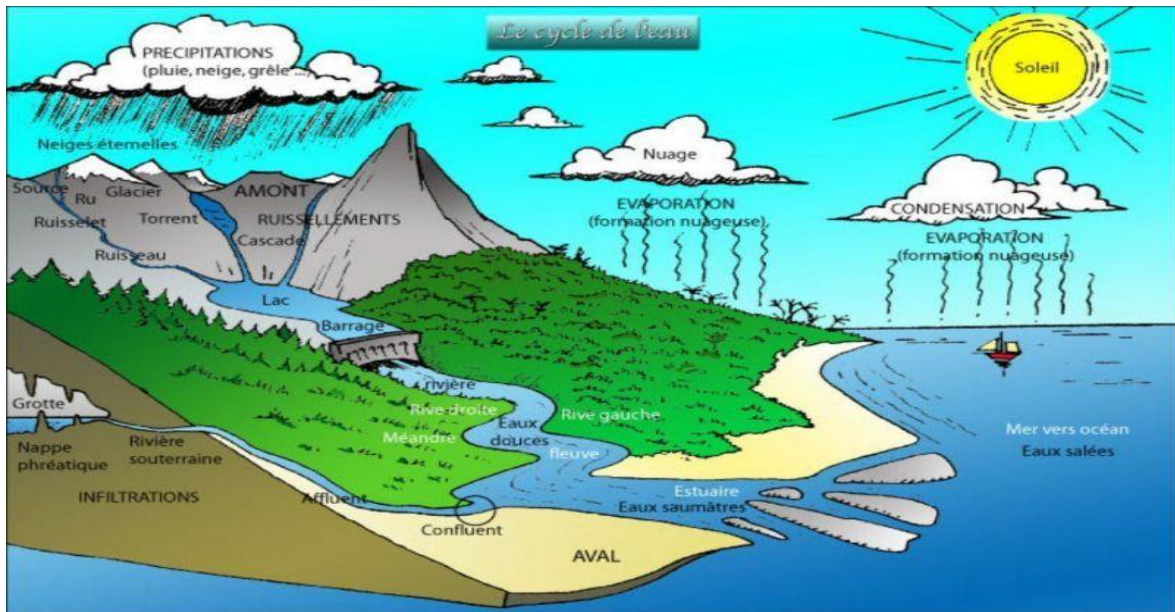


Figure1 : le cycle d'eau.

L'eau comme source d'énergie :

- Elle peut produire de l'électricité avec un barrage hydraulique.
- Elle produit une énergie mécanique utile pour le moulin à eau.

([Http : s //www kartable.fr](http://www.kartable.fr) ressource.)

3. L'important et besoin en l'eau :

3.1 Besoin physiologique :

L'eau est indispensable à tous les âges, les besoins peuvent toute fois différer en fonction des périodes de la vie ainsi les besoins hydriques sont accrus à l'âge adulte en période de grossesse, chez le sportif mais aussi chez les seniors qui ont une constante augmentation du risque de déshydratation.

Au total, l'organisme a besoin de 2 à 2.5 litres par jour (eau ingérée + eau absorbée) pour bien fonctionner il est donc conseillé de boire entre 6 et 9 verres d'eau par jour soit entre 1 et 1.5 litre d'eau l'équivalent d'une grande bouteille d'eau minérale. (**JequevE, constantPourquoi**).

Dans tous les cas l'objectif est de maintenir l'eau et son élimination par les urines, la transpiration ou encore la respiration.

Les besoins spécifiques en eau :

Lors de la pratique d'un sport, en cas de chaleur ou lors que nous somme malades, il est essentiel de boire suffisamment (<http://www.doctissimo.fr> article).

3.2 Besoins domestique :

L'eau domestique désigne l'eau utilisée à des fins domestique au sens latin de doums :la maison les usages de l'eau domestique sont principalement hygiénique alimentaire (boire et cuisiner) et agrémentées (lavage de la voiture, ouvrage du jardin et piscine) à petite échelle peut être également envisagée dans certains systèmes de référence.

Dans les pays industrialisées l'eau domestique consiste principalement en l'eau de distribution à usage résidentiel (de manière marginale l'eau d'une source ou d'un puit).

Voir aussi l'eau pluviale récoltée et consommées sur place l'eau de distribution est la plupart du temps une eau potable dans les pays en voie de développement l'eau domestique se définit en termes d'accès raisonnable à l'eau.

L'eau domestique est d'un intérêt crucial en ce qui concerne le sante public tant dans les pays riches que dans les pays pauvres.

(<https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Eau> 356).

4. Qualité de l'eau :

4.1 Qualité physique :

L'eau d'alimentation doit être limpide et fraîche (absence de couleur ainsi que l'odeur et cette saveur désagréable).

La température optimale d'une eau d'alimentation se situe entre 9 et 12° c. Elle ne devra pas dépasser 15° c. (Maya T, 1998).Les variations de la température selon la saison ou le climat tendent à faire suspecter une consommation (Khechab et al, 1995).La saveur et l'odeur constituent des qualités organoleptiques de l'eau.

Les principaux corps pouvant donnés à l'eau une saveur désagréable sont le fer, magnésium, chlore actif. La saveur se développe avec l'augmentation de la température. (Perte muté, 1981). La concentration en ions hydrogènes ou pH indique l'intensité de la réaction acide ou alcaline de l'eau. Le pH d'une eau qui n'est ni acide ni basique, est dit neutre, et il est compris entre 6,5 à 8,5.

4.2 Qualité chimique et physicochimique :

La minéralisation d'une eau, c'est-à-dire sa concentration en sel qui généralement avec la profondeur à laquelle circule pour les eaux d'alimentation. La minéralisation totale ou la salinité ou l'extrait sec ne doivent pas dépasser 2 g/l (**Dupont, 1969 ; Clément, 1978**).

L'eau d'alimentation doit être pauvre en matière organique et en nitrates car une concentration supérieure à 10 mg/ l nitrates peut provoquer des troubles chez les nourrissons (**Clément, 1978-Dupont, 1969**).

4.2.1 Les normes de qualités physico-chimiques tolérées dans l'eau de boisson :

Selon l'OMS 2004, les eaux destinées à la consommation humaine doivent satisfaire aux exigences de qualités.

Paramètres organoleptiques :

- L'eau ne doit pas présenter :
- Une coloration dépassant 15 mg/l de platine en référence à l'échelle platine cobalt.
- Une turbidité supérieure à une valeur équivalente à 2 unités KAKSON.
- L'odeur et sa saveur pour un taux de 2 à 12°C et 3 à 25°C. (**Guguan, 1989**).

Paramètres physico chimiques :

Tableau 01 : Les normes physico-chimiques tolérées dans l'eau de consommation.

(OMS ,2004).

Les paramètres	Normes
Température	<25
PH	6.5 à 8.5
Chlorure (Cl ⁻)	20 à 200 mg
Sulphate (SO ₄ ²⁻)	2.5 à 200 mg
Carbonate (CO ₃ ²⁻)	Absence de nomes
Calcium (Ca ²⁺)	100 à 200 mg /l

Bicarbonate (HCO_3^-)	≥ 30
Magnésium (Mg^{2+})	30 à 50 mg / L
titre hydrométrique dureté totale	100 à 500 mg/l

Tableau 2 : Les substances indésirables : (OMS ,2004).

Paramètres	Normes
Nitrates (NO_3^-)	25 à 50 mg / l
Nitrite (NO_2^-)	0,1 mg / l
Ammonium (NH_4^+)	0,5 mg / l
Azote (N)	1 mg / l
Matières organique	205 mg / l

Tableau 3 : Autres substances : (OMS, 2004).

Paramètres	Normes
Fer (Fe)	0,2 mg / l
Manganèse (Mn^{2+})	0,05 mg / l
Cuivre (Cu^{2+})	1 mg / l
Zinc (Zn^{2+})	5 mg / l
Argent (Ag^+)	0,01 mg / l

Tableau 4 : Substances toxiques : (OMS ,2004).

Paramètres	Normes
Arsenic (As)	0 mg /l
Cadmium (Cd)	0 mg /l
Cyramires (Cn)	0 mg /l
Chrome totale (Cr)	0 mg /l
Mercure (Hg)	0 mg /l
Nickel(Ni)	0 mg /l
Plomb (Pb)	0 mg /l

4.2.2 Paramètres organoleptiques ;

La couleur :

Pour l'eau potable, le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UCV. Elle peut être due à certaines impuretés minérales (fer) mais également à certaines matières organiques acides humiques, foliques). Elle doit être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire (**ALPHA, 2005**).

Goûts et odeurs

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur agréable. La plupart des eaux, La qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : **salée, sucrée, aigre et amère (MONIQUE, 1991)**.

La turbidité :

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, la pluviométrie joue un rôle important vis-à-vis de ce paramètre dans les superficielles et souterraines selon leur origine (SAVARY, 2010).

4.2.3 Paramètres physicochimiques :

Est un facteur qui agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (W.H.O, 1987).

PH : Le PH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (HIMMI et al, 2003).

Matières en suspension :

- Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc. (RODIER, 1996).
- Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution. (HEBERT & LEGERE, 2000).

La conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Platine) de 1cm^2 de surface et séparée l'une de l'autre de 1cm. L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m). La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau et est à ce titre un bon marqueur de l'origine d'une eau (HCEFLCD, 2006).

La dureté totale :

La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due aux ions Ca^{++} et Mg^{++} . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux.

La dureté se mesure en mg de CaCO_3 par litre (**DEVILLERS et al 2005**).

Dans l'eau, sont déterminés :

- La dureté totale ou titre hydrotimétrique TH qui est la somme des concentrations calcique et magnésienne.
- La dureté calcique qui correspond à la teneur globale en sels de calcium.
- La dureté magnésienne qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium.
- La dureté carbonatée correspond à la teneur en hydrogénocarbonate et carbonate de calcium et de magnésium.

Solubilité des gaz dans l'eau :

L'eau contient toujours des gaz dissous dont les concentrations dépendent notamment de la température ainsi que de la composition et de la pression de l'atmosphère gazeux avec laquelle elle est en contact. La loi de HENRY appliquée à la solubilité des gaz dans l'eau pure, prévoit que, la concentration dissoute d'un composé gazeux dans l'eau est directement proportionnelle à la pression partielle de ce composé dans la phase gazeuse au contact de l'eau (**RODIER, 2009**).

L'alcalinité d'une eau :

Correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement de la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrate. Deux titres qui sont le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC). L'unité utilisée est le degré français ($1^\circ\text{f} = 10 \text{ mg. L}^{-1} \text{ de } \text{CaCO}_3 = 0,2 \text{ milliéquivalent. L}^{-1}$), (**RODIER, 2009**).

Cations et anions :

Les eaux douces, qu'elles soient d'origine souterraine ou superficielle sont plus ou moins minéralisées par des sels naturels. Il est souvent très important de connaître précisément cette minéralisation en plus des indications données par les paramètres globaux de type « titre » et « potentiel ». Par ailleurs, certains des cations et anions minéraux naturels présents dans les eaux sont considérés comme indésirables ou toxiques selon l'usage auquel l'eau douce est destinée (domestique, agricole, industriel, santé, tourisme, refroidissement (**RODIER, 2009**)).

- Le Calcium (Ca^{2+}) :

L'ion calcium est le composé principal de la dureté de l'eau, il se trouve en général à une concentration de 5-500mg/l exprimé en CaCO_3 (2-200mg en Ca^{2+}) (**KEMMER, 1984**).

- Le Magnésium (Mg^{2+})

La dureté magnésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale, les deux tiers restants correspondent à la dureté calcique, sa valeur est de 10 à 50 mg/l (environ 40-200 mg /l en CaCO_3) (**KEMMER, 1984**)

- Les Bicarbonates (HCO_3^-) :

L'ion de bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. On le trouve souvent à une concentration de 5-500mg/L exprimée en CaCO_3 (**KEMMER, 1984**).

- Le Chlore :

Puisque tous les sels du chlore sont très solubles dans l'eau, le chlore est fréquent dans les réserves d'eau douce à un taux de 10 à 100 mg /l (**KEMMER, 1984**).

Les nitrates et les nitrites :

Ces paramètres sont des indicateurs pertinents de la dégradation des ressources en eau utilisée pour la production d'eau potable.

La présence de nitrates dans l'eau d'alimentation peut avoir plusieurs origines :

Une origine liée aux activités humaines (rejets industriels, agricoles et urbains) ; - une origine naturelle dans la mesure où les nitrates résultent des transformations de l'azote dans les eaux et les sols (cycle de l'azote).

Les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-) sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre 'Nitrosomonas', puis en nitrates par les bactéries du genre 'Nitrobacter'. Les nitrates sont très solubles dans l'eau (**INSQ, 2013**). Les nitrates peuvent être à l'origine de la formation de nitrites et de nitrosamines, responsables de deux phénomènes potentiellement pathologiques : la méthémoglobinémie et le risque de cancer (**BELGHITI et al 2013**).

4.3 Qualité bactériologique :

Qualité bactériologique :

C'est par la recherche de la présence éventuelle ou nom de certains germes tests, facile à identifier, que l'on peut avoir une idée de la valeur bactériologique d'une eau. La mise en évidence de ces germes est alors l'indice d'une contamination d'origine fécale et doit déclencher les mesures de protection nécessaires (**Alloui, 2008**).

Les germes-testes à rechercher, sont les suivants :

- Coliformes totaux et coliformes fécaux.
- Streptocoques fécaux.
- Vibrions cholériques.
- Clostridie Polito réductrice.

4.3.1 Les normes bactériologiques tolérées dans l'eau de consommation :

Les normes tolérées sont mentionnées des le tableau 5 :

Tableau 5 : Qualité bactériologique et normes (OMS, 2011).

Germes	Normes
Germes pathogènes	Absence de germes.
Coliformes	3 germes / 100 ml.
Escherichia -Coli	1 germe / 100 ml.
Streptocoque Fécale	1 germe / 100 ml.
Salmonelles	1 germe / 100 ml.
Vibrion cholérique	1 germe / 100 ml.

5.Situation de l'eau de consommation dans le monde :

On estime que les ressources en eau potable dans le monde sont de 40 000 milliards m³ pour une de 6milliards de personnes soit 6 800m³/habitant /an, cette disponibilité varie d'un pays à un autre (**BOUTRIAA, 2009**).

A titre d'exemple, elle est de 360 000 m³/habitant/an pour le Congo, de630 m³/habitant /an pour l'Algérie et uniquement de23m³/habitant / an pour Djibouti apprécie la rareté de l'eau dans un pays par rapport à des seuils qui sont estimes dans la littérature de l'eau (figure2) à 1000m³/habitant/an (seuil de tension ou water stress) età500m³/habitant/an (pénurie absolue ouwatersacrait) (**BOUTRIAA ,2009**).

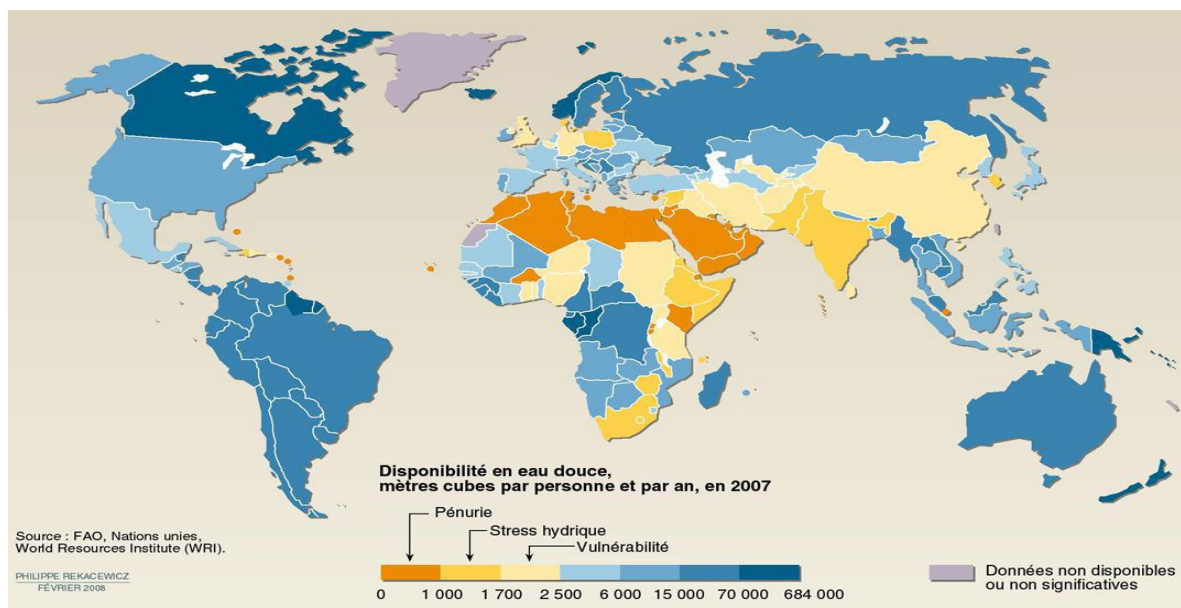


Figure n°02 : la disponibilité en eau douce et stress hydrique (FAO ,2007).

En1990, vingt (20) pays, dont l’Algérie (tableau 06)

La figure montre les prévisions quant aux proportions de l’eau prélevée par rapporta ressources hydrique disponibles dans le monde. Ont été classés en dessous du seuil détensions En fait ces seuils ne sont qu’indicatifs et sont basés sur les besoins en eau de pays situés en zone aride ou semi-aride ou la production agricole dépend en totalité ou en grande partie de l’agriculture en irriguée (**BOUTRIAA ,2009**).

Pays	Disponibilité en eau (m ³ /hab)	
	1990	2025
SUD	Algérie	430
	Maroc	590
	Tunisie	324
	Libye	359
	Egypte	630
	Syrie	732
NORD	Turquie	2186
	Espagne	2733
	France	3044
	Italie	3325
	Grèce	5840

Tableau06 : Disponibilité en eau potable dans l'espace Euro-méditerranéen (BOUTRIAA ,2009).

6. Eau en Algérie :

L'Algérie est un pays aride et semi-aride, dans la quelles ressources en eau sont généralement faible et sur tout extrêmement irrégulières et localisées :

- Dans le Sahara, les lits d'oueds recèlent quelques nappes phréatiques souvent saumâtres : Ghir, M'Zab, Saoura...etc. Sinon ; ce sont des nappes profondes, semi-fossiles ou fossile, étui sont tirée peu utilisées.

- Dans le nord Algérie l'apport principale vient du ruissellement, après précipitation. La réagine d'un ourd est caractérisé par le fait que durant des mois, voire des années, le lit mal délimitées parcouru par un filet d'eau trompeur et que, tout à-coup, et pendant un temps Bref, il roule jusqu'à 5000 m³/second provoquant une crue dévastatrice.

En effet, elles sont croissantes d'Ouest en Est et affectent successivement les monts de Tlemcen, le versant de nord de l'Ouarsenis, le massif de la Kabylie, le nord constantinois et enfin le massif de saurés (ARRUS, 19).

Deuxième chapitre

Le dessalement



1. Historique :

Depuis des temps anciens on avait constaté qu'en portant à ébullition de l'eau saline on obtenait, par condensation de la vapeur, de l'eau douce. Les marins grecs de l'antiquité distillaient déjà de l'eau de mer en utilisant l'énergie solaire.

La première application industrielle de l'évaporation- condensation a été faite à bord des navires à vapeur vers 1880. Bien que ce soit en 1920 que la première usine de dessalement par voie thermique fut installée à terre (Jeddah- Arabie Saoudite), ce n'est qu'à partir de 1960 que des usines de grande capacité voient le jour, principalement au Moyen- Orient.

Les usines de dessalement d'eau de mer utilisant le principe de l'osmose inverse apparaissent à la fin des années 1970. Elles sont tout d'abord adaptées aux faibles capacités de production, pour devenir petit à petit compétitives par rapport à la distillation, et ceci même pour les grandes capacités, du fait principalement de la diminution du prix des membranes et de leurs besoins en énergie électrique. Ainsi, début 2006, il a été mis en service la plus grande usine de dessalement par OI à Ashkelon, avec une capacité de production moyenne de 280 000 m³ /j. (OIE ,2006).

Il est certain que les ressources naturelles en eau potable en Algérie sont très limitées pour satisfaire les besoins nécessaires qui sont en augmentation croissante. Il est évident et logique de réfléchir à l'utilisation d'autres méthodes afin de combler le déficit substantiel par l'extraction de sel de l'eau de mer dans le but de le rendre potable. Ainsi, l'eau est considérée comme une substance changeable d'un état à un autre.

En fait dessaler l'eau de mer de manière à la rendre consommable est possible. On dispose même Aujourd'hui de nombreux systèmes sont mis au point et dont beaucoup on atteint le stade industriel. (Mebarki et Djoudi, 2006)

2. Définitions :

Le dessalement consiste à supprimer le sel d'une eau salée ou d'une eau saumâtre pour la rendre potable ou utilisable pour l'irrigation, c'est l'un des moyens mis en place pour lutter contre le manque d'eau en produisant de l'eau douce à partir de l'eau de mer.

3. Les principales technologies de dessalement de l'eau de mer :

Les technologies actuelles de dessalement des eaux sont classées en deux catégories, selon le principe appliqué :

- ❖ Les procédés thermiques faisant intervenir un changement de phases :

La congélation et la distillation.

- ❖ Les procédés utilisant des membranes : l'osmose inverse et l'électrodialyse.

Parmi les procédés cités, la distillation et l'osmose inverse sont des technologies dont performances ont été prouvées pour le dessalement d'eau de mer. En effet, ces deux procédés sont les plus commercialisés dans le marché mondial du dessalement. Les autres techniques n'ont pas connu un essor important dans le domaine à cause de problèmes liés généralement à la consommation d'énergie et ou à l'importance des investissements qu'ils requièrent.

Quel que soit le procédé de séparation du sel et de l'eau envisagée, toutes les installations de dessalement comportent 4 étapes :

- ✚ Une prise d'eau de mer par pompage et une filtration grossière.
- ✚ Un prétraitement avec une filtration plus fine suivi d'addition de composés biocides et de produits anti-tartre.
- ✚ Le procédé de dessalement.
- ✚ le post-traitement avec une éventuelle reminéralisations de l'eau produite.

A l'issue de ces 4 étapes, l'eau de mer est rendue potable, elle doit alors contenir moins

0,5 g de sels par litre (**Danis, 2003**).

4. Les différents procédés de dessalement :

Existe un grand nombre de procédés de traitement et de dessalement dont l'application dépend de la taille de l'installation et de la salinité de l'eau à traiter.

Les différents procédés qui sont actuellement les plus utilisés :

- Procédés par évaporation.
- Procédés utilisant les membranes.
- Procédés divers.

4.1 Procédés par évaporation et distillation :

La technique de dessalement la plus courante est la distillation.

Le principe étant simple, il suffit de faire bouillir l'eau salée de condenser la vapeur ainsi produite tout en s'efforçant en cour de route d'utiliser au maximum de l'énergie thermique apportée, d'ou la multiplicité des étages de condensation Les sels éliminés sont recueillis puis évacués sous forme de solution concentrée appelée saumure. (Mebarki et Djoudi, 2006)

4.1.1- Distillation à simple effet :

Ce procédé consiste à chauffer l'eau de mer mise dans un récipient par la vapeur circulant un faisceau tubulaire plongé dans l'eau de mer. La vapeur formée est récupérée dans un autre faisceau tubulaire dirigeant vers un autre récipient. La vapeur condensée dans ce dernier est parcourue par l'eau de mer froide.

Du fait de l'existence d'un seul bouilleur d'où le nom de simple effet (figure3).

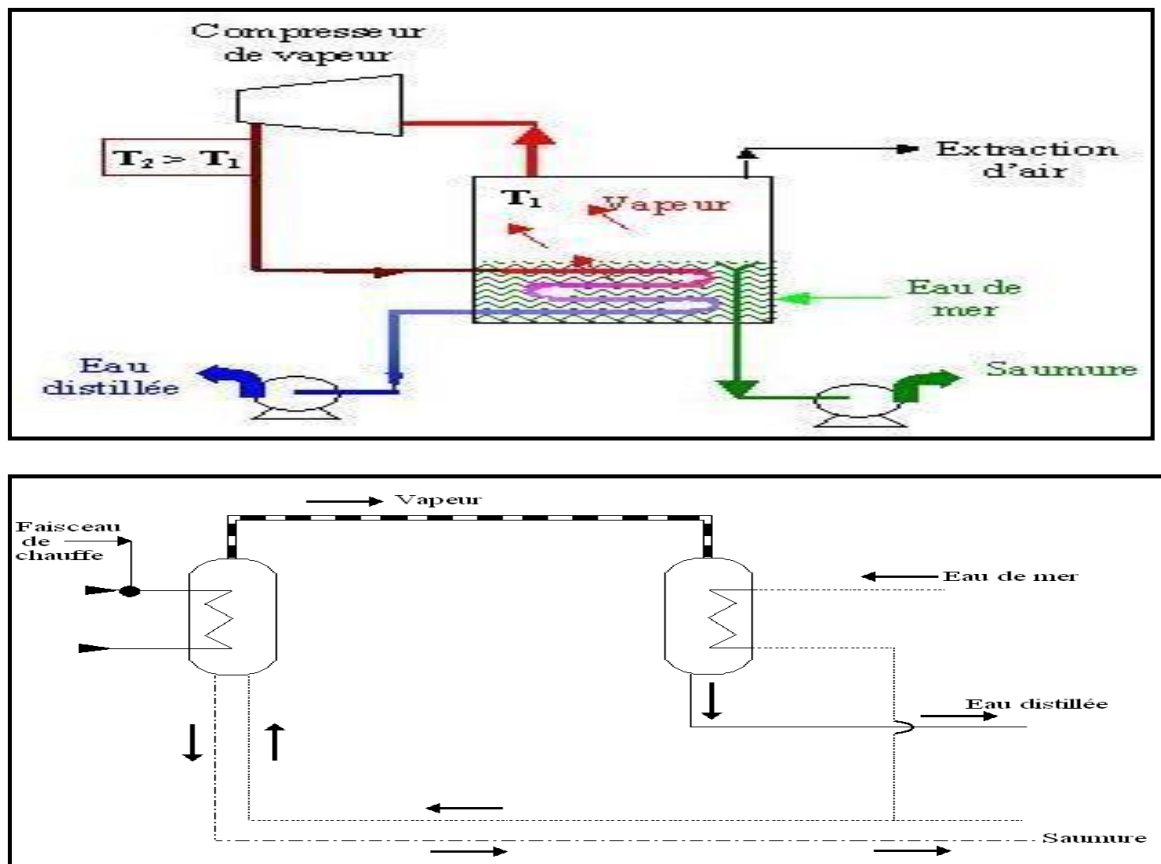


Figure n° (3) : Distillation à simple effet (Mebarki et Djoudi 2006).

4.1.2 Distillation à multiples effets :

La distillation à multiples effets consiste à bouillir dans un premier bouilleur l'eau de mer, il en résulte une vapeur d'eau pure légèrement surchauffée qui est dirigée vers un second bouilleur ou elle se condense dans un évaporateur.

La chaleur latente de vaporisation est récupérée pour échauffer l'eau de mer introduite dans ce second bouilleur et qui entoure l'évaporateur.

La vapeur d'eau pure s'échappe du second bouilleur pour gagner un troisième appareil identique dans lequel les mêmes opérations se répètent. La pression de la vapeur diminue légèrement à chaque étage. L'eau condensée issue de chaque bouilleur est dirigée vers un collecteur général d'eau distillée.

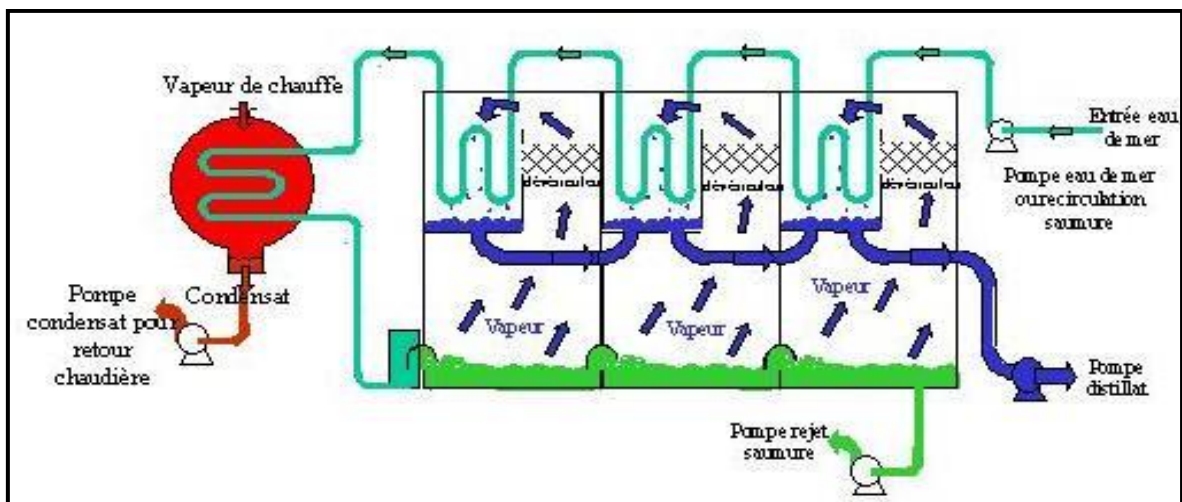


Figure n° (04) : Distillation à multiples effets (Mebarki et Djoudi, 2006).

4.1.3-Distillation par descentes successives (multi – flash) :

Dans l'évaporation éclair ou évaporation flash, l'eau chauffée est introduite dans une chambre à l'intérieur de laquelle règne une pression plus faible que la pression de saturation de l'eau admise. Il en résulte une vaporisation immédiate.

L'eau se condense sur des tubes parcourus par circulation de d'eau de refroidissement et l'eau douce est recueillie en dessous du faisceau tubulaire.

Pratiquement, plusieurs chambres identiques se font suite, ces chambres à l'intérieur desquelles la température et la pression vont en décroissant, si l'on appelle (Δt) la chute de température provoquée par la vaporisation à l'intérieur d'une cellule.

Le schéma de la (Figure 5), comportant cinq cellules, montre que dans la première, l'eau pénètre à la température $(t + 5 \Delta t)$ pour devenir t à la sortie de la saumure issue de la cinquième cellule.

Parallèlement, l'eau de mer apportée à l'entrée de l'appareil à la température T_0 , avec le même débit, s'échauffera de la même quantité (Δt) à l'intérieur de chaque cellule.

L'échauffement de l'eau d'appoint est donc égale au refroidissement engendré par l'évaporation à l'intérieure de chaque cellule.

L'appareil est celui de distillation par détente successives.

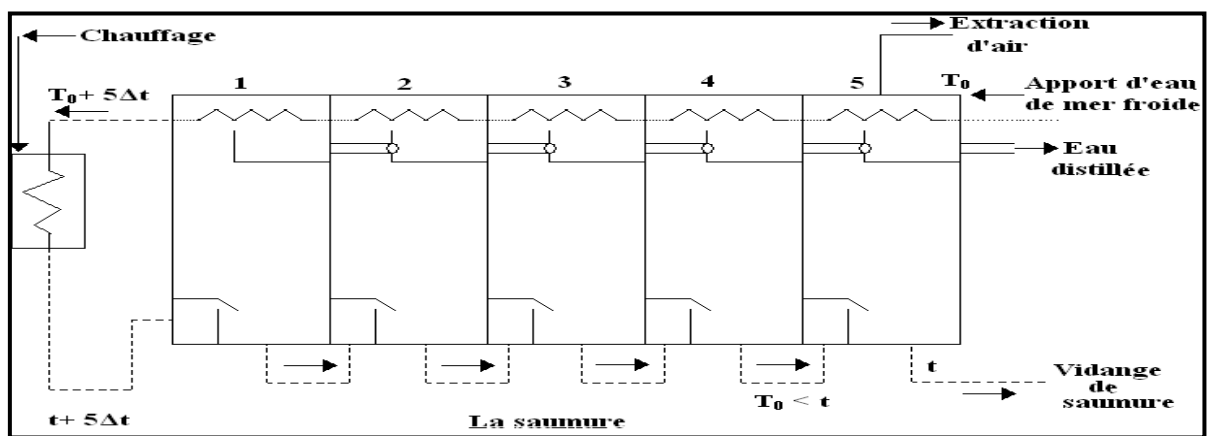


Figure n° (05) : Distillation par détente successives

4.1.4 Distillation par compression de vapeur :

Ce procédé consiste à faire aboutir la condensation de la vapeur dans un échangeur situé au sein même de l'eau salée dont on provoque l'évaporation. Pour que cette condition se réalise, il est nécessaire que la vapeur introduite dans cet échangeur, se trouve à une température supérieure à celle de l'eau dans laquelle il baigne.

A cette fin, la vapeur de l'enceinte est reprise dans un compresseur et portée à une pression qui correspond à une température de saturation supérieure de quelques degrés, 6° Cenviron, à la température de la cellule.

La condensation peut alors s'effectuer et la chaleur ainsi libérée pourra être utilisée pour saumure pour un second cycle (Figure 6).

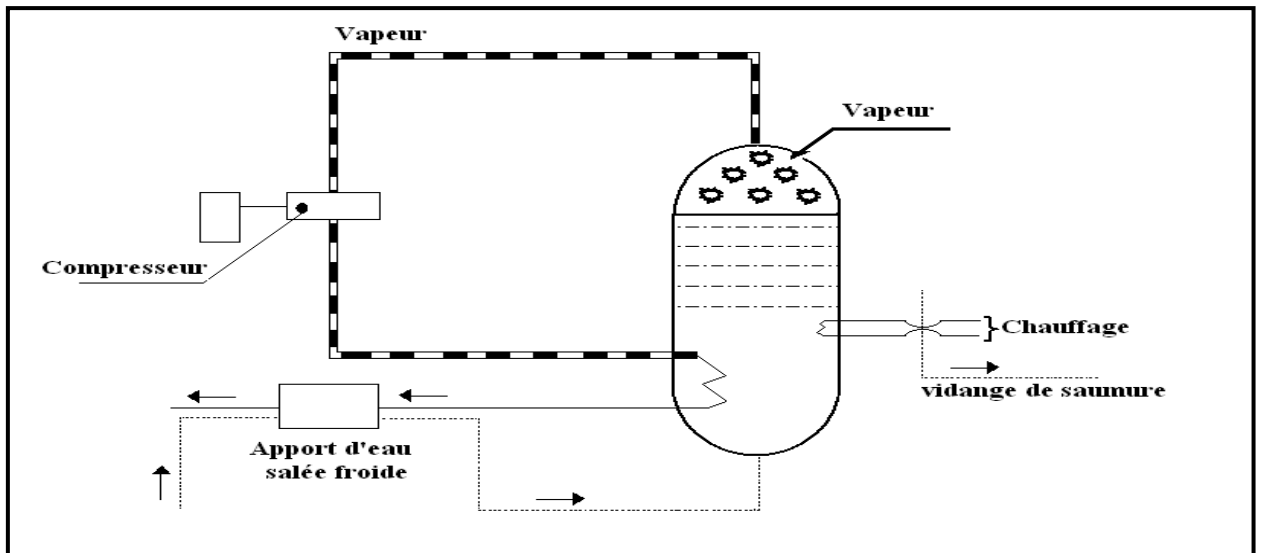


Figure n° (06) : Distillation par compression de vapeur (Rouba, 2008).

Tableau n° (07) : Procédés de distillation (Allaoui, 2008).

Procédés	Performances et conditions d'utilisation
Procédés par distillation	<ul style="list-style-type: none"> - Ces procédés ne sont appliqués économiquement qu'aux eaux de mer. - Présence de rejets concentrés en sels, éventuellement valorisables. -Prétraitement anticorrosion et antitartres nécessaires. - Eau distillée non potable directement. - Nécessitent un changement de phase de l'eau.
Distillation à détente successive (Multi- stage flash) MSF	<ul style="list-style-type: none"> - utilisée pour les installations de moyenne et grande capacité. - Fiable pour la production d'eau dessalée, aussi bien quantitative que qualitative.
Distillation à effet simple ou multiple (ME)	<ul style="list-style-type: none"> - Une grande stabilité de fonctionnement. - Possibilité de faire varier le débit de production sans varier la consommation spécifique. - Souvent adaptée pour les installations dont le débit de production suit des demandes variables. - La capacité de production du procédé est moins importante que celle du MFS.
Compression de vapeur	<ul style="list-style-type: none"> - Permet de réduire considérablement la consommation énergétique car elle ne rejette aucune calorie dans un circuit de refroidissement. - La capacité de production peut atteindre jusqu'à 1500 m³/j.

5. Procédés utilisant les membranes :

Les membranes sont utilisées dans les procédés d'électrodialyse et d'osmose inverse.

Electrodialyse :

Il s'agit d'une technique électro-membranaire qui permet un transfert sélectif des ions à travers des membranes à perméabilité sélective. Sous l'action d'un champ électrique, seuls les cations peuvent traverser une membrane cationique et seuls les anions peuvent traverser une membrane anionique.

Le but de l'opération est d'extraire les sels d'une solution en obtenant alors d'un côté une solution saumure sur concentrée et de l'autre une eau dessalée. Cela consiste à placer entre les électrodes un ensemble de membranes de dialyse sélectives :

- Les unes cationiques, perméables aux cations seulement et les autres anioniques, perméables aux anions. (Figure 7).
- Les compartiments 1, 2, 3,4 et 5 comportent trois paires de membranes alimentées par une solution de chlorure de sodium.
- Les ions du compartiment 1,3 et 5 passent dans les compartiments 2 et 4 sous l'effet du champ électrique crée par les électrodes.
- La solution dans les compartiments 1,3 et 5 s'appauvrit en sels (se déminéralise) tandis que celle des compartiments 2 et 4 se concentre.
- Les ions Na^+ et Cl^- observés à la partie de chaque compartiment de déminéralisation (1,3 et 5) viennent s'ajouter à ceux déjà présents dans les compartiments de concentration (2,4).

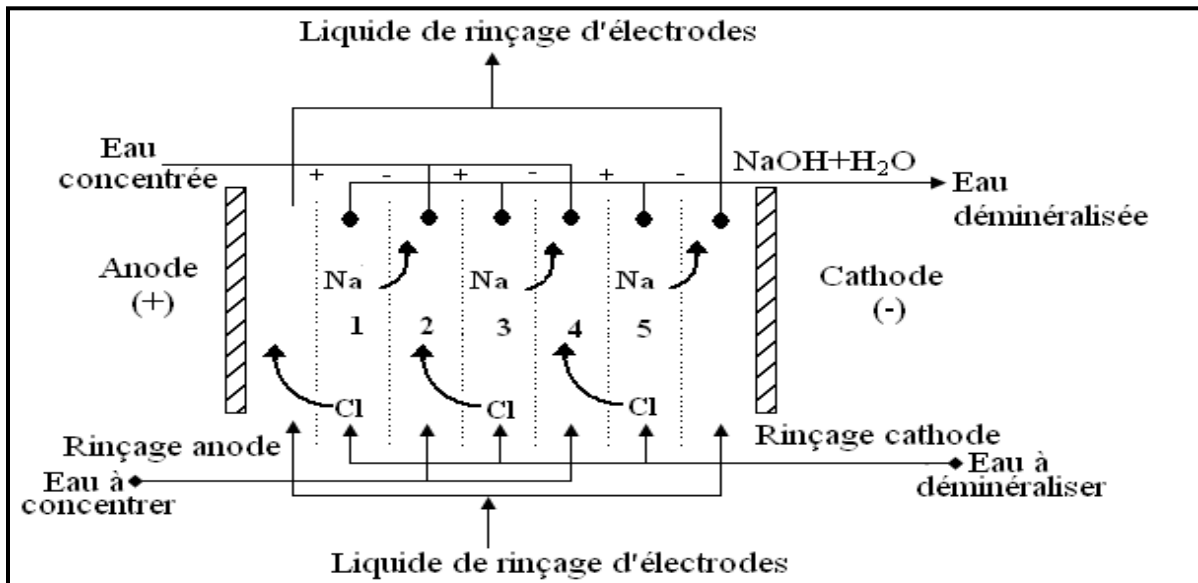


Figure n° (07) : principe de l'électrodialyse.

Osmose inverse :

Parmi les procédés membranaires, seule l'osmose inverse est adaptée au dessalement de l'eau de mer. Le traitement membranaire reproduit le phénomène d'osmose inverse, lorsque l'eau de mer est poussée grâce à une très forte pression (entre 50 et 80 bars), à travers une membrane, le sel et les impuretés sont piégés par la membrane et seules les molécules d'eau peuvent la traverser, fournissant de l'eau douce (OIE, 2006).

Le système d'osmose inverse est constitué par un bac séparé en deux compartiments par une membrane semi-perméable, remplis d'eau de concentration en sels dissous différents, les molécules d'eau ont tendance à migrer de l'eau la moins concentrée vers la plus concentrée de façon à diminuer sa salinités, le phénomène est appelé « osmose directe », Cette migration s'arrête lorsque la différence des niveaux des deux compartiments a atteint une valeur correspondant à la pression osmotique Pour réduire la concentration en sels dissous d'une eau il suffit de lui appliquer une pression supérieure à la pression osmotique afin de forces les molécules d'eau à traverser la membrane semi- perméable. Il s'agit alors d'osmose inverse (figure 8).

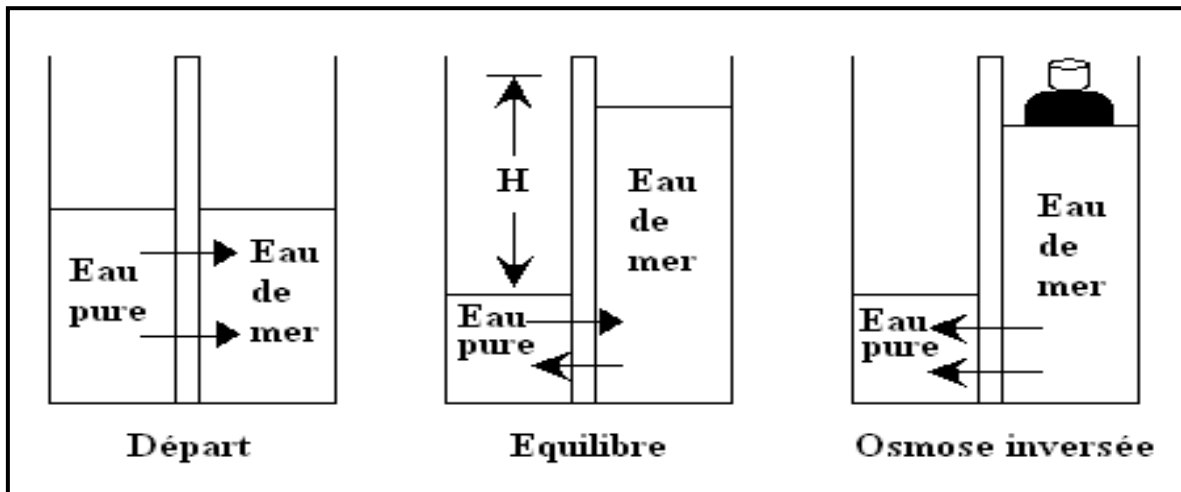
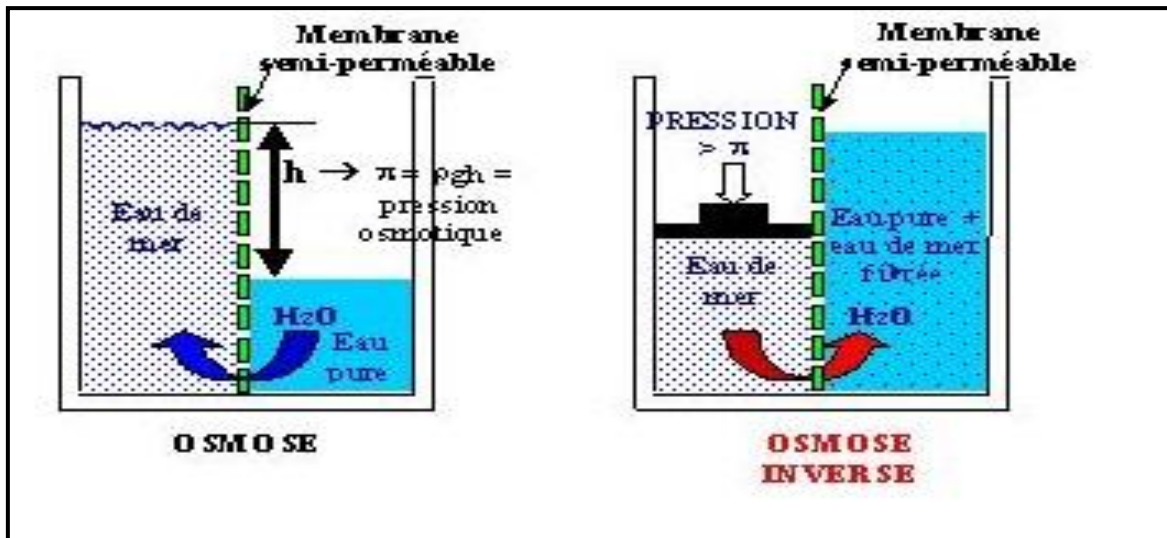


Figure n° (08) : Principe de dessalement par osmose inverse (Mebarki et Djoudi, 2006).

Tableau n° (08) : Procédés utilisant les membranes (Allaoui, 2008).

Procédés	Performances et conditions d'utilisation
Procédés utilisant les membranes	<ul style="list-style-type: none"> - Ne nécessitent pas un changement de phase de l'eau. - Assurent la relation sélective qui permet de retenir les sels toxiques (nitrates, sulfates) - Permettent de diminuer le temps de circulation. - Abaissent les couts de traitement des eaux encore élevés. - Ne nécessitent pas une déminéralisation après traitement. - Cout des membranes est important. - Utilisés pour les petites installations de dessalement.
Electrodialyse	<ul style="list-style-type: none"> - Le procédé n'est économique que pour les eaux saumâtres de minéralisation totale inférieure à 3 g /l. - qualité d'eau traitée sensible aux débits et salinité d'eau brute. - Présence de rejets concentrés. - Prétraitements nécessaires (élimination de matière en suspension, matière colloïdale, fer, chlore résiduel, adoucissement).
Osmose inverse	<ul style="list-style-type: none"> -s'applique aussi bien aux eaux saumâtres qu'à l'eau de mer. -très efficace pour toutes les salinités -simplicité et peu d'encombrement des installations. -présence de rejets concentrés

Puis des prétraitements de l'eau brute sont nécessaires pour protéger les membranes (matières en suspension, colloïdales, fer, silice, chlore et prévenir l'entartrage de carbonate et sulfate de calcium).

Comparaison entre distillation et osmose inverse :

Le tableau 8 donne des éléments de comparaison entre la distillation thermique et l'osmose inverse.

Tableau n°(09) : comparaison entre distillation et osmose inverse :(OIE,2006)

	DISTILLATION	OSMOSE INVERSE
Consommation de vapeur (kg/m ³ produit)	100 à 140	0
Besoins en eau de mer (m ³ /m ³ produit)	3 à 4	1,7 à 2,5
Température de fonctionnement	70 à 110° C	= température eau de mer
Consommation électrique (kw/m ³)	2 à 4	3 à 4
Température de l'eau produite	Température de la mer + 25° C	= température eau de mer
Salinité de l'eau produite (mg/l)	10 à 50 mg/l	200500 mg/l

6. Procédés divers :

Echange ionique :

L'échange d'ions est un phénomène d'interface se produisant entre les solutions de produits plus ou moins ionisés et la surface des échangeurs. Les échangeurs d'ions sont des substances granulaires insolubles ou des liquides immersibles comportant dans leur structure moléculaire des radicaux anioniques ou cationiques susceptibles de permuter, sans modification apparente de leur aspect physique et sans altération ou solubilisation.

Des ions positifs ou négatifs fixés sur les radicaux contre des ions de même signe se trouvent en solution dans le liquide à leur contact. Cette permutation appelée « échangeur d'ions » permet de modifier la composition du liquide « eau de mer », objet de traitement.

L'eau douce obtenue contient le même nombre total de charges existantes dans le liquide avant l'échange. Les échangeurs de cations se classent comme suit : **(DEGREMONT, 1978).**

- Les échangeurs de cations fortement acides (CF)
- Les échangeurs de cations faiblement acides (CF) et les échangeurs d'anions.
- Les échangeurs d'anions fortement basiques (AF) ou des échangeurs faiblement basiques (AF).

La (Figure 9) présente une chaîne de deux échangeurs (CF + AF), qui permet d'obtenir une eau déminéralisée.

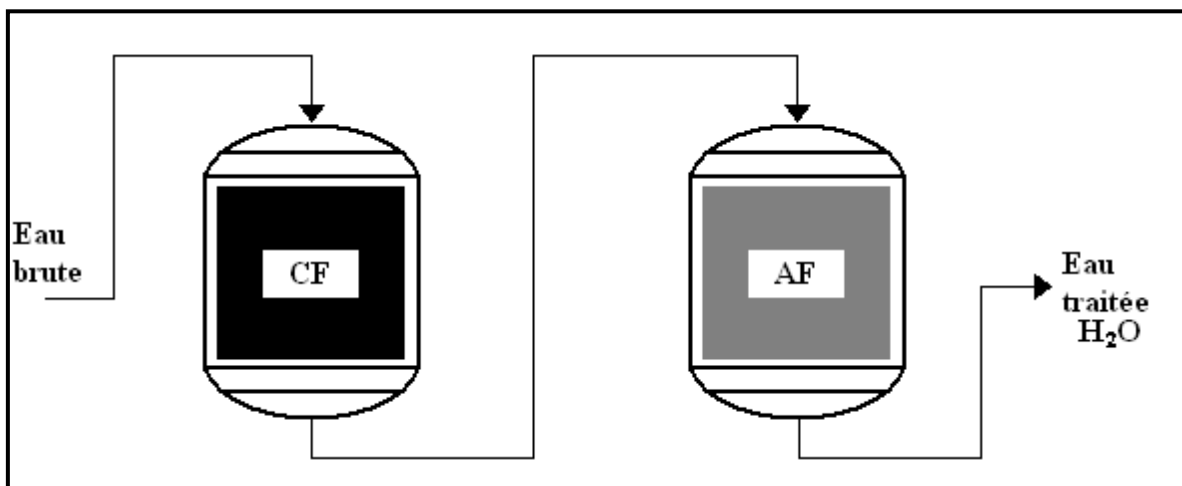


Figure n° (09) : Déminéralisation totale.

Dessalement par congélation :

Le dessalement par congélation dérive du principe que la glace obtenue après congélation d'une solution aqueuse contenant des particules solides, permet d'obtenir une phase solide de l'eau pure excluant les éléments étrangers de la structure cristalline. L'eau de mer refroidie à environ 2° C donne des cristaux de glace d'eau douce. Plus la température de refroidissement augmente, plus la production de glace augmente. Par conséquent, à une température de -9° C l'eau pure est obtenue.

Les procédés de congélation présentent divers avantages ; ils suppriment les surfaces métalliques d'échanges thermiques, ne nécessitent que frais de main-d'œuvre d'exploitation et d'entretien très réduits grâce à l'automatisme et fournissent de l'eau fraîche.

Distillation solaire :

La distillation solaire est un procédé simple et pouvant être appliqué de façon rustique mais elle ne convient évidemment qu'aux régions où l'ensoleillement est suffisant.

Ce procédé de dessalement solaire est basé sur le principe du dessalement « serre » soit une serre fermée et exposée au soleil à l'intérieur de laquelle se trouve une eau de mer ou d'eau saumâtre de quelques centimètres d'épaisseur. L'air à l'intérieur de la serre est surchauffé et saturé de vapeur d'eau douce qui conduit au contact de la paroi relativement fine de verre, et les gouttes d'eau douce peuvent être recueillies dans une gouttière

(Figure 10).

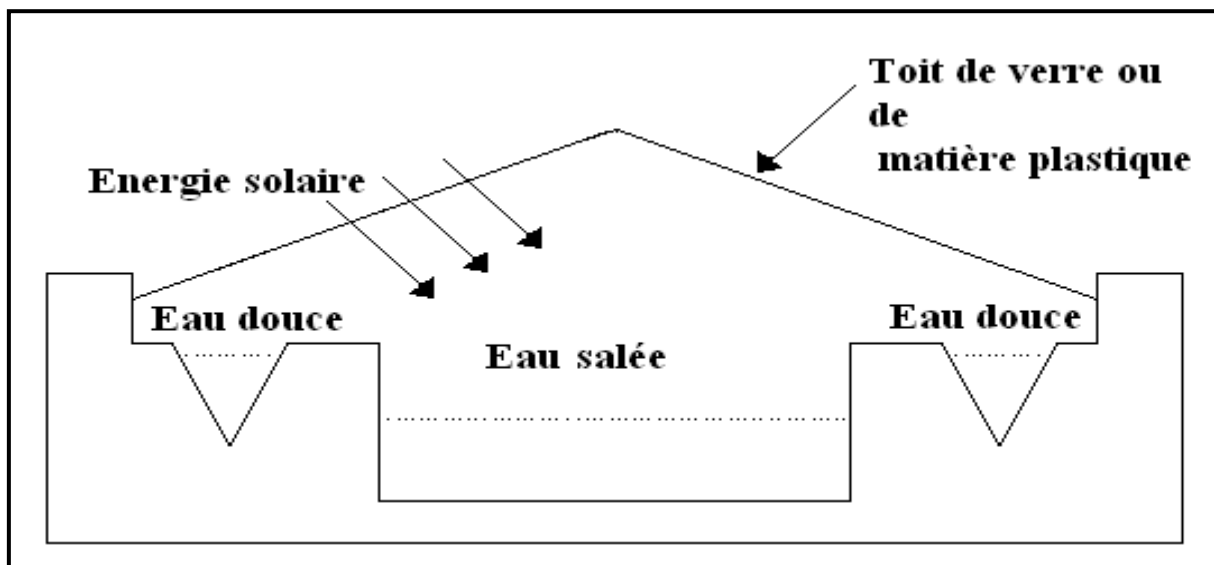


Figure n° (10) : Distillation solaire.

Tableau n° (10) : Autres procédés : (OIE, 2006).

Procédés	Performances et condition d'utilisation
Echange ionique	<ul style="list-style-type: none"> - Ce procédé ne s'applique pas pour de grandes productions car il est très onéreux. - il peut être utilisé pour obtenir de faible quantité d'eau de boisson ou pour l'alimentation des chaudières.
Distillation solaire.	<ul style="list-style-type: none"> - Convient pour de faibles besoins. - utilise dans les pays chaud (nécessaire un ensoleillement convenable)
Congélation	<ul style="list-style-type: none"> - s'applique également aux eaux sa maitre et à l'eau de mer.

Après l'examen des résultats du tableau ci-dessous, il ressort que dans le choix du procédé de dessalement il faut prendre en considération, L'aspect économique dans le but de produire de l'eau potable on industrielle a des taux de consommation d'énergie et des couts faibles.

La simplicité de construction et d'exploitation de ces installations est un facteur très important, car il n'existe pas de dimension optimale pour une unité de dessalement tous dépend de la taille de la collectivité ou complexe à alimenter.

7. Dessalement de l'eau de mer en Algérie :

A la suite d'une sécheresse chronique vécue par l'Algérie depuis plus de deux décennies et la demande en eau croissante, les pouvoirs publics ont décidé de s'orienter vers une politique de mobilisation des ressources en eau non conventionnelles, à savoir le dessalement d'eau de mer afin de pouvoir compenser le déficit en eau enregistré.

C'est ainsi que le recours au dessalement d'eau de mer comme solution alternative s'avère de plus en plus nécessaire et présente les avantages suivants :

- Un littoral de 1200 km .
- La population actuelle concernée dans littoraux est de 11 millions habitants ;
- Les industries grandes consommatrices d'eau se trouvent à proximité de la mer, ce qui réduit davantage les prix de revient du m³ d'eau .
- Le domaine de dessalement de l'eau de mer connu ces dernières années une avancée technologique remarquable, grâce au développement des différents procédés .
- La disponibilité de la ressource énergétique ou la combinaison de sa production .
- Le cout du m³ d'eau dessalée est en nette régression, alors que le cout du m³ d'eau conventionnelle est en nette progression (grands transferts) (**ADE, 2007**).

Troisième chapitre
Présentation de la zone
d'étude.



1/Situation géographique :

Sise à 60km du chef-lieu de la Wilaya, la commune de Honaine s'étend sur une superficie totale de 6385 hectares, elle est limitée au :

Nord-est des Trara orientaux, limitrophe à la daïra de Béni Saf dans la wilaya d'Ain-Temouchent, limitée au Nord par la mer, - à l'ouest par les daïras de Nedroma et de Gazaouite, - et au sud par la daïra de Remchi (OTMANI, 2009).

2/Géomorphologie et sédimentologie :

La région de honaine, présent une morphologie singulière délimitée par la mer méditerranée sur 12kilomètres, fortement accidentée avec des paysages calcaires.

Les pentes sont variables, au Nord elles sont plus douces. Au sud les massifs sont plus abrupts et les pentes Nort-Sud varient entre 35et 45 % constituent un ensemble montagneux fortement raviné et de parcours très difficiles. Au Nort, elles vont de 10 à 15% vers des pentes plus douces.Les habitants définissent leur côté, une façade sans fenêtres et avec un seul port : honaine.

La morphologie de la région s'est formée à la faveur d'une succession de mouvement tangentiels et de soulèvement de l'orogénèse atlasique et /ou alpine.

Néanmoins, subsiste le substratum primaire bien individualisé par le granite de nedroma et son auréole métamorphique.

Ces mouvements tectoniques profonds ont créé un important métamorphisme régional. C'est cette céto-genèse atlasique qui est à l'origine des reliefs actuelle, de la nature des facies des formations et d'éventuels mouvements néotectonique actuels (PDAU ,2005).

Relief et hydrologie :

Honaine est une ville **portuaire** de la rive sud-ouest de la mer **méditerranée**. Elle est située au nord du massif des Trara.

Localités de la commune :

La commune de honaine est constituée à partir des localités suivantes :

- Honaine.
- Tafout.
- Oued Youcef.
- Tadjera.
- Oued Amar.

Décret n84-365 fixant la composition, la consistance et les limites territoriales des communes (wilaya de Tlemcen), journal officiel de la république algérienne, 19 décembre 1984 ? p. 1499

3/ Le climat :

La zone présente un climat méditerranéen avec une pluviométrie moyenne de l'ordre de 350 à 400 mm /an et de 500 mm/ansla meilleure année.

La période la plus arrosée s'étale de novembre à avril avec 80% des précipitations totales et 47 jours de pluies .la zone connaissent en moyenne 20 jours de brouillard par an.

Les vents dominants sont ceux provenant des secteurs Est-Nord-est et Ouest-Sud-ouest (PDAU ,2005).

4/ Les facteurs physico-chimiques du milieu :

4.1/ La température :

En hiver, la température moyenne oscille autour de 10°C avec un minimum de 6°C. on note l'absence de gelée, et une humidité importante de l'air due à l'influence martine, en revanche en été, la température oscille autour de 26°C. Avec des températures variant de 20 à 30°C. Elle peut exceptionnellement atteindre au maximum de 40°C.

4.2/ La salinité :

La salinité s'exprime en milligrammes, ou en grammes, de sels solubles par litre d'eau. Comme on le verra par la suite, il est souvent important de connaître la teneur en chlorures. Les très faibles salinités sont souvent exprimées en résistivité électrique.

La concentration globale en sels d'acides forts (SAF) est un élément important à connaître, spécialement lorsque l'eau doit être déminéralisée. Certaines eaux naturelles.

Contiennent des sels de fer (à l'état ferreux) et de manganèse. **(GERMAIN I et al, 1977).**

5/Données socio-économiques

5.1/ Démographique :

Population :

- La population actuelle de honaine est estimée à 5408 habitants.
- Les habitants de honaine sont originaires des villages environnants, leur caractère rural donne un certain climat social qui règne sur le village.

Synthèse :

- La commune compte un grand nombre de logements anciens à rénover ou à démolir, la qualité du bâti est médiocre du fait des contraintes juridiques, dont la généralisation des constructions illicites.
- Existence des constructions dans le périmètre protégé du site archéologique dont la démolition ne doit pas être différée. **(RGPH 2008).**

5.2/ Economie :

La ville est un port méditerranéen ayant pour activité principale la pêche artisanale. C'est aussi une station balnéaire avec plusieurs plages : les plages de honaine-centre, Tafsout, Agla et Bni kheled.

(Arrêté du 1 février 1982 MINISTRE DE LA CULTURE JO N 18 DU 04 mai 1982, Page 634, Portant classement du site de Honaine parmi les sites historiques.)

La pêche qui est une activité importante de la zone, est devenue durant près d'un siècle, une activité accessoire presque un loisir à cause de plusieurs facteurs parmi eux :

- Manque des infrastructures d'accompagnement du port.
- Les difficultés de main d'œuvre des embarcations au droit de la passe d'entrée.
- Un littoral non aménagé. **(RGPH 2008).**



Figure n° (11) : le port de Honaine.

6. Pollution :

L'impact écologique d'une substance polluante dépend de sa toxicité aiguë et/ou chronique ; de son temps de dégradation dans un milieu et de sa capacité à se diffuser dans l'espace et le temps (Olivaux, 2007).

La pollution de l'eau, il convient de distinguer deux types de pollution

Ceux qui proviennent d'un élément qui est normalement présent à l'état naturel dans le milieu, exemple des nitrates et phosphates ? sont issus de molécules synthétiques introduites par l'homme dans le milieu naturel (exemple des pesticides). Pour la plus part de ces derniers, leurs impacts et leur devenir (accumulation, dispersion, transformation) sur l'environnement et les organismes vivants sont largement connus.

Deux catégories de pollution ; les pollutions ponctuelles (la source de pollution est facilement localisable, c'est un point précis. aussi, les pollutions industrielles sont qualifiées de ponctuelles) et les pollutions diffuses (la source de la pollution est difficilement localisable, par exemple, la pollution agricole par les nitrates sont qualifiées de diffuses (OLIVAUX, 2007))

Il existe trois localisations de polluants :

- Les polluants des eaux brutes : matières organiques, pesticides, métaux lourds, médicaments, cosmétiques, microorganismes.
- Les polluants des méthodes de traitement de l'eau : le chlore, l'ozone, le sel toxique.



Partie expérimentale

Quatrième chapitre :
Présentation de la station
de dessalement de
‘Honaine’

1/ Présentation de la station de dessalement de 'Honaine' :

Au Nord-Ouest Algérien, la Wilaya de Tlemcen a fait l'objet de l'installation d'une station de dessalement d'eau de mer, dans la région de 'Honaine'. Sa capacité de production est de 200.000.m³/j, assurant l'approvisionnement en eau potable de 23 communes ainsi que les agglomérations urbaines du Grand-Tlemcen (Tlemcen, Mansourah et Chetouane), soit une population d'environ 555.000 habitants.

1.1/ Organigramme de la station :

Le processus du dessalement d'eau de mer comporte quatre étapes principales :

- La captation de l'eau de mer.
- Le prétraitement.
- L'osmose inverse.
- Le post-traitement.

2/ Système d'alimentation de l'eau de mer :

Prise de l'eau de mer :

La première opération s'effectue au niveau de « la tour de captage de l'eau de mer » qui consiste à pomper l'eau de mer par le biais de 11 pompes dont une de réserve (veille), par aspiration à vide au débit de 18934 m³/h. Cette tour est dotée d'un système de préfiltration

Comprenant trois tubes de grilles à gros grains et des tamis autonettoyants. Cette filtration d'eau permet d'assurer une entrée en eau moins chargée en débris marins et homogène, adéquate pour l'étape suivante.

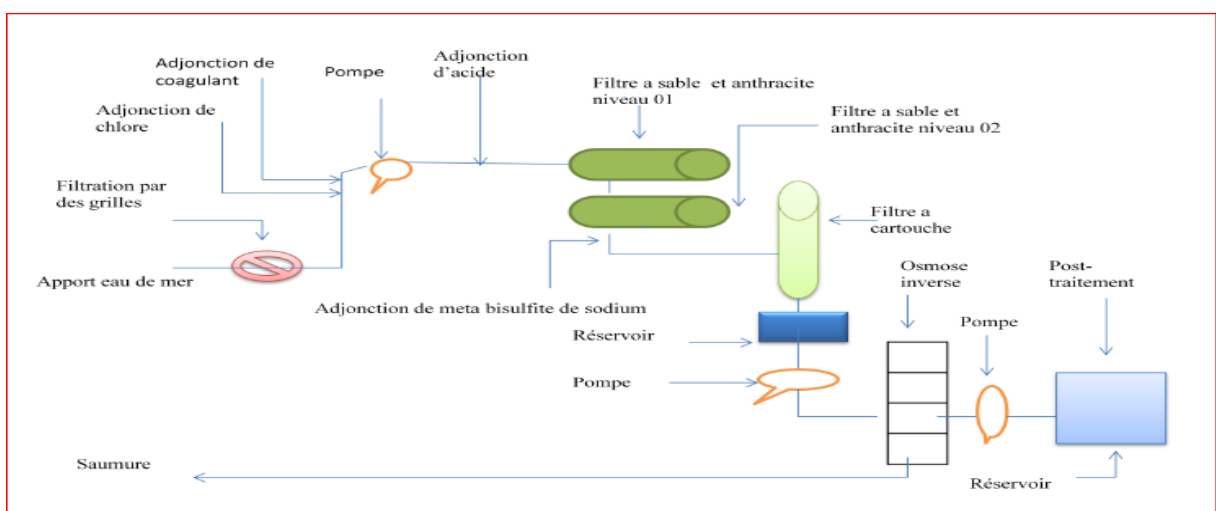


Figure n° (12) : Diagramme de processus de dessalement de l'eau de mer par osmose inverse au niveau de la station de dessalement de l'eau de mer -Honaine.

2.1.1 Les unités de la station dessalement de honaine :

2.1.1.1 : Le prétraitement :

a) Pompage d'eau brute :

Consiste à pomper l'eau de mer vers la station de dessalement, cette eau doit être bonne du point de vue matières en suspension. Sont utilisés dans cette étape deux types de technologies : ♥ 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 (MAUREL, 2006).

b) Dosage de l'hypochlorite :

Cette étape se fait grâce à deux citernes NaCl d'une capacité de 140 m³, munies de « 4 +1 » pompes destinées à injecter l'hypochlorite de sodium au niveau du système de pompage de l'eau de mer.

c) Dosage de l'acidité sulfurique :

Deux autres citernes de FeCl₃ munies de « 4 +1 » pompes sont utilisées pour injecter le FeCl₃ au niveau du système de pompage de l'eau de mer. Une injection éventuelle d'acide sulfurique pour ajuster le pH est possible lors du traitement. Cette injection a pour but d'éliminer les matières en suspension et les matières colloïdales présentes dans l'eau de mer.

d) Filtration ou filtre de dégrossissement :

Ce système élimine la plupart des particules en suspension, huile et graisses qui restent dans l'eau de mer et, produit une eau filtrée à basse turbidité prête pour l'étape d'osmose inverse (Figure 12). Le mouvement de l'eau dans ces filtres est vertical, pénétrant par la partie supérieure du filtre et descendant à travers les couches filtrantes qui retiennent les matières solides dans sa partie inférieure. Des collecteurs munis de buses recueillent l'eau filtrée. Ce système de filtration comporte 80 filtres répartis en deux phases : ⇐ La première phase est constituée de 48 filtres contenant chacun :

- ♣ Une couche supérieure de 600 mm de hauteur d'antracite de 0.4 à 1.6 de diamètre.
- ♣ Une couche intermédiaire de 400 mm de hauteur de lit de sable de 0.4 à 0.8 de diamètre.
- ♣ Une couche inférieure comporte à la fois 100 mm d'antracite de 1.4 à 2.5mm et 100 mm de sable de 4 à 8 mm ⇐ La deuxième phase est constituée de 32 filtres contenant :
- ♣ Une couche supérieure de 700mm de hauteur d'antracite de 0.4 à 0.8 mm de diamètre.

- ♣ Une couche intermédiaire de 200 mm de hauteur de lit de sable de 0.55 mm de diamètre et de 1.4 de coefficient d'uniformité.
- ♣ Une couche inférieure comprenant 100mm de sable de 2 mm et de 1.4 de coefficient d'uniformité. Les deux types de filtres sont soumis à un système de lavage.



Figure n° (13) : filtres à sables et anthracite (Station de Dessalement-Honaine).

Filtration à cartouche C'est une microfiltration assurée par des cartouches en polypropylène de 25 microns et d'un diamètre de 61mm, dans des réservoirs métalliques en position verticale (Figure n° 13). Son rôle est la protection des pompes à haute pression, contrairement aux filtres à sable et anthracite. Ces filtres sont renouvelés périodiquement après 171 jours d'utilisation. Figure n°14 : Filtres à cartouches au niveau de la station (Station de Dessalement).



Figure n° (14) : Filtres à cartouches au niveau de la station (Station de Dessalement-Honaine).

e) -Filtres d'affinement et de sécurité :

C'est une microfiltration assurée par des cartouches en polypropylène de 25 microns et d'un diamètre de 61mm, dans des réservoirs métalliques en position verticale son rôle est la protection des pompes à haute pression, contrairement aux filtres à sable et anthracite. Ces filtres sont renouvelés périodiquement après 171 jours d'utilisation

Réservoir d'eau filtrée

L'eau filtrée produite est stockée dans un réservoir fermé. Cette eau, à partir de ce réservoir, est utilisée pour alimenter les unités d'osmose inverse. Une autre partie est utilisée pour le rinçage et le nettoyage des filtres à sable.

Ces derniers subissent l'accumulation des matières solides qui provoquent une augmentation de la résistance à l'écoulement ainsi que la diminution de la production d'eau filtrée. Un barbotage avec l'air est introduit afin d'améliorer l'efficacité du lavage par inversion du flux de bas en haut.

2.1.1.2. L'étape d'osmose inverse :

Le dessalement de l'eau de mer est réalisé par son passage à travers le système d'*osmose inverse* ; étape clé du processus suscité. Cette étape est constituée de 10 unités appelées « *Rack* » (Figure 15)



Figure n° (15) : L'étape de l'osmose inverse (Station de Dessalement-Honaine).

Un châssis à membrane :

Composé de 222 modules à 7 membranes de type « SWC5 max, Hydranautics ». Ces membranes type spirale (figure n°16) sont composées de :

- Une couche de polyamide à 0.15 μ
- Une couche de poly-sulfone à 40 μ pour supporter la couche polyamide
- Une couche de polyester qui donne une certaine résistance mécanique de la membrane à 100 μ .

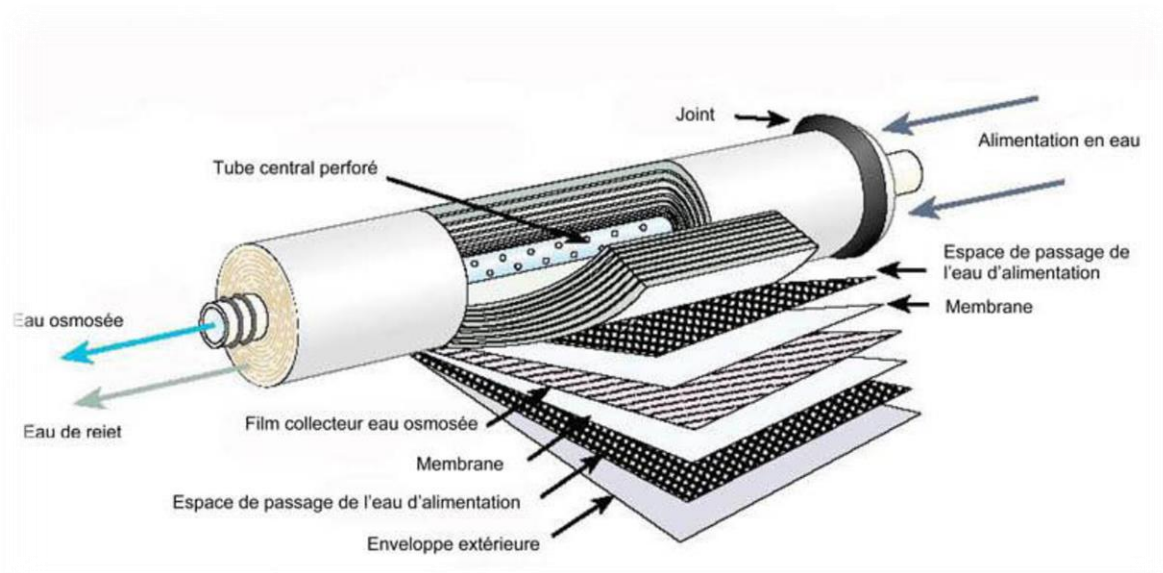


Figure n° (16) : la membrane spirale de l'osmose inverse (DANIS, 2003).

Une pompe à haute pression :

Elle permet de fournir une pression jusqu'à 70 bars en vue d'alimenter l'osmose inverse. Cette dernière peut être de types « segmenté », « chambre partie », et autres, etc.

Pompe de recirculation :

Dans le but de compenser les pertes de charge produites dans les membranes et la tuyauterie, la station doit être dotée d'une pompe de recirculation pour augmenter la pression de l'eau de mer provenant du système de récupération d'énergie (px) avant l'arrivée du flux d'eau de mer provenant de la pompe centrifuge à haute pression.

Système d'échange de pression :

Grâce à un rotor, un système d'échange de pression s'effectue entre la saumure provenant des membranes à haute pression et l'eau de mer à basse pression, une récupération importante d'énergie permet la réduction de coût de dessalement de l'eau de mer.

Réservoir de l'eau dessalée :

Ce dernier est destiné à accueillir l'eau déminéralisée issue de l'osmose inverse. Cette eau dessalée est utilisée aussi pour rincer les membranes d'osmose inverse en cas de colmatage (Figure n°17).



Figure n° (17): Réservoir de l'eau dessalée (Station de Dessalement-Honaine).

2.1.1.3 Le post-traitement :

L'eau issue du traitement de l'osmose inverse est indemne de tous les minéraux, c'est-à-dire non consommable, une reminéralisation est nécessaire pour rendre cette eau potable. L'injection automatique de CO₂ (Figure n°18) pour réduire le pH proche de 5 permet de rendre plus efficace le processus de reminéralisations. Ce dernier est réalisé dans des tours ou chambres en nombre de dix, à l'intérieur desquelles est situé le lit de calcite (carbonate de calcium) de 2.86 m de hauteur, équipées par des tuyaux de distribution (Figure n°18). A travers ce lit de calcite l'eau traitée passe et atteindra le fond (réservoir) par un canal à l'intérieur de la tour. Après et à l'aide d'un doseur automatique, il y aura un ajout d'hypochlorite de sodium à partir des deux citernes suscitées.

A l'aide d'une dizaine de pompes l'eau traitée est pompée vers le réservoir de stockage afin de la distribuer par l'ADE, tandis que le rejet de saumure sera évacué par un émissaire marin pénétrant jusqu'à 1000m dans la mer dans le but d'assurer une meilleure dilution et d'éviter des conséquences indésirables pour l'environnement.



Figure n° (18) : Les réservoirs de CO₂ (Station de Dessalement-Honaine).

Cinquième chapitre :
Matériel et méthode



Matériel et méthode.

1/ Matériel biologique et méthode d'analyse :

Notre travail a été réalisé au niveau de la station de dessalement de l'eau de mer de Honaine Wilaya de Tlemcen.

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au niveau de laboratoire d'Entre prise nationale l'algérienne des eaux (de la wilaya de Sidi bel abbés).

Pour bien connaître l'impact de cette station sur l'environnement côtier nous avons choisie deux points de prélèvement :

- L'eau de mer et de la plage.
- Le rejet de cette station.

Matériel :

Pour les analyses effectuées sur terrain, il faut savoir :

- Un thermomètre.
- Un PH mètre.

Au niveau de laboratoire :

a) Spectrophotomètre DR/2 :

- cellules en verre
- carte des éléments

b) Dosage volumétrique :

- burette.
- Pipette.
- Erlen.
- Bicher.

1.1/ Choix et stérilisation de réception :

La désinfection a pour but de détruire tous les organismes nocifs qui sont présents dans l'eau pour la rendre propre à la consommation.

Il existe actuellement quatre méthodes courantes pour la désinfection de l'eau :

La chloration de l'eau, l'ozonation, la stérilisation par les rayons U.V, la microfiltration

(Organisation mondiale des sante 2013 traitements de l'eau de boisson au point d'utilisation dans la situation d'urgence).

1.2/ Prélèvement des échantillons :

Pour une eau baignade, il y a lieu d'effectuer des prélèvements à chacun des points définis au mois à 2 mètres du rivage (sables, galets) à une profondeur située entre 20 et 50 cm au-dessous de la surface. Plusieurs points de prélèvement et plusieurs échantillons à différentes profondeurs permettent de tenir compte de l'hétérogénéité verticale et horizontale de la contamination bactérienne des eaux de mer de la côte ouest.

1.3/ Transport et conservation au laboratoire :

Les échantillons doivent toujours être prélevés avec toutes les conditions d'asepsie nécessaires dans les contenants stériles de verre ou de polypropylène à large ouverture en laissant un espace d'air d'au moins 2.5cm.

Par ailleurs, une étude réalisée dans laboratoire sur les eaux traitées a permis d'établir que le délai maximal admissible pour l'analyse était de 48 heures après le prélèvement et que l'échantillon doit être protégé contre les effets de la température à l'aide d'un isolant thermique ou être réfrigéré pendant le transport.

1.4/ Mesure de sécurité à prendre au laboratoire :

À leur réception au laboratoire, les échantillons qui ne sont pas analysés dans les 4 heures qui suivent leur arrivée doivent être placés aux réfrigérateurs jusqu'au moment de leur analyse.

Les échantillons reçus congelés dans des contenants sont conformes ou selon des délais de prélèvement inacceptables ne doivent pas être analysés.

(Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec 2009, méthode de prélèvement de conservation et l'analyse des échantillons relatifs à l'évaluation de la qualité de l'eau ; P11-13).

1.5/ Points d'échantillonnage :

Les points d'échantillonnage ont été choisis de telle façon qu'ils reflètent la qualité de l'eau à l'intérieur de la zone à usage réactif. Un critère a été pris en considération, c'est d'établir les points d'échantillonnage aux endroits connus.

- a. le point de prélèvement de l'eau de mer a été effectué entre 0 et 2 m de distance vers le large de la conduite de prise en mer, et entre 20 et 30 cm en dessous du niveau de l'eau. Sans oublier que les échantillons ont été prélevés dans les heures de la matinée, généralement entre 10 heures et midi.
- b. le point de prélèvement de l'eau de rejet se situe au niveau de la conduite de rejet, en procédant au même protocole de l'échantillonnage de l'eau brute.

Toute prélèvement doit être accompagné d'une fiche de renseignements sur la quelle est noté :

1. L'origine de l'eau.
2. L'adresse exacte du prélèvement.
3. La date et l'heure du prélèvement.
4. La température de l'eau.
5. Le pH de l'eau.



Figure n° (19): points de prélèvements des rejets de la station de Honaine.

1.6/ Méthode du prélèvement :

Nous avons utilisé la méthode la plus simple qui consiste à tenir la bouteille près de sa base, de l'introduire sous la surface de l'eau à 30 cm de profondeur. La bouteille est poussée doucement dans l'eau pendant le remplissage pour éviter toute contamination de la main. Une fois la bouteille pleine, elle est fermée immédiatement.

2/Détermination des paramètres physico-chimiques (RODIER 2009) :

2.1/ Paramètres organoleptiques :

Il s'agit de la saveur, de la couleur, de l'odeur et de la transparence de l'eau. Ils n'ont pas de signification sanitaire, mais par leur dégradation peuvent indiquer une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution.

Test de la couleur :

Le contrôle de la coloration des échantillons se fait par simple observation de l'eau contenue dans des flacons de verre transparent.

Test de l'odeur et la saveur :

L'odeur a été évaluée par sensation lors de prélèvement de l'eau, et après un stockage de 48 h des échantillons, de même que la saveur, par une simple dégustation de cinq dégustateurs.

Mesure de la Turbidité :

La mesure de la turbidité a été effectuée à l'aide d'un Turbidimètre (HANNA, Hi 93703) qui est étalonné d'avance à trois points 0,10 et 500 NTU. L'échantillon sera analysé en utilisant des cubes en verre bien nettoyés et bien séchés, remplis de l'eau à analyser et le résultat est affiché en NTU (Néphélogétrie Turbidité Unit).

2.2/ Paramètres physico-chimiques :

Les paramètres à analyser sont choisis en fonction de l'objectif recherché.

Température :

La température de l'eau est un paramètre physique très important pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température. Elle doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du PH possèdent généralement un thermomètre intégré.

Acidité de l'eau (PH) :

Le PH représente le degré d'acidité (ou d'alcalinité) du milieu aquatique. Un PH compris entre 6 et 9 garantit un développement correct des êtres vivants suivant leur environnement.

Les variations brutales de PH sont néfastes pour les organismes aquatiques. Les fluctuations journalières sont typiquement $< 0,4$. Les carbonates ont un pouvoir

Tampon et évitent les variations brusques de PH. Ces variations sont en partie dues à l'activité biologique. Ainsi, la respiration des plantes et des microorganismes produit du CO_2 dissous qui se combine avec l'eau pour former l'acide carbonique (H_2CO_3) entraînant la baisse du PH. En revanche, l'assimilation du CO_2 par les plantes diminue la quantité d'acide carbonique dans l'eau ce qui augmente le PH.

La mesure du PH à l'aide d'un PH- mètre permet notamment de vérifier l'efficacité des prétraitements d'une installation de dessalement, pour éviter les précipitations de sels sur les membranes.

Turbidité :

La mesure de la turbidité permet d'avoir des appréciations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Cependant une turbidité forte peut permettre à des microorganismes de se fixer sur les particules en suspension.

Cette mesure permet donc de mesurer l'efficacité des traitements, notamment des prétraitements dans le cas d'une installation d'osmose inverse. La turbidité est déterminée par le terrain à l'aide d'une néphélométrie (turbidimétrie).

Cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de 90° par rapport au faisceau de lumière incident ou en laboratoire par un spectrophotomètre, à une absorbance négative pour l'eau distillée à une longueur d'onde de 620 nm, le domaine d'application se situe entre 0,1 et 1000 unités de turbidité néphélométrique (UTN).

Conductivité :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. On mesure la résistance opposée au passage du courant entre les deux électrodes plongées dans le liquide à analyser.

Cette conductibilité s'exprime en micro/siemens/ cm, et mesurée à l'aide d'un conductimètre. Elle est proportionnelle à la salinité. La relation conductivité-salinité n'est donc ni linéaire ni univoque.

Sels dissous totaux (SDT) :

Cette valeur est importante puisqu'il en découle une valeur de pression osmotique, et donc une valeur de pression d'alimentation nécessaire pour l'alimentation des osmoseurs.

Salinité :

La salinité est la masse en grammes des substances solides dans un kilogramme d'eau.

Détermination du titre alcalimétrique (TA) et du titre Alcalimétrique complet (T_{ac}) par la méthode volumétrique :

Détermination du titre alcalimétrique (TA) :

- Pipeter 10 ml de l'échantillon d'eau à analyse dans une fiole de 50 ml.
- Ajouter 1 à 2 gouttes de phénophtaléine, et agiter. S'il y a un virage de couleur au rose, titrer avec H_2SO_4 (0,02 N) jusqu'à la décoloration.
- On multiplie le nombre de millilitre d'acide sulfurique par 100 pour obtenir l'alcalinité à la phénophtaléine en milligramme.
- S'il n'y a pas un virage au rose le taux des carbonates est nul.

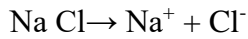
Détermination du titre Alcalimétrique complet (T_{ac}) :

- On utilise l'échantillon traité précédemment au dosage de carbonates, titré avec l'indicateur "méthyle orange".
- On continue le titrage avec l'acide sulfurique jusqu'à ce que la couleur change.
- Prélever dans un bécher 10 ml d'eau à analyser
- Ajouter quelques gouttes de NET
- Ajouter 5 ml de tampon ammoniacal
- Titrer avec L'EDTA (Acide éthnie dinitritotétracétique), jusqu'au virage du mauve au bleu (on considère V_1 = volume d'EDTA versé).

Dosage des chlorures par la méthode de Mohr :

Ces deux paramètres sont déterminés à partir de la salinité (Na Cl).

Salinité = Na Cl.



↓

23+35,5 ↓

58,5 mg /l → 35,5 mg /l.

Oxygène consommé par la matière organique :

Les matières organiques consomment, en se dégradant, l'oxygène dissous dans l'eau. Elles peuvent donc être à l'origine, si elles sont trop abondantes, d'une consommation excessive d'oxygène, et provoquer l'asphyxie des organismes aquatiques.

(<https://m.actu-environnement.com>).

Dosage simultané du calcium et du magnésium :

Mesure de magnésium :

On procède d'abord à la filtration.

- pipeter 100 ml d'eau à analyser.
- ajouter 100 ml d'eau de $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.
- laisser à sédimenter pendant 30 mn.
- filtrer à l'aide de papier filtre.

Procéder au dosage :

- Prélever 10 ml de filtrat.
- Ajouter 5 ml de tampon ammoniacal.
- Ajouter quelques gouttes de NET.
- Doser avec l'EDTA à (0,01 N), (on considère $V_2 =$ volume de l'EDTA versé).

Calcul du taux de magnésium :

- $(\text{Mg}^{+2}) \text{ g/l} = (0,1 \times V \div 10) \times 24,3$

-

- $(\text{Mg}^{+2}) \text{ mg/l} = V_2 \times 24,3$

Calcul du taux de calcium :

- $(\text{Ca}^{++}) \text{ g/l} = \frac{0.01}{10} \times (V_1 - V_2) \times 40$

- $(\text{Ca}^{++}) \text{ g/l} = (V_1 - V_2) \times 40$

-

Dureté totale (titre hydrométrique, TH) :

La dureté totale ou titre hydrométrique (TH) représente la somme des concentrations en cations calcium (Ca^{++}) et magnésium (Mg^{++}), ces derniers rendent l'eau dur, ce qui pourrait nuire à des canalisations par suite de formation de dépôts incrustant.

Sixième chapitre :
Résultat et discussion



Résultats et discussion :

1. Résultat :

Le travail que nous avons effectué pour le suivi du fonctionnement de la station de dessalement de Honaine. Nous avons observé l'écoulement des eaux rejetées contenant de la saumure sur le pourtour de la station. Les différentes manipulations, nous ont permis la détermination des paramètres physico-chimiques à différentes étapes depuis l'eau brute de la mer ; en passant par le processus de dessalement sensu stricto jusqu'à l'eau de rejets.

A ce titre, les prélèvements d'eau ont été effectués au niveau de 2 stations : un lieu témoin des rejets et un autre au niveau du rejet. (Figure n°20).



Figure n ° (20) : Point de rejets de la station de Honaine.

1-1 Résultat physico-chimique :

Durant plusieurs jours de suivi et analyses de l'eau de la station de Honaine dans le laboratoire de l'ADE, on a observé que les valeurs obtenues varient suivant les points de prélèvements.

Les résultats physico-chimiques obtenus d'expérimentation sont mentionnés dans le tableau 11.

Tableau (11) : Résultats des analyses physico-chimiques de la station de Honaine.

Type d'analyse	Paramètres	Station de Honaine													Les normes d'eau de mer (OMS)
		R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12	R01	R02	R03	M	
physico-chimique	ECH Les mois	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12	R01	R02	R03	M	
	Ph	8,6	8,6	8,5	8,7	8,7	8,7	8,6	8,5	8,5	8,5	8,6	8,5	8,7	7,5-8,4
	Conductivité US/Cm	59200	59300	59600	59700	59800	59600	59300	59300	59400	59380	59320	59280	40000	28000
	T °C	21	22	23	24	24	22	22	21	20	19	20	21	22	30
Minéralisation globale	Salinité mg/l	44800	44860	44890	45000	45000	45100	45000	44900	44900	44870	44860	44850	32500	35500
	TH (dureté totale) mg/l	10500	10560	10580	10600	10640	10570	10490	10400	10400	10450	10450	10400	7500	
	Calcium mg/l	2460	2480	2500	2500	2490	2400	2348	2390	2380	2370	2370	2390	1800	453
	Magnésium mg/l	82	83	8400	84	8460	8460	84	84	83	82	82	82	57	1329

	sium mg/l	00	00		50			70	60	60	60	80	50	00	
	Tac bicarb onate mg/l	13 5	13 6	140	14 0	139	136	13 7	13 7	13 6	13 7	13 6	13 5	50	
	Ta carbon ate mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Phosph ate mg/l	0,2	0,2 1	0,21	0,2 2	0,22	0,21	0,2 1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1, 17	
	Sulfate mg/l	41 60	41 60	4180	41 89	4180	4170	41 75	41 50	41 60	41 40	41 30	41 50	27 50	
	Chloru re mg/l	45 00 0	45 10 0	4540 0	45 50 0	4550 0	4558 0	45 46 0	45 60 0	45 30 0	45 39 0	45 38 0	45 10 0	23 12 0	2150 0
	Sodiu m mg/l	16 69 0	16 65 0	1670 0	16 70 0	1670 0	1640 0	16 47 0	16 30 0	16 40 0	16 50 0	16 50 0	16 64 0	13 52 0	
	SDT (sels dissous totaux mg/l)	13 62 5	13 60 0	1350 0	13 70 0	1380 0	1386 0	13 40 0	13 20 0	13 28 0	13 30 0	13 40 0	13 54 0	28 00 0	
Pol	No3nitr	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,4	4,4	4,3	4,5	4,4	4,5	4,6	35	

ate (mg/l)													,2	
No ₂ nitrite (mg/l)	0,0 39												0, 00 33	
Turbid ité (UNT)	1.2 1	1,1	1,3	1,4	1,3	1,32	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	1,3	1, 31	

M : eau de mer

R : rejets

Ech : échantillon

2. Discussion :

La lecture du tableau 11 des résultats obtenus durant notre partie expérimentale nous a fournie les informations suivantes :

Le pH :

C'est un élément très important pour la recherche de l'agressivité de l'eau pour le ciment. C'est-à-dire qu'elle peut se charger en plomb au passage dans les canalisations, lorsque le PH est inférieur à 7. Le pH doit être compris entre 6,5 et 9.

Dans le cas de notre station il répond aux normes dictées par la législation soit avant ou après le traitement et aux rejets. Ou on constate que le milieu est basique (8,4-8,8).

La résistivité électrique et conductivité :

C'est-à-dire l'état de minéralisation de l'eau, toutes les valeurs intermédiaires étant possibles entre une résistivité ≤ 10.000 ohms (eau dure). La teneur en chlorures, sulfates magnésium, sodium, potassium et aluminium doit être inférieure à des valeurs déterminées.

A titre d'exemple, pour le chlorure la norme de potabilité exige une teneur admissible qui ne dépasse pas 200 mg/l. (OMS, 2004)

Tandis que les recommandations pour l'eau brute de la mer ne doivent pas franchir la concentration 21500 mg/l mais dans le cas des rejets de notre station, elle dépasse la valeur recommandée 45000 mg/l. (OMS, 2004)

La salinité TDS :

Les résultats de l'eau qui proviennent de la mer répondent aux recommandations mais l'eau de rejet dépasse la concentration établie par l'OMS et la législation algérienne et même la Française soit 35,5 g/l.

Les autres éléments, comme les nitrates, nitrites et le sodium, montrent une augmentation assez importante mais qui reste toujours avec des valeurs presque identiques aux valeurs de l'eau de mer. Selon le tableau on constate aussi que la valeur de phosphate et sulfate reste presque identique dans le rejet et ils présentent une diminution dans l'eau de mer.

Il y a une augmentation de taux de bicarbonate dans les rejets et une absence de taux de carbonate.

3. Interprétation des résultats :

Concernant l'eau de mer :

On constate une élévation des paramètres énumérés ci-dessous :

Le pH : est aussi inférieur à 8,5.

T° : toujours inférieur à 30 °C qui a une grande importance car elle influe fortement sur la performance des membranes.

- A température basse ($\leq 10^\circ$) l'eau devient moins visqueuse et pour le dessaler il faut plus d'énergie.
- A haute température ($> 30^\circ$) la qualité de l'eau produite n'est pas de bonne qualité.

Les chlorures : A noter aussi, le taux des chlorures vraisemblablement à l'utilisation de l'acide chlorhydrique pendant le prétraitement, ainsi qu'à son absence dans l'eau de mer.

Le sodium :Est dissout lors des pluies et que contenues dans les roches des terres émergées.

- La somme hydrogénocarbonate varie légèrement du fait de l'implication du carbone dans les processus biologique.
- Les sels de potassium sont peu présents et légèrement moins solubles que les sels de sodium.

En plus, on sait que le potassium est utilisé par les plantes marines pour leur croissance, par contre les ions sodium sont peu ou pas utilisés.

Conductivité et salinité :

Elles sont élevées car comme nous savons que ces paramètres représentent la minéralisation globale d'une eau, et que l'eau de mer est riche en sels minéraux.

Pour les rejets d'eau saumâtre, le taux de tous les éléments minéraux est plus élevé par rapport aux taux de l'autre échantillon témoins.

La salinité est plus élevée, dû probablement à la rétention des différents sels par les membranes d'osmose inverse, ce qui peut influencer directement sur la conductivité et la minéralisation de ces effluents.

On a remarqué aussi un taux élevé des différents sels, et une augmentation de la turbidité qui est très significative à celles de l'eau de mer qui peut être interprétée à la présence des matières en suspension ainsi qu'à un colmatage des membranes.

Le taux de nitrates et nitrites reste toujours avec des valeurs minimales, ce qui peut expliquer l'absence de conséquences néfastes sur l'écosystème marin.

Les saumures rejetées ont une température ambiante qui ne dépasse pas 25 °C.

4 .Impact sur le plan environnemental :

- Les points noirs de cette récente technologie un peu maîtrisée sont les rejets de la station qui dépassent largement les normes dans la quasi-totalité des cas qui représentent un impact non négligeable sur l'écosystème aquatique.

- Le principal impact associé aux procédés de dessalement provient de la production de saumure : solution à forte teneur en sel qui résulte de la concentration de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre dessalé.
- Il convient de traiter avec précaution la problématique qui est liée à ces résidus car le volume de saumure produit par litre d'eau salée, ainsi que sa teneur en sels, dépendra de la technique de dessalement employé et de la composition saline de l'eau traitée utilisée.
- Habituellement, le rejet des saumures résultant du dessalement de l'eau marine s'effectue dans la mer, soit directement près de la côte, soit au moyen d'un émissaire sous marin. L'impact des saumures ainsi déversées dans la mer sur le système récepteur n'est guère connu avec précision encore qu'à l'heure actuelle de nombreuses études sont en cours.
- Le dessalement de l'eau de mer a inévitablement un impact à la fois positif et à la fois négatif sur l'environnement.
- L'impact environnemental causé par la station de dessalement est un impact visuel dégradation paysagère, nuisance sonore au niveau paysage, bruits, émission de gaz à effet de serre, dérivant de la consommation d'énergie et encore les rejets associés comme les eaux provenant du nettoyage (Filtre à sable, membranes et dépôts).
- Dans le cas de l'osmose inverse le procédé de dessalement produit d'autre rejet que les saumures.

IL s'agit des :

- produits de nettoyages des membranes (détergents biodégradables)
- eaux de lavage des filtres à sable.
- additifs chimique antisalissure ou anticorrosion.

Le dessalement de l'eau de mer a un impact sur la qualité de l'eau baignade et sur la santé humaine. Afin d'éviter l'impact de ces rejets, il faut prévoir une installation de traitement des eaux.

Les stations de dessalement consomment une grande quantité d'énergie, qu'il s'agisse d'énergie électrique ou thermique.

Les émissions de (Co, No) et autre composés volatils résultant de la combustion de ces centrales thermiques, sont nécessairement associée a la station de dessalement.

De même il faut considérer l'impact paysagère cause tant par les installations elles même que par les conduites nécessaires (figure 20).



Figure (20) : Point de rejets de la station de Honaine.

Les systèmes récepteurs du rejet peuvent être des rivières, des lacs, les mers, etc.

Ainsi, une série de conditions environnementales sont nécessaires pour que le rejet puisse se faire. Parmi celles-ci se trouvent la géométrie du système récepteur, la salinité de l'eau réceptrice, la densité et la vitesse.

Malgré tout, ces conditions sont variables. Relevons l'influence de la géométrie des conduites (tuyaux, diffuseurs, etc..) ainsi que les conditions du flux (décharge en surface ou sous-marine). Sauf s'il s'agit de ports, la décharge en profondeur peut s'effectuer en enterrement. Lorsque la décharge dans la mer risque d'affecter les espèces marines il est nécessaire de disposer des diffuseurs pour obtenir une bonne dilution.

Les règlements en la matière doivent considérer les caractéristiques de l'eau réceptrice et celles du rejet.

Il est conseillé que les rejets de saumures se fait dans des zones possédant un hydrodynamisme moyen ou élevé, qui facilité la dispersion du sel. Il convient d'éviter les changements importants de régime hydrodynamique qui risquent d'affecter les processus de sédimentations et essayer de trouver une eau d'origine de bonne qualité afin deminimiser le traitement chimique ultérieur.

Il y a lieu d'effectuer des recherches sur les divers aspects liés à l'impact des saumures sur le littoral. Il est nécessaire d'étudier l'impact de chaque élément du rejet séparément ainsi que les éventuelles interactions. IL faut fixer des seuils de tolérance.

On estime que dans l'eau de mer, la plupart des organismes peuvent supporter des variations de salinité de 1 mg/l, ce qui suppose un écart de 3 % c'est-à-dire que pour des saumures ayant une salinité de 70000 mg/l, il serait nécessaire de réduire 35 fois cette teneur.

La décharge zéro de saumure s'obtient au moyen d'un procédé d'évaporation des concentrés produits qui permet d'obtenir des résidus secs. Cette technique nécessite une forte augmentation du capital d'investissement et de la consommation d'énergie.

5. Avantages Du Dessalement:

- ✚ Solution alternative au manque d'eau
- ✚ Moins de réactifs chimiques
- ✚ Moins de production de boues
- ✚ Moins de coûts de Génie Civil
- ✚ Qualité constante d'eau

6. Inconvénient Du Dessalement :

- ✚ Consommation importante d'énergie
- ✚ Coût de revient du m³ d'eau encore élevé
- ✚ Volume d'eau produit insuffisant par rapport au volume d'eau de mer traitée

Perturbation du milieu marin par le rejet d'eau très salée.

En pleine expansion, le dessalement de l'eau de mer apporte une solution aux régions côtières victimes de la sécheresse. Mais tous les procédés sont gourmands en énergie, et non sans risque pour le milieu marin environnant.

Malgré les nombreux atouts du dessalement, son impact environnemental demeure donc une préoccupation majeure. Ses avantages et inconvénients doivent être évalués en termes de coûts et bénéfices, sociétaux et environnementaux, et comparés aux autres procédés de production d'eau douce. En général, les industriels ont déjà recours aux études d'évaluation d'impact écologique lorsqu'ils se lancent dans de grandes installations. Mais ces études d'évaluation utilisées pour beaucoup de grands travaux industriels sont généralistes.

Le problème des rejets saumâtres à forte concentration en sortie des installations de dessalement, leur effet sur la ressource halieutique et la flore sous-marine des régions côtières soulevant de légitimes inquiétudes. Certaines installations, comme à Perth, en Australie, font ainsi appel aux énergies renouvelables, l'éolien ou le solaire, pour dissiper au large les saumures et éviter leur concentration dans le milieu marin. Le cycle du dessalement n'a pas encore démontré qu'il était totalement vertueux.

Les usines de dessalement doivent en effet subir des opérations de prétraitement et de nettoyage chimiques afin d'éviter les bio-salissures.

La formation de tartre, et autres nuisances. En conséquence, les installations peuvent avoir des effets néfastes sur le milieu marin, surtout si elles déversent la saumure dans des écosystèmes fragiles. Même si on résolvait la question énergétique, il resterait un second problème, celui de la pollution du milieu marin environnant.

Quel que soit le procédé utilisé, toutes les usines de dessalement produisent d'importantes quantités de saumure. Mais les unités d'osmose inverse sont beaucoup plus neutres que les unités de distillation, de ce point de vue. D'une part, la température du concentré évacué par ces usines n'augmente pas par rapport à celle de l'eau de mer alors qu'elle est de 5 °C à 15 °C supérieure dans le cas des unités de distillation. D'autre part, pour chaque mètre cube d'eau potable produite, elles rejettent 1 mètre cube de saumure, alors que les unités de distillation en rejettent 9 mètres cubes. La saumure est deux fois plus concentrée en sel que l'eau de mer avec l'osmose inverse, et seulement 10 % à 15 % avec la distillation.

Mais dans les deux cas, elle contient des résidus chimiques, des sous-produits de réactions et des particules métalliques issues de la corrosion. Les usines de dessalement doivent en effet subir des opérations de prétraitement et de nettoyage chimiques afin d'éviter les bio-salissures, la formation de tartre, et autres nuisances.

En conséquence, les installations peuvent avoir des effets néfastes sur le milieu marin, surtout si elles déversent la saumure dans des écosystèmes fragiles.

Les rejets chimiques soulèvent d'autres inquiétudes, surtout pour les usines à distillation. Le chlore est utilisé pour limiter la contamination biologique des installations. C'est un biocide très efficace qui, une fois libéré dans le milieu marin, peut toucher des organismes non ciblés. À partir de données toxicologiques portant sur un large éventail d'espèces marines, l'Agence américaine de la protection de l'environnement (EPA) a donc émis une recommandation fixant le plafond des concentrations en chlore de l'eau de mer à 7,5 microgrammes par litre sur le long terme. On a relevé dans le golfe Persique des concentrations résiduelles de 250 microgrammes par litre de chlore ou plus au point de déversement, et signalé des niveaux allant jusqu'à 100 microgrammes par litre dans l'environnement. Ces niveaux dépassent les critères de concentration maximale retenus par l'EPA. Outre ces effets toxiques potentiels, on craint également que les rejets de chlore ne forment des acides acétiques halogénés, dont beaucoup auraient des propriétés carcinogènes. L'ensemble des usines de deuxième génération du dessalement rejetterait environ 22 tonnes de chlore par jour.

Heureusement, tout en restant toxique à faible dose, le chlore se dilue et se décompose rapidement. Tel n'est pas le cas du cuivre issu de la corrosion de surface des échangeurs de chaleur. L'usure du matériel est telle qu'elle oblige à remplacer les tuyauteries pendant la durée de vie d'une installation. Mais avant ce remplacement, le cuivre risque de s'accumuler dans les sédiments et le biotope marin. On estime à 300 kilogrammes par jour l'ensemble des rejets de cuivre de toutes les usines à distillation.

SUGGESTION

La pénurie de l'eau touche tous les continuant la mobilisation de ressources en eau supplémentaires devient impérative et passe entre autres mesures urgentes par le recours à dissolutions non conventionnelles telles que :

- Le dessalement est un processus qui permet d'obtenir de l'eau douce traité partir d'une eau de mer et des eaux saumâtres.
- Réutilisation des eaux usées consiste à récupérer les eaux usées après plusieurs traitements afin de stocker et d'employer cette eau à nouveau.
- d'investir dans le créneau de dessalement d'eau de mer.
- Attaquer les raisons de la raréfaction de l'eau :
 - Pollution de l'air et de l'eau.
 - Les demandes du marché de l'eau.
- L'organisation des émissions sensibilisation sur l'inter et protection de l'eau et l'environnement.
- Construction des nouveaux barrages.
- Cree des projets sur :
 - Utilisation des eaux souterraine.
 - Fourrage des puits.
- Fonctionnement les travailleurs qui ils possèdent de haut compétences.

CONCLUSION

Au terme de notre étude portant sur « le dessalement de l'eau de mer », nous avons constaté que les techniques de dessalement d'eau de mer s'avèrent complexes, du point de vue principe de fonctionnement ou conception.

Les résultats montrent que les valeurs physico-chimiques, organoleptiques et paramètres de pollution obtenue lors de nos différentes analyses, ont montré que les saumures produites par les techniques de dessalement (osmose inverse) ont une forte teneur en sel qui résulte de la concentration de l'eau de mer dessalée plus élevée. Par conséquent, ces répercussions conduisent à une perturbation de la vie aquatique locale. Ce phénomène s'atténue rapidement au fur à mesure que l'on s'éloigne du point de rejet par diminution de la concentration en plus de la concentration élevée en sel, on enregistre des teneurs élevées en sulfates. Ces dernières diminuent au contact de la mer, ce qui indique une transformation des sulfates en sulfures.

- Ce modeste travail, souhait répondre aux attentes aux dans le processus des unités que les rejets appartiennent aux eaux résiduaires à caractères minérales (hyper saline). On note que le dessalement par filtration membranaire est plus bruyant, et que la majeure partie de ce bruit provienne des pompes haute pression et des turbines de récupération d'énergie qui présente un danger pour les travailleurs de la station. Il est toujours nécessaire d'investir dans le créneau de dessalement d'eau de mer car la au moins, la ressource de base « l'eau de mer » est toujours garantie et disponible.
- Nous ne prétendons pas avoir été exhaustifs ; aussi nous souhaitons que de nouvelles pistes de recherche arrivent sur ce sujet d'actualité afin de mettre l'accès sur d'autres aspects de la question.



BIBLIOGRAPHIE

- **Référence bibliographique :**

- Allaoui, 2008
- ALPHA, 2005.
- ALPHA, 2005.
- ARRUS, 19.
- ADE, 2007.
- ANIS, 2003.
- BELGHITI et al 2013.
- BOUTRIAA, 2009.
- Clément, 1978-Dupont, 1969.
- Clément, 1978.
- Dupont, 1969 ; Clément, 1978.
- Devillers et al 2005.
- Danis, 2003.
- Degrémont, 1978.
- Guguan, 1989.
- Germain l et al, 1977.
- Himmi et al, 2003.
- INSQ, 2013.
- HIMMI ET AL, 2003.
- HCEFLCD, 2006.
- HEBERT & LEGERE, 2000.
- JEQUEVE, CONSTANT POURQUOI.
- KERFOUF ET AL 2010.
- KHECHAB ET AL, 1995.
- KEMMER, 1984.
- MAYA T, 1998.
- MEBARKI ET DJOUDI 2006.
- MERCIER, 2000.

- MEBARKI ET DJOUDI, 2006.
- MONIQUE, 1991.
- MAUREL, 2006.
- OMS, 2006.
- OIE ,2006.
- OLIVAUX ,20007.
- PERTE MUTEE, 1981
- PDAU ,2005.
- ROUBA, 2008.
- RODIER, 1996.
- RODIER, 2009.
- RGPH 2008.
- SAVARY, 2010
- TMANI, 2009.
- U S D A : UNITED STATE DEPARTEMENT OF AGRICULTURE
- W.H.O, 1987
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec 2009, méthode de prélèvement de conservation et l'analyse des échantillons relatifs à l'évaluation de la qualité de l'eau (P11-13).

• **Référence web-graphies :**

- [Http //www.eaurme.fr /juniors/cahier pédagogique /eau.vie.pho.](http://www.eaurme.fr/juniors/cahier_pedagogique/eau.vie.pho)
- [Http : s //www kartable.fr ressource.](http://www.kartable.fr/ressource)
- [Http://www.doctissimo.fr article.](http://www.doctissimo.fr/article)
- [Https :// frm. Wikipédia. àrg wiki. 356](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/356)
- [https://m.actu-environnement.com.](https://m.actu-environnement.com)