



# Dessalement de l'eau de mer à la station de MAINIS et son impact sur l'environnement

**Mme. CHENAOUI BAKHTA**  
Chargé de cours. Département  
d'hydraulique. Université de CHLEF.

## RESUME :

Le dessalement de l'eau de mer permet notamment d'augmenter la ressource en eau douce disponible, de fournir une solution en cas de sécheresse et de faire face aux situations de pénuries et de crises. Reste plusieurs inconvénients : des conséquences environnementales négatives (rejets de saumure, effluents chimiques...), des besoins énergétiques importants (et donc un impact climatique, les usines étant essentiellement alimentées par des énergies fossiles) et un prix de vente élevé de l'eau ainsi produite.

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.

**Mots clés :** dessalement, eau de mer, saumure, impact, énergie, effluent chimique.

## INTRODUCTION:

L'eau est indispensable pour la vie mais sa disponibilité n'est pas assurée partout. La pénurie d'eau se pose et se posera dans de nombreux pays. Pourtant les réserves d'eau sur le globe terrestre sont immenses. La majeure partie de ces réserves (97,5 %) est sous forme d'eaux salines ou saumâtres et sur les 2,5 % disponibles, la plus grande partie (70 %) est sous forme de glace. Ce qui reste est souvent inaccessible : humidité du sol ou nappe profonde.

Par ailleurs les populations ont un accès très inégal à ces ressources. La pénurie d'eau s'aggravera dans les années à venir et cette situation empirera si aucun remède n'y est apporté. Ainsi des estimations montrent que pour la région méditerranéenne les besoins en eau dessalée s'élèveront à environ 15 millions de m<sup>3</sup> par jour en 2025.

Le dessalement des eaux saumâtres et, a fortiori, de l'eau de mer procure une solution séduisante à cette problématique. C'est pourquoi le marché du dessalement est d'ores et déjà

en pleine expansion avec une progression d'environ 7 % par an.

Les ressources en eau de la région méditerranéenne sont limitées, fragiles et menacées. Elles font déjà l'objet d'une exploitation intensive, notamment dans le sud et à l'Est où la saison sèche se caractérise par sa longueur, avec une pluviométrie annuelle faible.

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

L'unité de dessalement de l'eau de mer à Ténès se situe dans la zone d'expansion touristique de Mainis, à la sortie de la ville côtière d'environ 6km ouest de la ville de Ténès et 60km de la ville de Chlef, elle s'étend sur une superficie de 6100m<sup>2</sup>.

Elle est créée pour éliminer la déficience en matière d'alimentation en eau potable des cartiers de la commune Côtière « Mainis » qui reçoit de nombreux estivants en été.

La première station de dessalement de l'eau de mer par osmose inverse a été installée le 17 janvier 2007 par l'entreprise de traitement hydraulique (hydrotraitement) au niveau de la wilaya de Boumerdes (station monobloc).

En février 2007, la station a fait l'objet d'un transfert à partir de Corso, wilaya de Boumerdes vers Ténès, les travaux de réalisation de projet ont pris fin le 6 juin 2007. Les premiers essais ont débuté le 15 juin 2007 avec le groupe électrogène. Le jeudi 19 juillet 2007, la station a été mise en service.

L'unité de dessalement de Ténès a pour but de produire l'eau douce pour la consommation humaine.

Cette dernière comprend une station de pompage des eaux brutes, un décanteur lamellaire avec pompes de transfert des eaux, une station de dessablement, un poste de transformation, un groupe électrogène de secours, un local de stockage, un magasin, un logement de service et un laboratoire. Les capacités de l'unité sont de l'ordre de 5000m<sup>3</sup> par jour. Les procédés de production conduisent à des rejets liquides d'un débit de 416m<sup>3</sup> par heure, qui est ensuite rejeté par des canalisations à la mer.

**Tableau N°1:** Les données de production

<b>Paramètres</b>	<b>Niveau</b>	<b>Unité</b>
<b>Nombre de filières</b>	2	/
<b>Débit de production</b>	208	m <sup>3</sup> /heure
<b>Production totale</b>	5000	m <sup>3</sup> /jour

Salinité, TDS	< 500	ppm
---------------	-------	-----

## II- Description du processus de dessalement de l'eau de mer :

Le système de dessalement par osmose inverse basé sur une configuration ASTROBLOCK avec un procédé de post-traitement nécessaire pour produire de l'eau potable.

L'ASTROBLOK est un système d'osmose inverse fabriqué par ASTRAMATIC, société de plusieurs années d'expériences en matière de calcul, de fabrication et d'installation d'usines de dessalement d'eau de mer selon les différentes méthodes BWRO ( Brackish Water Reverse Osmosis : osmose inverse pour eau saumâtre ) et le SWRO (Sea Water Reverse Osmosis : osmose inverse pour eau de mer).

Fondamentalement, une usine de dessalement par osmose inverse fonctionne comme suit :

- L'eau de mer est refoulée à travers une membrane d'osmose, les sels dissous dans l'eau sont retenus et l'eau pure seulement peut traverser la membrane.

- L'écoulement de l'eau est séparé en deux, d'un côté l'eau dessalée appelée le perméate et de l'autre l'eau concentrée ou saumure qui contient l'ensemble des sels retenus n'ayant pas pu franchir la membrane.

- La consommation d'énergie électrique utilisée principalement dans le fonctionnement de la pompe à haute pression est relativement très basse en comparaison avec les autres méthodes de dessalement.

L'installation complète d'ASTROBLOCK avec les équipements nécessaires au prétraitement est montée autour des modules d'osmose inverse qui contiennent les membranes de HYDRANAUTICS.

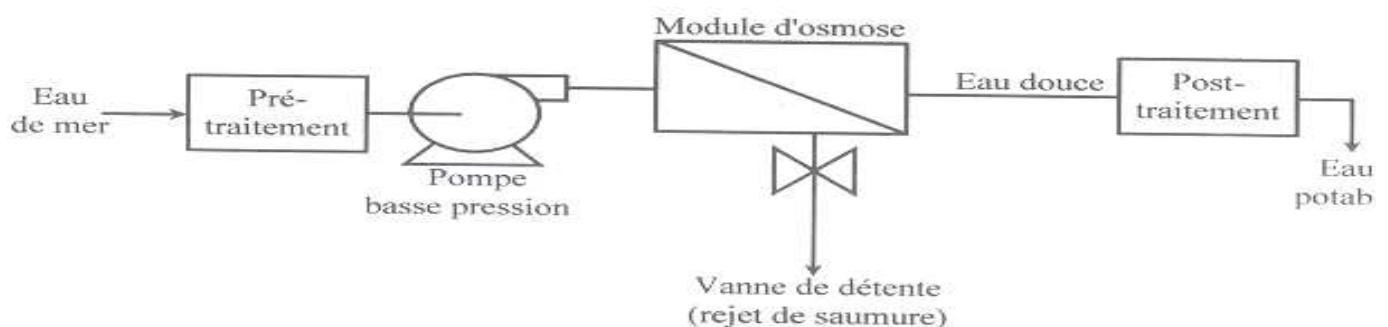


Figure N°1: Schéma de principe d'une unité d'osmose inverse

## **2- 1 Captage et pompage de l'eau brute ;**

Dans ce cadre, deux technologies peuvent être utilisées :

Les forages côtiers et les prises d'eau de surface.

Dans ce cas, la prise d'eau faite en pleine mer à 600m se fait par un tuyau d'aspiration qui se termine par une crépine adaptée d'un diamètre de 500mm .Le captage est effectué en zone profonde d'environ 8m, éloigné de la cote, protégé des pollutions et des forts courants et il n'est pas influencé par les rejets. La pression d'entrée de l'eau de mer est de 2 à 4 bars.

## **2-2 Prétraitement de l'eau brute :**

Les principaux modes du prétraitement sont les suivants :

### **2-2-1 La coagulation :**

Le but de la coagulation c'est la neutralisation des charges primaires qui permet d'annuler les forces de répulsion suivie par le piégeage dans les précipités. Cette neutralisation se déroule par l'intermédiaire des composés de deux métaux lourds  $Al^{3+}$  et  $Fe^{3+}$ . Parmi ces coagulants on a les chlorures ferriques ( $FeCl_3$ ) qui sont utilisés par la station d'étude, il possède une fourchette plus large comprise entre 5,5 et 8,3. Toute fuite de  $Fe^{3+}$  peut entraîner une coloration rouge de l'eau et une corrosion sur le réseau de distribution du fait de l'existence des ferrobactéries et des phénomènes d'oxydoréductions.

### **2-2-2 La floculation :**

On distingue des flocculants naturels et synthétiques. Parmi les flocculants synthétiques: les polymères chargés ou poly-électrolytes, se définissent également par leur densité de charge. Les poly-électrolytes jouent un rôle important dans l'adhésion des bactéries sur les surfaces et la floculation biologique.

La coagulation et la floculation sont appliquées dans le cas où l'eau de mer a une turbidité élevée.

### **2-2-3 La décantation :**

Le type de décanteur utilisé est lamellaire. Il est divisé en trois compartiments : le 1<sup>er</sup> compartiment contient de l'eau brute, le 2<sup>ème</sup> compartiment est caractérisé par des lamelles tubes ou modules hexagonaux selon un angle de 60° par rapport à l'horizon, chaque tube est considéré comme un décanteur unitaire et un 3<sup>ème</sup> compartiment qui contient de l'eau après décantation lamellaire.

Ces lamelles ont un rôle double. Elles favorisent une augmentation des débits hydrauliques ou une réduction de la surface de décantation et elles améliorent la qualité de l'eau clarifiée, lors du fonctionnement des décanteurs, la boue s'accumule sur les plaques ou les lamelles, donc leur surface diminue et la vitesse de surverse augmente.

Les performances se dégradent rapidement. Par conséquent, la boue peut passer au dessus de la lame de raclage et s'accumuler à une extrémité de l'ouvrage.

On peut préconiser un suppresseur d'air disposé sur un pont roulant pour nettoyer les lamelles une ou deux fois par semaine.

#### **2-2 -4 La filtration de dégrossissage :**

Le système de filtration s'effectue grâce à un montage en parallèle en une ligne de quatre filtres à base de matériaux inertes qui sont l'antracite et le silex. La vitesse de filtration est de 9.2 à 11m/h.

#### **2-2-5 Le conditionnement chimique :**

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

### **2-3 Equipement osmose inverse:**

#### **2-3-1 La filtration de sécurité ou microfiltration:**

La microfiltration est assurée par l'utilisation d'un filtre à cartouche type bobiné dont le nombre de cartouches est de 35. Entre le collecteur d'entrée et de sortie, il y'a un manomètre différentiel muni de contact électrique pour alarme, qui indiquera quand il sera nécessaire de remplacer les cartouches filtrantes.

#### **2-3-2 Le pompage haut pression:**

Avant l'entrée dans les membranes d'O.I, l'eau prétraitée arrive au système de pompage de haute pression généralement entre 55 et 85 bars, en fonction de la température et de la salinité.

#### **2-3-3 Récupération de l'énergie du concentrât :**

Le système de récupération d'énergie est au moyen d'une turbine Pelton ; ou la quantité d'énergie récupéré est environ 4bars c'est-à-dire 5% par rapport à l'énergie consommée par l'unité (1500 kW).

#### **2-3-4 Systèmes de membranes d'osmose inverse :**

L'installation des membranes se compose de six lignes indépendantes produisant chacune 833 m<sup>3</sup>/jours. Les membranes seront installées dans 11 tubes de pression pour 7 unités. Les tubes de pression sont disposés pour travailler à une récupération totale de 45% d'eau osmose et 55% d'eau concentrée (saumures).

### **2-3-5 Modules d'osmose inverse :**

Le module utilisé dans l'unité d'étude est le module spiralé.

Au sein des modules spiraux, une membrane plane est enroulée sur elle-même autour d'un tube poreux (le collecteur du perméat) qui recueille le filtrat. On obtient ainsi un cylindre multicouche où le perméat s'écoule selon un chemin spiralé vers le tube poreux tandis que l'alimentation circule axialement dans les canaux.

Du côté de l'écoulement de la solution à traiter, les couches membranaires sont séparées par une grille en plastique (espaceur grossier).

### **2-4 Poste traitement :**

#### **2-4-1 Ajustement du pH :**

L'eau produite par osmose inverse est agressive, son pH est inférieur au pH de saturation. Subséquemment, la correction de pH se fait à l'aide d'une solution alcalin, automatiquement en fonction du pH (NaOH).

#### **2-4-2 Poste chloration :**

Il s'agit de l'utilisation d'une solution d'hypochlorite de sodium (eau de javel 12 °C1) à une dose de 2.5 ppm.

### **III- Résultats et interprétations :**

L'eau produite par l'unité de dessalement est une eau qui répond aux normes de potabilité. L'analyse a mis en évidence l'existence d'une minéralisation élevée des eaux après dessalement qui se traduit par une présence des sulfates (594 mg/l), de sodium (519 mg/l), un taux de chlorures de 586mg/l, une salinité qui atteint parfois 0,9‰, une conductivité électrique variant entre 1143 et 1943 µs/cm. (3)

Les rejets de dessalement (saumure) ont un niveau de salinité élevé par rapport à l'eau de mer (58,85%), un taux de chlorures de 28625,83mg/l et en sulfates (4569,28mg/l). (3)

La forte teneur en sel du concentré rejeté avec l'osmose inverse risque donc de porter préjudice pour la conservation des habitats de la faune et de la flore. Une recommandation préconise d'éviter les rejets dans cet écosystème ou de respecter rigoureusement les seuils de salinité.

## CONCLUSION:

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.

Le recours au dessalement des eaux (et plus particulièrement celles de mer) dans les pays Méditerranéens, et plus particulièrement ceux du sud, deviendra (et le sera davantage), dans un avenir proche, un impératif incontournable, et ce, pour plusieurs raisons (1):

L'agriculture irriguée, dans le pourtour Méditerranéen, constitue un des secteurs économiques les plus importants, de par sa contribution à l'autosuffisance alimentaire, la création d'emplois dans le milieu rural et le rôle moteur du développement rural de façon générale, mais elle constitue également le grand consommateur d'eau (de l'ordre de 70 à 80% de l'ensemble des usages de l'eau).

Les besoins en eau potable domestique, industriel et touristiques connaissent (et devront connaître encore) un accroissement considérable, pour faire face au développement de l'urbanisation, des secteurs touristique et industriel et de l'amélioration du niveau de vie de la population, plus particulièrement dans le milieu rural ;

Le Contexte climatique des pays méditerranéens, et particulièrement de ceux situés au sud de la rive, est caractérisé par une forte variabilité spatiale et temporelle, une fréquence importante des périodes de sécheresse et un déficit annoncé des ressources en eau : le volume d'eau disponible, par habitant, est déjà inférieur à  $1000 \text{ m}^3/\text{an}$  et ces pays se trouvent déjà dans une situation de pénurie d'eau, d'après le classement de la Banque Mondiale ;

Les Eaux superficielles et souterraines sont de plus en plus difficiles à traiter, à cause de la pollution (sous ses différentes formes). Par conséquent, le coût de leur potabilisation devient de plus en plus cher ;

Le dessalement de l'eau a un impact à la fois positif et négatif sur l'environnement (1).

Le principal effet positif direct est un accroissement des disponibilités en eau.

L'impact positif indirect, sur l'environnement, découle d'une salinisation réduite du sol

grâce à une irrigation à base d'eau dessalée par rapport à l'utilisation d'eaux saumâtres.

Les répercussions négatives, sur l'environnement, sont dues à divers éléments:

- Evacuation de la saumure ou des eaux résiduelles, produites par le dessalement;
  - Additifs chimiques antisalissures ou anticorrosion ;
  - Impact visuel, au niveau du paysage ;
- Bruit;
- Emission de gaz à effet de serre, dérivant de la consommation d'énergie ;

Pour tout projet de dessalement des eaux (et en particulier des eaux de mer), il est nécessaire de réaliser une étude d'Impact de l'usine de dessalement qui doit se focaliser notamment sur les deux aspects les plus critiques : le rejet des saumures sur l'écosystème marin et l'accroissement de la consommation énergétique, par rapport aux autres alternatives de ressources en eau potable.

#### **BIBLIOGRAPHIE:**

1-AIGR, 2009. Une opportunité pour les régions en pénurie d'eau?

Seminaire international sur le dessalement des eaux. TANGER (MAROC) 8-9 MAI 2009.  
Amicales des ingénieurs du génie rural. Conclusions et recommandations.

2- A. Benmoussat et M. Habi, 2008. Les procédés du déssalement de l'eau de mer et leur impact sur l'environnement. Cas de Tlemcen. 4ème conférence internationale sur les ressources en eau dans le bassin Méditerranéen. Alger 22-24 MARS 2008.

3- M. Abdelali et F. Bougherara, 2008. Qualité des eaux de mer après dessalement au niveau de la station de dessalement de la ville de Ténès. Thèse d'ingénieur . Université de CHLEF.

4- A. Kettab,2010. Le déssalement des eaux en afrique du nord: une solution incontournable?  
5<sup>th</sup> international conference. Water resources in mediterranean basin (WATMED5). 26-28  
May 2010, LILLE. FRANCE