

# LE DESSALEMENT DE L'EAU DE MER DANS LA PERSPECTIVE D'UNE GESTION INTEGREE ET D'UN DEVELOPPEMENT DURABLE Cas de la station de dessalement d'Oran : Algérie nord occidentale

KERFOUF. A, ALAOUI. F/Z, DJOUDI. O/K, MEBARKI. Z & BENYAHIA. M

*Laboratoire d'éco-développement des espaces, Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université Djillali Liabès, BP89, Sidi Bel Abbès, 22000, Algérie.*

## RESUME

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, plus particulièrement dans notre région. En effet, 1 milliard de 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.

Le dessalement de l'eau de mer est considéré comme l'une des technologies la plus importante du siècle écoulé et la plus utilisée dans le monde. Elle a été adoptée pour répondre aux graves pénuries d'eau d'alimentation des populations auxquelles doit faire face la plupart des pays du monde, dont la technique de l'osmose inverse est le principal procédé à l'échelle internationale et nationale. La gestion intégrée des ressources en eau est importante et inévitable pour assurer le développement durable de cette technologie qui est considérée comme une providence pour l'humanité. L'organisation doit assurer, à la fois, l'efficacité technique, économique et l'éducation, ainsi que l'utilisation de pratiques appropriées du personnel et des ressources humaines nécessaires .

Dans ce cadre d'étude, nous nous sommes intéressés à la station de dessalement de Bousfer situé sur le littoral oranais pour bien comprendre le mode de sa gestion, les différentes étapes de dessalement ainsi que les problèmes techniques et administratifs et l'impact potentiel sur l'environnement côtier.

Afin d'évaluer l'efficacité du processus et la qualité de l'eau produite, nous avons appuyé notre investigation par des analyses physico-chimiques et bactériologiques à trois niveaux (eau de mer, eau traitée ou dessalée et eau rejetée), ce qui nous a permis de constater le fonctionnement du système d'exploitation, et de faire des propositions dans le but d'apporter des améliorations à même de remédier aux insuffisances et de rendre plus performante et sa gestion et sa production de manière plus durable.

Alors, il est urgent d'intégrer et préserver la ressource en eau dessalée, à travers une gestion efficace de tout le cycle de l'utilisation de l'eau, à partir de la gestion optimale, la ressource brute qui est la mer ainsi que la gestion efficace des installations de dessalement jusqu'à un traitement efficace des effluents salés avant de les rejeter dans la nature.

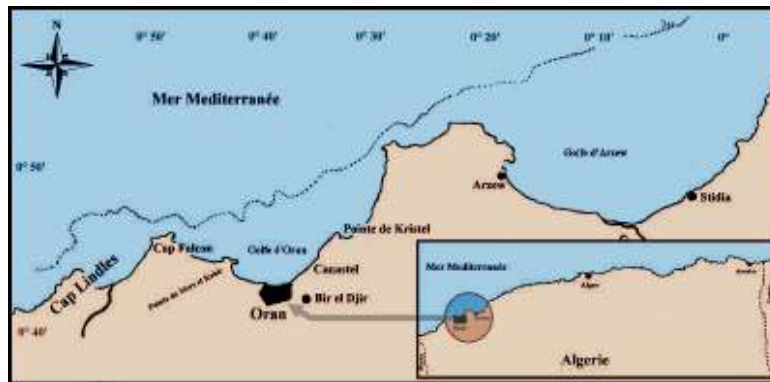
**Mots clés :** Dessalement, Eau de mer, Pénuries d'eau, Osmose inverse, Gestion intégrée, Développement durable, Oran.

## INTRODUCTION

Depuis plus de deux décennies l'Algérie vit la sécheresse, en particulier l'Oranie, et les ressources conventionnelles en eau deviennent de plus en plus insuffisantes au vu des besoins croissants de la population. Aujourd'hui, elle se trouve parmi les pays au monde qui

sont sous le seuil de pénurie (1000 m<sup>3</sup>/an) où les ressources en eaux sont estimées à 19400 milliards m<sup>3</sup>/an (PIP, 1998). De nombreuses recherches ont été menées pour trouver d'autres ressources, afin de répondre aux demandes de plus en plus croissantes en eau potable de cette population. En effet, les autorités algériennes ont décidé que la solution la plus adéquate pour l'Algérie, qui dispose d'un littoral long de 1200 km, est le dessalement de l'eau de mer (Margat, 2003). C'est une solution qui, en fait, ne dépend pas des aléas climatiques.

L'objectif de ce travail est celui de mener une étude sur le fonctionnement du processus de dessalement de l'eau de mer et de déceler les éventuels problèmes liés à cette technologie et les pallier pour assurer sa durabilité. Parmi les stations installées dans la wilaya d'Oran, notre choix s'est porté sur la station de dessalement de BOUSFER (figure 1 et 2) qui utilise le procédé d'osmose inverse pour séparer l'eau et les sels dissous au moyen de membranes sous l'action d'un gradient de pression, où nous avons fait des prélèvements afin d'examiner la qualité de l'eau produite, avant et après le dessalement, ainsi que les effluents de cette station à l'issue d'évaluer l'efficacité du procédé, et ce avant de nous pencher plus particulièrement sur la gestion de la station étudiée pour assurer un approvisionnement en eau de qualité et de quantité suffisantes.



**Fig. 1 : Localisation géographique de la zone d'étude.**



**Fig. 2 : Localisation de la station de dessalement de Bousfer.**

## 1. MATERIEL ET METHODES

Afin d'évaluer l'importance et l'efficacité de cette technologie, nous avons réalisé des analyses physico-chimiques de l'eau avant et après le dessalement, ainsi que des rejets de cette station, à travers le prélèvement de six échantillons pour chaque étape. Durant le premier mois, nous avons constaté que les analyses physico-chimiques ne suffisent pas, ce qui nous a amené à faire des analyses bactériologiques afin de mieux estimer la qualité de l'eau produite. A ce titre, les prélèvements d'eau ont été effectués, en premier lieu, au niveau de la mer (près de la station de pompage), en second lieu, à la sortie de la station et, enfin, dans les rejets.

## 2. RESULTATS

Les résultats des analyses bactériologiques, mettent en évidence (Tab. 1) la présence des Coliformes totaux, quelques coliformes fécaux et des germes aérobies, dans l'échantillon de l'eau de mer (M) d'une part et d'autre part, on note leur absence totale dans l'échantillon de l'eau traitée (T), sauf au mois d'Avril, avec, toutefois, la présence de quelques germes aérobies.

Par contre, la présence de Coliformes totaux et de Streptocoques totaux, avec un taux plus ou moins élevé par rapport aux autres germes et très peu de Coliformes fécaux et de Streptocoques fécaux sont notés (Tab. 2) dans l'échantillon de l'eau de mer (M), plus particulièrement durant le mois de Mai. Nous remarquerons leur absence totale dans l'eau traitée (T) et l'eau rejetée (R). A noter, aussi la présence de germes aérobies dans l'eau de mer (M) avec un taux significatif, durant le mois de Juillet, et une présence négligeable dans l'eau rejetée (R), aux mois de Juin et Juillet.

**Tab. 1 : Résultats des analyses bactériologiques (2007)**

Paramètres en %	Mois	FEVRIER			MARS			AVRIL		
	Echantillons	M	T	R	M	T	R	M	T	R
Coliformes totaux		64	ABS	ABS	39	0	0	38	2,2	0
Coliformes fécaux		7	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Streptocoques totaux		ABS	ABS	ABS	3	ABS	ABS	2,2	ABS	ABS
Streptocoques fécaux		ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Clostridium sulfito-réducteurs		ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	1	ABS	ABS
Germes aérobies 37°C		16	ABS	ABS	22	ABS	2	32	ABS	4
Germes aérobies 22°C		20	ABS	ABS	30	ABS	3	37	0	9

M : eau de Mer ; T : eau Traitée ; R : Rejets.

**Tab. 2 : Résultats des analyses bactériologiques ( 2007)**

Paramètres en %	Mois	MAI			JUN			JUILLET		
	Echantillons	M	T	R	M	T	R	M	T	R
Coliformes totaux		23	0	0	0	0	0	23	0	0
Coliformes fécaux		2	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
streptocoques totaux		23	ABS	ABS	5	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
streptocoques fécaux		2	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Clostridium sulfito-réducteurs		ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Germes aérobies 37°C		ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	30	ABS	ABS
Germes aérobies 22°C		ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	1	24	ABS	6

A la suite des analyses physico-chimiques (figure 3), on constate qu'il y a diminution significative de la concentration de certains éléments de l'eau traitée (T), à savoir la salinité et la matière organique, ce qui peut être expliquée fort probablement par l'efficacité du procédé de traitement et, en même temps, on enregistre une grande baisse des minéraux tels le calcium, le magnésium et la dureté totale.

Concernant l'eau rejetée (R), on remarque qu'il y a une augmentation importante de la salinité, la conductivité, les chlorures ainsi que la matière organique.

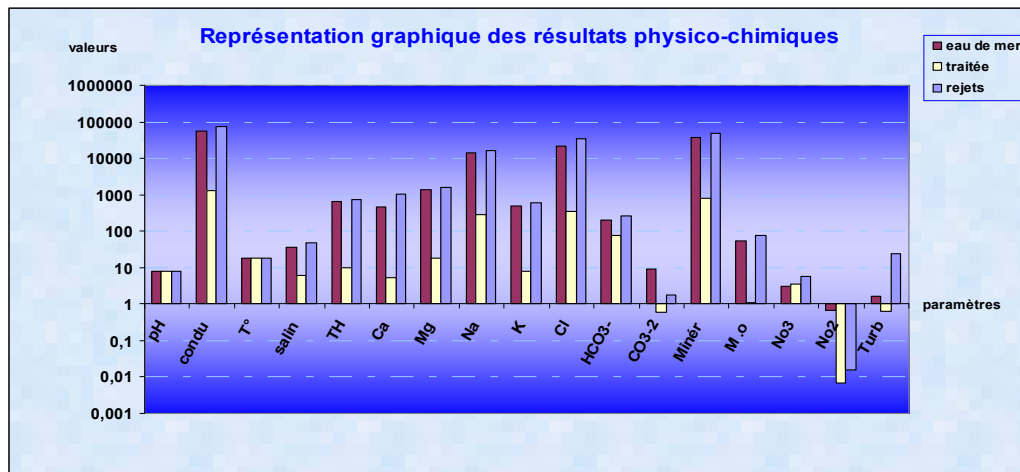


Fig. 3: Représentation graphique des résultats physico-chimiques.

### 3. DISCUSSION

La présence des coliformes totaux et fécaux ou des streptocoques fécaux, dans les échantillons de l'eau de mer (M), indique sa contamination par des matières fécales, due probablement aux rejets d'eaux résiduelles à proximité de la conduite d'alimentation de la station, ainsi que l'effet des conditions climatiques qui peuvent aussi être une explication telle l'action du vent qui provoque l'agitation de la mer, ce qui permet la libération des bactéries fixées et leur remontée à la surface ;

En revanche, la présence des germes aérobies dans les échantillons des rejets (R), malgré le passage à travers les différentes phases de traitement dont l'objectif est l'élimination de toute matière biologique insoluble, peut être due soit au fait qu'il sont plus résistants par rapport aux coliformes dans une eau de forte salinité, soit au colmatage des membranes.

On signale que les valeurs obtenues varient suivant les points de prélèvements. Comme il est noté l'élimination totale des sels dissous présents dans l'eau brute, après son dessalement.

#### - Eau de mer :

On constate une élévation des éléments énumérés ci-dessous :

- ⤴ Les **chlorures**, on pense qu'ils peuvent provenir de différentes sources, telles l'altération des roches, les pollutions liées aux rejets des eaux usées...
- ⤴ Le **sodium**, qui est dissout lors des pluies et que renferment les roches des terres émergées, est entraîné par les cours d'eau dans la mer,
- ⤴ les sels de **potassium** sont peu présents et légèrement moins solubles que les sels de sodium.

Tandis que les autres paramètres, telle la **température**, qui est toujours inférieure à 30°C, a une grande importance car elle influe fortement sur la performance des membranes :

- ⤴ A température basse ( $\leq 10^\circ\text{C}$ ), l'eau devient moins visqueuse et pour le dessaler il faut plus d'énergie,

- ⤴ A haute température (>30°C), l'eau produite n'est pas de bonne qualité (OIE, 2006),
- ⤴ Le **pH** est aussi inférieur à 8,5 résultant de la composition ionique, essentiellement de la présence des carbonates issus de l'échange de dioxyde de carbone entre l'eau et l'atmosphère, ainsi que de la dissolution du calcaire (Maurel, 2001).

#### - Eau traitée :

Selon les résultats physico-chimiques obtenus de l'eau traitée de la station étudiée, on a constaté que :

- ⤴ La **température** de l'eau produite varie entre 16°C et 18°C et n'a pas dépassé 25°C, dans tous les cas notés, donc conforme à la norme et a une grande importance, car au-delà des 25°C l'eau est susceptible de favoriser le développement de micro-organismes ;
- ⤴ La valeur du **pH** varie entre 7.50 et 8.50, durant les six mois des prélèvements, et reste conforme aux normes de l'OMS, ce qui renseigne sur l'agressivité de l'eau (OMS, 2004) ;
- ⤴ La **conductivité** de l'eau, pendant le premier mois (Février), a dépassé les normes probablement à cause du colmatage des membranes ; tandis qu'elle a diminué après le lavage chimique de ces membranes.  
Elle traduit le plus souvent une **salinité** élevée, comme elle peut conduire à un entartrage des conduites.

#### - Effluents rejetés :

Le taux de tous les paramètres est plus élevé par rapport aux taux des autres échantillons analysés (eau de mer et eau traitée), ce qui peut expliquer l'efficacité du processus du dessalement.

Parmi ses valeurs, le taux de salinité est plus élevé, ce qui est 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.

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

L'augmentation de la turbidité est très significative à celle de l'eau de mer et l'eau traitée, qui peut être interprétée par la présence des matières en suspension ainsi qu'au colmatage des membranes. Elle peut être une source d'influence sur la faune et la flore marine (CGPM-FAO, 1972).

## CONCLUSION

Aujourd'hui, il existe dans le monde près de 12 500 unités de dessalement dans 120 pays produisant près de 30 millions de m<sup>3</sup> par jour. Sur ces 30 millions, 75% sont destinés à l'approvisionnement en eau potable de près de 155 millions d'habitants et 25% à l'usage agricole. On dispose même aujourd'hui de nombreux systèmes dont beaucoup ont atteint le stade industriel. Les deux procédés les plus couramment utilisés sont la distillation et l'osmose inverse.

En Algérie la population sera de 46 en 2020, soit une consommation en eau potable et industrielle de l'ordre de 5 milliards de m<sup>3</sup>/an, alors que la mobilisation actuelle est à peine de 2 milliards de m<sup>3</sup>. Cela signifie qu'il faudra mobiliser dans les 20 ans à venir 3 milliards de m<sup>3</sup>, sans parler des eaux d'irrigations, ni des fuites dans les conduites, soit au total 11 milliards de m<sup>3</sup> d'eau, et donc un réel défi à relever.

L'Algérie a vécu plus d'une décennie la sécheresse, les ressources conventionnelles en eau étaient insuffisantes pour subvenir aux besoins de la population, ce qui a incité les pouvoirs publics à chercher d'autres ressources pour garantir l'alimentation en eau potable de cette population. Comme elle dispose d'un littoral de 1200 km, aussi l'une des solutions consiste à dessaler l'eau de mer. La solution la plus adaptée et qui ne dépend pas des aléas

climatiques, était le dessalement d'eau de mer. 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. Ce nombre grimpera à 43 à l'horizon 2019 pour répondre aux besoins domestiques nationaux, selon les planificateurs. A court terme, d'ici 2009, les décideurs compte investir 12 milliards de dollars pour la réalisation de 14 usines de dessalement d'eau de mer.

En 2025, les stations de dessalement pourraient fournir jusqu'à 120 millions de m<sup>3</sup>/jour, de quoi satisfaire la demande des dix-huit pays les plus frappés par la pénurie d'eau dans le monde. De toute façon, le dessalement n'est pas la panacée. L'eau, ainsi obtenue, demeure chère et grosse consommatrice d'énergie. Toute unité, de grande envergure, de production défigure le littoral, car généralement elle doit être associée à une centrale électrique. Celle-ci rejette des gaz à effet de serre qui, à leur tour, contribuent au changement climatique et agissent sur le cycle hydrologique naturel.

Alors, il est urgent d'intégrer et préserver la ressource en eau dessalée, à travers une gestion efficace de tout le cycle de l'utilisation de l'eau, à partir de la gestion optimale, la ressource brute qui est la mer ainsi que la gestion efficace des installations de dessalement jusqu'à un traitement efficace des effluents salés avant de les rejeter dans la nature.

L'organisation d'une gestion intégrée des services du dessalement, implique de repenser les stratégies de gestion dans la plupart des stations. La réorganisation doit assurer, à la fois, l'efficacité technique, économique et l'éducation, ainsi que l'utilisation de pratiques appropriées du personnel et des ressources humaines nécessaires (Lahoul, 2001), pour atteindre l'objectif de satisfaire les besoins des usages et d'améliorer les conditions de leurs vies, ainsi que le respect de l'environnement et de l'écosystème aquatique.

L'eau de mer est un bien inépuisable, mais elle contient 1000 fois plus de sel que la limite fixée par l'OMS. Pour pouvoir être consommée, il faut la traiter convenablement avant d'être distribuée. Mais le dessalement a un côté négatif, soit sur le plan financier ou bien environnemental.

## **PERSPECTIVES**

Le dessalement de l'eau de mer deviendra en Algérie dans les prochaines années une industrie en essor constant. Cette ressource en eau pratiquement illimitée consomme une grande quantité d'énergie et elle a des impacts sur l'environnement.

L'osmose inverse est une technologie éprouvée mais évolutive, qui a encore des marges de progrès. Cette étude a permis d'affirmer l'efficacité de la technique d'osmose inverse puisqu'elle déminéralise l'eau de mer à un taux d'élimination global de 81,7%.

Le dessalement de l'eau a un impact à la fois positif et négatif sur l'environnement. 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 peuvent tenir à divers éléments: évacuation de la saumure ou des eaux résiduelles produites par le dessalement; additifs chimiques anti-salissures ou anti-corrosion; impact visuel au niveau du paysage; bruit; émission de gaz à effet de serre dérivant de la consommation d'énergie; etc.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- CGPM-FAO, 1972. Etat de la pollution marine en Méditerranée et réglementations. Etudes ET Revues, n° 51.
- Margat J., 2003 : Ressources en eau et utilisations dans le monde, idées reçues et réalités. *Doc. Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)*, Orléans, France, 185 p.

- Maurel A., 2001 : Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce. *Edition Lavoisier, Tec&Doc*, 10-2001, 226 p.
- Lahoul M., 2001 : Entre public et privé, quelle gestion de l'eau pour le Maghreb ? Nouveaux défis. *Publisud*, France, pp.237-240.
- OIE (Office Internationale de l'Eau), 2006 : Formation à l'exploitation et à la maintenance des unités de dessalement d'eau de mer. Titre 3 – Généralités sur le dessalement – Novembre 2006, page 9 / 9.
- OMS, 2004. Directives pour la sécurité des eaux de baignade. Volume : Eaux côtières et eaux douces. Genève.
- PIP (Population Information Program), 1998 : Les ressources en eau. *École de Johns Hopkins de la Santé Publique, USA, Maryland*, Vol. 26, Septembre 1998: [http://www.inforhealth.org/pr/prf/sm14\\_chap1.shtml](http://www.inforhealth.org/pr/prf/sm14_chap1.shtml).