

IMPACT DU DESSALEMENT SUR L'ENVIRONNEMENT EN ALGERIE

M.BESSENASSE¹ -

M.BELKACEM FILALI²

¹Université SAAD Dahlab
(Blida 1) – Algérie. e-mail :
mbessenasse@yahoo.fr

²Université SAAD Dahlab
(Blida 1) – Algérie. e-mail :
elfilali_mhamed@yahoo.fr

RÉSUMÉ

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 autorités algériennes à chercher d'autres ressources pour garantir l'alimentation en eau potable de cette population. 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. Quel que soit le procédé utilisé, toutes les stations de dessalement produisent d'importantes quantités de saumure. Les statistiques parlent des centaines de milliers de tonnes de saumure qui sont rejetées quotidiennement dans la mer depuis des stations de dessalement. Les techniques de dessalement peuvent présenter un risque environnemental : les rejets de saumure, d'eau chaude, de produits chimiques ne doivent pas contaminer l'écosystème. Le plus urgent, la gestion de ces impacts vu les montants d'investissements pour ces projets. Les stations de dessalement doivent désormais inclure les coûts des traitements de ces rejets en amont.

Mots clés : Dessalement, Saumure, Environnement, Traitement, Pollution.

ABSTRACT

Algeria has lately experienced more than a decade of severe drought conditions that created hydric stress. Conventional water resources were thus not sufficient enough to ensure potable water allocation to the populations at acceptable levels. In this regard, high authorities have thought of other means to address that water shortage mainly through desalination. The latter is a solution that is not dependent upon climate and the hazard of lack of precipitation. Desalination in Algeria is regarded as a strategic solution as it will surely replace natural water resources in the great majority of coastal cities in the northern part of the country. Whatever the processes in use, desalination plants produce large amounts of wastes essentially in the form of very salty mixtures (brines). In addition, hot water and chemicals can also be rejected. Those effluents could be considered as an environmental contamination risk to the immediate and the close ecosystem. It is therefore of utmost importance to deal with the downstream impact of such rejets. Considering the huge amounts of money invested in this field, the priority should also be put on prevention and remediation measures whose cost should be imperatively included in the global cost of such projects.

Keys words : desalination, brines, environment, remediation, pollution.

1. INTRODUCTION

Nous sommes aujourd'hui 6 milliards sur Terre et en 2050, nous serons 9 milliards, concentrés à 70 % dans les villes. La pression sur les ressources planétaires en sera d'autant plus importante alors que nous observons déjà des signes de pénurie avec des tensions fortes sur les marchés des matières premières. L'intense activité humaine de ces 100 dernières années s'est appuyée sur l'énergie fossile, entraînant un changement climatique qui menace directement notre mode de vie. La

double croissance économique et démographique de notre planète a pour conséquence une pression importante sur l'ensemble des ressources naturelles. Avec plus de 2.4 milliards de personnes vivant près d'une mer, le dessalement de l'eau de mer apparaît comme une alternative, qui alimente déjà plus de 200 millions d'habitants. Plus de 1% de la production d'eau potable mondiale est produite par dessalement.

Nous nous sommes intéressés dans ce travail à étudier l'influence des

rejets liquides issus du dessalement, entre autre la saumure sur la composition de l'eau d'appoint et son impact sur l'environnement et le développement durable.

2. LE DESSALEMENT EN ALGERIE :

Pour pallier le manque d'eau potable dans le pays, l'Algérie a décidé de miser sur des usines de dessalement d'eau de mer. Un nombre que les autorités comptent atteindre 43 à l'horizon 2019 pour répondre aux besoins domestiques nationaux .

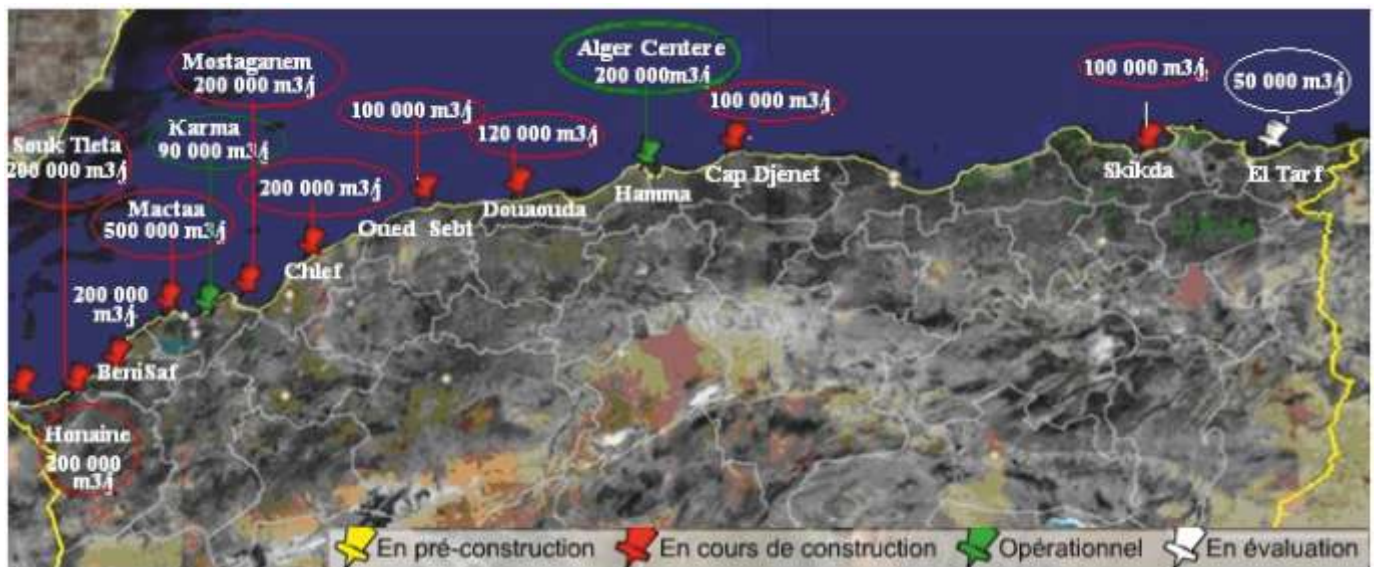


Figure 1 : Emplacement géographique des stations de dessalement en Algérie

Selon les prévisions du Centre de recherche de dessalement au Moyen-Orient (Medrec), l'Algérie est appelée ainsi à se classer derrière l'Arabie saoudite, les Emirats arabes unis et les USA. L'Algérie sera à

l'abri grâce aux méga stations qui sont ou seront réalisées d'ici à 2019 dont la plus grande station de dessalement de la Maqta d'une capacité de production de 500 000 m³/j et plus de 30 stations d'une

capacité allant de 2 500 à 5 000 000 m³/j, et produire plus de 2,5 millions de m³/j à travers ce vaste programme (voir le tableau 1 et l'histogramme Fig.2))

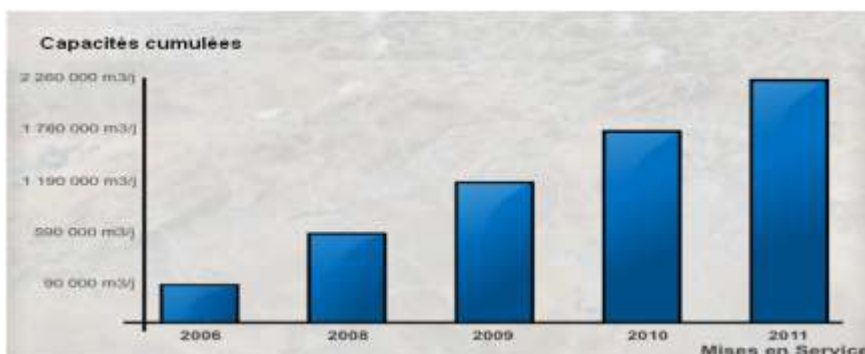


Figure 2 : Capacités de dessalement de l'Algérie entre 2006 et 2011.

Tableau N°1 : Programme de dessalement en Algérie Ref.[10]

Région	Nombre d'unités	Capacité (m ³ /j)	Capacité (m ³ /j)	Capacité (m ³ /j)
		en 2006	en 2010	en 2020 - 2030
Ouest	6	90 000	1 390 000	1 390 000
Centre	6		720 000	810 000
Est	4		150 000	380 000
Total	16	90 000	2 260 000	2 580 000

Quel que soit le procédé utilisé, toutes les stations de dessalement produisent d'importantes quantités de saumûre. Les statistiques parlent des centaines de milliers de tonnes de saumure qui sont rejetées quotidiennement dans la mer depuis des stations de dessalement. Ces rejets hypersalins des stations effectués à proximité du rivage risquent de contaminer la nappe phréatique et de causer la perte d'espèces végétales. Trois types de

pollution peuvent être causés par le dessalement. Le premier type c'est le rejet des saumûres concentrées, qui s'infiltrent dans le sol entraînant une pollution et perturbe l'écosystème marin. Le deuxième type, c'est les émissions des gaz à effet de serre découlant de la grande consommation d'énergie, impliquant le réchauffement climatique. La plupart des usines et surtout les plus grandes ont, en effet recours aux énergies fossiles telles

que le gaz ou le pétrole pour leur fonctionnement. Le troisième type de pollution concerne les produits chimiques utilisés pour nettoyer les membranes des stations de dessalement opérant avec le mode d'osmose inverse, afin d'éviter les bio-salissures, la formation de tartre et autres nuisances notamment lors du prétraitement.

Tableau 2 A : Composition typique de l'eau de mer en Algérie - «la station de dessalement d'El Hamma» d'Alger - mai 2009.

ANALYSE D'EAU DE MER					
Turbidité	1,75	(NTU)	TSD	38775	mg/L
Température	18	(°C)	Conductivité	53500	µS/cm
PH	8,05		Salinité	38 000	mg/L

3. LE REJET DE LA SAUMURE :

Après le processus de dessalement, l'eau est séparée en deux parties :

- perméat (fraction de l'eau qui a été dessalé)
- concentrât (de concentration élevée et est rejeté à la mer) Ce dernier contient une concentration en sel très élevée car il regroupe les

quantités de sel qui se trouve dans l'eau d'entrée avant le processus de dessalement en plus de produits chimiques utilisés dans le prétraitement et l'entretien des installations.

Certes, les données sur les analyses de la saumure ne sont pas disponibles, et faire des analyses par ses propres moyens, c'est pas

évident. Néanmoins, nous avons pu récupérer quelques données comme celles de la station d'El Hamma, ainsi que la station de Zeralda, qui nous paraissent dans les normes, mais ce qui nous inquiète c'est après 20 et 30 ans quelle sera la nature polluante de la saumure rejetée par ces stations après tant d'années de fonctionnement.

Tableau 2 B: Composition ionique de l'eau de mer

COMPOSITION IONIQUE DE L'EAU DE MER							
CATIONS				ANIONS			
Nom	Symbole	Mg/l	Meq/l	Nom	Symbole	Mg/l	Meq/l
Calcium	Ca ²⁺	440,00	22,00	Chlorure	Cl ⁻	21130	603,71
Magnesium	Mg ²⁺	1410,00	117,50	Sulfate	SO ₄ ⁻²	2832,00	59,00
Potassium	K ⁺	450,40	11,54	Bicarbonate	HCO ₃ ⁻	159,32	2,61
Sodium	Na ⁺	11830,10	514,35	Nitrate	NO ₃ ⁻	3,5	0,06
Ammonium	NH ₄ ⁺	0,00	0,00	Bromure	Br ⁻	0,00	0,00
Fer	Fe ²⁺	0,00	0,00	Nitrate	NO ₂ ⁻	0,00	0,00
Argent	Ag ⁺	0,00	0,00	Nitrite	NO ₃ ⁻	0,00	0,00
Manganese	Mn ²⁺	0,00	0,00	Fluorure	F ⁻	0,00	0,00
Zinc	Zn ²⁺	0,00	0,00	Sulfite	SO ₃ ⁻²	0,00	0,00
Cuivre	Cu ²⁺	0,00	0,00	Bromure	Br ⁻¹	0,00	0,00
Aluminium	Al ³⁺	0,00	0,00	Phosphate	PO ₄ ⁻³	0,00	0,00
Fer	Fe ³⁺	0,00	0,00	Cyanure	CN ⁻¹	0,00	0,00
	TOTAL	14130,50	665,39		TOTAL	24121,81	665,39

Toutes les usines de dessalement utilisent des produits chimiques pour le prétraitement de l'eau d'alimentation ainsi que le post-traitement de l'eau produite. La plupart des produits sont utilisés avant tout comme agents biocides, antitartre, antisalissures et antimousse, et ils finissent par modifier la composition de la saumure concentrée. La présence de

certain métaux, qui sont des produits de la corrosion du circuit, influent aussi sur la composition de la saumure concentrée. Ces produits chimiques ne sont pas les mêmes pour les principaux procédés de dessalement, à savoir MSF et l'osmose inverse.

L'eau saumure après dessalement est une eau du point de vue caractéristiques physico chimiques

(salinité, solides dissous (TDS), dureté et alcalinité, bilan ionique, température, pH, conductivité turbidité, concentration en gaz dissous tel que l'oxygène et le dioxyde de carbone) est une eau impropre à tout usage agricole ou industriel, est loin d'être potabilisée.

Tableau 3 : Analyses de l'eau de mer – Station de Zeralda (Juin 2011)

Paramètres	Eau de mer	Eau osmosée	Eau saumure
Température en °C	20	16	41,7
Salinité (°C) en g/L	37,5	/	50
pH	8,20	7,87	8,62
Turbidité (NTU)	0,19	0,09	0,82
Conductivité (µS/cm)	53500	57600	63300
TSD (mg/L)	38775	13830	613501
[Ca ²⁺] (mg/L)	440	252,37	452
[Mg ²⁺] (mg/L)	1400	462,69	1444
[K ⁺] (mg/L)	450,4	119,65	400,1
[Na ⁺] (mg/L)	11830,1	3531,85	11040
[Cl ⁻] (mg/L)	21130	755,92	19880
[SO ₄ ⁻²] (mg/L)	2832	544,18	3126,6
[HCO ₃ ⁻] (mg/L)	159,32	41,56	139,7
[NO ₃ ⁻] (mg/L)	0,47	0,12	3,5
Coliformes fécaux	Absent	Absent	Absent
Coliformes totaux	Absent	Absent	Absent
Spectrocoques fécaux	Absent	Absent	Absent

4. IMPACTS DE LA SAUMURE SUR L'ENVIRONNEMENT :

Il est indiscutable que c'est la saumure qui exerce le plus fort impact sur le milieu marin. Le volume total de saumure libéré dans ce milieu est déterminant pour les dommages qu'il peut induire. Un rejet de saumure concentrée en grandes quantités appelle un examen plus soigneux des impacts potentiels sur l'environnement, comme c'est le cas des méga stations de dessalement en Algérie, en l'occurrence celle d'El Hamma (200 000 m³/j), que s'il s'agit d'un rejet en petites quantités.

À part le volume proprement dit, les modalités et l'emplacement du rejet sont essentiels pour les impacts qui

peuvent en résulter. La longueur de l'émissaire, sa distance au rivage, son niveau au-dessus du fond de la mer, l'existence ou non d'un diffuseur, ainsi que la profondeur de l'eau et les caractéristiques hydrologiques (courants, vagues) peuvent conditionner la dispersion de la saumure et l'efficacité de la dilution au point de rejet et, par voie de conséquence, l'impact potentiel sur l'environnement.

La salinité accrue affecte les organismes marins par le processus d'osmose qui consiste en la diffusion d'eau pure à travers une membrane qui est perméable à l'eau mais non aux ions qui y sont dissous. Par conséquent, le contenu en sels diffère de part et d'autre de la membrane, l'eau pure diffusera à

travers la membrane à partir du compartiment ayant une faible concentration des ions dissous vers le compartiment ayant une concentration supérieure d'ions dissous. Quand des organismes marins sont exposés à une variation de la salinité (contenu en sels plus élevé dans le milieu externe que dans les fluides de l'organisme) ils sont soumis à un choc osmotique qui est préjudiciable pour la plupart d'entre eux en fonction de leur tolérance à la salinité.

Des impacts ont été signalés par exemple pour l'usine TIGNE (Malte) où l'effluent a affecté la croissance des algues à proximité de l'émissaire de saumure.

Tableau 5 : Impacts néfastes sur l'environnement associés aux procédés de dessalement

Impact	Degré d'impact	Origine de l'impact	Techniques d'atténuation
Pollution thermique Réduction de l'oxygène dissous dans les eaux réceptrices, Effets nocifs pour les espèces thermorésistantes	M M	saumure chaude	Mélange de la saumure avec de l'eau froide avant le rejet Bassins de retenue
Salinité accrue Effets nocifs pour les espèces résistantes aux sels	M	- saumure concentrée	Dilution de la saumure avant rejet Récupération de sels Bon choix de l'emplacement pour l'émissaire afin de permettre le maximum de brassage et de dispersion
Métaux lourds - toxicité	M	Corrosion du matériel de l'usine	Conception et choix judicieux du matériel de l'usine en recourant à des matériaux résistants à la corrosion
Produits chimiques : - Eutrophisation des eaux réceptrices - Toxicité - Hausse du pH	E F F	Adjonction d'agents Anticorrosion et antitartre	Réduction au minimum de l'utilisation de produits chimiques Utilisation d'additifs sans danger pour l'environnement
Pollution atmosphérique : Plus acides Effet de serre Poussières	F M M	Utilisation de combustibles et activités d'élimination	Utilisation d'énergies propres et renouvelables autant que possible Application de systèmes mixtes et de production couplée Purification des gaz avant émission dans l'atmosphère
chez les animaux aquatiques	M	d'excavation et de dragage	Bonne maîtrise du ruissellement dans la zone du site

E : Impact de degré élevé, M : de degré moyen, F : de degré faible

Ref. [9]

5. CONCLUSION :

Le dessalement d'eau de mer apporte une solution rapide à la pénurie d'eau douce, mais apporte avec lui beaucoup d'inconvénients tel que :

- Besoin énergétique important.
- Utilisation de produits chimiques.
- Rejets des saumures concentrées et chaudes dans le cas de la distillation.
- Traces de métaux lourds dans les rejets.

- Aucune législation spécifique au rejet de saumure.

Cette étude nous montre que la production d'eau douce par des procédés non conventionnels comme le dessalement de l'eau de mer, est caractérisé par la production en parallèle d'une eau saumure fortement chargée en sel. Le retour de cette eau à la mer provoquant une variation de la composition chimique en s'ajoutant aux rejets de produits chimiques des traitements correctifs de l'eau

d'appoint et aux rejets issues de la pollution marine tels que l'hydrogène sulfuré ou les composés ammoniacaux et hydro carburants. Ces rejets ont un impact négatif sur l'environnement et la préservation des éco systèmes. Faut-il orienter le choix d'un procédé de dessalement en considérant une station de neutralisation de la saumure avant sont rejet à la nature. Des études ont montrés que le procédé RO par osmose inverse pose les mêmes problèmes.

Le problème des rejets est un problème dont-il faut traiter en urgence vue la vitesse à la quelle le nombre d'installations de dessalement d'eau de mer en Algérie augmente mais aussi la capacité de dessalement augmente, donc la quantité de rejet augmente avec elle. Les paramètres évalués pour l'eau saumure rejetée en mer ont montrés des valeurs (en Europe par exemple) très élevées par rapport à la norme ce qui influe négativement sur l'environnement marin. Les rejets de saumures fortement chargées ont pour conséquence la variation de la composition chimique de l'eau de mer qui altère l'équilibre des éco systèmes et l'environnement marin. La diminution de la concentration en oxygène dissous a une conséquence sur la vie des espèces marines.

L'eau de mer, par ses propriétés physico-chimiques et également par la fraction vivante qu'elle comporte, est une eau de nature entartrante et corrosive pose des problèmes dans l'exploitation tel que l'entartrage et la corrosion des équipements de l'installation de dessalement.

6. RECOMMANDATIONS :

- L'emplacement du rejet doit être soigneusement choisi en fonction des flux marins, afin d'éviter les zones biologiques sensibles et de favoriser la dispersion des saumures.

- Rejeter la saumure à travers un system de diffuseurs, qui permettent de diluer rapidement la salinité et de retrouver les concentrations du milieu naturel.

- Les eaux rejetées doivent être a la même température que les eaux naturelles, afin d'éviter la perturbation du milieu aquatique et l'invasion d'espèces indésirables (avantage de l'osmose inverse par

rapport au procédé thermique, qui rejette de très gros débits avec un écart de température).

- Préférer l'osmose inverse aux procédés thermiques et cela à cause des produits de corrosion et de détartage (corrosion faible due a la température ambiante et les parties métalliques des installations O.I sont en acier inoxydable)

D'après le Fonds mondial pour la nature (WWF) : «*Dessaler l'eau de mer est un procédé qui coûte cher, consomme beaucoup d'énergie et rejette dans l'atmosphère des tonnes de gaz à effet de serre.*» De ce fait, WWF craint que le dessalement de l'eau de mer soit une solution de facilité et détourne l'attention des solutions de recharge moins coûteuses et moins agressives pour l'environnement comme l'augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau ou le recyclage des eaux usées. Cette organisation estime que les activités intensives de dessalement peuvent provoquer le développement de saumures et entraîner la destruction de précieuses régions côtières et, ainsi, contaminer la vie marine, les cours d'eau, les zones humides, les eaux souterraines et plus généralement les écosystèmes qui assurent l'épuration de l'eau et la protègent contre les catastrophes.

Mais malgré tout cela, le meilleur moyen de réduire les effets de la saumure est de traiter cette saumure avant son rejet à la mer. Une sérieuse réflexion doit être engagée en Algérie pour évaluer les coûts de projets pour assurer une gestion fiable des stations de dessalement d'eau de mer, et doivent insérer les coûts de traitement des rejets.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1]. Abdelmomen, El hassadi., *Horizon and future of water desalination in Libya*, Revue –Desalination N°220, 2008

[2] A.D.E [Algérienne des eaux – Alger],. *Documents internes – Rapports de mission*, 2003.

[3]. Arab Water World (AWW) – Volume 31 – N° 7, July 2007.

[4] Bessenasse Mohamed., *Seawater desalination: Study of the coastal stations in Algiers region*. Revue Desalination –, N° 250, pp 423 – 427, Janvier 2010.

[5] Danis, P., *Dessalement de l'eau de mer*, Editions Techniques de l'ingénieur, Paris, 2003.

[6] Degrémont.,(2 volumes) - *Mémento technique de l'eau*, Editions Lavoisier, 2005.

[7]. Demet ,Alegul., *Cost analysis of seawater desalination with reverse osmosis in Turkey*, Revue –Desalination N°220, 2008.

[8] Hydroplus., - Le magazine professionnel de l'eau, N° 153 – mai, p.14, 2005.

[9] Maurel, A., *Dessalement des eaux de mers et des eaux saumâtres*, Editions Lavoisier, Paris, 2002.

[10] Ministère Algérien des ressources en eau., *Rapport de mission*, 2008.

[11] Mohamed, Karim. *RO membrane autopsy of Zarzis brackish water desalination plant*, Revue–Desalination N°220, 2008..