

IMPACT DU REJET DE LA SAUMURE DES STATIONS DE DESSALEMENT SUR L'ENVIRONNEMENT

M.BESSENASSE¹ - A.GUENDOZ²

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

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

RESUMÉ :

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 de 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 est 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 rejects. 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.

Key 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. Jamais les tensions sur les matières premières n'ont été aussi fortes.

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.

L'apport en eau par des moyens non conventionnels a été dominé pendant ces dernières années par le développement de nouvelles techniques de dessalement des eaux de mer basés sur les procédés thermiques ou les procédés non thermiques ou membranaires et sont devenus un enjeu économique pour pallier au problème de la disponibilité des ressources en eau et le stress hydriques, comme c'est le cas en Algérie.

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 DESSELEMENT 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. 43 usines est le nombre que les autorités comptent atteindre à l'horizon 2019 pour répondre aux besoins domestiques nationaux Ref [4].

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 500 000 m³/j, et produire plus de 2,5 millions de m³/j à travers ce vaste programme (voir le tableau 1)

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

Région	Nombre d'unités	Capacité (m ³ /j) en 2006	Capacité (m ³ /j) en 2010	Capacité (m ³ /j) 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 saumure. Les statistiques parlent de 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 saumures 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.

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 dessalée)
- concentrat (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 des produits chimiques utilisés dans le prétraitement et l'entretien des installations.

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, antitartres, anti-salissures et anti-mousses, et ils finissent par

modifier la composition de la saumure concentrée. La présence de certains 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. Les phases de pré- et de post-traitement des procédés de production d'eau potable sont exposées sur le tableau 2.

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 2 : Résumé des phases de prétraitement et post-traitement au cours de la production d'eau potable par dessalement (Mickley et al.)

Phase de prétraitement	Objet	Produits chimiques ajoutés	Devenir des produits
Ajustement du pH à 7	Diminue la concentration des carbonates (et la précipitation des carbonates). Protège la membrane contre l'hydrolyse	Acide (H_2SO_4)	Modifie le pH de l'eau produite et de la saumure concentrée, le sulfate est retenu dans la saumure concentrée
Antitartre	Prévient la formation de tartre sur les membranes	Agents chélateurs et dispersants	Les complexes formés sont retenus dans la saumure concentrée
Coagulation-filtration	Prévient les salissures et l'encrassement des membranes	Coagulants-floculants	Les agents floculants formés se séparent par décantation et sont éliminés par filtration
Désinfection	Prévient l'encrassement biologique et élimine les microorganismes qui se nourrissent de la matière des membranes	Chlore (ou biocides, UV)	Chlore également réparti dans le perméat et la saumure concentrée
Déchloration	Protège les membranes sensibles au chlore	Bisulfate de sodium ou charbon actif granulaire (CAG)	Réagit avec le chlore pour former du sulfate et du chlorure qui sont retenus dans la saumure concentrée
Élimination des gaz dissous	Élimine les gaz nauséabonds, C, le radon et HS	Aération, Dégazage	Oxyde HS et nH_4 dans l'eau produite et dans la saumure concentrée
Ajustement du pH à 7	Prévient la corrosion du système de distribution, protège la flore et la faune aquatiques en cas de rejet en surface	NaOH, carbonate de sodium anhydre, chaux	Accroît le niveau de sodium dans l'eau produite et dans la saumure concentrée
Désinfection	Prévient la prolifération bactérienne dans le système de distribution, protège la flore et la faune aquatique si nécessaire	Chlore (ou Chlorométrie)	Le chlore est retenu dans l'eau produite et dans la saumure concentrée
Réduction du niveau de chlore	Élimine le chlore et d'autres oxydants	Bisulfite de sodium ou CAGE	Accroît les niveaux de sulfates et de chlorures dans l'eau produite et dans la saumure concentrée
Oxygénation	Accroît l'oxygène dissous à un niveau concourant au développement de la flore et de la faune aquatique	Aération	Accroît l'oxygène dissous dans la saumure concentrée
Élimination d'autres formes chimiques	Diminue tous les polluants susceptibles d'être présents dans l'eau produite et dans la saumure concentrée	Est fonction des formes chimiques	

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 libérée dans ce milieu est déterminant pour les dommages qu'il peut induire. Un rejet de saumure concentrée en grandes quantités appelle un examen plus soigné 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 quand 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 3 : Impacts néfastes sur l'environnement associés aux procédés de dessalement [9].

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
Désinfectants	E	Chlore et ses composés Réaction du chlore avec des composés organiques – hydrocarbures principalement	Utilisation d'autres désinfectants. Mesures de protection contre les polluants au prélèvement de l'usine
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
Sédiments Turbidité et limitation de la photosynthèse Difficultés de respiration	M	Perturbation des sables par des activités	Réduction au minimum et contrôle des activités d'excavation et remblayage
chez les animaux aquatiques	M	d'excavation et de dragage	Bonne maîtrise du ruissellement dans la zone du site
Bruit	F	Activités de Construction Pompes et autres appareils au cours de l'exploitation de l'usine	Limitation des activités de construction aux seuls horaires de travail. Choix du matériel le moins bruyant

E : Impact de degré élevé

M : de degré moyen

F : de degré faible

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 caractérisée par la production en parallèle d'une eau saumâtre fortement chargée en sel. Le retour de cette eau à la mer provoque 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 son rejet à la nature ? Des études ont montré que le procédé RO par osmose inverse pose les mêmes problèmes.

Le problème des rejets est un problème qu'il faut traiter en urgence vu la vitesse à laquelle le nombre d'installations de dessalement d'eau de mer en Algérie augmente en même temps que les rejets d'eaux saumâtres

Les paramètres évalués pour l'eau saumâtre rejetée en mer ont montré des valeurs 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 renferme, est une eau de nature entartrante, corrosive et pose des problèmes dans l'exploitation tel que l'entartrage et la corrosion des équipements de l'installation de dessalement.

Les solutions à apporter pour la production d'eau par dessalement sont le choix du procédé adéquat sur tous ses aspects économiques, technologiques et environnementaux, les traitements de neutralisation de la saumure, les dosages précis dans les traitements de correction de l'eau à dessaler.

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 système de diffuseurs qui permettent de diluer rapidement la salinité et de retrouver les concentrations du milieu naturel.
- Les eaux rejetées doivent être à 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 à 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 éco-systèmes 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 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 eaux., Rapport de mission, 2008.