

## Les enjeux environnementaux et économiques des projets de dessalement de l'eau de mer en Algérie.

Djohar ABDERRAHMANE & Chaouki BOURI  
Université Oran 2.

---

.Reçu le: 28.04.2017 - .Expertisé le: 30.06.2018 - .Accepté et publié le: 18.02.2019

---

### *Abstract*

*Today, the desalination of sea water is sometimes presented as the miracle solution to the problems of scarcity of drinking water. In addition to the fact that it remains financially inaccessible to poor countries (in income or in oil), these technologies are major consumers of energy and the question of their environmental impact is far from being resolved. Too often, the establishment of installation of desalination is a way to circumvent the problems of bad governance of the water and to circumvent the necessary reforms. Algeria has lived more than a decade of drought and also the conventional resources in water insufficient to meet the needs of the population. Those who have encouraged the Algerian authorities to look to other resources to ensure the drinking water supply in this population. The most suitable solution, which does not depend on the vagaries of weathers, was the desalination of sea water.*

*The objective of our communication is to show why Algeria has opted for desalination as miracle solution for the problem of shortage of drinking water and the drought in Algeria. On the one hand, Algeria is affected by the impact of global climate change: increase of abnormal temperature, drought, of serious storms, a rate of rainfall very low in the western regions of the country; on the other hand, the process of desalination has resolved for some regions of our country the problem of drinking water or running water in the home.*

### *Key words*

*Water, Environment, Desalination, Shortage, Crisis, Drought, Governance.*

### **Introduction**

Le monde actuel fait face à une crise de l'eau majeure que les experts attribuent au réchauffement climatique, qui entraîne un accroissement des phénomènes climatiques extrêmes : sécheresses, inondations ou augmentation de la consommation d'eau du à la croissance démographique et à l'accroissement des usages. Aujourd'hui, l'or bleu ou eau potable est rares. Des cyclones, inondations et autres événements du changement climatique l'apportent en surabondance ; en plus, les sécheresses et la désertification entraînent des pénuries paralysantes et des conditions de vie misérables pour les populations. Cette opposition entre la pénurie et l'abondance

couvre toute la planète, depuis les pays développés jusqu'aux pays en développement. Le paradoxe est que certaines populations souffrent de pénuries d'eau alors que 71% de la surface du globe en est recouvert. Ce constat a incité divers spécialistes, chercheurs et acteurs du secteur de l'eau à développer différentes techniques de dessalement de l'eau de mer pour satisfaire la demande exponentielle du précieux liquide. Il est vrai que l'on estime à 39% la part de la population mondiale vivant à moins de 100km d'un côté alors que 42 villes de plus d'un million d'habitants ne disposant pas de ressources suffisantes en eau douce se situent sur le littoral. Dans un contexte de changements climatiques, de sécheresses et de pénuries d'eau, appelées à s'aggraver faute d'amélioration de l'usage de l'eau, le dessalement apparaît comme un marché très prometteur pour les multinationales de l'eau et de l'environnement, de nombreux États procédant à des investissements significatifs dans ce domaine.

### 1- L'avenir de l'économie de l'eau

Comme toute ressource, l'eau est inégalement répartie et épuisable. Sur notre continent la qualité des eaux superficielles et des nappes phréatiques sont de plus en plus dégradée et il faut puiser de plus en plus profondément pour obtenir une eau moins polluée. Avec des consommations qui augmentent et sachant que toute l'eau distribuée est de qualité potable il en coûte de plus en plus à la collectivité pour capter, traiter, amener, distribuer l'eau et retraiter les eaux usées sans compter que de nouvelles normes plus protectrices et des pollutions aggravées vont renchérir ces coûts.

**Enjeu écologique :** la ressource "eau" n'est pas inépuisable en quantité. Après avoir tari les nappes superficielles on puise aujourd'hui dans des nappes très profondes constituées après des millions d'années. La ressource "eau" se dégrade aussi en qualité nécessitant de plus en plus de traitements du fait d'une ressource de plus en plus polluée par l'agriculture, l'élevage et l'industrie et nos propres eaux usées qui assainies vont alimenter la ressource de demain.

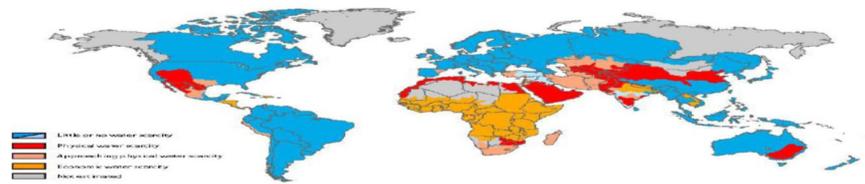
**Enjeu économique :** économiser l'eau permettrait de réduire le budget de l'état et des collectivités locales (vos impôts) par le gel des investissements destinés à renforcer le réseau et l'assainissement, le statu-quo nucléaire et son abandon partiel et progressif en fin de vie des centrales au profit de nouvelles énergies écologiques (solaire, éolien...). Economiser l'eau réduirait les impôts locaux grevés par des impayés de charge en hausse constante. Economiser l'eau permettrait à chaque foyer de disposer d'un pouvoir d'achat supplémentaire.

**Enjeu social :** l'augmentation des charges locatives amène à une véritable fracture sociale. Avec des charges supérieures aux loyers des milliers de familles ne peuvent plus payer les charges eau et énergie. La dette globale des impayés est transférée par les gestionnaires sociaux aux Conseils Généraux et apurée via vos impôts locaux. Les réserves du globe en eau douce sont données dans le tableau suivant mis à part les glaces, difficiles à utiliser et qui sont d'ailleurs actuellement en partie consommées dans les zones où elles fondent par effet du réchauffement climatique, les nappes souterraines constituent les principales réserves d'eau douce de la planète, le reste étant négligeable. Certains pays ont déjà commencé à prélever ces réserves d'eau souterraines.

Milieux	Volumes, km <sup>3</sup>
<b>neige et glace sur les pôles et les montagnes</b>	<b>30 millions</b>
<b>eaux souterraines à moins de 500 m de profondeur</b>	<b>4 millions</b>
<b>Eaux souterraines à plus de 500 m de profondeur</b>	<b>4 millions</b>
<b>eaux de tous les lacs d'eau douce</b>	<b>100 000</b>
<b>eaux présentes dans les sols</b>	<b>70 000</b>
<b>eaux présente à tout instant dans l'atmosphère</b>	<b>13 000</b>
<b>eaux présentes à tout instant dans toutes les rivières</b>	<b>1 000</b>

**Tableau N° 1 : « Les réserves du globe en douce sur terre »**

Les pays sahariens (Algérie, Tunisie, Libye) exploitent, quant à eux, de très grands aquifères dont les ressources sont énormes, et pourraient tenir des siècles au rythme actuel des prélèvements. Mais ces eaux sont chères (coûts de pompage, coûts de transfert vers le nord en Libye, etc.) et ce type de grands aquifères fossiles est relativement rare sur Terre. Les réserves en eau salée sont évidemment énormes. Elles sont estimées à 1,32 milliards de km<sup>3</sup> dans les océans et 1 000 km<sup>3</sup> dans les lacs salés. *Les changements climatiques* vont modifier la disponibilité de l'eau, car il est prévu par les modèles de climat que globalement, les précipitations vont augmenter, mais que les zones climatiques actuelles vont se déplacer vers les pôles. Voir la carte du changement climatique mondial :



**Carte 1 : Zones du manque chronique de ressources en eau, du point de vue physique ou économique.<sup>1</sup>**

**Rouge** : Déficit physique ; plus de 75% du débit des rivières est prélevé pour les besoins de l'homme, en tenant compte des recyclages. Des pays arides à faible demande peuvent ainsi ne pas être en déficit.

**Rose** : Plus de 60% du débit des rivières est prélevé. Ces bassins vont devenir rouges dans un futur proche.

**Orange** : Déficit économique en eau. Les ressources sont abondantes par rapport aux usages, avec moins de 25% de prélèvements du débit des rivières, mais la sous-alimentation sévit. La capacité financière en moyens d'équipement fait défaut.

**Bleu** : Ressources en eau abondantes. Prélèvements inférieurs à 25% du débit des rivières.

## 2- Le dessalement : une solution pour un problème de pénurie d'eau

Le **dessalement** de l'eau (également appelé **dessalage** ou **désalinisation**) est un processus qui permet d'obtenir de l'eau douce, (potable ou, plus rarement en raison du coût, utilisable pour l'irrigation), à partir d'une eau saumâtre ou salée (eau de mer, notamment). En dépit du nom, il s'agit rarement de retirer le sel de l'eau, mais plutôt, à l'inverse, d'extraire de l'eau douce<sup>2</sup>. L'eau de mer est salée à peu près à 35g/L en général. Dans des régions comme le Golfe Persique, la salinité atteint 42g/L. Pour séparer le sel, il faut, d'un point de vue purement théorique et sans perte d'énergie (dessalement isentropique), environ 563 Wh par m<sup>3</sup>.

Le dessalement de l'eau de mer est parfois présenté comme la solution miracle aux problèmes de rareté de l'eau potable. Outre le fait qu'elle demeure financièrement inaccessible aux pays pauvres (en

<sup>1</sup> D'après IWMI [2007].

<sup>2</sup> Un article de Wikipédia, l'encyclopédie libre.

revenus ou en pétrole), ces technologies demeurent de grosses consommatrices d'énergie et la question de leur impact environnemental est loin d'être résolue. Trop souvent, la mise en place d'installations de dessalement est un moyen de contourner des problèmes criants de gâchis ou de mauvaise gouvernance de l'eau et d'esquiver les réformes nécessaires. Le dessalement de l'eau est souvent conçu comme la solution magique de ces problèmes – sauf bien entendu pour les pays sans accès à la mer (Mali, Niger). Puisque 97 % de l'eau de la Terre est de l'eau salée, le dessalement peut apparaître comme une solution raisonnable à la soif des hommes, particulièrement au moment où les défis liés à la qualité de l'eau, à sa rareté et à la qualité des infrastructures deviennent plus pressants tout autour de la planète.

La construction d'unités de dessalement se multiplie dans les pays pétroliers (Golfe, Algérie) ou dans les zones des pays riches qui souffrent de sécheresses (Israël, Espagne, Australie, Californie, Floride ou Texas aux États-Unis). Leur capacité ne cesse également d'augmenter : chaque nouvelle usine construite ou projetée est caractérisée par un nouveau record en termes de performance ou de production. On estime qu'actuellement, 50 millions de mètres cubes d'eau sont produits annuellement par dessalement, et que ce chiffre devrait au moins doubler pour les années avenir. De nouveaux pays se lancent dans le dessalement, comme l'Angleterre. La Chine a annoncé de vastes investissements dans ce domaine, avec pour objectif de couvrir 37 % des besoins en eau potable des zones côtières à l'horizon 2020. L'Algérie a annoncé début 2008 la construction de l'une des plus grandes usines de dessalement du monde, pour un coût de 250 millions de dollars.

L'ONG y rappelle notamment que les 1200 usines de dessalement du monde consomment beaucoup d'énergie et par conséquent émettent des gaz à effet de serre. Elle s'alarme donc d'un développement anarchique de cette technologie. Toujours selon elle, pour chaque litre d'eau dessalé, c'est un litre de saumure qui est rejetée à la mer. Même s'il est difficile de connaître l'impact réel de ces rejets, les premières études réalisées sur le sujet semblent montrer qu'il est faible (les fleuves rejettent aussi à la mer de nombreux minéraux).

### **3- Le dessalement et ces techniques**

En fait, arracher de l'eau douce à de l'eau saumâtre ou de l'eau de mer est une technique employée depuis longtemps, particulièrement dans les pays et émirats pauvres en eau mais riches en pétrole, où le coût de l'énergie nécessaire au dessalement n'est pas un problème.

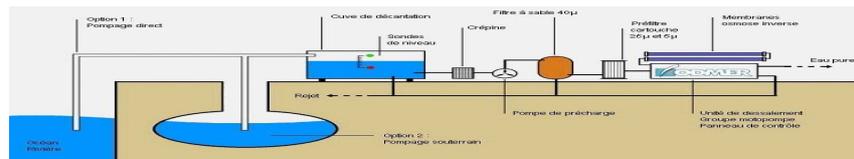
Historiquement, le dessalement a fait son apparition dans cette région lorsqu'en 1869, une unité de distillation de l'eau a été construite à Aden pour approvisionner la marine britannique. Cette unité utilisait la même technique, considérablement améliorée mais toujours aussi consommatrice d'énergie, qui continue à fournir aujourd'hui la moitié de l'eau dessalée produite dans le monde. Les deux grands types de procédés pour dessaler l'eau de mer n'ont pas le même coût énergétique :

- Le premier, thermique, repose sur la distillation. Il consiste à chauffer l'eau de mer pour produire une vapeur d'eau pure que l'on condense ensuite sur des faisceaux de tubes refroidis afin d'obtenir de l'eau douce. Il est mis en œuvre *via* deux techniques, le MSF (pour Multi-Stage Flash distillation, distillation flash par détentes successives), qui date des années 1960, ou le MED (pour Multi-Effect Distillation, distillation à effets multiples), plus récent. Ce type de procédé n'en demeure pas moins très gourmand en énergie : pour produire 1 mètre cube d'eau, une usine MSF consomme 15,5 kilowattheures (kWh) et une unité MED 7,5 kWh. Plus des trois quarts de cette énergie servant à préchauffer l'eau de mer, on installe les unités à distillation à côté de centrales thermiques afin d'en récupérer la chaleur. Les installations modernes récupèrent l'énergie hydraulique issue du déversement du concentré à haute pression à travers des turbines ou des échangeurs de chaleur, ce qui réduit aujourd'hui la consommation totale d'une usine à 4 à 5,5 kWh par mètre cube d'eau produite. La distillation thermique permet de transformer l'eau salée en vapeur qui est alors condensée pour obtenir de l'eau dessalée. La distillation (ou évaporation) multi-effets a constitué la technologie dominante en matière de dessalement de l'eau de mer depuis les années 1880 jusqu'en 1960.
- Le second procédé, l'osmose inverse, utilise des membranes synthétiques semi-perméables, qui laissent passer l'eau et retiennent le sel. Pour filtrer l'eau de mer à travers la membrane, on applique une pression externe supérieure à la pression osmotique du système<sup>1</sup>. L'osmose inverse prévoit quant à elle l'application d'une pression sur l'eau introduite dans le système, qui est ainsi forcée à travers une membrane semi-

---

<sup>1</sup> La pression osmotique est la pression d'équilibre entre une solution (ici salée) et son solvant pur, séparés par une membrane perméable au seul solvant.

perméable retenant la plupart des sels. L'osmose inverse est apparue dans les années 70 suite à la conception de membranes semi-perméables qui pouvaient efficacement séparer les sels de l'eau soumise à pression. Parfois appelée hyperfiltration, l'osmose inverse est tenue pour le plus complexe des processus de séparation membranaire.



### Présentation N° 1 : Fonctionnement d'une usine à osmose inverse<sup>1</sup>

Dans cette usine, l'alimentation en eau peut se faire par prise directe (option 1: pompage direct) ou par le biais de puits côtiers (option 2: pompage souterrain). Cette eau subit ensuite des prétraitements ayant pour objectifs de conférer à l'eau de mer les caractéristiques nécessaires au bon fonctionnement des membranes d'osmose inverse (décantation, filtration, acidification, etc.). Par la suite, des pompes appliquent, sur l'eau de mer, une pression supérieure à 65 bar afin de dessaler cette eau : le phénomène d'osmose inverse décrit précédemment peut alors se produire, par le biais de membranes se présentant généralement sous forme de feuilles fines configurées en spirales.

La saumure (eau ultra-salée) est évacuée comme illustré par l'animation ci-dessous:



### Représentation N°2 : Rejets de saumure issus du procédé d'osmose inverse

<sup>1</sup> hmf.enseiht.fr,2006.

L'eau dessalée peut ensuite être reminéralisée, ajustée au pH (on augmente ou on diminue son acidité) ou légèrement chlorée selon l'utilisation que l'on veut en faire (consommation, irrigation etc.). Les membranes sont périodiquement nettoyées grâce à des produits chimiques acides (pour les dépôts de carbonates) et basiques (pour les dépôts biologiques). Les eaux usées, très salées et contenant différents résidus chimiques sont déversées dans la mer, parfois après traitement. Le cœur du procédé de dessalement est basé sur la technologie d'Osiose Inverse, mais isolé, il ne produit pas de l'eau potable saine et ne garanti pas un système efficace<sup>1</sup>. En réalité, le dispositif de récupération d'énergie est le facteur clé qui détermine les couts électriques de l'installation. Celui-ci doit être choisi minutieusement en fonction des couts énergétiques locaux et des politiques environnementales.

De plus, l'élimination de la saumure peut représenter un problème environnemental et économique dans certaines régions où la faune et la flore sont sensibles à une augmentation de la salinité localisée. L'élimination de la saumure doit être étudiée au cas par cas. L'art du dessalement est de déterminer et de combiner des technologies actuelles afin d'optimiser la qualité de l'eau et les coûts de production. Pour adapter nos unités de dessalement à vos besoins, nous offrons des unités mobiles **containerisées** depuis la prise d'eau jusqu'à sa distribution pour une capacité de production allant jusqu'à 200 m<sup>3</sup>/h d'eau dessalée<sup>2</sup>.

**-Différentes qualités d'eau peuvent être obtenues à partir d'une unité de dessalement:** Eau potable OMS, Eau d'irrigation, Eau de process : eau d'alimentation de chaudière, eau de refroidissement, Eau déminéralisée ou ultra pure.

**-Tous types de sources naturelles d'eau de mer peuvent être traités:** Eau de mer de surface, Eau de mer profonde, Eau saumâtre de rivière, Puits côtier.



**Schéma N°1 : « Principales étapes dans le procédé de dessalement »**

<sup>1</sup> <http://www.lenntech.com> ; Lenntech Water Treatment & Purification Holding B. V.2008.

<sup>2</sup> Idem.

Cette technologie est très populaire dans de nombreuses zones du Moyen Orient, dans les Caraïbes, et partout où l'eau de mer dessalée est la principale source d'approvisionnement des villes et des communes. Mais elle est également utilisée aux États-Unis, au Japon et en Europe pour produire de l'eau ultra-pure pour de nombreuses industries, en particulier agroalimentaires et électroniques.

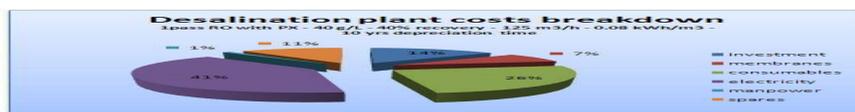
### **Les enjeux du dessalement de l'eau de mer**

**Problèmes économiques :** L'un des inconvénients majeurs de la technologie membranaire est son coût. Deux facteurs contribuent à rendre cette technologie coûteuse :

- Le premier est la quantité d'énergie consommée par les systèmes de pompes, en particulier pour l'osmose inverse à haute pression : **(Les techniques utilisées pour le dessalement de l'eau sont très consommatrices en énergie)**
- Le second est la détérioration des membranes, un phénomène qui a fait l'objet de nombreuses recherches. Les membranes utilisées pour l'osmose inverse sont nettoyées chimiquement après plusieurs mois de service. Sur le long terme, les membranes sont remplacées lorsqu'elles deviennent trop souillées et que leur performance se détériore significativement. Cela arrive généralement tous les 3 à 5 ans.

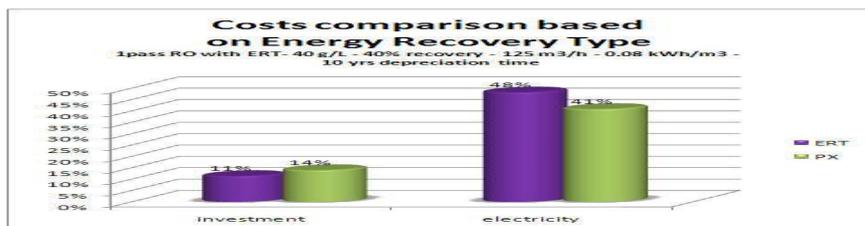
D'autres processus existent qui reposent sur l'échange d'ions (par électrolyse), ou encore sur une autre technologie membranaire par microfiltrage (ou nanofiltrage, ou ultrafiltrage). Le dessalement coûte aujourd'hui en moyenne US\$ 0,5 par mètre cube, le prix variant selon l'échelle, les besoins en électricité (ou autre source d'énergie) et la distribution. Il est clair que cela ne répond pas aux besoins des ruraux pauvres de la planète, qui constituent pourtant les principales victimes de la crise de l'eau. En outre, il apparaît clairement que le dessalement n'est pas approprié pour assurer la fourniture de l'eau d'irrigation. Selon le *Texas Water Development Board*, le coût d'un mètre cube d'eau traité par distillation se situe entre US\$ 0,95 et 1,04, tandis qu'il est de 0,84 pour une eau traitée par osmose inverse. La technologie de l'osmose inverse, car, il existe dans les faits deux familles de technologies de dessalement : la distillation et la filtration membranaire. La distillation utilise l'évaporation, via chauffage thermique, pour séparer l'eau des impuretés de sels. Son inconvénient majeur est l'énergie que consomme ce procédé. La filtration membranaire utilise, elle, le procédé d'osmose inverse pour retenir les

sels contenus dans l'eau. L'eau salée pénètre ainsi à une extrémité de la membrane sous une pression de 80 bars, et après passage membranaire, l'eau ressort débarrassée de 99 % de son sel. Aujourd'hui, le coût de l'osmose inverse est devenu inférieur à celui de la distillation en 1995, grâce à l'apparition d'une nouvelle génération de membranes. Depuis 10 ans, les coûts de production du dessalement ont été divisés par deux. Selon les zones d'implantation, la nature de l'eau brute et le coût de l'énergie, le mètre cube produit coûte de 0,30 à 0,91 euros pour l'osmose inverse en sortie d'usine<sup>1</sup>. La production d'eau potable à partir d'eau de mer devient une solution abordable lorsqu'aucune autre source d'eau fraîche n'est disponible. Le coût d'investissement est loin d'être la plus importante considération. En effet, les consommations en produits chimiques et électriques sont alors les coûts opérationnels moteurs.



**Graphe N°1 : « L'analyse financière du processus de dessalement par l'osmose inverse »<sup>2</sup>**

Selon les coûts énergétiques locaux, le choix d'un système de récupération d'énergie peut être critique. Le coût d'investissement est plus élevé avec un échangeur de pression (PX) mais les coûts électriques sont moindres. Dans les pays où les coûts électriques sont élevés, typiquement des îles avec aucune ressource énergétique, les économies financières avec un prix sont d'autant plus significatives.



**Graphe N° 2 : « le coût de l'électricité et de l'investissement de l'osmose inverse »<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> La mer à boire, Dossier thématique, Technopole de Cherbourg, Mars 2005, p 11

<sup>2</sup> <http://www.lennotech.fr>;

<sup>3</sup> Idem.

En Arabie Saoudite, le vrai coût du dessalement et du transport de l'eau, certainement considérable, est un secret d'État. Or l'eau potable de ce pays provient à 70 % du dessalement, un ordre de grandeur que l'on retrouve dans les autres pays du Golfe, Bahreïn, Koweït et Émirats Arabes Unis. Dans ces pays producteurs de pétrole, le faible coût de l'énergie autorise un dessalement à grande échelle qui ne serait pas soutenable pour la plupart des pays souffrant de stress hydrique, sans parler de ceux qui n'ont pas d'accès à la mer. Le dessalement semble, par conséquent, s'imposer comme une solution immédiate et stratégique pour des pays soumis à une raréfaction des ressources en eau ou au stress hydrique<sup>1</sup>. Les ressources en eau de l'Algérie devraient "atteindre leurs limites à l'horizon 2020-2025"<sup>2</sup>. "La crise du climat va aggraver la dégradation des ressources naturelles dans les hauts plateaux et toutes les régions steppiques qui constituent de véritables potentiels agricoles" devant "assurer la sécurité alimentaire" de l'Algérie le Directeur de l'Agence nationale algérienne pour les changements climatiques. Selon les prévisions du Centre de recherche de dessalement au Moyen-Orient l'Algérie devrait se classer derrière l'Arabie saoudite, les Emirats arabes unis et les USA en termes de capacité de production d'eau potable à partir d'eau de mer<sup>3</sup>.

Dans le cadre du plan de relance économique initié en avril 2001 par le gouvernement, le secteur de l'eau représente une part importante des dépenses<sup>4</sup>. L'objectif est d'améliorer le service de distribution d'eau par l'engagement d'une réforme de la tarification ; la réduction des déperditions sur le réseau, estimées à 40% ; une mobilisation accrue des ressources ; et enfin la participation des opérateurs privés dans la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable. Le recours à l'eau de mer devient par conséquent une solution avantageuse dans un pays où les barrages ne parviennent pas à couvrir la totalité des besoins. Puisque, les ressources hydriques de l'Algérie du Nord, où réside l'essentiel de la population, sont limitées et la situation est aggravée par une sécheresse qui perdure depuis une vingtaine d'années. La production d'eau potable destinée à la consommation des populations urbaine est aujourd'hui de 1,2 milliards de m<sup>3</sup> soit une disponibilité moyenne par habitant, de seulement 100 l/j, Or à l'horizon 2020 la population va pratiquement doubler. La demande de l'agriculture irriguée est considérable alors que partiellement

---

<sup>1</sup> F Galland, Géopolitique de dessalement, Note de la FRS n°18/2008, septembre 2008, p 7

<sup>2</sup> <http://eau.apinc.org/spip.php?article543>

<sup>3</sup> Sur les 35 millions d'habitants, plus de 9 vivent dans les 5 principales villes du pays, toutes situées à proximité de la mer

<sup>4</sup> Le secteur de l'eau en Algérie, Mission économique, MINEFI, 2005

insatisfait : de l'ordre de 600 millions de m<sup>3</sup> actuellement. A l'horizon 2020, si les plans de développement sont appliqués, la demande d'eau irriguée serait triplée.<sup>1</sup>

En Algérie, l'investissement dans le dessalement d'eau de mer représente une proportion importante dans l'investissement étranger direct dans le secteur de l'énergie, dont les hydrocarbures tiennent le haut du pavé. Le programme initié en 2001 prévoit la construction de 43 stations de dessalement d'ici 2019, pour un investissement total de 14 milliards de dollars. La technique du dessalement est beaucoup plus coûteuse que l'osmose inverse. Elle ne convient que si on construit simultanément une centrale électrique, puisque les usines thermiques consomment énormément d'énergie. Sans cela, le coût d'un m<sup>3</sup> d'eau pourrait monter jusqu'à 4 euros. Totalement inabordable pour la plupart des pays. Reste que le procédé qui permet de transformer l'eau de mer en eau douce est très gourmand en énergie, et donc coûteux, même la future usine de Makta présentée comme particulièrement rentable, facturera le mètre cube d'eau 34 dinars, environ ½ dollar, cela reste beaucoup plus cher que l'eau douce issue des barrages<sup>2</sup>.

En réalité, les usines de dessalement consomment beaucoup d'énergie et par conséquent émettent des gaz à effet de serre. Elle craint d'ailleurs que les nouvelles usines de dessalement d'eau de mer entraînent le déploiement d'installations de production d'énergie nucléaire ; tel que le Qatar et le projet de Ras Laffan qui sera la plus grande installation de production d'électricité et de dessalement d'eau de mer du pays, avec une production quotidienne de 2.730 MW d'électricité et de 286.000 m<sup>3</sup>/jour d'eau dessalée. La Jordanie et la Chine ont été plus loin en signant un accord de coopération nucléaire ouvrant la voie à une prochaine coopération en matière d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire, spécialement dans les domaines de la production d'électricité et du dessalement d'eau. Un accord de coopération entre l'Algérie et la France pour le dessalement nucléaire a été signé en décembre 2007. Or, les autorités publiques de l'eau et l'industrie du dessalement semblent s'orienter vers la création d'usines toujours plus grandes et reliées entre elles<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> le plan national de l'eau : un plan directeur pour la gestion des ressources hydrauliques de l'Algérie du nord; <http://www.oieau.fr> ;

<sup>2</sup> <http://maghrebinfo.20minutes-blogs.fr>;

<sup>3</sup> La ruée vers le dessalement de l'eau de mer, Les Echos, 15 décembre 2007

## Problèmes environnementaux

- Rejet des saumures concentrées au double de la salinité naturelle en mer ou injectées dans le sol ;
- Rejet de polluants atmosphériques, notamment du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), des oxydes de soufre et d'azote et des particules solides.<sup>1</sup>
- Rejet d'eaux chaudes en mer dans le cas de la distillation ;
- Emploi de produits chimiques pour nettoyer les membranes (chlore et autres) ;
- Traces de cuivre échappés des installations ;
- Aucune législation spécifique concernant la potabilité de l'eau issue de ces traitements ;
- Exploitation du terrain pour la construction des usines.

Toute unité de dessalement doit généralement être accompagnée d'une unité de production d'énergie. Cette dernière génère évidemment une grande quantité de gaz à effet de serre, lesquels auront un impact – négatif – sur le climat et sur le cycle de l'eau. Or, dans la plupart des cas, le dessalement est précisément rendu nécessaire par les évolutions du climat et du cycle de l'eau. Certains craignent que la multiplication des usines de dessalement n'entraîne une relance à grande échelle de la construction de centrales nucléaires : chaque unité de dessalement serait accompagnée de son unité nucléaire. Il existe des projets d'usines de dessalement couplées à des sources renouvelables (éolien et solaire), comme à Perth en Australie.

Les scientifiques s'accordent sur le fait que les impacts des effluents (eaux rejetées) issus de ces usines sont principalement dus à la forte concentration en sel et dans une moindre mesure à la présence de produits chimiques (utilisés pour le fonctionnement de l'usine) et à la température potentiellement élevée de ces eaux. Les rejets des usines de dessalement sont soumis aux réglementations du protocole « Tellurique » de la convention de Barcelone à laquelle ont adhéré de nombreux pays européens côtiers de la méditerranée : France, Espagne, Israël, Egypte, Liban, Lybie, etc. Cette convention prévoit des valeurs limites de rejets pour de nombreux éléments (sels, chlore, température, etc.) et l'obligation de réaliser une étude d'impact (dossier examinant les conséquences environnementales d'un projet) avant la construction de l'usine.

---

<sup>1</sup> tinyurl.com, 2007

Lorsque la saumure est rejetée sans dilution ni traitement, elle induit une augmentation de la concentration en sel autour de la zone de rejet. Des travaux de recherche ont ainsi montré que les rejets de saumure issus des usines de dessalement du golfe persique augmentaient localement la concentration en sel de 5 à 10 mg/L, la concentration moyenne de l'eau de mer dans cette région avoisinant les 45 mg/L.<sup>1</sup> Une unité de dessalement génère une grande quantité de saumure, composée de divers sels, métaux lourds, composés organiques... Si cette saumure est rejetée dans la mer, cela entraîne un grand déséquilibre dans la composition physique et chimique de l'eau de mer, avec des conséquences dramatiques sur la biodiversité. Ces solutions abaissent légèrement le pH de l'eau, qui passe d'environ 8,3 (l'eau de mer est légèrement alcaline) à environ 7, soit un pH neutre. L'acidité résiduelle est très rapidement éliminée par l'eau de mer.

En Espagne, des études menées en laboratoire et sur le terrain par l'équipe de José Luis Sánchez-Lizaso, de l'université d'Alicante, ont montré que la plante à fleurs aquatique *Posidonia oceanica*<sup>2</sup> est très sensible aux variations du taux de salinité de ses habitats naturels. Des effets notables sur la structure de la plante ont été observés à des taux de salinité d'à peine 39,1 g/l et sur sa vitalité dès 38,4 g/l<sup>3</sup>. Car, le premier risque vient du sel. En Méditerranée occidentale par exemple, la salinité naturelle de l'eau de mer se situe entre 37 et 38 grammes par litre (g/l), alors que la **salinité** du concentré osmotique peut atteindre les 70 g/l<sup>4</sup>. La forte teneur en sel du concentré rejeté avec l'osmose inverse risque donc de porter préjudice aux bancs de *Posidonia* classés habitat prioritaire par la directive européenne 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.

D'autres études ont également révélé que ces hausses de températures et de la salinité pouvaient également provoquer une diminution de la diversité et de l'abondance de la macrofaune benthique (organismes vivant sur le fond) : c'est le cas par exemple dans la zone de rejet de l'usine de dessalement de Dhekelia (Chypre).

---

<sup>1</sup> Elimelech, 2011.

<sup>2</sup> Herbier de posidonies de Méditerranée (*Posidonia oceanica*), une plante à fleurs aquatique très sensible aux variations du taux de salinité. Ces herbiers constituent un écosystème de premier plan en Méditerranée et exercent une fonction protectrice des littoraux contre l'érosion marine. Ces herbiers sont le refuge d'un grand nombre d'espèces animales (mollusques, poissons, crustacés etc.).

<sup>3</sup> J.L. Sánchez-Lizaso, *et al.*, *Desalination*, 221, 602, 2008.

<sup>4</sup> <http://www.larecherche.fr>;

On a ainsi observé une augmentation du taux de cadmium dans la crevette *Artemia franciscana* dans des zones de rejets de saumures<sup>1</sup>. A partir de certains seuils de concentrations, ces matières sont toxiques voire mortelles et peuvent déstabiliser certains échelons du réseau trophique (= chaîne alimentaire) et les équilibres de l'écosystème.

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. 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<sup>2</sup>. L'estimation à 300 kilogrammes par jour l'ensemble des rejets de cuivre de toutes les usines à distillation du Golfe<sup>3</sup>

En Algérie, le programme de dessalement d'eau de mer comprend la réalisation de 13 stations de capacités variables qui produiront à terme 2,26 millions de m<sup>3</sup>/j. Quant au taux de raccordement des ménages au réseau AEP, le rapport souligne qu'il est passé de 78 % en 1999 à 92 % en 2007, alors que la dotation quotidienne est, elle, passée de 123 à 165 litres par habitant en 2007. Outre l'AEP<sup>4</sup>, le même document révèle les grands progrès en matière d'assainissement, notamment la réalisation de 130 stations d'épuration d'eaux usées et une progression de 80 % du linéaire national des réseaux d'assainissement portant ce dernier de 21.000 à 38.000 km.

La mise en service de ces infrastructures a permis de disposer d'une capacité installée d'épuration des eaux usées de 270 millions de m<sup>3</sup>/an qui devra passer dès 2009 à 600 millions de m<sup>3</sup>/an, soit une capacité de traitement des rejets de l'ordre de 82 %. S'agissant du volet hydraulique agricole, la superficie irriguée, qui était de 350.000 ha en 1999, est passée à 860.000 ha. Les quantités d'eau emmagasinées dans

---

<sup>1</sup> UNEP, 2008

<sup>2</sup> S. Lattemann et T. Höpner, in *Protecting The Gulf's Marine Ecosystems From Pollution* par A. Abuzinada et al., Birkhäuser Verlag, Suisse, 2008.

<sup>3</sup> <http://www.eco-life.fr>

<sup>4</sup> [www.aep.dz](http://www.aep.dz)

l'ensemble des barrages d'Algérie ont atteint un taux de remplissage de 52,63 % au 3 avril contre 44,89 % sur la même période de l'année 2007. Les volumes d'eau collectée par les 59 barrages en exploitation se sont élevés à 3,06 milliards de m<sup>3</sup> en début avril contre 2,6 milliards de m<sup>3</sup> durant la même période de l'année 2007, soit une augmentation de l'ordre de 7 %. Les dernières pluies ont apporté, durant le mois de mars de l'année en cours, des volumes supplémentaires d'eau estimés à 341,39 millions de m<sup>3</sup>.

### **Conclusion**

Les ressources naturelles telles que l'eau sont et resteront limitées et finies. Les promesses du dessalement sont trompeuses. L'abondance illimitée, dans quelque domaine que ce soit, n'est qu'une illusion. Le dessalement de l'eau de mer pourrait apparaître comme la technologie miraculeuse permettant de répondre aux besoins de nos sociétés modernes. Pour certains, cette capacité miraculeuse s'étend jusqu'au domaine de la politique, puisque le dessalement constituerait la clé du conflit israélo-palestinien actuel. Le dessalement est aussi une manière de contourner des conflits politiques potentiels relatifs au partage de l'eau, comme en Espagne, où cette solution a finalement été privilégiée par rapport aux projets de transferts d'eau massifs entre différentes régions du pays.

La promotion à grande échelle du dessalement est une manière pour les autorités d'éviter de résoudre les problèmes de la gouvernance de l'eau par une fuite en avant : ainsi en Algérie, où les autorités n'ont pas amélioré le réseau depuis l'indépendance du pays en 1962, ou encore en Australie, en Israël et en Californie, où l'on veut éviter, pour des raisons idéologiques ou économiques, de remettre en cause des modes de vie et de production particulièrement gaspilleurs de l'eau. De ce fait, il faut bien porter l'attention vers les techniques qui visent un usage raisonné de l'eau, à conserver la ressource et à économiser l'eau. Il faut en particulier gérer l'eau de manière à éviter les fuites et les pertes, qui représentent en moyenne près de 20-30 % de la consommation d'eau dans le monde. Selon le Worldwatch Institute basé à Washington, cela permettrait d'éviter de recourir au dessalement, avec ses effets négatifs sur l'environnement et l'atmosphère. En outre, il faut louer les efforts faits en matière de recherche et de développement pour diminuer les consommations d'énergie et les rejets aux impacts environnementaux nocifs. En effet, la question de l'accès potable ne doit pas se faire au prix de lourdes pollutions qu'elles soient maritimes ou aériennes.

Le dessalement d'eau de mer, gourmand en énergie et à l'origine de rejets polluants, n'est pas une option de développement durable, même si des études à long terme manquent pour évaluer précisément l'impact de ces usines. Il s'agit d'une alternative d'adaptation au changement climatique qui ne devrait être adoptée que lorsque toutes les autres possibilités «durables » ont déjà été exploitées (en particulier l'utilisation rationnelle de l'eau et le recyclage des eaux usées) et qui devrait se limiter à la production d'eau potable pour la consommation humaine. Enfin, les projets de dessalement devront, autant que possible, intégrer des logiques d'emplois, de développement de filières industrielles, de création d'entreprises. Il est par conséquent important de préparer des actions de formation, de transfert de compétence et de technologies pour former une main d'œuvre qualifiée, source d'intégration et d'acceptation des projets, mais aussi pour la bonne gestion dans la durée<sup>1</sup>.

### **Bibliographie**

- ▶ Collection of Chemical & Engineering News, American Chemical Society, Washington, D.C.
- ▶ Christiane Galus, « Dessalement de l'eau de mer : un marché très prometteur », *Le Monde*.2008.
- ▶ F Galland, Géopolitique de dessalement, Note de la FRS n°18/2008, septembre 2008, p 7
- ▶ J.L. Sánchez-Lizaso, *et al.*, *Desalination*, 221, 602, 2008.
- ▶ Henri Boyé, Eau, énergie, dessalement et changement climatique en Méditerranée, Plan Bleu, Août 2008, p37.
- ▶ Léopold Mayer, Worldwatch Institute annual report « *State of the World 2004* », Washington, D.C. (traduit en français par M.L. Bouguerra : *La consommation assassine. Comment le mode de vie des uns ruine celui des autres. Pistes pour une consommation responsable*, Editions Charles-, Paris, 2005).
- ▶ M .L. Bouguerra in « *Manière de voir. Le Monde Diplomatique* » N° 81, Juin-Juillet 2005, p.41-44.
- ▶ M.L. Bouguerra, *Water under threat*, Zed Books, London, 2006.
- ▶ « *L'eau. Attention fragile* », Dossier in *Pour la Science* (Scientific American), Paris, Janvier-Mars, 2008.
- ▶ Welker Environmental Consultancy for Water Cooperation, *Perth Metropolitan Desalination Proposal. Environmental Protection Statement*, 2002.
- ▶ La ruée vers le dessalement de l'eau de mer, Les Echos, 15 décembre 2007.

---

<sup>1</sup> Henri Boyé, Eau, énergie, dessalement et changement climatique en Méditerranée, Plan Bleu, Août 2008, p37

- ▶ S. Lattemann et T. Höpner, in *Protecting The Gulf's Marine Ecosystems From Pollution* par A. Abuzinada et al., Birkhäuser Verlag, Suisse, 2008.
- ▶ <http://eau.apinc.org/spip.php?article543>
- ▶ Le secteur de l'eau en Algérie, Mission économique, MINEFI, 2005
- ▶ <http://www.oieau.fr> ;
- ▶ <http://maghrebinfo.20minutes-blogs.fr>;
- ▶ <http://infos-eau.blogspot.com/>
- ▶ <http://www.larecherche.fr>;
- ▶ <http://www.actu-environnement.com>
- ▶ <http://www.eco-life.fr>
- ▶ <http://www.aep.dz>

❖ **Djoher ABDERRAHMANE**  
❖ **Maître de conférences Classe B.**  
❖ **Université Oran 2. Mohamed Ben Ahmed.**  
❖ **Email : djoher83@yahoo.fr**

---

❖ **Chaouki BOURI.**  
❖ **Maître de conférences Classe A.**  
❖ **Université Oran 2. Mohamed Ben Ahmed.**  
❖ **Email : bouri.chaouki@yahoo.fr**