

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة علي لونيبي – البلدية 2

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

الملتقى العلمي الدولي حول الاقتصاد الأخضر كنموذج تنموي جديد لدعم أبعاد التنمية المستدامة

في الجزائر - دراسة التجارب -

يومي 24 – 25 أكتوبر 2021



### استمارة بيانات المشارك

Nom: RAMDANE

اللقب: رمضان

Prénom: Abdelmadjid

الاسم: عبد المجيد

البلد: الجزائر

الجنسية: جزائري

الوظيفة: أستاذ العلوم السياسية

جهة العمل: جامعة قاصدي مرباح – ورقلة

الرتبة العلمية: أستاذ محاضر (أ)

آخر مؤهل علمي: التأهيل الجامعي يوم 08 ماي 2018

رقم الهاتف: 06.63.72.33.75

البريد الإلكتروني: [majiram@gmail.com](mailto:majiram@gmail.com)

رقم المحور: الرابع

(الاستثمار في القطاعات الاقتصادية في إطار تنموي مستدام : الموارد المائية)

عنوان المداخلة:

Dessalement de l'eau de mer en Algérie :

Solution durable face à la pénurie d'eau

# Dessalement de l'eau de mer en Algérie : Solution durable face à la pénurie d'eau

Dr. Abdelmadjid RAMDANE

Maitre de conférences (A)

Université Kasdi Merbah -Ouargla (Algérie)

## Résumé :

En raison de la pénurie d'eau, sous l'effet de la croissance démographique et du changement climatique, la plupart des pays du monde, y compris l'Algérie, comptent sur les nouvelles méthodes pour fournir de l'eau potable. La méthode la plus utilisée est celle du dessalement de l'eau de mer.

Le développement de procédés de dessalement ayant de meilleures performances, et ce, à plus faible coût fait de cet outil une avenue intéressante pour répondre à la crise de l'eau.

Toutefois, les décisions pour développer le dessalement doivent être évalué d'une manière intégrée autour des situations et des besoins en eaux, du financement des projets, des coûts économiques et des impacts sociaux et environnementaux, pour un développement durable.

**Mots-clés :** eau, pénurie, dessalement, développement durable, Algérie.

## ملخص:

بدأت معظم دول العالم، بما في ذلك الجزائر، تعتمد على طرق جديدة لتوفير مياه الشرب، بسبب ندرة المياه والنمو الديموغرافي وتغير المناخ، وأصبحت تحلية مياه البحر الطريقة الأكثر استخدامًا في هذا المجال، حيث أن تطوير عمليات تحلية المياه بأداء أفضل وبتكلفة أقل يجعلها أداة ذات أهمية استراتيجية للاستجابة لأزمة المياه.

مع ذلك، يجب تقييم قرارات تطوير تحلية المياه بطريقة متكاملة بخصوص آليات التزود بالمياه، وتمويل المشاريع، والتكاليف الاقتصادية والآثار الاجتماعية والبيئية، تحقيقًا لتنمية مستدامة.  
**الكلمات المفتاحية:** الماء، الندرة، التحلية، التنمية المستدامة، الجزائر.

## Abstract :

Most countries of the world, including Algeria, are relying on new methods to provide safe drinking water, due to water scarcity, demographic growth and climate change. The most widely used method is that of seawater desalination.

The development of desalination processes with better performance at lower cost makes this tool an interesting avenue for responding to the water crisis.

However, decisions to develop desalination must be assessed in an integrated manner around water situations and needs, project financing, economic costs and social and environmental impacts for sustainable development.

**Keywords:** water, scarcity, desalination, sustainable development, Algeria.

## **1. Introduction**

La crise de l'eau et un accès restreint à l'eau potable dans de nombreuses régions ainsi que l'amélioration constante des technologies de dessalement ont entraîné une augmentation du dessalement dans le monde, en particulier le dessalement de l'eau de mer.

L'Algérie a connu, depuis le début de ce siècle, une succession de périodes de sécheresses intenses et persistantes. Suite à cette situation, les pouvoirs publics algériens ont mis en œuvre un programme pour approvisionner en eau potable à partir d'unités de dessalement de l'eau de mer.

Le dessalement de l'eau est une des premières méthodes de traitement de l'eau utilisée par l'homme. De nos jours, plusieurs méthodes de dessalement sont disponibles. Peu importe la technologie utilisée, la procédure de dessalement comprend quatre étapes : la prise d'eau, le prétraitement, le procédé de dessalement et le post-traitement. À la fin de la procédure, l'eau est transformée en eau douce à faible concentration en sels dissous.

Le dessalement de l'eau est donc, le processus par lequel le sel est retiré de l'eau afin de produire une eau ayant une quantité de sel adéquate pour la consommation humaine, l'agriculture ou les procédés industriels, soit généralement moins de 500 mg/l.

En fonction de la technologie utilisée, l'eau douce produite est soit potable pour la consommation humaine ou utilisable pour l'irrigation agricole ou pour l'utilisation dans des procédés industriels.

Les technologies de dessalement présentent l'avantage d'augmenter la quantité d'eau douce disponible à partir d'une source infinie d'eau qui ne dépend pas des variations climatiques. La production d'eau douce par dessalement est une stratégie intéressante pour répondre à la demande grandissante en eau douce et combattre la crise de l'eau qui est accentuée, entre autres, par les changements climatiques. Toutefois, cette méthode de gestion fait l'objet de plusieurs critiques en raison des risques qui y sont associés.

### **Problématique**

Conscients de l'importance de l'enjeu environnemental, les pouvoirs publics algériens manifestent un intérêt soutenu à la disponibilité et à la maîtrise qualitative et quantitative de l'eau ainsi qu'à la préservation de la faune et de la flore.

Pour cela, les instances concernées par la protection de l'environnement appellent une vigilance particulière et une évaluation scientifique des impacts possibles sur le milieu de rejet choisi à cet effet.

Dans ce contexte, on se pose la question suivante : Dans quelle mesure le dessalement de l'eau de mer peut-il être la solution durable aux problèmes de pénurie de l'eau en Algérie ?.

## **2. L'eau sur terre**

L'eau a une place très importante sur Terre prenant différentes formes et totalisant environ 1 385,9 millions de kilomètres cube (km<sup>3</sup>). Elle recouvre 72 % de la surface du globe sous forme d'océans, de lacs et de rivières. L'eau douce représente environ 10 % de la quantité totale utilisée mondialement. Elle inclut l'eau utilisée au quotidien, entre autres, pour boire, cuisiner et se laver.<sup>1</sup>

Les activités humaines et l'augmentation de la demande en eau douce générée par l'augmentation de la population, la production d'énergie, la croissance économique et les habitudes alimentaires créent une grande pression sur la disponibilité de la ressource en eau douce. Elles ont une influence sur le caractère renouvelable des ressources en eau douce puisqu'il dépend grandement de la durabilité de l'utilisation qui est faite des ressources.<sup>2</sup>

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que chaque personne a besoin d'environ 20 à 50 litres d'eau douce par jour, soit environ 0,02 m<sup>3</sup> à 0,05 m<sup>3</sup> d'eau par jour, pour répondre à ses besoins fondamentaux d'hydratation et d'hygiène personnelle. L'OMS considère qu'au-delà de 100 litres d'eau douce par jour, soit environ 0,1 m<sup>3</sup> d'eau par jour, une personne vit dans une situation de confort.

En 2014, environ 80 % de la population mondiale vivait dans une situation d'insécurité face aux ressources en eau douce. Ce chiffre devrait augmenter au courant des prochaines années avec les changements climatiques, l'augmentation de la demande et l'utilisation non durable des ressources en eau qui ne vont qu'exacerber la crise de l'eau.<sup>3</sup>

Toutefois, avec l'augmentation de la demande en eau douce et la pression exercée par les changements climatiques sur la disponibilité, l'accessibilité et la qualité des ressources en eau douce, les sources conventionnelles d'eau douce comme l'eau de pluie, la fonte des neiges et le ruissellement ne suffisent plus à combler la demande.<sup>4</sup>

Pour lutter contre la raréfaction de l'eau et pour contribuer à l'atteinte de l'objectif du Programme de développement durable des Nations Unies, les communautés vivant dans des régions vulnérables face aux ressources en eau douce ainsi que dans des régions vulnérables face aux changements climatiques ayant un impact sur les ressources en eau douce doivent combiner les mesures d'atténuation avec des stratégies qui permettent d'augmenter la quantité d'eau douce disponible pour répondre à la demande.<sup>5</sup>

Plusieurs outils technologiques permettent d'augmenter la quantité d'eau douce disponible, entre autres, des technologies de dessalement. Ces technologies présentent une option intéressante, à petite et à grande échelle, pour augmenter la quantité d'eau douce disponible.

Certaines régions où les ressources en eau douce sont rares mettent déjà en pratique les stratégies de conservation de l'eau et d'amélioration de l'offre en eau douce par le biais du dessalement de l'eau de mer.

### **3. L'eau de mer et l'évolution du dessalement**

Compte tenu de l'évolution rapide de la croissance de la population mondiale et de ses activités économiques sur fond de changement climatique, de nombreux pays auront besoin de solutions urgentes. Dessaler l'eau de mer est, donc, l'idée la plus séduisante.

#### **3.1. Eau de mer**

L'eau de mer contient en moyenne 35g/l de sels qui sont essentiellement des chlorures de sodium (76%) et de magnésium (11%), des sulfates de magnésium (5%), de calcium (3,5%) et de potassium (2,4%). Dans l'eau, Les sels sont sous forme d'anions chlorures et sulfates parallèlement aux cations sodium, magnésium, calcium et potassium.

La salinité de l'eau de mer n'est pas constante. Dans les zones maritimes chaudes et partiellement fermées elle est plus élevée : en méditerranée elle varie de 36 à 39g/l, dans le Golfe Persique elle peut monter au-delà de 60g/l. C'est l'inverse dans les mers froides recevant de forts apports fluviaux : 7g/l dans la Baltique.<sup>6</sup>

Le calcul théorique du coût énergétique du dessalement pur d'une eau à 35g/l, sans pertes annexes, et dans les meilleures conditions possibles est de 536 Wattheures par m<sup>3</sup>. C'est le cas d'un dessalement rejetant la saumure (eau dont la concentration en sel est très élevée) à une concentration en sels sensiblement inférieure à la saturation, la ressource en eau de mer étant bien plus grande que les besoins en eau douce. Cette valeur est évidemment la limite inférieure du coût en énergie. Dans la pratique, il existe des pertes inévitables qui vont alourdir le bilan.<sup>7</sup>

#### **3.2. L'historique du dessalement**

Historiquement, le dessalement commercial a débuté vers 1965 avec une capacité mondiale d'environ 8.000 m<sup>3</sup>/jour en 1970 pour atteindre environ 86.6 Mm<sup>3</sup>/jour à fin 2015. De 1997 à 2008, le taux composé de croissance annuel du dessalement était de 17 %. Le dessalement a augmenté de façon exponentielle au rythme de 14 % par an de 2007 à 2012 avant que le taux baisse à 3 % par an de 2012 à 2015. L'on a pu construire de grandes usines et des usines de très

grande taille parce qu'elles sont devenues économiquement viables. Le dessalement dans les pays méditerranéens reflète la progression mondiale.<sup>8</sup>

Donc, les efforts en matière de dessalement à l'échelle mondiale se sont accrus de façon exponentielle en raison de l'augmentation de la demande d'eau douce et de l'amélioration des technologies ainsi que de la viabilité économique. La région méditerranéenne a suivi la tendance mondiale. Les technologies ont également évolué et se sont accompagnées d'une meilleure prise de conscience des possibles impacts sur l'environnement, notamment sur le milieu marin.<sup>9</sup>

Il existe un déséquilibre entre la rive nord et la rive sud de la Méditerranée, la deuxième étant considérée comme l'une des régions du monde les plus pauvres en eau. En conséquence, les efforts de dessalement autour de la Méditerranée se concentrent surtout sur ses rives sud et est, ainsi qu'en Espagne. En 2013, plus de 1 532 usines de dessalement d'eau de mer se sont installées autour de la mer Méditerranée avec une capacité totale cumulée d'environ 12 Mm<sup>3</sup>/jour. Le dessalement de l'eau de mer par osmose inverse représentait environ 80 % de la production. Presque toute l'eau dessalée produite est consommée comme eau potable par les municipalités.<sup>10</sup>

Les usines de dessalement se multiplient dans de nombreux pays (Libye, l'Australie, la Grande Bretagne); surtout dans les pays en prise à des pénuries d'eau (Algérie, Libye, pays du golfe) mais aussi dans les pays d'Europe du sud (Espagne, Italie, Grèce) et aux États-Unis.<sup>11</sup>

Les plus grandes unités existantes actuellement, également les plus anciennes, sont situées dans la Péninsule Arabique. L'usine de Jebel Ali, aux Emirats Arabes Unis reste la plus grande du monde avec une capacité de 900.000 m<sup>3</sup> /jour, celle de Jubail (également distillation) en Arabie Saoudite produit 800.000 m<sup>3</sup> /jour. La distillation est préférée dans ces zones d'exploitation pétrolière car elle utilise du gaz qui, autrement, serait brûlé.<sup>12</sup>

Il y aurait, en 2014, environ 13000 unités de dessalement dans le monde, les 2/3 traitant de l'eau de mer et le reste des eaux saumâtres (eaux salées non potables de salinité inférieure à celle de l'eau de mer). La production totale actuelle serait de l'ordre de 58 Mm<sup>3</sup> /jour (47 à partir d'eau de mer et 11 à partir d'eaux saumâtres). Cela représente environ 1% de la quantité d'eau potable consommée mais la production s'accroît de 10% par an.

D'après le *International Desalination Association* (IDA), un organisme à but non lucratif associé aux Nations Unies qui travaille exclusivement sur les technologies de dessalement et les technologies de réutilisation de l'eau, en 2019, plus de 300 millions de personnes dépendaient de l'eau douce produite par dessalement pour répondre à leurs besoins quotidiens, en tout ou en partie. Cette

eau douce était produite dans une des 20 516 usines de dessalement présentes mondialement. La capacité totale de ces usines à produire de l'eau douce est d'environ 122,32 millions m<sup>3</sup> par jour.<sup>13</sup>

#### 4. Technologies de dessalement

Les différentes technologies de dessalement se comparent principalement sur leur rendement ainsi que sur leur taux de rejets de saumure. Le rendement d'une installation de dessalement va dépendre de la technologie utilisée et du type d'eau d'alimentation.<sup>14</sup>

Le tableau ci-dessous présente les technologies de dessalement les plus répandues. Les procédés membranaires reposent sur la séparation du sel et de l'eau par le biais d'une membrane tandis que les procédés thermiques reposent sur le changement de phase de l'eau.<sup>15</sup>

Type de procédé	Technologie
Membranaire	Osmose inverse (RO)
	Nanofiltration (NF)
	Osmose (FO)
	Électrolyse (ED)
Thermique	Électrodéionisation (EDI)
	Électrolyse inverse (EDR)
	Distillation multieffets (MED)
	Dessalement multiples flash (MSF)
	Compression de vapeur (VP)
Hybride	Distillation par membrane (MD)

#### Technologies de dessalement

Source : (Ejaz Ahmeda et al., 2019).

Durant le processus de dessalement, l'eau d'alimentation est séparée en deux, soit l'eau douce (le produit) et la saumure (le rejet). La saumure est un concentrée contenant les sels dissous et autres contaminants qui ont été retirés de l'eau d'alimentation pour obtenir de l'eau douce. La concentration en sel de la saumure dépend de la concentration en sel de l'eau initiale.<sup>16</sup>

L'efficacité de procédé de dessalement sur le plan du volume est définie par le taux de récupération d'eau à la suite du traitement. Le taux de récupération indique la proportion de l'eau initiale qui est transformée en eau douce versus la proportion de l'eau initiale qui est rejetée sous forme de saumure et qui nécessite une gestion. À titre d'exemple, un taux de 0,3 signifie que 30 % de l'eau initiale est transformée en eau douce tandis que 70 % de l'eau initiale est rejetée sous forme de saumure.<sup>17</sup>

Le taux de récupération d'eau des différentes installations de dessalement

dépend de différents facteurs comme la technologie de dessalement utilisée et la qualité de l'eau initiale, c'est-à-dire son taux de salinité.

D'une part, les technologies utilisant des procédés membranaires ont généralement un plus haut taux que les technologies utilisant des procédés thermiques, donc une meilleure efficacité en termes de volume.<sup>18</sup>

D'autre part, plus l'eau initiale a une salinité élevée, plus il sera difficile d'avoir un bon taux, et plus les coûts reliés à l'exploitation de l'usine de dessalement seront élevés en raison de l'énergie nécessaire pour dessaler l'eau.<sup>19</sup>

## **5. Enjeux relatifs au dessalement de l'eau et pistes de solutions**

Les études prédisent que les installations de dessalement devront augmenter leur capacité de production d'eau douce par jour afin de répondre à la demande. Il sera donc question d'usines de dessalement ayant la capacité de produire des mégatonnes d'eau douce par jour.<sup>20</sup>

Les technologies de dessalement qui ont été décrites dans le chapitre précédent permettraient de répondre en tout ou en partie à la crise de l'eau en augmentant la quantité d'eau douce disponible.

Toutefois, malgré son potentiel, le dessalement de l'eau comporte des enjeux et des considérations économiques, sociales et environnementales.<sup>21</sup>

En effet, le dessalement de l'eau présente des enjeux environnementaux, économiques et sociaux, positifs et négatifs, qui méritent d'être analysés afin de limiter la création d'impacts néfastes découlant de leur utilisation. Le développement continu des techniques de dessalement permet d'améliorer la performance du processus de purification et de diminuer le coût énergétique tandis que l'utilisation de sources d'énergies renouvelables permet de diminuer le coût économique et le coût environnemental associés aux technologies de dessalement.<sup>22</sup>

### **5.1. Enjeux environnementaux : saumures et polluants chimiques**

Plusieurs impacts environnementaux négatifs découlent du dessalement de l'eau, et ce, peu importe la technologie utilisée pour procéder au dessalement. En raison de l'importance du dessalement de l'eau dans la lutte contre la crise de l'eau, il est primordial de comprendre quels sont ces enjeux négatifs afin d'y répondre avec des solutions durables.

Concernant l'impact environnemental, le dessalement produit les saumures fortement concentrées qui peuvent également contenir d'autres polluants chimiques, ce qui représente un défi ; des études plus complètes sont nécessaires pour identifier la juste proportion de tous les contaminants en saumures de



dessalement ; les responsables de l'eau doivent soigneusement surveiller et réduire au minimum les concentrations des produits chimiques dans les décharges de saumure. Des règlements sont nécessaires pour protéger l'environnement local et la santé humaine, en outre la normalisation des équipements de dessalement de l'eau de mer :<sup>23</sup>

- 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. A capacité identique, le recyclage des eaux usées est nettement moins cher que le dessalement d'eau de mer, avec une consommation d'énergie deux fois moins importante. Le procédé de désalinisation doit par ailleurs être amélioré par le développement de nouvelles techniques de traitement utilisant moins de produits chimiques (microfiltration ou nanofiltration).
- Lorsque le dessalement est l'unique solution pour alimenter les populations en eau douce, des études scientifiques précises doivent être menées sur site avant implantation de l'usine, pour en limiter les impacts, au risque de détruire les écosystèmes marins locaux.

## **5.2. Enjeux économiques : coût des installations**

Le coût économique relié à la production d'eau douce par dessalement inclue d'une part le coût d'investissement initial et d'autre part le coût d'exploitation. La prise de conscience face aux impacts environnementaux reliés au dessalement fait en sorte que la violation des obligations environnementales engendre dorénavant des coûts importants pour les installations de dessalement, en fonction de leur localisation géographique. Le coût d'investissement varie en fonction du type de technologie utilisée.

Toutefois, le coût plus élevé relié à l'eau dessalée est plus facilement accepté puisque ces technologies sont utilisées dans des endroits où le besoin en eau douce est criant. Les régions ont bien souvent comme seule autre option de ne pas avoir assez d'eau potable ou d'avoir une eau potable de mauvaise qualité.<sup>24</sup>

Par contre, ce n'est pas optimal d'un point de vue économique d'utiliser les technologies de dessalement s'il y a une source d'eau douce conventionnelle renouvelable disponible.<sup>25</sup>

### **5.3. Enjeux sociaux : apport supplémentaire en eau douce**

Les technologies de dessalement ont un impact positif à bien des égards quant à l'aspect social puisqu'elles permettent de répondre à un besoin essentiel : la demande en eau douce. L'apport supplémentaire en eau douce de qualité contribue non seulement à répondre aux besoins relatifs à la consommation humaine, mais peut aussi être utilisé pour assurer une meilleure sécurité alimentaire. La place centrale de l'eau douce fait en sorte que les technologies de dessalement ont des répercussions positives sur plusieurs aspects sociaux.

Les technologies de dessalement ne font habituellement pas l'objet d'opposition sociale ou de conflit avec d'autres sources d'eau dans les régions où la quantité en eau douce disponible est insuffisante. Toutefois, même si l'eau dessalée respecte les normes de qualité pour être considérée de l'eau potable, il peut parfois y avoir des problèmes d'acceptabilité sociale face à certaines facettes de l'eau douce issue du dessalement. En effet, en fonction de la concentration en sels dissous présents dans l'eau, l'eau produite par dessalement peut subir une variation dans son goût et sa couleur lors de son entreposage et de son acheminement. Bien que n'ayant pas de conséquence connue sur la santé humaine, il peut être difficile de faire comprendre à la population la raison du changement dans le goût et la couleur de l'eau.<sup>26</sup>

Notamment, comme mentionnée précédemment, une eau à faible teneur en sels dissous peut avoir un goût plat qui dérange certains consommateurs. Aussi, une eau déminéralisée peut avoir comme effet de donner l'impression aux consommateurs de recevoir une eau de moins bonne qualité.

## **6. Le dessalement de l'eau de mer en Algérie**

Les disponibilités en eau par habitant, en Algérie, n'ont cessé de diminuer entraînant un écart entre le volume demandé et le volume offert par les services de l'eau bien que la mobilisation n'ait jamais cessé de progresser.

Ainsi, l'année hydrologique 2001-2002 a été une année de crise charnière tant pour l'alimentation en eau que pour une redéfinition de la politique de l'eau. C'est durant cette année que le potentiel stratégique des réserves en eau a atteint son niveau le plus faible. Le déficit hydrologique a dépassé 50%, notamment dans les régions Centre et Est.

Un programme d'urgence de dessalement de l'eau de mer a donc été adopté dès 2002 pour répondre aux besoins. Il a été suivi d'un autre programme issu des résultats de l'étude générale sur le dessalement d'eau de mer, pour la réalisation de 13 grandes stations d'une capacité avoisinant 2,2 millions de

m<sup>3</sup>/jour, afin de couvrir les besoins en eau de 20 wilayas, dont 14 côtières et 6 limitrophes.<sup>27</sup>

### **6.1. Expérience de l'Algérie dans le domaine**

L'expérience de l'Algérie dans le dessalement de l'eau de mer est récente, elle date des années 2005 ou elle a produit 50 millions de m<sup>3</sup>/an et compte réaliser plus de 43 stations de dessalement de l'eau de mer pour un volume de 690 millions de m<sup>3</sup>/an en perspective de 2025 (800 millions de m<sup>3</sup>/an) et en 2040 (1000 millions de m<sup>3</sup>/an).

La démarche du dessalement est incontournable pour l'Algérie, car la majorité des spécialistes disent que c'est la ressource du XXI siècle. En effet, par le phénomène de la littoralisation, la plus grande partie de la population algérienne et des activités économiques se trouvent le long des 1200 Km de côte.<sup>28</sup>

### **6.2. Impacts sur l'environnement**

Parmi les impacts dus à une usine de dessalement, il y a ceux qui se limitent à la phase de construction et ceux qui sont liés à la phase d'exploitation. Les impacts commencent avec la transformation de l'occupation du sol, puis continuent avec des conséquences visuelles et des nuisances sonores pour s'étendre à des émissions dans l'atmosphère et des rejets dans l'eau ou sols ainsi qu'à des dommages potentiels pour le milieu récepteur.<sup>29</sup>

Les activités de construction et d'exploitation peuvent se traduire par une série d'impacts sur les différentes zones, affectant notamment la qualité de l'air, la qualité de l'eau, la flore et la faune, la perturbation d'écosystèmes importants (dunes de sable, herbiers marins et autres habitats vulnérables par suite de l'emplacement choisi pour le trajet des canalisations), le dragage et l'élimination des déblais qui en résultent, le bruit, les entraves à l'accès du public et aux loisirs. Les plus importants de ces impacts concernent la qualité de l'air et la qualité de l'eau qui retentissent ensuite sur la flore, la faune et les écosystèmes.

Le principal impact environnemental associé aux procédés de dessalement provient de la production de saumure : solution à forte teneur en sels qui résulte de la concentration de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre dessalée.

### **6.3. Solutions prometteuses envisageables**

Le dessalement est une bonne solution pour l'Algérie, vu l'explosion démographique et la croissance économique entraînant une demande en eau, qui dépasse de très loin les ressources disponibles. Autre point, rien n'indique que la sécheresse qui a sévi ces deux dernières décennies en Algérie laisse place à une pluviosité abondante.

Finalement, selon les spécialistes la méthode par osmose inverse donne de bas prix grâce à l'amélioration des technologies (membranes plus performantes et à durée de vie plus longue).

Aujourd'hui, le coût du mètre cube d'eau dessalé produit peut être comparé aux coûts induits par les investissements classiques (barrages, stations de traitement d'eau, transfert d'eau sur des centaines de kilomètres). De plus, pour le dessalement a pour ressource inépuisable, par contre le second cas classique, il est tributaire du remplissage des barrages, ce qui n'est pas toujours le cas malheureusement.<sup>30</sup>

Le dessalement de l'eau de mer pour la production d'eau est une solution pleine d'espoir pour l'avenir, au regard de la grave pénurie d'eau qui menace l'Algérie. Si elle est techniquement possible, cette opération est financièrement coûteuse. Mais, les procédés d'osmose, et plus récemment de nanofiltration, sont venus concurrencer progressivement les procédés plus anciens tels que : distillation, électrodialyse, échange d'ions, décarbonatation, pour des raisons essentiellement économiques et de facilité de mise en œuvre (automatisme simple, dépense énergétique faible...)<sup>31</sup>

Une autre solution prometteuse utilisant l'énergie solaire. Cette solution, envisagée depuis longtemps par les autorités algériennes, n'a vu le jour que récemment par l'achèvement d'un contrat de réalisation d'une station de dessalement de l'eau de mer regroupant la SONATRACH, la SONELGAZ et une Société de l'Afrique du Sud pour approvisionner la zone industrielle d'Arzew de 40,000 m<sup>3</sup>/j.<sup>32</sup>

#### **6.4. Le dessalement en Algérie dans les horizons proches**

En 2018, on comptait onze (11) stations, d'une capacité installée de 2,1 millions m<sup>3</sup>/jour, ont été réalisées et mises en service. Il s'agit des unités d'Arzew (Oran : 86.000 m<sup>3</sup>/j), de Hamma (Alger : 200.000 m<sup>3</sup>/j), de Skikda (100.000 m<sup>3</sup>/j), de Beni Saf (Ain Temouchent : 200.000 m<sup>3</sup>/j), Mostaganem (200.000 m<sup>3</sup>/j), Fouka (Tipaza :120.000 m<sup>3</sup>/j), Souk Tlala-(Tlemcen : 200.000 m<sup>3</sup>/j), Honein (Tlemcen : (200.000 m<sup>3</sup>/j), Cap Djinet (Boumerdès : 100.000 m<sup>3</sup>/j), Tenes (Chlef : 200.000 m<sup>3</sup>/j) et Maacta (Oran : 500.00 m<sup>3</sup>/j).<sup>33</sup>

Tout récemment aussi (septembre 2021), une nouvelle station de dessalement de l'eau de mer à Ain Benian (Alger), d'une capacité de production de 10.000 m<sup>3</sup>/jour, a été mise en service. L'eau de mer dessalée produite par cette station est destinée à répondre aux besoins en eau potable des habitants des communes d'Ain Benian et Hammamet et d'autres communes de la wilaya d'Alger.<sup>34</sup>

Le projet de la station de Ain Banyan fait partie du programme d'urgence mis en place par le ministère des Ressources en eau et de la Sécurité hydrique

pour remédier au stress hydrique au niveau de la capitale, qui comprend également la réhabilitation de deux autres stations de dessalement à savoir, Palm Beach (d'une capacité de 7.500 m<sup>3</sup>/j) et Zeralda qui devrait entrer en service avant la fin 2021, outre la réalisation de trois nouvelles stations aux mêmes fins à Corso (d'une capacité de 80.000 m<sup>3</sup>/j), Bateau cassé Bordj El Kiffan (d'une capacité de 10.000 m<sup>3</sup>/j) et El-Marsa (d'une capacité de 60.000 m<sup>3</sup>/j). Celles-ci entreront en service avant la saison estivale 2022.

Dans le même contexte, le ministère prévoit la réalisation de deux grandes stations de dessalement, chacune d'une capacité de 300.000 mètres cubes par jour, à l'horizon 2027. L'une des deux stations sera mise en place dans la région Est de la capitale, tandis que l'autre sera réalisée dans la région Ouest.<sup>35</sup>

### **Conclusion :**

L'industrie du dessalement en constante progression a encouragé la recherche et l'ingénierie pour développer de nouvelles technologies, des technologies hybrides, afin de repenser les composants des systèmes en place pour améliorer l'efficacité, réduire la consommation d'énergie et de produits chimiques et les rejets.

Il est important pour les instances concernées en Algérie de s'assurer qu'il est possible de faire une gestion durable des enjeux environnementaux entourant les technologies de dessalement afin de ne pas créer d'impacts négatifs supplémentaires sur les différents écosystèmes par l'utilisation de cet outil.

Ces mêmes instances doivent effectuer une étude des impacts environnementaux préalablement à la construction de l'installation de dessalement afin de minimiser les risques et de concevoir une installation en respect des limites du milieu, notamment quant à l'emplacement de la prise de l'eau d'alimentation et du mode de gestion des rejets de saumure.

Il ressort de l'analyse que le dessalement de l'eau a des effets positifs sur plusieurs objectifs de développement durable. De plus, les impacts négatifs associés au dessalement diminuent grandement lorsque les mesures nécessaires sont mises en place pour assurer la prise en charge des potentiels enjeux environnementaux, sociaux et économiques entourant la production d'eau douce par dessalement.

## Notes

- 
- <sup>1</sup> . Sophie Gonthier. *Le dessalement de l'eau : Un outil d'adaptation potentiel dans une optique de développement durable*. Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement. Sous la direction de François Lafortune, Maîtrise en environnement. Université de Sherbrooke, Canada. Janvier 2020. p.14.
- <sup>2</sup> . Idem. p.20.
- <sup>3</sup> . Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). *Eau propre et assainissement : progrès relatifs aux niveaux de stress hydrique*. Publié en 2018. Repéré le 15/09/2021 à [http://www.unwater.org/app/uploads/2018/12/SDG6\\_Indicator\\_Report\\_642\\_Progress-on-Level-of-Water-Stress\\_2018\\_FRENCH.pdf.pdf](http://www.unwater.org/app/uploads/2018/12/SDG6_Indicator_Report_642_Progress-on-Level-of-Water-Stress_2018_FRENCH.pdf.pdf)
- <sup>4</sup> . Jones, E., Qadir, M., Van Vliet, M., Smakhtin, V. et Kang, Seong-mu. *The state of desalination and brine production: A global outlook*. *Science of the Total Environment*, 657, 1343-1356. 2019.
- <sup>5</sup> . Gude, V.G. (2017). *Desalination and water reuse to address global water scarcity*. *Environ. Sci. Biotechnol.* 16 (4), 591–609. Repéré à <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11157-017-9449-7>. 2017.
- <sup>6</sup> . Jean Dunglas. *Le dessalement de l'eau de mer : Une nouvelle méthode pour accroître la ressource en eau*. Notes de travail n° 4. Manuscrit publié en février 2014 par l'Académie d'agriculture de France. p.2.
- <sup>7</sup> . Idem.
- <sup>8</sup> . Programme des nations unies pour l'environnement / Plan d'action pour la méditerranée. *Lignes directrices actualisées relatives à la gestion des activités de dessalement*. Rapport n°. UNEP(DEPI)/MED WG.439/7. Athènes, 2017. p.7.
- <sup>9</sup> . Idem.
- <sup>10</sup> . Khordagui, H. *Assessment of potential cumulative environmental impacts of desalination plants around the Mediterranean Sea*. Sustainable Water Integrated Management (SWIM) Final report, Activity 1.3.2.1. 2013. p. 22.
- <sup>11</sup> . Abdelkrim Khaldi, Kara Omar Abdellah. *Dessalement de l'eau de Mer et Impacts Environnementaux: Cas de la Station d'El-Mactaâ*. *Journal of Water and Environmental Science*. Vol. 1, (Numéro spécial ICWR 2) (2017), 249-253
- <sup>12</sup> . Jean Dunglas. Op. cit. p. 4.
- <sup>13</sup> . International Desalination Association (IDA). *Connecting People and Ideas to Water Solutions*. Publié en 2019. Repéré le 10/09/2021 à <https://idadesal.org/>
- <sup>14</sup> . Jones, E. et al. Op.Cit.
- <sup>15</sup> . Ejaz Ahmeda, F., Raed, H., Ali, D. et Nidal, H. *Mathematical and optimization modelling in desalination: State-of-the-art and future direction*. 2019. p.469.
- <sup>16</sup> . Wenten, I.G., Ariono, D., Purwasasmita, M. et Khoirudin. *Integrated processes for desalination and salt production: A mini-review*. AIP Conference Proceedings. 1818 (1).
- <sup>17</sup> . Jones, E. et al. Op.Cit.
- <sup>18</sup> . Xu, P., Cath, T.Y., Robertson, A.P., Reinhard, M., Leckie, J.O. et Drewes, J.E. *Critical review of desalination concentrates management, treatment and beneficial use*. *Environ. Eng. Sci.* 30(8), 502–514. Publié en 2013. Repéré à <https://pdfs.semanticscholar.org/6c05/07007abc534fc4b9895cd06b3ccb0ecad812.pdf>
- <sup>19</sup> . Idem.

- <sup>20</sup> . Kurihara, M. et Takeuchi, H. *SEWO-PRO system in Mega-ton Water System for energy reduction and low environmental impact*. *Water*, 10 (1), 48. Publié en 2018. Repéré à <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/1/48/htm>
- <sup>21</sup> . Richter, B.D., Abell, D., Bacha, E., Brauman, K., Calos, S., Cohn, A., Disla, C., Friedlander O'Brien, S., Hodges, D., Kaiser, S., Loughran, M., Mestre, C., Reardon, M. et Siegfried, E. *Tapped out: How can cities secure their water future?*. *Water Policy* 15(3), 335–363. 2013.
- <sup>22</sup> . Roberts, D.A., Johnston, E.L. et Knott, N.A. *Impacts of desalination plant discharges on the marine environment: a critical review of published studies*. *Water Res.* 44(18), 5117–5128. 2010.
- <sup>23</sup> . Vivien Lecomte. *Le dessalement de l'eau de mer : Quels impacts sur l'environnement ?*. Publié en 2014. Repéré le 11/09/2021 à <https://ecotoxicologie.fr/impacts-dessalement-eau-mer>
- <sup>24</sup> . Cotruvo, J., Voutchkov, N., Fawell, J., Payment, P., Cunliffe, D. et Lattemann, S. *Desalination: Technology, health and environment – extrait*. Repéré à <https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C07/E6-144-51-00.pdf>. 2010.
- <sup>25</sup> . Speckhahn, S. et Isgren, E. *The irresistible solution: rationale and risks of extending water limits through desalination in the case of Gotland, Sweden*. *Journal of political ecology*, 26, 128-149. Repéré à <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/JPE/article/download/22984/21934>. 2019.
- <sup>26</sup> . Organisation mondiale de la santé (OMS). (2017). *Directives de qualité pour l'eau de boisson : quatrième édition*. Repéré à <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258887/9789242549959-fre.pdf?sequence=1>. 2017.
- <sup>27</sup> . Samia AKLI, Slimane BEDRANI. *Produire de l'eau par le dessalement ou en l'économisant grâce à l'adoption de l'irrigation localisée ?*. Les Cahiers du CREAD n°96 /2011. pp. 51-70.
- <sup>28</sup> . A. Kettab, M. Bessnasse. *Dessalement d'eau de mer : option incontournable pour l'Algérie*. Publié en 2005. Repéré le 13/09/2021 à <https://www.researchgate.net/publication/340968037>
- <sup>29</sup> . N. NOUREDDINE et N. HASSINI. *Impact environnemental de la station de dessalement de Brédéah (Algérie) : entre le légal et le réel*. Repéré le 13/09/2021 à [https://www.iwra.org/member/congress/resource/abs398\\_article.pdf](https://www.iwra.org/member/congress/resource/abs398_article.pdf)
- <sup>30</sup> . A. Kettab et al. Op.Cit.
- <sup>31</sup> . Redjem Hadeif, Azzeddine Hadeif. *Le déficit d'eau en Algérie: une situation alarmante*. *Revue Desalination* 137 (2001) 215–218.
- <sup>32</sup> . M. Bouzana. *La distillation de l'eau de Mer pour diminuer la crise*. *Journal El Khabar*. Mai 2000.
- <sup>33</sup> . Ministère de l'énergie et des mines. *Projet de dessalement de l'eau de mer*. Posté le 03/07/2018. Repéré le 15/09/2021 à <https://www.energy.gov.dz/?article=projet-de-dessalement-de-l'eau-de-mer>
- <sup>34</sup> . Radio Algérie. *Mise en service de la station de dessalement de l'eau de mer d'Ain Benian*. Publié le 18/09/2021. Repéré le 14/09/2021 à <https://www.radioalgerie.dz/news/fr/article/20210918/217851.html>
- <sup>35</sup> . Idem.