



**LA DESALINISATION, UN MOYEN DURABLE POUR REPENDRE  
AU STRESS HYDRIQUE EN ARABIE SAOUDITE ?**

**[OCEAN WEEK] CYCLE SUR L'EAU - #4/7**

Par Chloé BERNARD



## À PROPOS DE L'ARTICLE

Essentielle à la vie humaine, l'eau douce est une ressource clé qui contribue à garantir la santé des populations, la sécurité alimentaire, le maintien de la paix et le développement des Etats<sup>1</sup>. Elle peut par ailleurs devenir source ou facteur aggravant d'un conflit si elle est mal répartie ou trop rare sur un territoire. L'Arabie saoudite, pays où les températures peuvent s'élever jusqu'à 55°C l'été et composé à 90 % de désert<sup>2</sup>, a parfaitement conscience du caractère stratégique de cette ressource. Aucun fleuve ou lac ne l'irrigue et les précipitations y sont rares<sup>3</sup>, ce qui lui vaut une situation hydrique parmi les dix pires au monde<sup>4</sup>. La gestion des ressources en eau douce représente dès lors un enjeu majeur pour le Royaume. Ainsi, comment la monarchie saoudienne répond-elle à la pénurie d'eau douce sur son territoire ? Le pays très gourmand en or bleu a choisi de recourir massivement à la désalinisation de l'eau de mer pour répondre à ses besoins. Cette méthode a néanmoins des conséquences non négligeables sur l'environnement ainsi que sur la sécurité énergétique du pays.

## À PROPOS DE L'AUTEURE

**Chloé BERNARD** est étudiante à Sciences Po Paris en master de sécurité internationale, spécialisée sur le Moyen-Orient. Elle est membre du comité Énergies & Environnement des Jeunes de l'IHEDN.



*Ce texte n'engage que la responsabilité de l'auteur. Les idées ou opinions émises ne peuvent en aucun cas être considérées comme l'expression d'une position officielle.*

<sup>1</sup> LEVY, Barry S, « Water and Armed Conflict », In *Water and Sanitation-Related Diseases and the Changing Environment: Challenges, Interventions, and Preventive Measures*, John Wiley & Sons, Inc., 52-54, Horizon International, 2019.

<sup>2</sup> GHANIM, A A. « Water Resources Crisis in Saudi Arabia, Challenges and Possible Management Options: An Analytic Review », *International Journal of Environmental and Ecological Engineering* 13, n° 2 (2019) : 6.

<sup>3</sup> ALAMRI, Ashwaq S, « Water Usage and Human Health: A Preliminary Study in Riyadh, Saudi Arabia », Oregon State University, 2019.

<sup>4</sup> MAKINSKY, Michel, « Jusqu'à quand tiendra l'Arabie saoudite ? » *Outre-Terre* 3, n° 44 (2015) : 321-28.

## Etat des lieux de la situation hydrique saoudienne

Les ressources en eau du Royaume saoudien tendent aujourd’hui à s’épuiser<sup>5</sup>. 50% de l'eau douce consommée dans le Royaume provient des nappes aquifères profondes<sup>6</sup> qui seront asséchées dans 25 ans si le rythme de pompage reste aussi soutenu. Le graphique suivant, montre que la majeure partie de l'eau prélevée par l'Arabie saoudite provient en effet de sources non renouvelables.

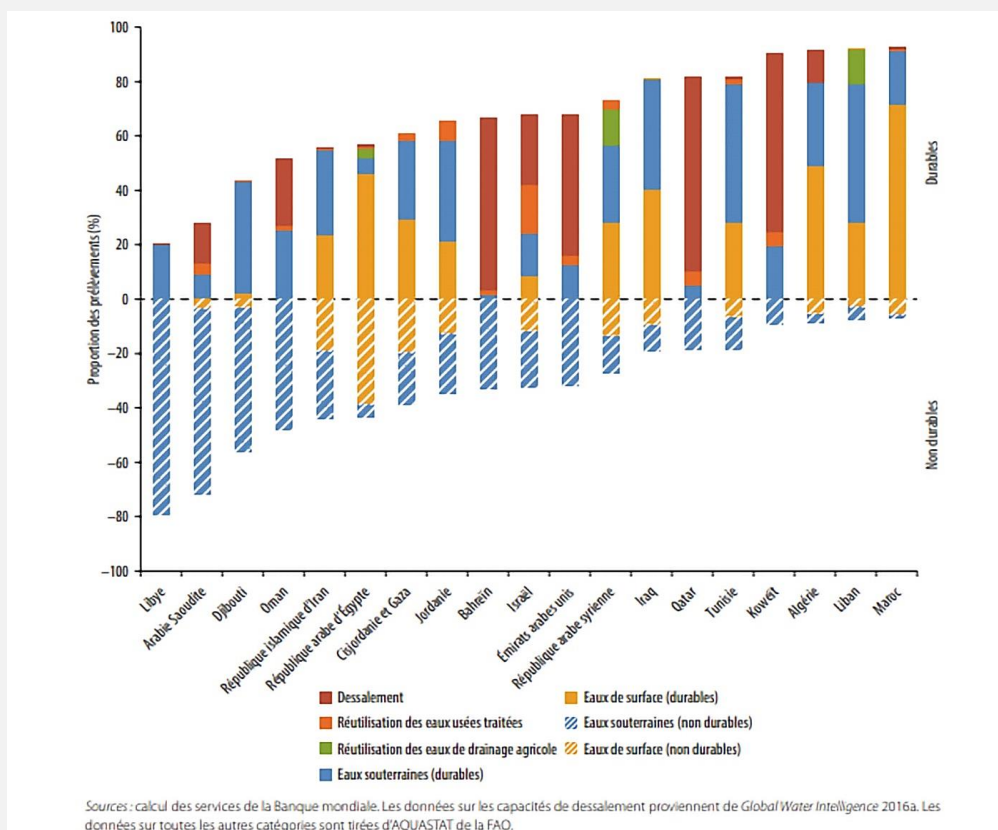


FIGURE 1 : GRAPHIQUE PRESENTANT LA VIABILITE DES PRELEVEMENTS RETRAITS D'EAU PAR SOURCE AU MOYEN-ORIENT ET AFRIQUE DU NORD<sup>7</sup>

<sup>5</sup> Bozorg-Haddad, Omid, ZOLGHADR-ASLI, Babak, SARZAEIM, Parisa, ABOUTALEBI, Mahyar, XUEFENG, Chu et A. LOAICIGA, Hugo, « Evaluation of water shortage crisis in the Middle East and possible remedies », *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 2019.

<sup>6</sup> MICHAELSON, Ruth, « Oil built Saudi Arabia – will lack of water destroy it ? », *The Guardian*, 6 août 2019.

<sup>7</sup> « Sécurité hydrique au Moyen-Orient et en Afrique du Nord », Glo.be, <https://www.glo-be.be/fr/articles/leau-source-de-vie-leau-source-dennuis-0>

Entre 1990 et 2025, la disponibilité en eau douce<sup>8</sup> par tête saoudienne devrait diminuer, passant de 160 m<sup>3</sup> par personne par an à seulement 50 m<sup>3</sup><sup>9</sup>. Le pays se dirige donc droit vers une crise de l'eau, aggravée par plusieurs facteurs.

Si le climat aride et désertique de l'Arabie saoudite influe évidemment sur les ressources disponibles en eau douce, le pays fait également face à une démographie galopante, avec une croissance de 2,3 % depuis 2016<sup>10</sup>, et une urbanisation en accélération. En outre, le niveau de vie a beaucoup augmenté depuis le début de l'ère pétrolière dans les années 70<sup>11</sup>. Le raccordement des nouveaux foyers à l'eau courante, l'explosion du secteur de la construction, le développement d'infrastructures pétrolières, aéroportuaires et routières ont ainsi entraîné une augmentation de la demande de l'eau d'environ 7 % par an<sup>12</sup>. La pression sur les ressources saoudiennes en eau douce, déjà rares, s'en est donc retrouvée accrue.

La situation actuelle est également due à une consommation d'eau excessive. En France, un individu consomme en moyenne 151 L d'eau par jour pour répondre à ses besoins domestiques<sup>13</sup>. En Arabie saoudite, ce nombre est doublé<sup>14</sup>. Par ailleurs, la population saoudienne est peu ou pas sensibilisée à la question de la rareté de l'eau douce, ce qui favorise les mauvaises pratiques et le gaspillage<sup>15</sup>. Jusqu'en 2017 l'eau était gratuite pour l'ensemble des consommateurs ce qui n'a pas encouragé une prise de conscience chez les Saoudiens<sup>16</sup>.

Enfin, la mauvaise gestion des ressources aqueuses peut aussi expliquer l'aggravation de la situation de stress hydrique à laquelle l'Arabie saoudite est confrontée. L'industrie représente 4 % de la consommation d'eau du Royaume et les villes 9 %<sup>17</sup>. C'est donc le secteur de l'agriculture qui est le plus gourmand en eau. Il absorbe 87 % de la consommation du pays alors qu'il ne représente que 3 % du PIB saoudien. Il existe donc un vrai problème de rentabilité de l'eau utilisée dans le secteur agricole.

---

<sup>8</sup> L'eau disponible ne comprend pas les ressources en eau dessalée, qui par définition ne sont pas « disponibles » à l'origine.

<sup>9</sup> Op. cit. LEVY, Barry S.

<sup>10</sup> Op. cit. GHANIM, A A.

<sup>11</sup> BOURBON, Jean-Claude, « Le Moyen-Orient, fer de lance du dessalement de l'eau », *La Croix*, 26 septembre 2018.

<sup>12</sup> CHAUVOT, Myriam, « L'Arabie saoudite privatise son eau pour mieux la gérer », *Les Echos*, consulté le 16 janvier 2020.

<sup>13</sup> Commissariat général au développement durable, « Consommation des ménages et environnement », *Repères*, 2011.

<sup>14</sup> Op. cit. MICHAELSON, Ruth.

<sup>15</sup> Op. cit. ALAMRI, Ashwaq S.

<sup>16</sup> Op. cit. BOURBON, Jean-Claude.

<sup>17</sup> Op. cit. GHANIM, A A.

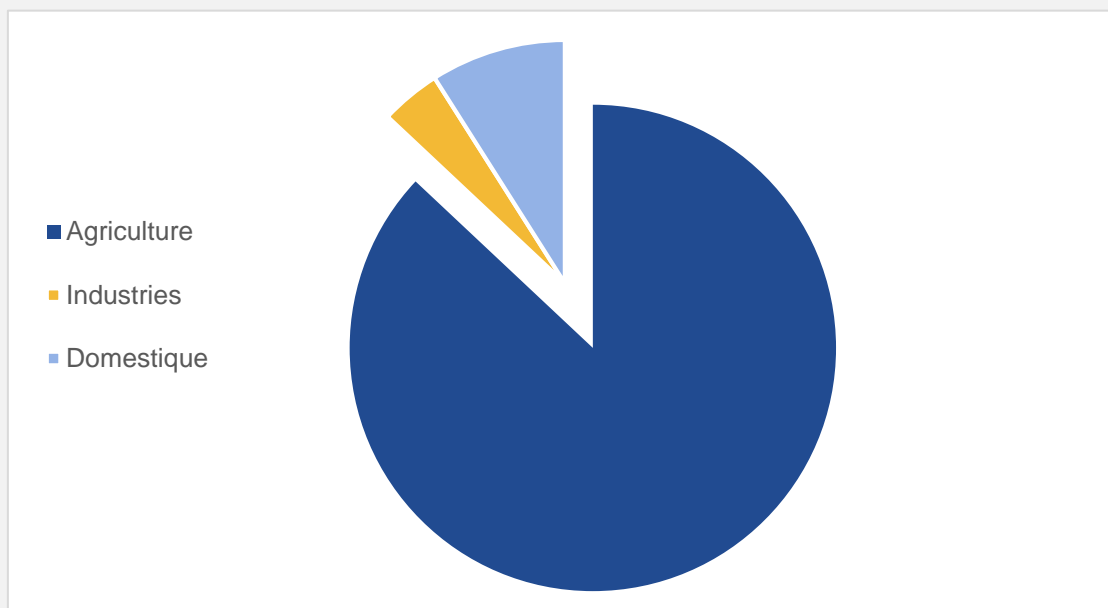


FIGURE 2 : GRAPHIQUE PRESENTANT LA CONSOMMATION EN EAU PAR SECTEUR EN ARABIE SAOUDITE, REALISE PAR L'AUTEURE<sup>18</sup>

Pour faire face au stress hydrique, les autorités saoudiennes ont développé dès les années 60<sup>19</sup> des usines de désalinisation de l'eau de mer dont le nombre n'a fait que croître dernièrement en raison de la pression toujours plus importante sur les ressources en eau douce du pays.

5

## La désalinisation, une méthode pour parer le manque d'eau douce

L'Arabie saoudite compte parmi les pays qui produisent le plus d'eau dessalée au monde. Sa trentaine d'usines de dessalement, réparties entre ses côtes est et ouest, assure en effet 22 % de la production mondiale d'eau dessalée, soit 4,6 milliards de mètres cubes<sup>20</sup>. 50 % de l'eau douce consommée dans le Royaume provient à l'origine de la mer<sup>21</sup>.

<sup>18</sup> Op. cit. GHANIM, A. A.

<sup>19</sup> « Arabie Saoudite - Dessalement de l'eau de mer, une issue pour l'avenir? », 2014.

<sup>20</sup> Op. cit. MALINSKY, Michel.

<sup>21</sup> Op. cit. MICHAELSON, Ruth.

La compagnie publique *Saline Water Conversion Corporation (SWCC)*, créée en 1974, prend en charge 69 % de la production d'eau dessalée du Royaume, le reste étant assuré par le secteur privé<sup>22</sup>. Certaines de ses centrales produisent également de l'électricité, totalisant 12% de la production électrique du Royaume<sup>23</sup>. La compagnie est enfin responsable de l'approvisionnement en eau des différentes régions via son réseau de pipelines long de 5600 km<sup>24</sup>.



FIGURE 3 : CARTE REPRESENTANT LES USINES DE DESALEMENT DE LA COMPAGNIE SWCC EN ARABIE SAOUDITE, REALISEE PAR L'AUTEURE<sup>25</sup>

Il existe de nombreuses techniques pour la désalinisation de l'eau de mer, réparties en grandes familles : la distillation, la méthode de séparation membranaire, l'échange ionique<sup>26</sup>... Cet article s'intéressera aux deux premières familles car elles regroupent les méthodes principalement utilisées en Arabie saoudite. Parmi le premier groupe, la distillation à effets multiples (*multiple effect desalination* ou MED) et la distillation à détente étagée à recirculation

<sup>22</sup> « Inside the world's biggest water desalination plants ». *Reuters*, 13 octobre 2020, <https://www.reuters.com/article/us-saudi-water-desalination-idUSKBN26Y1HD>.

<sup>23</sup> Ibid.

<sup>24</sup> Ibid.

<sup>25</sup> Site internet de la SWCC, <https://www.swcc.gov.sa/english/Projects/DesalinationPlants/Pages/default.aspx>.

<sup>26</sup> GAID, Kader. « Le dessalement des eaux par osmose inverse: l'expérience de Veolia Water », *Desalination* 203, n°1 (2007) : 1-14.

(*multi-stage flash* ou MSF) sont utilisées dans treize des dix-sept sites de dessalement de la SWCC<sup>27</sup>. Le reste des usines de dessalement a recours au traitement par osmose inverse (RO), technique de séparation membranaire.

Durant le procédé MED, l'eau de mer est pulvérisée sur un tube chaud (qui contient de la vapeur d'eau) dans un premier effet, c'est-à-dire une première chambre. Lorsqu'elle entre en contact avec ce tube, une partie de cette eau de mer pulvérisée s'évapore instantanément et passe dans l'effet suivant. Cette eau est purifiée et ne contient pas de sel. La partie de l'eau pulvérisée qui n'est pas évaporée est fortement concentrée en sel et s'accumule au fond de l'effet ; il s'agit de la saumure. La vapeur d'eau surchauffée qui circule dans le tube a ainsi transféré une partie de sa chaleur à l'eau de mer qui s'est évaporée et va donc refroidir et se condenser. Cette eau condensée est pure puisque c'est bien de la vapeur d'eau qui circulait en amont de l'effet. Elle va s'écouler dans le tube et rejoindre le réservoir d'eau douce final.

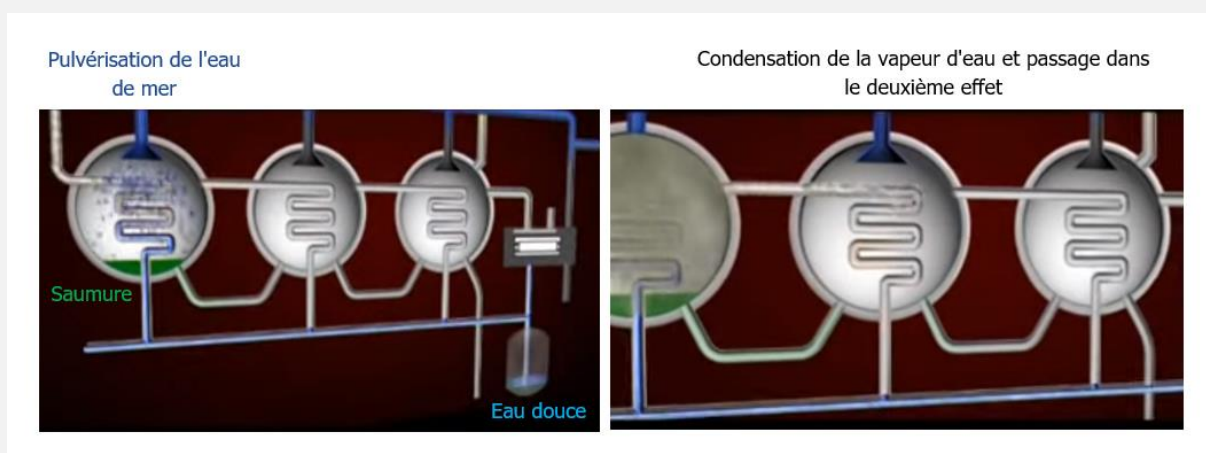


FIGURE 4 SCHEMA DU PROCEDE DE LA MED, REALISEE PAR L'AUTEURE<sup>28</sup>

Dans le système MSF, l'eau de mer est pressurisée et chauffée progressivement jusqu'à 120°C. Une fois cette température atteinte, elle est détendue dans une première chambre. Une partie de cette eau de mer se vaporise alors immédiatement, tandis que la saumure reste au fond. Le processus se répète<sup>29</sup> jusqu'à la dernière chambre où l'eau condensée ressort dessalée.

<sup>27</sup> Site internet de la SWCC.

<sup>28</sup> Sur la base de la vidéo suivante <https://www.youtube.com/watch?v=5nDcxhkq8Js>.

<sup>29</sup> CLERFAYT, Albert, *La conversion des eaux salines au stade actuel*, Académie royale des Sciences d'Outre-Mer. Bruxelles, 1978, pages 12 – 17.

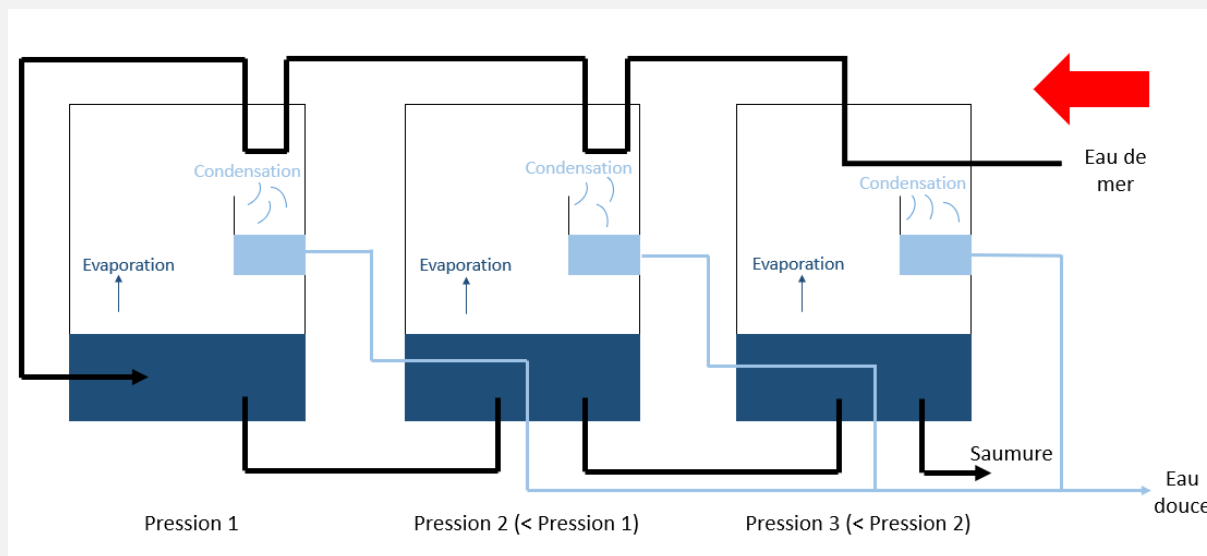


FIGURE 5 : SCHEMA DU PROCEDE DE LA MSF, REALISE PAR L'AUTEURE

Le dernier procédé utilisé par la SWCC est le traitement RO. Dans ce système, l'eau de mer est placée dans un compartiment séparé d'un autre par une membrane ne laissant passer que l'eau pure. Une pression supérieure à la pression osmotique est exercée sur l'eau de mer. L'eau pure passe dans le second compartiment tandis que les sels sont retenus dans le premier.

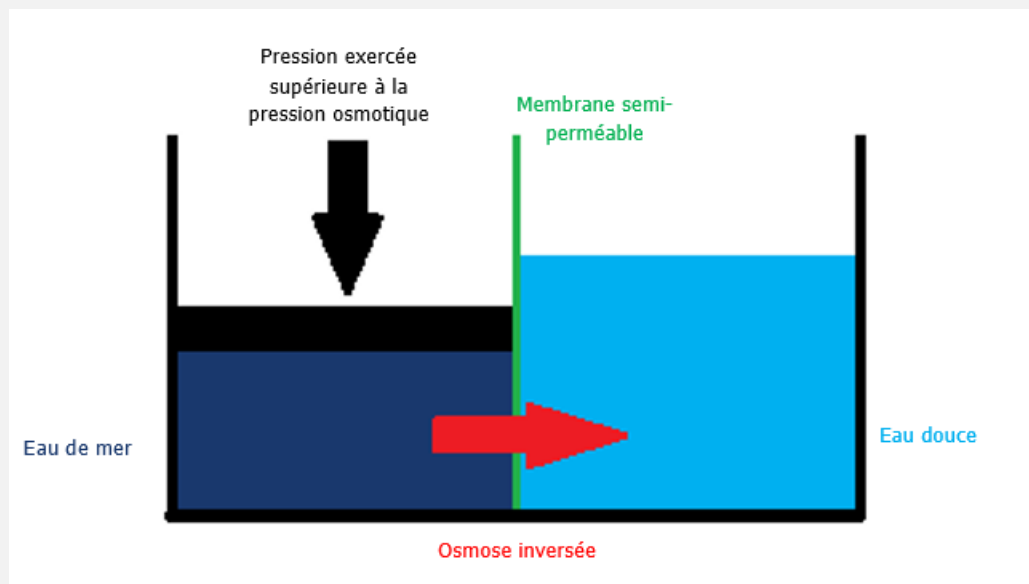


FIGURE 6 : SCHEMA DU PROCEDE DE L'OSMOSE INVERSEE, REALISE PAR L'AUTEURE



Si l'on compare les différents procédés, la MED est moins performante que la MSF mais moins consommatrice en énergie. L'osmose inverse est la méthode la moins chère des trois et est préférée aujourd'hui car moins énergivore. Dès 2008, l'Arabie saoudite s'est dotée d'un *Center of Excellence in Desalination Technology* créé à Jeddah. Ce centre a pour vocation le développement des capacités et savoir-faire technologiques du Royaume en termes de désalinisation<sup>30</sup>. Sa création démontre de l'intérêt du pays pour la recherche dans ce domaine et la nécessité stratégique qu'il représente<sup>31</sup>.

## Les limites de la désalinisation

Le choix de l'Arabie saoudite de recourir à la désalinisation pour répondre à ses besoins en eau douce n'est toutefois pas sans conséquence.

D'après un rapport de l'ONU datant de janvier 2019, la désalinisation pourrait avoir des conséquences majeures sur l'environnement du fait du rejet de saumure, qui est une eau très chaude fortement concentrée en minéraux et en sels<sup>32</sup>, dans la mer. La production d'1L d'eau dessalée entraîne en effet celle d'1,5 L de saumure<sup>33</sup>. Au niveau mondial, le processus de désalinisation génère 142 millions de m<sup>3</sup> de saumure chaque jour<sup>34</sup>, dont 80 % qui sont rejetés dans la mer<sup>35</sup>. La saumure ainsi rejetée, qui contient aussi des substances chimiques comme des détartrants, du cuivre ou du chlore<sup>36</sup>, pourrait accroître la salinisation des côtes, diminuer la quantité d'oxygène présente dans l'eau, et de fait déstabiliser les écosystèmes marins qui y vivent. Les principaux pays concernés sont ceux qui ont massivement recours à la désalinisation, à savoir l'Arabie saoudite, les Emirats arabes unis, le Koweït et le Qatar. Ils totalisent à eux seuls 55 % de la production mondiale de saumure<sup>37</sup>.

Un déséquilibre de l'écosystème marin dans le Golfe pourrait diminuer la quantité de poissons disponible, avoir des conséquences néfastes sur la pêche locale, mettre à mal la chaîne

<sup>30</sup> Site internet du Centre, <https://cedt.kau.edu.sa/Default-19500-EN>.

<sup>31</sup> Op. cit. « Arabie Saoudite - Dessalement de l'eau de mer, une issue pour l'avenir ? ».

<sup>32</sup> GAMBERINI, Giulietta, « Dessalement de l'eau: l'ONU s'inquiète des risques pour l'environnement », *La Tribune*, 14 janvier 2019.

<sup>33</sup> COSSARDEAUX, Joël, « Eau: l'impact de la désalinisation sur l'environnement s'aggrave », 4 janvier 2019.

<sup>34</sup> Op. cit. GAMBERINI, Giulietta.

<sup>35</sup> JONES, Edward, QADIR Manzoor, VAN VIET, Michelle, SMAKHTIN, Vladimir, KANG, Seong-mu, « The state of desalination and brine production: A global outlook », *Science of the Total Environment*, 2019, 1343-1356.

<sup>36</sup> Op. cit. GAMBERINI, Giulietta.

<sup>37</sup> Op. cit. COSSARDEAUX, Joël.

alimentaire, voire même entraîner la disparition d'espèces fragiles. Les côtes des pays du Golfe sont en outre réputées, notamment en Mer rouge, pour leur beauté. La destruction de l'écosystème marin aurait donc des conséquences sur le tourisme. Dès lors, des mesures devraient être mises en place afin de préserver la biodiversité en empêchant ou diminuant le rejet de saumure. L'Arabie saoudite pourrait utilement réutiliser la saumure, et ce dans plusieurs domaines. Dans l'aquaculture tout d'abord, car cette substance permet d'augmenter de 300% la biomasse des poissons. Elle peut aussi être réutilisée dans l'irrigation des cultures qui ont besoin de sel, comme la spiruline, algue connue pour sa richesse en fer<sup>38</sup>.

Autre conséquence de la désalinisation sur l'environnement, le rejet de CO<sub>2</sub>, d'oxydes de soufre et d'azote et des particules solides, dû à la quantité de fioul et de gaz nécessaire à la production d'eau dessalée. D'après le site La Recherche, « une capacité de 2,7 millions de mètres cubes par jour se traduirait par l'émission dans l'atmosphère de 5,5 tonnes de CO<sub>2</sub> par jour »<sup>39</sup>. L'Arabie saoudite doit brûler l'équivalent de 1,5 million de barils de brut par jour pour assurer sa production d'eau dessalée et d'électricité<sup>40</sup>, ce qui représente 1/6 de sa production d'hydrocarbures<sup>41</sup>.

Enfin, dessaler l'eau de mer pour la rendre potable revient extrêmement cher. Les quantités astronomiques d'énergie nécessaires représentent la majorité des coûts mais transporter l'eau dessalée des usines de désalinisation vers les villes éloignées des côtes représente aussi des coûts importants<sup>42</sup>. Pour le moment, le Royaume peut encore compter sur sa rente pétrolière pour couvrir ces coûts. Mais qu'advient-il lorsque ses réserves de pétrole seront épuisées ? Des expérimentations sont actuellement en cours pour alimenter les usines de désalinisation à l'énergie solaire<sup>43</sup>.

L'Arabie saoudite, pays en situation de stress hydrique permanente, a fait le choix de désaliniser l'eau de mer pour faire face à ses besoins énormes et toujours plus importants en eau douce. A ce jour, il apparaît nécessaire que le Royaume rationalise sa consommation d'eau. Pour ce faire, il doit adapter ses techniques d'irrigation dans le secteur de l'agriculture<sup>44</sup>, qui est l'une

<sup>38</sup> Op. cit. GAMBERINI, Giulietta.

<sup>39</sup> MAGNAN, Pierre « Le boom de la désalinisation », FranceInfo, 11 octobre 2013.

<sup>40</sup> Op. cit. GHANIM, A A.

<sup>41</sup> Op. cit. CHAUVOT, Myriam.

<sup>42</sup> Op. cit. GHANIM, A A.

<sup>43</sup> Op. cit. BOURBON, Jean-Claude.

<sup>44</sup> Op. cit. GHANIM, A A.

des priorités du programme Vision 2030<sup>45</sup> de l'héritier au trône, Mohammed Ben Salmane. Le Royaume devrait aussi promouvoir la réutilisation des eaux usées pour l'industrie et l'agriculture, limiter le pompage des nappes aquifères profondes, et réutiliser la saumure plutôt que de la rejeter en mer. Enfin, un cadre régional<sup>46</sup> pourrait utilement être créé afin de rassembler les pays du Golfe producteurs d'eau dessalée et tenter de répondre à leurs problématiques communes. Il est donc impératif que le pays pense l'avenir de sa situation hydrique et sa gestion de l'eau.

---

<sup>45</sup> Vision 2030 est un programme de diversification économique de l'Arabie saoudite, lancé par le prince héritier MBS en 2016, en vue d'anticiper l'après pétrole.

<sup>46</sup> Op. cit. CHAUVOT, Myriam.



**LES JEUNES  
IHEDN**

[publications@jeunes-ihedn.org](mailto:publications@jeunes-ihedn.org)