YOUTH POLICY CENTER

YPC RESEARCH SERIES, NO 5523
Mars 2023

SOLUTIONS ALTERNATIVES POUR MIEUX GERER LA RARETE DE L'EAU

Policy Brief présenté et discuté avec le Ministre de l'Equipement et de l'Eau M. Nizar Baraka

II. DESSALEMENT DE L'EAU DE MER : UNE PROPOSITION '*OUTSIDE OF THE BOX*'

Chaque litre d'eau potable produit via le processus de dessalement dégage 1,5 litre de liquide hautement salé et à forte teneur en chlore et en cuivre[1] (communément appelé *Brine* dans les travaux de recherche anglophones).

Les travaux de recherche au Maroc, dont la récente étude des experts de l'IAV Hassan II, recommandent prosaïquement l'accélération des projets de construction de stations de dessalement sans mention de ce risque substantiel et avec peu d'attention envers l'aspect énergivore du processus.

Or cette solution enliserait la dépendance énergétique du Maroc et pourrait compromettre les ressources halieutiques et la qualité de l'eau souterraine près des zones côtières (haute salinité). Cet impact environnemental est à évaluer avant toute expansion du dessalement [Lattemann et Höpner (2008)[2]], des études prévues par la loi n° 12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement, qui sont, dans les faits, de simples formalités administratives[3].

La solution ne pourrait être que *tridimensionnelle*. Il faudrait combiner :

(i) la sécurité hydrique ;
(ii) réduction de la dépendance énergétique ;
(iii) l'amélioration de l'impact environnemental.

II.1. Solution 1 : l'électrodialyse inverse

Cette technologie permet de générer de l'électricité à partir de la '*Brine*' pour alimenter partiellement la station de dessalement, réduisant ainsi les liquides injectés en mer[4].

Elle est utilisée dans certains projets, dont le REAPower en Union Européenne (Allemagne, Belgique et Italie notamment), où un échange d'expertise serait bénéfique au Maroc à la lumière du grand chantier de construction des stations de dessalement, lancé sous votre leadership.

II.2. Solution 2 : l'électrodialyse directe

Cette formule permet de produire l'hydroxyde du sodium, un ingrédient essentiel dans le processus de prétraitement des eaux salées (à savoir la réduction de l'acidité).

Cette technique permet également de générer l'acide chlorhydrique qui constitue un produit largement utilisé dans le nettoyage et la fabrication des engrais, garantissant une meilleure viabilité de ces sources d'eau non conventionnelles. Cette approche est prônée par des chercheurs du Massachussetts Institute of Technology (MIT)[5].

---

[1] UNEP – United Nations Environment Program (2019), 'Towards sustainable desalination', May

[2] Lattemann et Höpner (2008), 'Environmental impact and impact assessment of seawater desalination', Desalination, Volume 220, Issues 1-3, Mars, Pages 1-15

[3] Groupe Eau Lauréats IAV Hassan II (2022), 'Livre blanc sur les ressources en eau au Maroc : Pour une gestion durable assurant la sécurité hydrique du pays', octobre, P. 47

[4] Tedesco *et al.* (2015), 'REAPower: use of desalination brine for power production through reverse electrodialysis', Desalination and Water Treatment, Volume 53, Issue 12, Pages 3161-3169

[5] Kumar *et al.* (2019), 'Direct electrosynthesis of sodium hydroxide and hydrochloric acid from brine streams', Nature Catalysis, Volume 2, Février, Pages 106–113

SOLUTIONS ALTERNATIVES POUR MIEUX GERER LA RARETE DE L'EAU

Policy Brief adressé à S.E.M. Nizar Baraka, Ministre de l'Equipement et de l'Eau

Le Maroc fait face à une pléthore de défis tant sur le plan de la sécurité hydrique que sur celui de la souveraineté énergétique. Etant donné que la rareté de l'eau est sensiblement corrélée avec le changement climatique, toute politique publique qui prétend garantir la durabilité hydrique ne pourrait omettre l'impératif de la résilience environnementale.
Ce Policy Brief s'est basé sur l'exploitation de documents publiés par des centres internationaux de recherches, des organisations internationales et des revues scientifiques spécialisées. Il vise à identifier des solutions et des alternatives innovantes en matière de gestion des ressources hydriques qui peuvent être appliquées dans le contexte marocain.

I. EFFICACITE ENERGETIQUE ET SECURITE HYDRIQUE : CAS DE LA STATION D'EPURATION STRASS

Le Maroc dispose de 158 stations d'épuration des eaux usées, bien qu'elles ne soient pas toutes opérationnelles[1].

Cependant, ces stations dénotent des problématiques liées à **la forte consommation électrique variant entre 0,59 et 0,78 kWh par mètre cube[2].**

Ainsi, le Maroc devrait s'inspirer du modèle de la Strass WWTP en Autriche qui, grâce à des techniques transposables au cas marocain, **s'est désormais transformée en centrale électrique**, **avec un surplus d'énergie de 8%[3]. Les ingrédients de cette success-story peuvent être résumés comme suit** :



- **la réalisation d'économies d'énergie de 10 à 30%** sur l'approvisionnement en eau et le traitement des eaux usées, rien qu'en installant des pompes éco-énergétiques adaptées aux spécificités du réseau[4] ;

- l'installation de turbines le long des réseaux d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées. De même, considérant la température des eaux usées, des pompes à chaleur ont été installées dans les canalisations d'égout pour générer de l'énergie supplémentaire.

Des avantages pareils pourraient **réduire la dépendance envers les énergies fossiles** et **canaliser davantage d'investissements privés vers ces projets d'infrastructures** et les technologies éco-énergétiques y afférentes, épaulant ainsi les autorités publiques en matière de financement de la sécurité hydrique (PPP…).

---

[1] Selon la présentation du Ministre de l'Equipement et de l'Eau lors du Forum international sur la perspective locale du "Nexus eau-énergie-sécurité alimentaire" en juin 2022.
[2] Source : Gandiglio *et al* (2017), 'Enhancing the energy efficiency of wastewater treatment plants through co-digestion and fuel cell systems', Frontiers in Environmental Science, Volume 5, Article 70, Octobre.
[3] Agence Internationale de l'Energie (2018), 'World Energy Outlook 2018', OCDE/IEA, Paris
[4] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GMbH (2012), 'Climate Change Mitigation in the Water Sector', Bonn et Eschborn, Allemagne. Cette technologie demeure d'actualité en 2022, sauf que son coût a naturellement baissé, avec des extensions qui permettent d'économiser davantage d'électricité.

III. REDUIRE L'EVAPORATION DE L'EAU DANS LES BARRAGES ET LES RESERVOIRS NATURELS

Couverture en film moléculaire	
Procédé	Couvrir les réservoirs d'eau avec une monocouche d'alcool gras (hexadécanol ou octadécanol).
Impact	Réduction de 20% de l'évaporation, selon des études portant sur des pays voisins, à l'instar de l'Algérie[2].
Limites	- Besoin d'un suivi régulier du dosage et de la répartition sur l'ensemble de la surface. - Impact relativement faible (20% dans les meilleurs scénarii), d'où la nécessité de la combiner avec d'autres mesures.
Couvertures modulaires ou continues	
Procédé	Installer des blocs flottants en plastique sur la surface des eaux des barrages et les réservoirs naturels afin de réduire l'évaporation. Pour un impact optimisé, la partie supérieure desdits blocs est généralement blanche tandis que celle inférieure est noire. Ces blocs peuvent être modulaires (plusieurs objets comme des ballons remplis d'air) ou continus (des couvertures de tailles moyenne et grande).
Impact	- Réduction de 53% à 95% de l'évaporation, pour les couvertures modulaires et continues, respectivement[3]. - Possibilité d'utilisation de déchets en plastique recyclés (impact environnemental amoindri).
Limite	Impact néfaste potentiel sur la biodiversité, causé notamment par les couvertures continues, les blocs modulaires n'ayant aucun effet néfaste significatif sur la faune et la flore (micro-algue).
Couverture des réservoirs d'eau avec des panneaux photovoltaïques	
Procédé	Similaire aux méthodes précédentes, en utilisant des panneaux solaires flottants.
Impact	- Une réduction de l'évaporation des eaux allant jusqu'à 42%, selon une étude en Jordanie avec des résultats applicables à l'Afrique et au Moyen-Orient[4]. - Générer une électricité garantissant une neutralité carbone et une autonomie énergétique des stations.
Limite	- La nécessité d'opérations récurrentes de maintenance.

[1] Kumar *et al.* (2019), 'Direct electrosynthesis of sodium hydroxide and hydrochloric acid from brine streams', Nature Catalysis, Volume 2, Février, Pages 106–113
[2] Saggaï, S., et Bachi, O.E.K. (2018), 'Evaporation reduction from water reservoirs in arid lands using monolayers: Algerian experience', Water Resources, Vol. 45, Pages 280-288
[3] Shalaby, M.M. et al. (2021), 'Effect of continuous and floatting covers on evaporation losses and microalgal growth', Journal of King Saud University, août
[4] Farrar, L.W. *et al*. (2022), 'Floating solar PV to reduce water evaporation in water stressed regions and powering water pumping: case study Jordan', Energy Conversion and Management, Vol. 260, Mai

IV. PROMOUVOIR L'IMPORTATION DE L'EAU VIRTUELLE

L'importation est préconisée comme alternative hydrique dans les rapports de centres de recherche internationaux, dont le Stockholm International Water Institute (SIWI). Il s'agit de planifier l'importation des biens à forte consommation en eau, laquelle est assimilable à une importation d'eau virtuelle (ex. pastèque, avocat, etc.)[1]. La planification devrait porter également sur l'exploitation des bioénergies dans l'approvisionnement hydrique.

Or, actuellement, le Maroc exporte une part importante de son eau virtuelle, dont une partie provenant de régions arides ou déficitaires (Daraa-Tafilalt, Souss-Massa…).

V. ENCOURAGER L'INVESTISSEMENT DANS LES « CLOUD FISHERS »



Il s'agit d'une technologie permettant de « récolter la brune ». Une expérience pilote a été réalisée au Maroc en 2018 par l'ONG Dar Si Hmad en partenariat avec Wasser Stiftung et la University of La Laguna.

Procédé : l'eau est obtenue à partir des nuages que les vents mènent à la montagne Boutmezgida, située à environ 1 225 mètres d'altitude et à une trentaine de kilomètres de la côte atlantique. L'eau est acheminée sur sept kilomètres par un pipeline jusqu'aux communes rurales Agni Zekri, Tamerout et Agni Ihya.

Impact : Approvisionnement en eau potable pour 1500 personnes et environ 7000 animaux de pâturage, avec la possibilité d'irrigation des cultures agricoles locales. Des enquêtes socio-économiques ont montré que la consommation d'eau est en moyenne d'environ 15 litres par personne et par jour, selon les données collectées annuellement par les organisations susmentionnées.

CONCLUSIONS

Face à la rareté des ressources hydriques et l'accroissement des besoins en eau, votre département est appelé à recourir à l'innovation pour optimiser l'approvisionnement et la consommation de cette denrée vitale.

Le présent Policy Brief apporte un éclairage sur des mesures innovantes pouvant être combinées avec les politiques de gestion de l'eau en vigueur et certaines politiques énergétiques. Ces mesures sont basées sur un benchmark des bonnes pratiques aux échelles nationale et internationale. Face au pronostic alarmant de pénurie d'eau à l'horizon 2030 (500 m3/habitant/an), il est crucial de considérer ces alternatives pour s'inscrire dans la durabilité.

[1] Falkenmark, M., A. Berntell, A. Jägerskog, J. Lundqvist, M. Matz et H. Tropp (2007), 'On the Verge of a New Water Scarcity: A Call for Good Governance and Human Ingenuity', Stockholm International Water Institute Policy Brief, P. 18