



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture
منظمة الأمم المتحدة
للثقافة والتعليم والتربية



Commission nationale
algérienne
pour l'éducation,
la science et la culture
الجنة الوطنية الجزائرية
للثقافة والتعليم والتربية



1^{er} Workshop sur L'Empreinte carbone et l'Economie circulaire

Empreinte de Carbone des Stations de Dessalement
en Algérie

AMITOUCHE.M ,BALOUL.H

Laboratoire des Technologies Alimentaires , Université de Boumerdes



CALEC

الشبكة الجزائرية للاقتصاد التدويري
Algerian Circular Economy Network
Réseau Algérien d'Economie Circulaire

Empreinte de Carbone des Stations de Dessalement en Algérie

AMITOUCHE.M ,BALOUL.H

Laboratoire des Technologies Alimentaires , Université de Boumerdes

- **Introduction**

- Les chiffres actuels indiquent qu'il existe environ 16000 usines de dessalement dans le monde produisant d'environ **95 millions m³** d'eau dessalée et **142 millions m³ de rejet de saumure** chaque jour avec différentes technologies.
- La production de l'eau par dessalement de l'eau de mer se développe activement dans plusieurs domaines dans le monde y compris les côtes méditerranéennes par environ **47,5 %** de la production mondiale.
- Plusieurs techniques de dessalement existent bien que l'osmose inverse (OI) est la plus utilisée dans le monde en raison de son efficacité énergétique et son faible coût de production d'eau douce.

L'Algérie dispose de **11 grandes stations** de dessalement opérationnelles réparties sur un littoral de 1200 Km , de capacité totale d'environ **2,1 millions m³ d'eau dessalée par jour** et qui représente d'environ **17%** de la consommation en eau potable .

- La technologie de l'osmose inverse est utilisée dans 10 /11 usines, à l'exception de la station Kahrama à Oran avec la technique du MSF.
- Selon le ministère des ressources en eau la capacité du dessalement de l'eau de mer dépassera **50%** de la consommation en eau potable en **2030**.

- **Le dessalement ne peut jamais se faire avec « zéro énergie ».** La quantité minimale d'énergie à séparer l'eau salée varie en fonction de la technologie utilisée, de la salinité de l'eau à dessaler et du pourcentage d'eau douce à rétablir (taux de conversion).
- *Ce travail consiste à estimer l'empreinte carbone sur les 11 grandes stations de dessalement en Algérie. Cette réalisation objective permettrait de comprendre l'impact causé par ces installations sur l'environnement.*

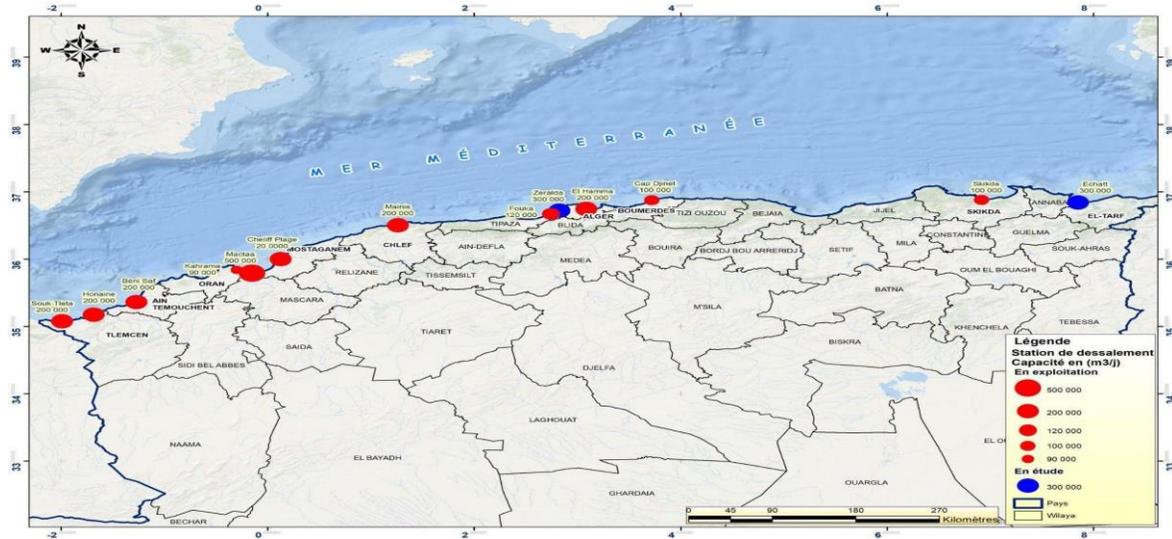


Figure 1 : Répartition des stations de dessalement de l'eau de mer en Algérie.

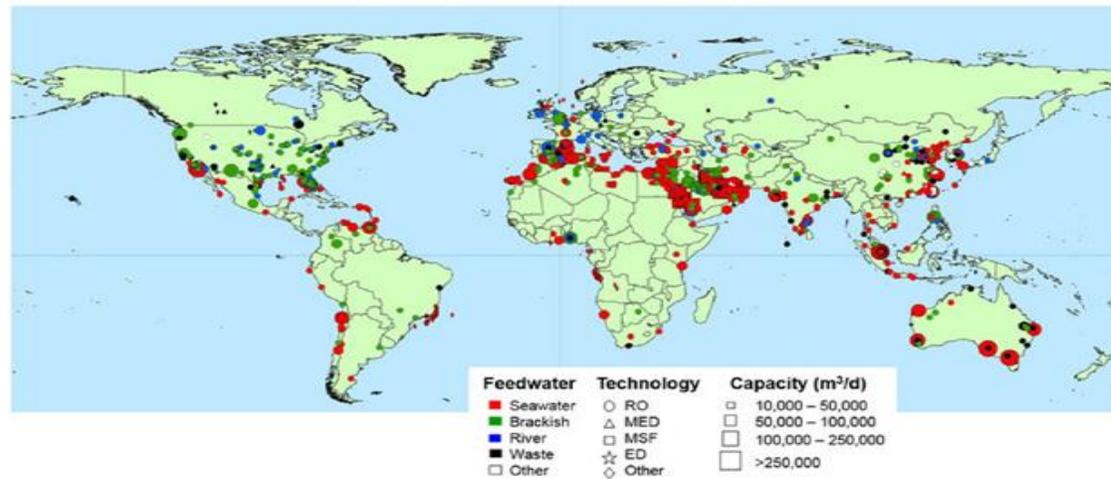


Figure 2 : Répartition mondiale des grandes usines de dessalement par capacité, type d'eau d'alimentation et technologie de dessalement

3- Analyse et résultats

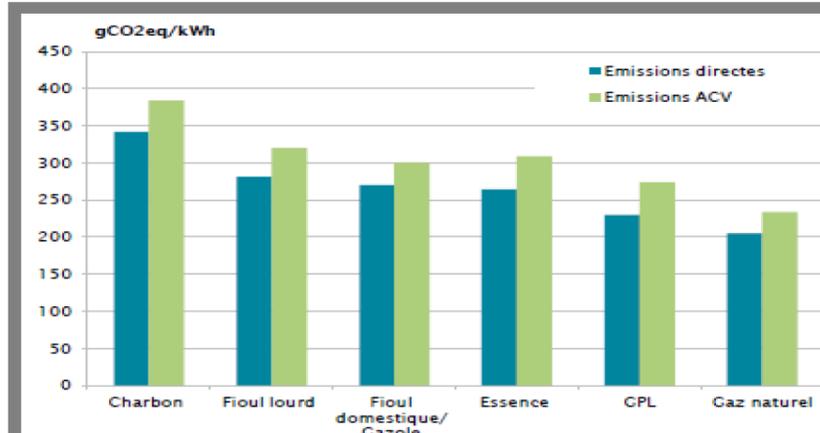


Figure 3 : Contenu carbone des combustibles courants

Table1 : Exigences représentatives en électricité, chaleur et exergie de l'eau de mer commun

	Specific power consumption	Thermal energy of steam	Steam extraction pressure ¹⁰	Equivalent power loss (exergy of steam)	Total exergy input
	kWh _e /m ³	kWh _t /m ³	bar (abs)	kWh _e /m ³	kWh _e /m ³
SWRO (Mediterranean Sea)	3.5	0	n.a.	0	3.5
SWRO (Arabian Gulf)	4.5	0	n.a.	0	4.5
MSF	4-5	78	2.5-2.2	10-20	14-25
MED-TVC	1.0-1.5	78	2.5-2.2	10-20	11-21.5
MED	1.0-1.5	69	0.35-0.5	3	4-4.5

- Table2 : Calcul des émissions de GES (grammes d'équivalent CO₂ par mètre cube d'eau douce) associés à la production d'énergie pour conduire un 3,5 kWh/m³ de dessalement d'eau de mer par osmose inverse.

Empreinte GES ,kg CO ₂ par m ³ d'eau douce	
Reverse Osmosis (RO)	2.1 – 3.6
Multi-effect Distillation with Thermovapor Compression (MED-TVC)	8 – 16
Multistage Flash (MSF)	10 – 20

Coal	Oil	Natural Gas	Biomass	Solar-PV	Geothermal	Wind	Hydro-electric	Nuclear
Average lifecycle GHG emissions for electricity production ¹⁹ (g CO _{2e} /kWh _e)								
1023	780	606	86	71	67	31	25	14
g/kWh _e								
× 3.5 kWh _e /m ³								
Carbon footprint associated with powering a modern RO plant (g CO _{2e} /m ³)								
3580	2729	2121	300	248	233	109	89	49
g/m ³								

Table3 : Estimation de l’empreinte de carbone des grandes usines de dessalement en Algérie

Station	Capacité (m3/j)	kg CO2/jour (Gaz Naturel)	kg CO2/jour (Energie Solaire)	kg CO2/jour (Energie Eolienne)
Kahrama	90 000	190890	22320	9810
Hamma	200 000	424200	49600	21800
Skikda	100 000	212100	24800	10900
Beni Saf	200 000	424200	49600	21800
Souk Tlata	200 000	424200	49600	21800
Fouka	120 000	254520	29760	13080
Mostaganem	200 000	424200	49600	21800
Honaïne	200 000	424200	49600	21800
Cap Djinet	100 000	212100	24800	10900
Ténès	200 000	424200	49600	21800
Magtaa	500 000	1060500	124000	54500
Total	2 110 000	4475310	523280	229990

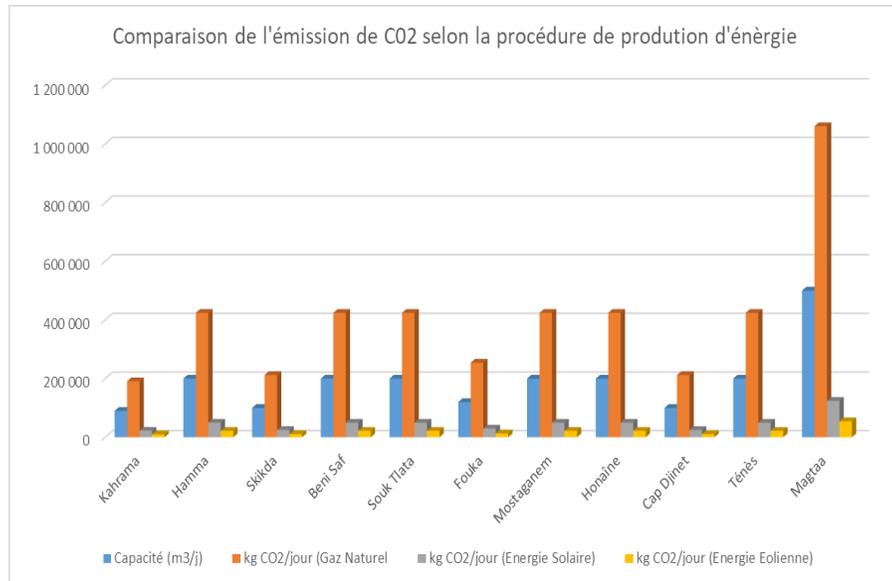


Figure 4 : Empreinte de carbone de la production d'un mètre cube d'eau douce des 11 grandes stations de dessalement en Algérie en fonction de la source d'énergie

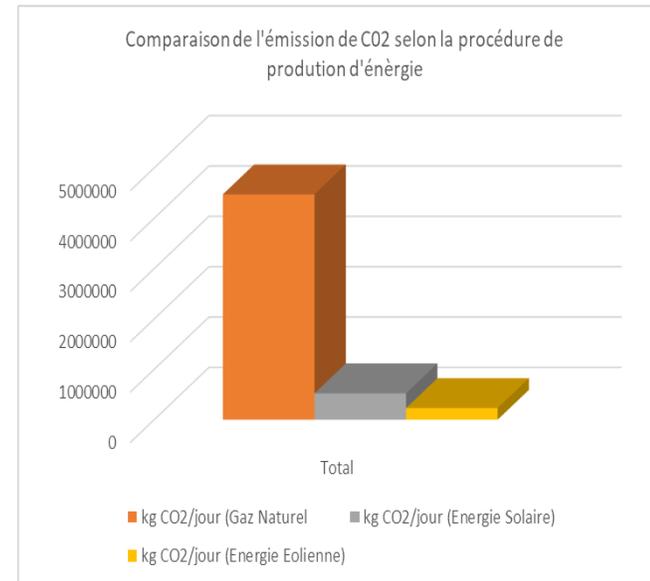


Figure 5 : Empreinte de carbone totale du dessalement en fonction de la source d'énergie

5. Conclusions et recommandations

- **2 110 000 m³/j** **17%** **4475310 kg CO₂/j** **en 2022**
- **6200 000 m³/j** **50%** **13150200 kg CO₂/j** **en 2030**

• Afin de réduire l'empreinte de carbone des installations de dessalement, on recommande à :

1°- L'optimisation de la consommation énergétique de l'installation.

2°- La récupération de l'énergie de saumure, le développement et l'amélioration des systèmes de récupération.

3°- L'utilisation des énergies renouvelables à grande ou petite échelle (par intermittence avec les énergies conventionnelles) (fonctionnement hybride).

- **6- Bibliographie**

- J.H. Lienhard V, K.H. Mistry, M.H. Sharqawy, and G.P. Thiel, "Thermodynamics, Exergy, and Energy Efficiency in Desalination Systems," in *Desalination Sustainability: A Technical, Socioeconomic, and Environmental Approach*, Chpt. 5, H.A. Arafat, ed. Elsevier Publishing Co., 2017.
- Mistry et al. "Entropy generation analysis of desalination technologies," *Entropy*, 13(10):1829-1864, Sept. 2011. <http://www.mdpi.com/1099-4300/13/10/1829/10>
- C. Sommariva, *Desalination and Advanced Water Treatment: Economics and Financing*. Balaban Desalination Publications, 2010. (ISBN: 0-86689-069-6)
- J.H. Lienhard V, K.H. Mistry, M.H. Sharqawy, and G.P. Thiel, "Thermodynamics, Exergy, and Energy Efficiency in Desalination Systems," in *Desalination Sustainability: A Technical, Socioeconomic, and Environmental Approach*, Chpt. 5, H.A. Arafat, ed. Elsevier Publishing Co., 2017.
- E.W. Tow, R.K. McGovern, and J.H. Lienhard V, "Raising forward osmosis brine concentration efficiency through flow rate optimization," *Desalination*, 366:71-79, 2015.
- C.D. Lundin and O. Bakajin, "Challenge testing osmotic pre-treatment for desalination," AWWA Conference Proceedings, 2013.
- K. Mistry and J.H. Lienhard V, "Generalized least energy of separation for desalination and other chemical separation processes," *Entropy*, 15(6):2046, 2013. <http://dx.doi.org/10.3390/e15062046>
- K.G. Nayar, D. Panchanathan, G.H. McKinley, and J.H. Lienhard V, "Surface tension of seawater," *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 43(4):43103, Nov. 2014. <http://web.mit.edu/seawater/>

Merci pour votre attention.