

# Dessalement solaire de l'eau de mer dans la région MENA

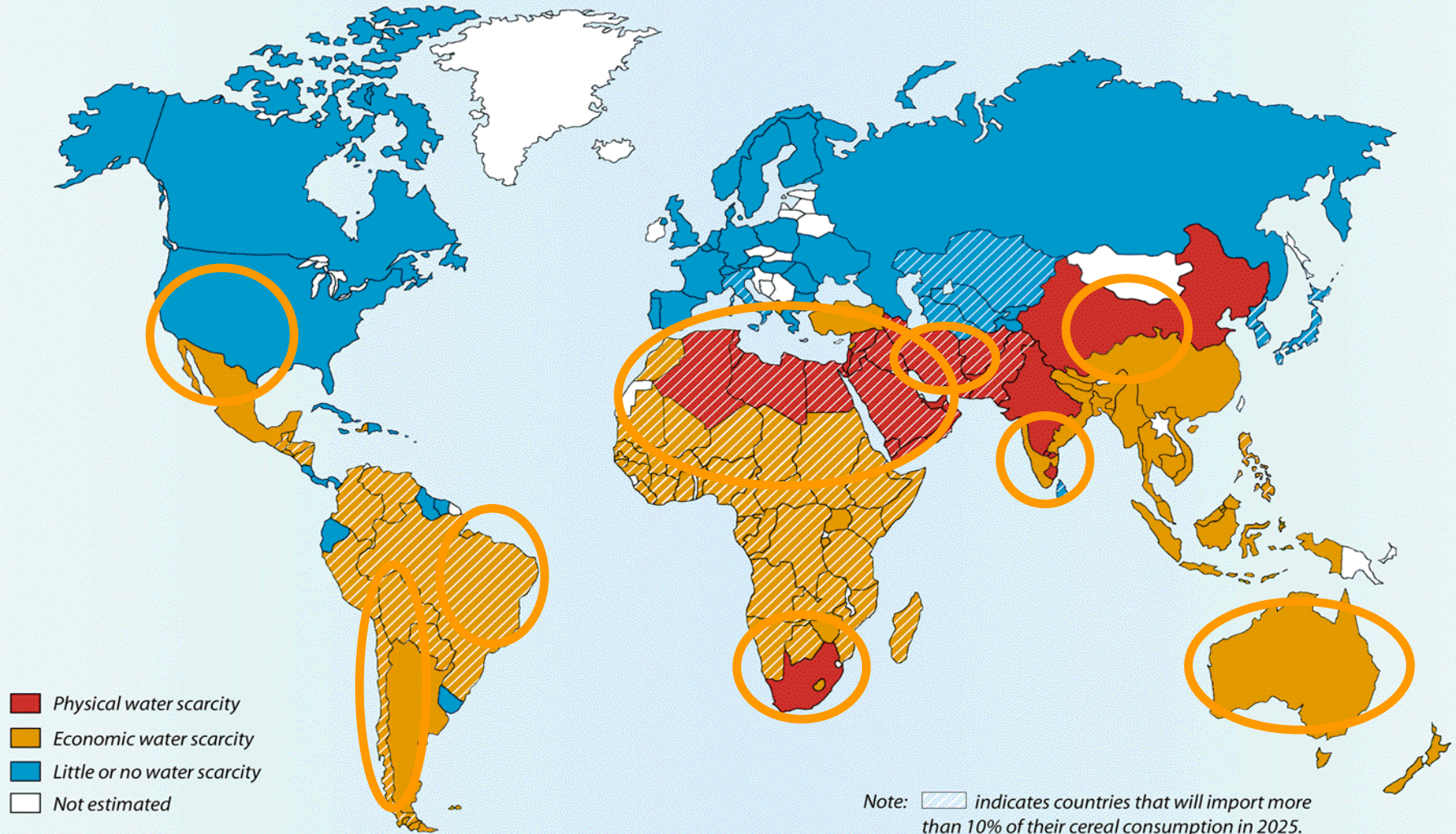
Katharina Hay

Dialogue politique sur les stratégies climat-énergie dans la région MENA »  
(DIAPOL-CE)  
Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

# Étude SolarDesalMENA sur les « Expériences de dessalement d'eau solaire dans la région

- Étude effectuée par kernenergien GmbH pour le projet Dialogue politique sur les stratégies climat-énergie dans la région MENA » (DIAPOL-CE)
- Objectif
  - Vue globale de l'état de lieu et des expériences dans la région MENA
- Contenu
  - Technologies de dessalement et leurs applications dans la région MENA
  - Coûts de la technologie et développement du marché

# Pénurie mondiale de l'eau

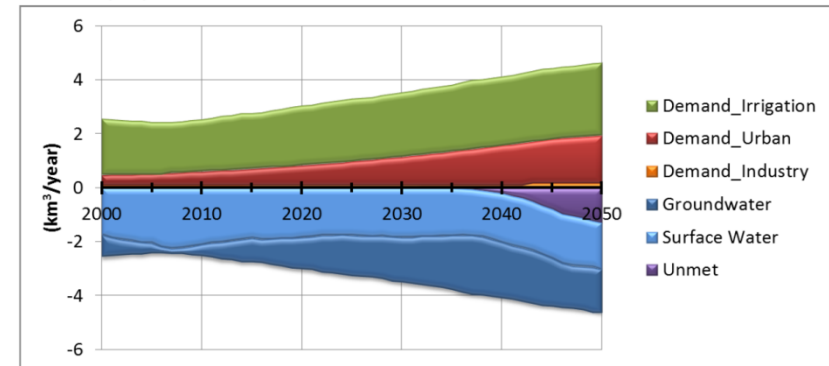


# Water GAP in MENA: Tunisie

## Demande croissante et ressources limitées

- **Demande croissante**
  - Approvisionnement urbain
  - Industrie
  - Agriculture
- **Ressources limitées**
  - Eaux de surface
  - Eaux souterraines
- **Demande non satisfaite**
  - Gains en efficacité
  - Réutilisation des eaux usées
  - Dessalement

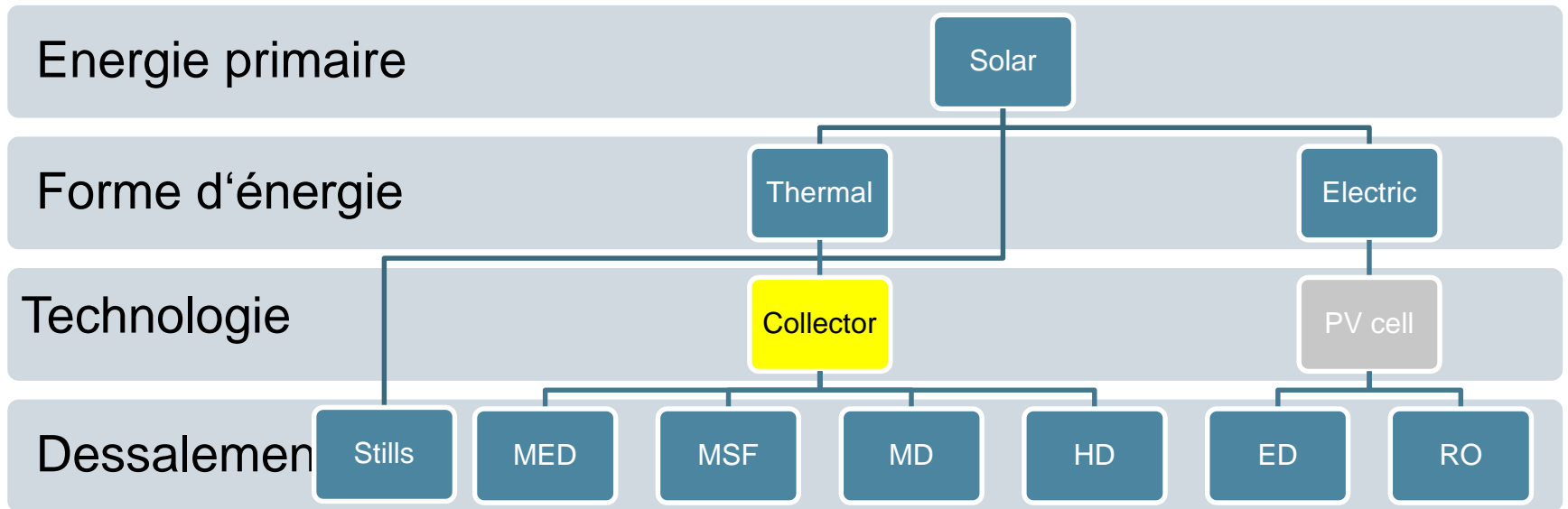
Tunisia (TN)



(MCM)	2000-2009	2020-2030	2040-2050
<b>Tunisia</b>			
<b>DEMAND</b>	<b>2,472</b>	<b>3,295</b>	<b>4,452</b>
Irrigation	1,938	2,304	2,648
Urban	417	841	1,634
Industry	117	151	170
<b>UNMET DEMAND</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>837</b>
Irrigation	0	0	587
Urban	0	0	227
Industry	0	0	23
<b>SUPPLY</b>	<b>2,472</b>	<b>3,295</b>	<b>3,616</b>
Surface water	2,059	1,803	1,800
Groundwater	413	1,492	1,816

# Technologies solaires de dessalement

# Appariement de dessalement d'énergie solaire



**MED:** Multi-Effect Distillation (**distillation à multiples effets**)

**RO:** **Osмосe inverse**

**MSF:** Multi-Stage Flash (**distillation à détentes étagées**)

ED: Électrodialyse

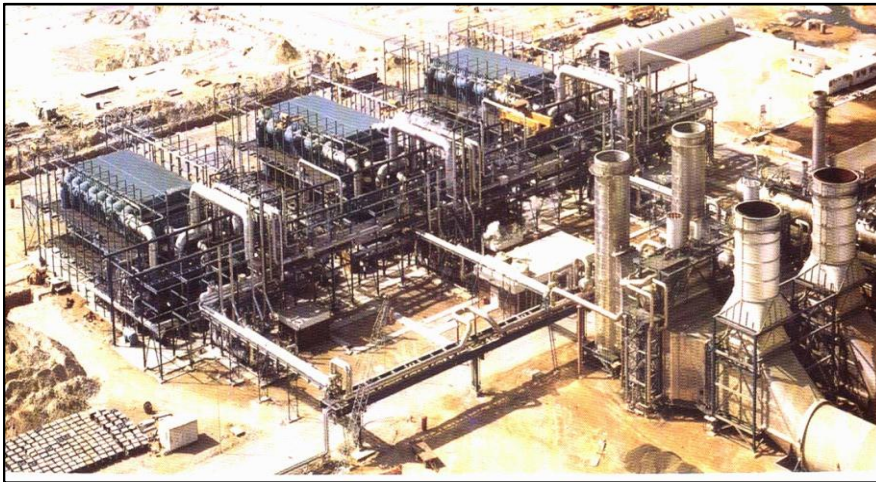
MD: Membrane Distillation

HD: Humidification- Dehumidification

# MSF: distillation à détenteS étagées

Umm Al Nar, Saudi Arabia

Al Khobar, Saudi Arabia



# MED: distillation à multiples effets

**Aquasol - Spain**



**Solar Desalination 1988  
High Efficiency 14 stages  
Plataforma Solar Almeria**

**Abutaraba – Libya**



**VEOLIA / SIDEM 2003  
3 units of 13,333 m<sup>3</sup>/d  
GECOL, Libya**

**Fujairah II IWPP - UAE**



**Sidem JV 2009  
12 units of 38,640 m<sup>3</sup>/d  
ADWEA , Abu Dhabi**



## Membrane stacks



Source: Mertes, DME

## High pressure pumps



[www.dlr.de/tt/aqua-csp](http://www.dlr.de/tt/aqua-csp)

# Comparaison préliminaire des technologies

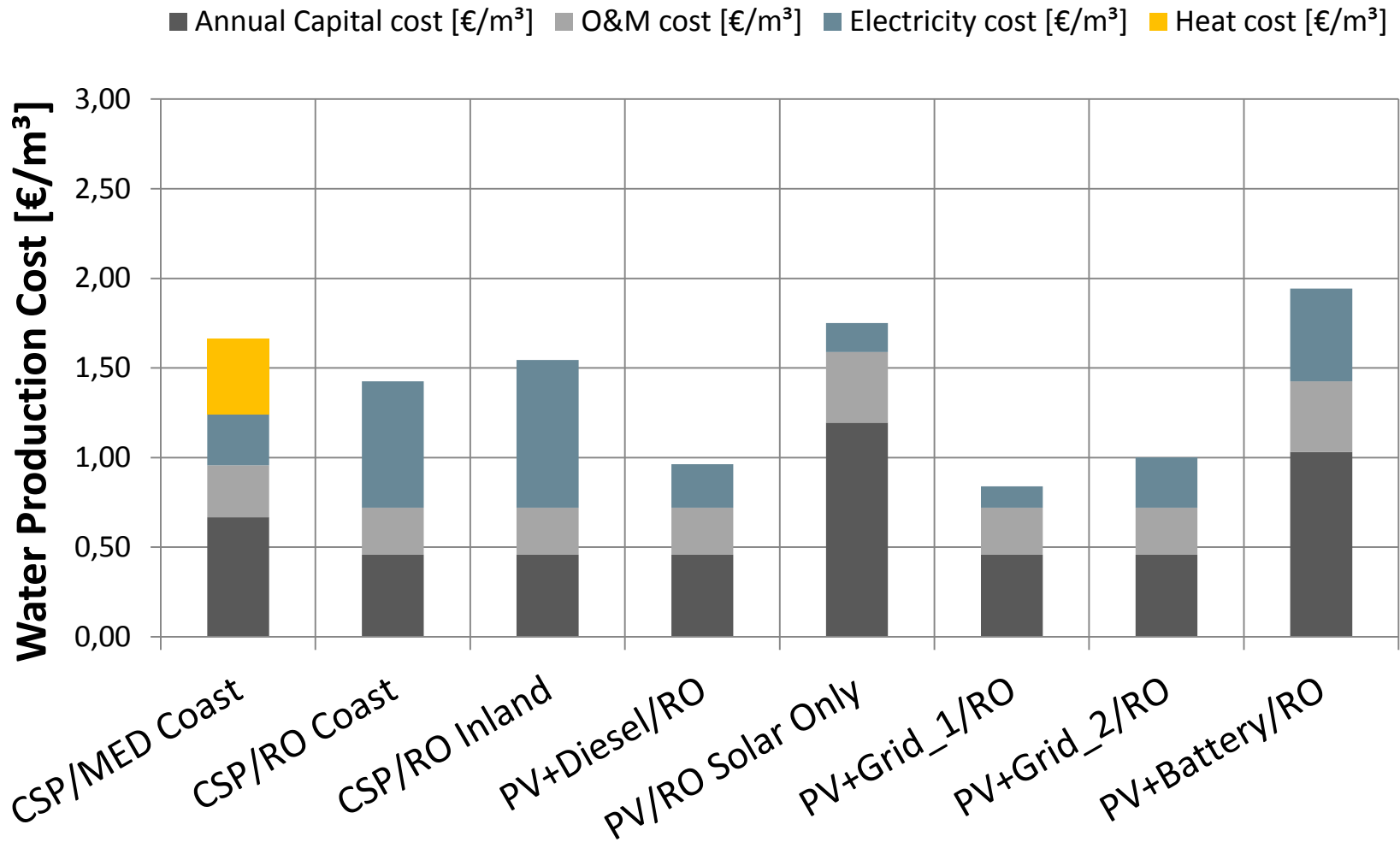
Processus	Avantages	Inconvénients
<b>RO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adapté pour eaux saumâtres et eau de mer</li> <li>- Consommation en énergie relativement faible</li> <li>- Configuration modulaire</li> <li>- CAPEX plus faible que syst. thermiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dependence de l'efficacité du prétraitement</li> <li>- Qualité de l'eau produit plus faible</li> <li>- Exigences plus élevées pour l'élimination du bore</li> </ul>
<b>MED</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Egalement pour des eaux salée élevées/ ou de qualité médiocre</li> <li>- Qualité élevée de l'eau produite (&lt;20 ppm)</li> <li>- Fiabilité / longue durée de fonctionnement sans nettoyage</li> <li>- Plus efficace que MSF</li> <li>- Consommation en électricité basse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût élevé de l'investissement</li> <li>- Consommation d'eau d'alimentation supérieure à RO</li> <li>- Consommation en énergie élevée</li> </ul>
<b>MSF</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Egalement pour des eaux salée élevées/ ou de qualité médiocre</li> <li>- Qualité élevée de l'eau produite (&lt;20 ppm)</li> <li>- Fiabilité / simplicité d'opération</li> <li>- Expérience de longue durée Grandes unités (jusqu'à 90 000 m<sup>3</sup> / jour)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût élevé de l'investissement</li> <li>- Consommation d'eau d'alimentation élevée</li> <li>- Consommation en énergie élevée</li> </ul>

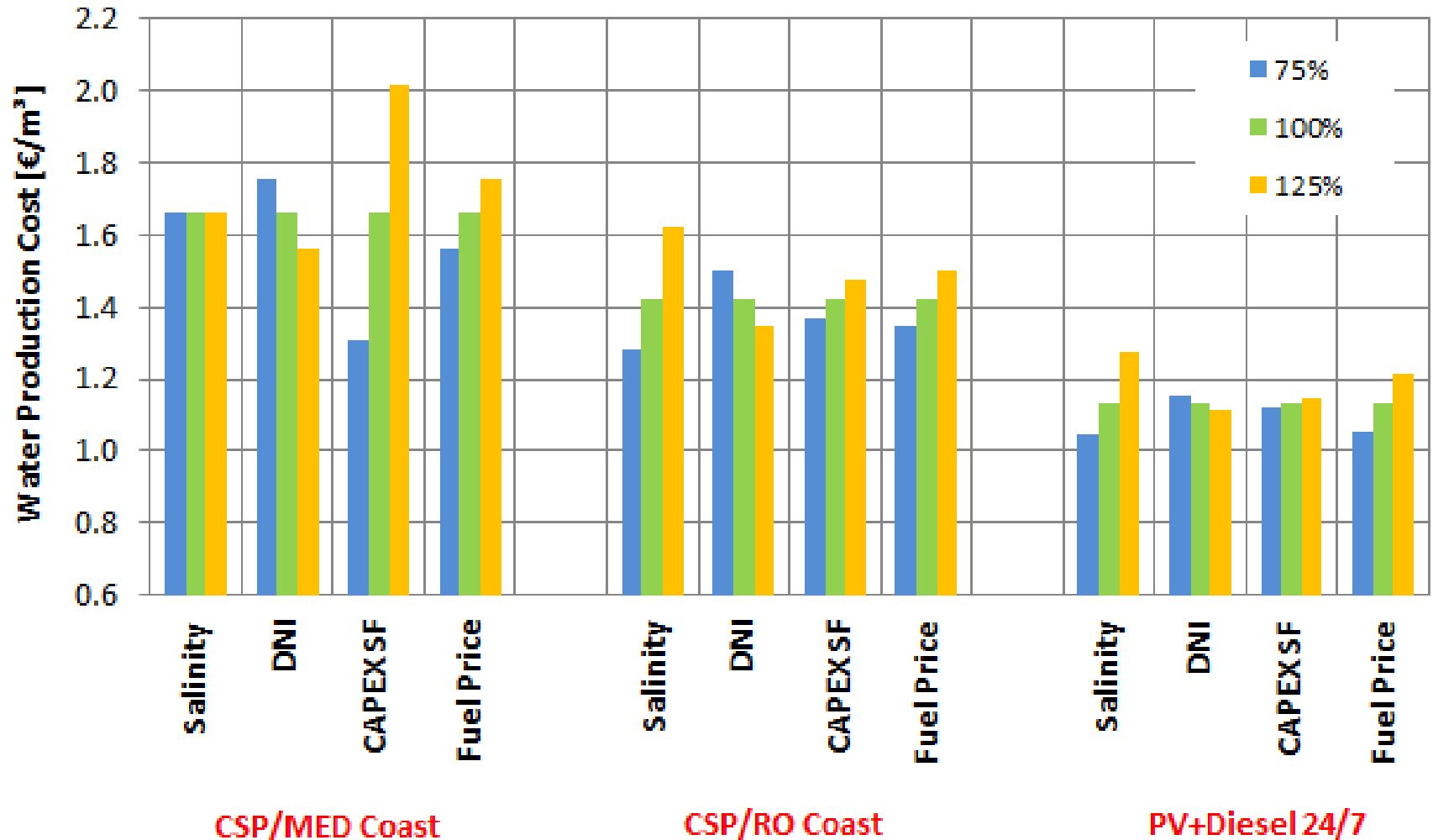
# Dessalement solaire: coûts, économie et applications dans la région MENA

- **CSP/MED côte:** GOR 12 - miroirs paraboliques – vapeur au MED 70 °C. L'électricité générée par la centrale est injectée dans le réseau.
- **CSP/RO côte:** conception pour mieux comparer, même montant d'électricité générée que dans le premier cas.
- **CSP/RO inland:** la centrale CSP est équipée par un système de refroidissement.
- **PV+Diesel/RO:** Une opération continue est garantie par un soutien d'énergie fossile (moteur diesel).
- **PV/RO Solar Only:** l'opération de la centrale est intermittente.
- **PV+Batterie/RO:** la durée de l'opération RO est prolongée par une batterie Li-Ion (3h de stockage). L'opération de la centrale est intermittente.
- **PV/RO grid:** similaire au cas 4 (PV+Diesel). Différence principale est l'électricité est approvisionnée par le réseau en cas de nécessité.

- **Comparaison des technologies est une tâche complexe**
  - différentes paramètres techniques et économiques à considérés p. ex. composants susceptible à la qualité d'eau, besoins en énergie
- Approche **simplifiée** a été choisie:
  - 7 centrales alimentées par différentes technologies, chacune avec une capacité de 40,000 m<sup>3</sup>/j
  - Salinité de 40,000 ppm
  - Production annuelle de 13.3. Mio. m<sup>3</sup>/a (except. PV/RO sans soutien)

# Comparison: Levelized Water Costs (LWC)





# PV/RO centrales existantes dans la région MENA

Location	Year	Additional Power Supply	Production [m <sup>3</sup> /d]	Operator	Financing
Abu Dhabi, UAE	2008	Diesel	20	NEWRC	ADWEA
GECOL at Ras Ejdel, Libya	2005	Wind and grid	300	GECOL	GECOL
El Hamrawein, Egypt	1986	-	240		
Hassi-Khebi, Algeria	1988	-	22.8		
Sadous Riyadh Region, KSA	2001	-	14.4		
Maagan Michel, Israel	1997	Diesel	9.6		
Aqaba, Jordan	2004	-	81.6	NERC	
Ksar Ghilene, Tunisia,	2006	-	50.4	ITC	
Benhsaine, Morocco,	2007	-	24	ITC	
Msaim, Morocco	2007	-	24	ITC	
Jordan Valley, Jordan	2010	-	30		
Tasekra, Morocco	2008	-	24		

## Annoncé:

- RAS Al Khaimah, UAE: capacité de 80,000 m<sup>3</sup>/j, 20 MWp PV
- Al-Khafi, KSA: capacité de 83,000 m<sup>3</sup>/j, 10 MWp CPV



- MENA: ressources limitées et demande croissante surtout pour l'irrigation
- Gestion de la demande - priorité absolue!
- Dessalement comme option pour surmonter le gap restant
- Osmose inverse (RO) + ER (PV + Éolien)/ Réseau – l'option plus économique
- Configuration modulaire cad solution pour tous les besoins
- Batteries comme option d'avenir pour une opération en continue

**MERCI!**

**Katharina Hay**

Dialogue politique sur les stratégies climat-énergie dans la région MENA »  
(DIAPOL-CE)

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

T +49 (0) 30 338424-405

E [katharina.hay@giz.de](mailto:katharina.hay@giz.de)