



# Apport de la recherche en énergies renouvelables et suivi des unités de dessalement en milieu rural



**Auteur:** Prof. Diouma KOBOR

**Institution:** GMEEC/LCPM/Université Assane Seck de Ziguinchor

**Workshop sur le dessalement au Sénégal : renforcement de capacités et apport des Universités | 10 novembre 2022 | Dakar**



**Interreg**

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

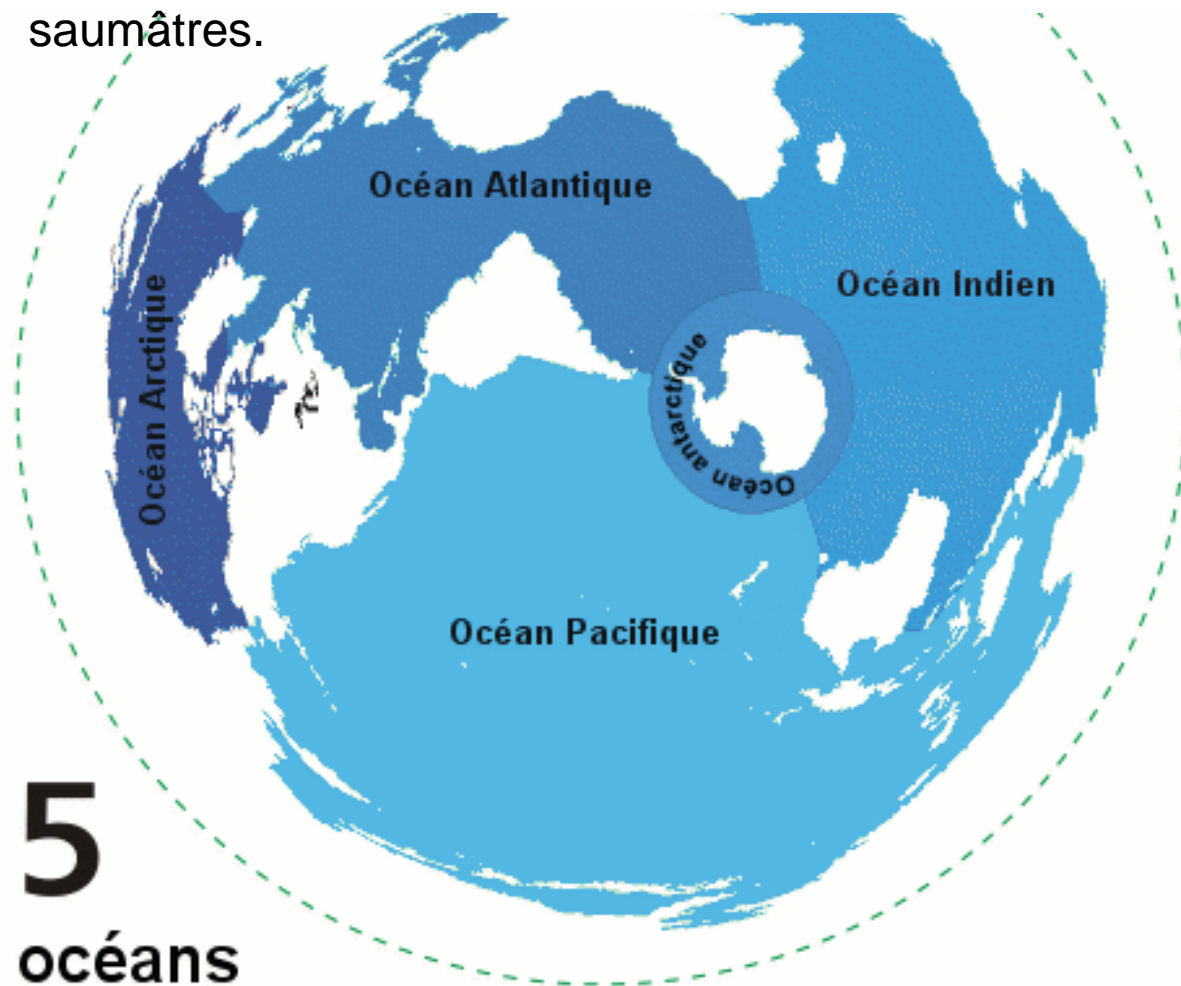


**LCPM**

Laboratoire de Chimie et de Physique des Matériaux

# DESSALEMENT AVEC SOLAIRE PV: CONTEXTE

- Pour faire face à cette pénurie: nécessité de nouvelles techniques de production d'eau potable
- Une des techniques prometteuses pour certains pays est le dessalement de l'eau de mer ou des eaux saumâtres.



- L'eau est abondante sur terre, elle représente 1380 millions de km<sup>3</sup>.
- L'essentiel toutefois est constitué d'eau de mer (97,2 %) et de glace (2,15 %) inutilisables directement.
- L'eau douce, facilement disponible (lacs, fleuves, certaines eaux souterraines), ne représente que 0,07 % de la ressource totale soit environ un million de km<sup>3</sup>.

➤ Mais la répartition de cette eau est très inégale. 10 pays se partagent 60 % des réserves d'eau douce et vingt-neuf autres principalement en Afrique et au Moyen-Orient, sont au contraire confrontés à une pénurie chronique d'eau douce.

Dans ces pays, selon le Water Resources Institute, 250 millions d'individus, ne disposent pas aujourd'hui du minimum vital d'eau défini à 1000 m<sup>3</sup> par habitant et par an.

400 millions de personnes vivent en situation de stress hydrique, estimé entre 1000 et 2000 m<sup>3</sup> par habitant et par an.

Et on estime que 2,5 milliards de personnes pourraient

# DESSALEMENT DE L'EAU DE MER: ETAT DE L'ART

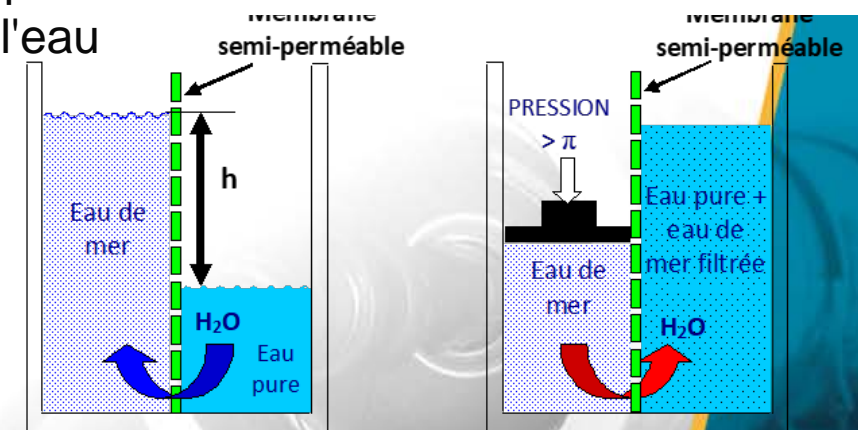
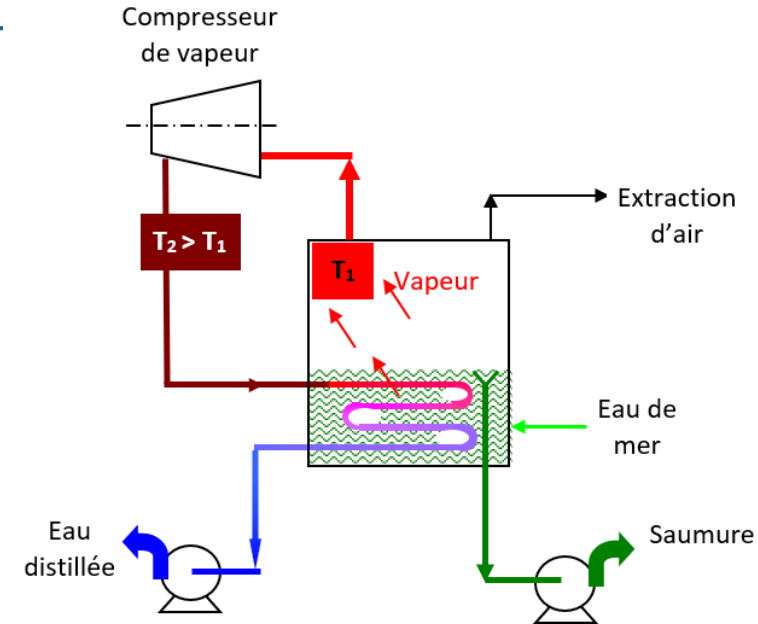
## Les principales technologies de dessalement des eaux

Les technologies actuelles de dessalement des eaux sont classées en deux catégories, selon le principe appliqué :

- **Les procédés thermiques faisant intervenir un changement de phases : la congélation et la distillation (Solaire Thermique et PV).**
- **Les procédés utilisant des membranes: l'osmose inverse et l'électrodialyse (Solaire PV).**
- **Distillation et osmose inverse**, technologies avec performances prouvées pour le dessalement d'eau de mer.
- procédés sont les plus commercialisés dans le marché mondial du dessalement.
- Les autres techniques n'ont pas connu un essor important dans le domaine à cause de problèmes liés généralement à la consommation d'énergie et/ou à l'importance des
- **Osmose Inverse:** L'énergie requise par l'osmose inverse est uniquement celle électrique consommée principalement par les pompes haute pression.

## Les procédés de distillation

Dans les procédés de distillation: chauffer l'eau de mer pour en vaporiser une partie, ne contenant pas de sels, il suffit alors de condenser cette vapeur pour obtenir de l'eau douce liquide



$$\pi = \rho gh = \text{pression osmotique}$$

# DESSALEMENT DE L'EAU DE MER : ETAT DE L'ART

<https://ecotoxicologie.fr/impacts-dessalement-eau-mer>

## Principe osmose inverse

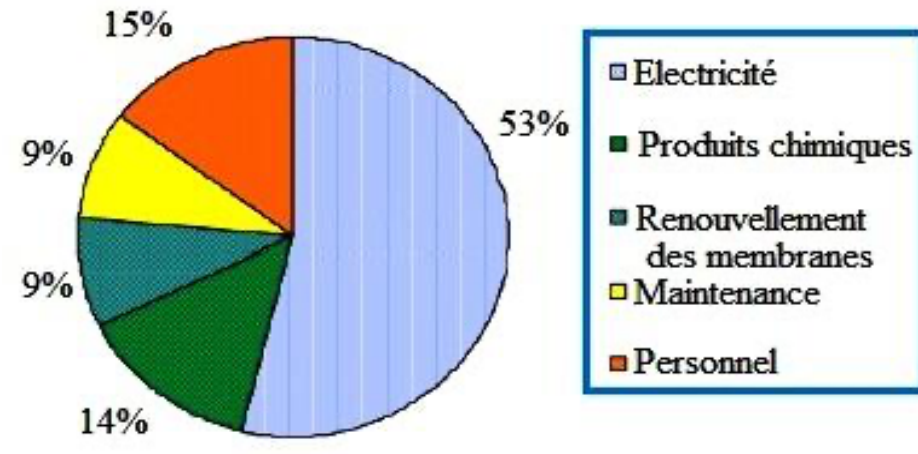
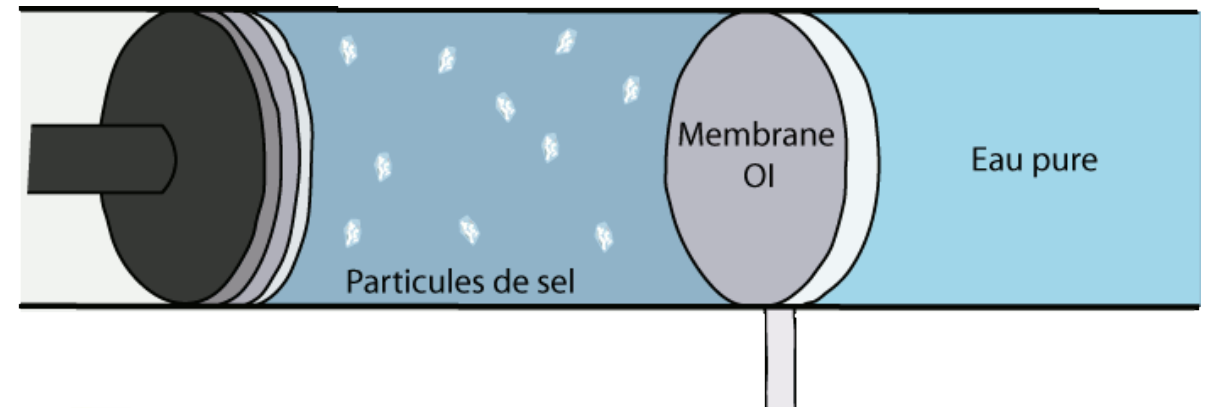
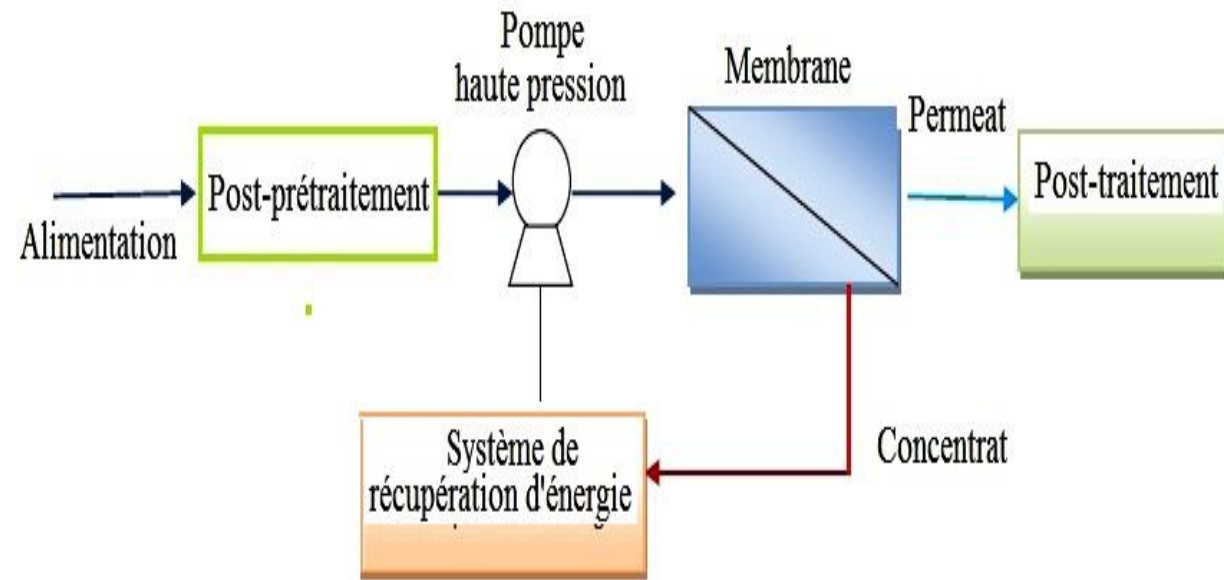


Fig. 2: Répartition des coûts d'exploitation moyens sur une usine de dessalement d'osmose inverse [8]

B. Peñate, Energy, Vol. 36, N°1, 2011

Fig. 1: Schéma de principe d'une unité de dessalement basé sur le principe d'osmose inverse [5]

A.M.K. El-Ghonemy, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 18, 2013

- poste de traitement appelé le prétraitement,
- eau refoulée vers les membranes d'osmose inverse sous pression à travers des pompes à haute pression,
- importante consommation d'énergie

## Energie de consommation dans les stations de dessalement O.I.:

- sans système de récupération: 4 à 8 kWh/m<sup>3</sup>
- par contre procédés avec système de récupération: 2 - 4 kWh/m<sup>3</sup>.

# DESSALEMENT SOLAIRE PV

**Tableau 1:** Résultats de simulation pour les trois usines choisies

		Sans récupération d'énergie (SRE)	Avec échangeur de pression (AEP)
<b>Station de Fouka</b>	Valeur théorique (kWh/m <sup>3</sup> )	4.9	2.3
	Valeur d'exécution (kWh/m <sup>3</sup> )	4.7	2.23
<b>Station Skikda</b>	Valeur théorique (kWh/m <sup>3</sup> )	4.87	2.34
	Valeur d'exécution (kWh/m <sup>3</sup> )	4.56	2.17
<b>Station Béni Saf</b>	Valeur théorique (kWh/m <sup>3</sup> )	5.08	2.53
	Valeur d'exécution (kWh/m <sup>3</sup> )	4.77	2.27

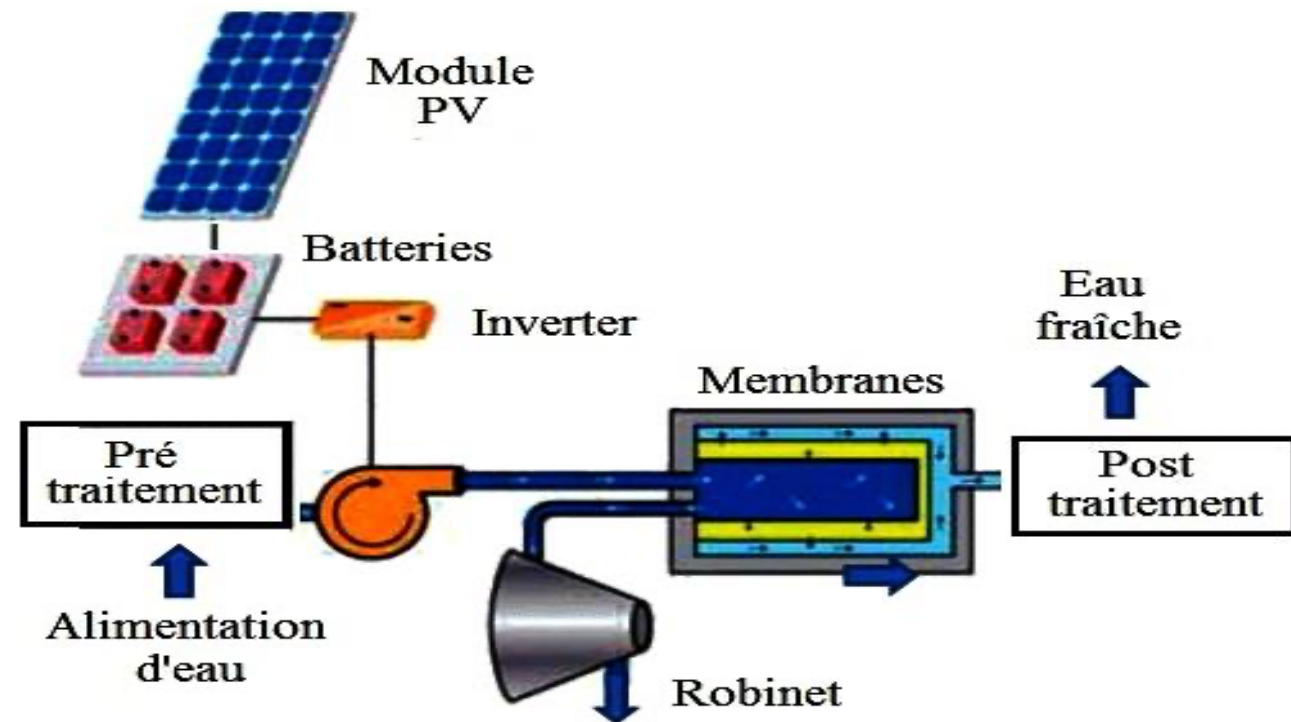


Fig. 3: Station de dessalement O.I. fonctionnant avec le photovoltaïque

A. Adda, Revue des Energies Renouvelables Vol. 19 N°2 (2016)

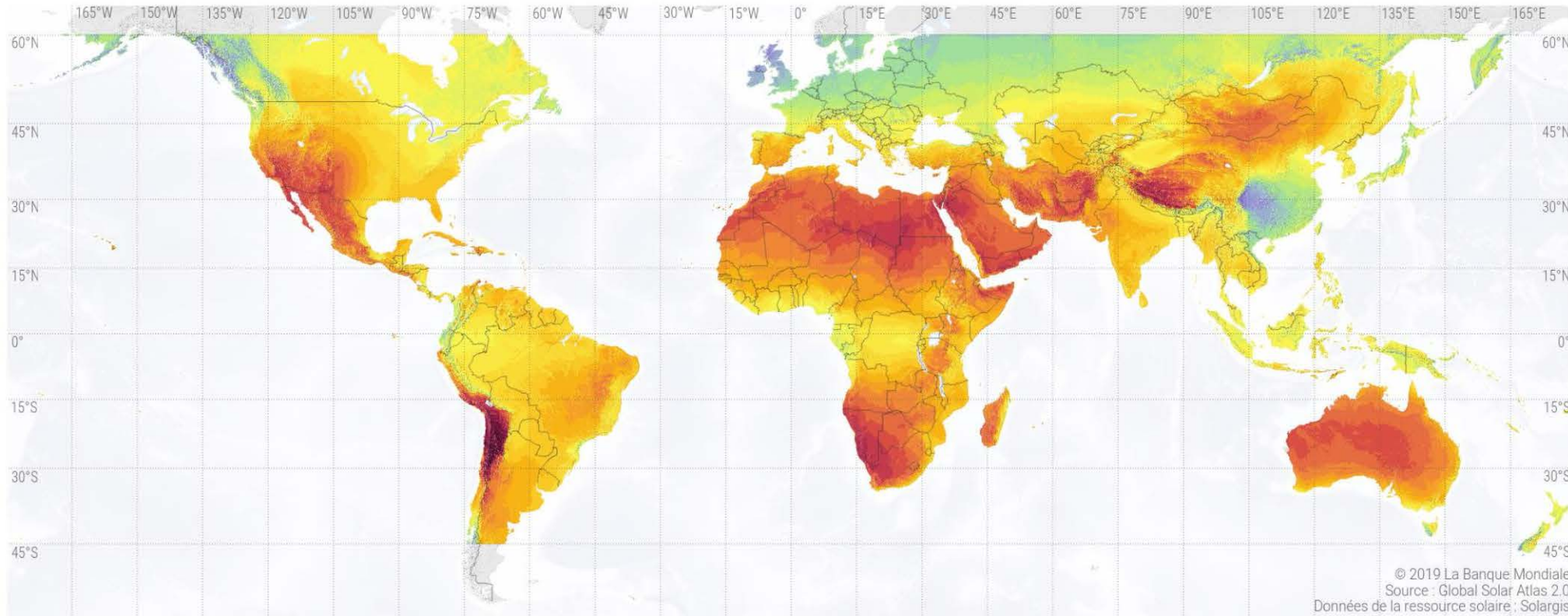
Pourquoi le Solaire PV?

# DESSALEMENT SOLAIRE PV

## Pourquoi le Solaire PV?

CARTE DE LA RESSOURCE SOLAIRE

### POTENTIEL D'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE



© 2019 La Banque Mondiale  
Source : Global Solar Atlas 2.0  
Données de la ressource solaire : Solargis

Moyenne à long terme du potentiel d'énergie photovoltaïque (PVOUT)

Totaux journaliers : 2.0 2.4 2.8 3.2 3.6 4.0 4.4 4.8 5.2 5.6 6.0 6.4



kWh/kWp

Totaux annuels : 730 876 1022 1168 1314 1461 1607 1753 1899 2045 2191 2337

Une des énergies les mieux réparties



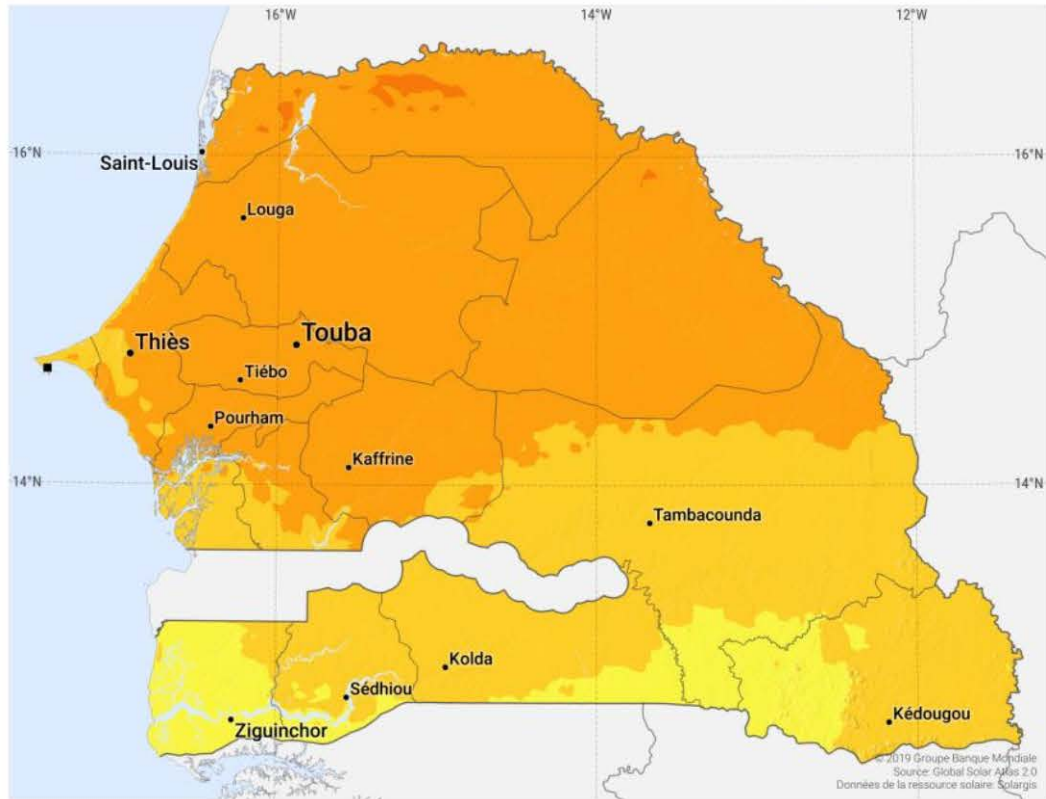
# DESSALEMENT SOLAIRE PV

## Pourquoi le Solaire PV?

# Potentiel solaire PV au Sénégal

CARTE DE LA RESSOURCE SOLAIRE

### IRRADIATION GLOBALE HORIZONTALE SÉNÉGAL



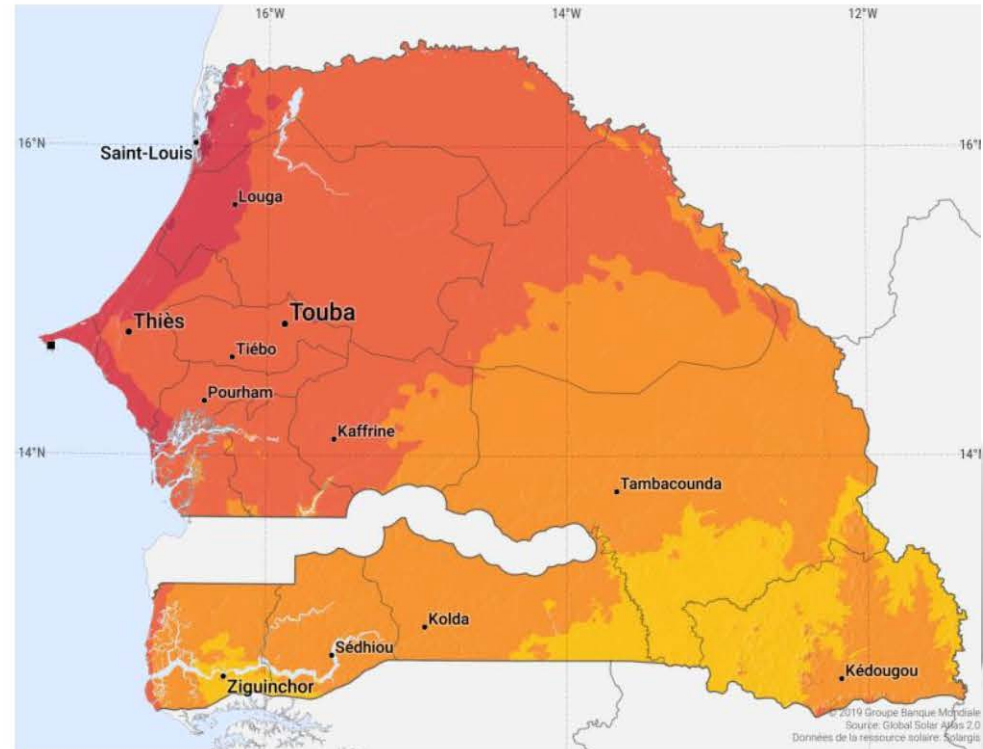
Moyenne à long terme de l'irradiation horizontale globale, période 1994-2018

Totaux journaliers: 5.6 5.8 6.0 kWh/m<sup>2</sup>

Totaux annuels: 2045 2118 2191

CARTE DE LA RESSOURCE SOLAIRE

### POTENTIEL D'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE SÉNÉGAL



Moyenne à long terme du potentiel d'énergie photovoltaïque, période 1994-2018

Totaux journaliers: 4.4 4.6 4.8 kWh/kWp

Totaux annuels: 1607 1680 1753

# DESSALEMENT SOLAIRE PV : ETAT DE L'ART

---

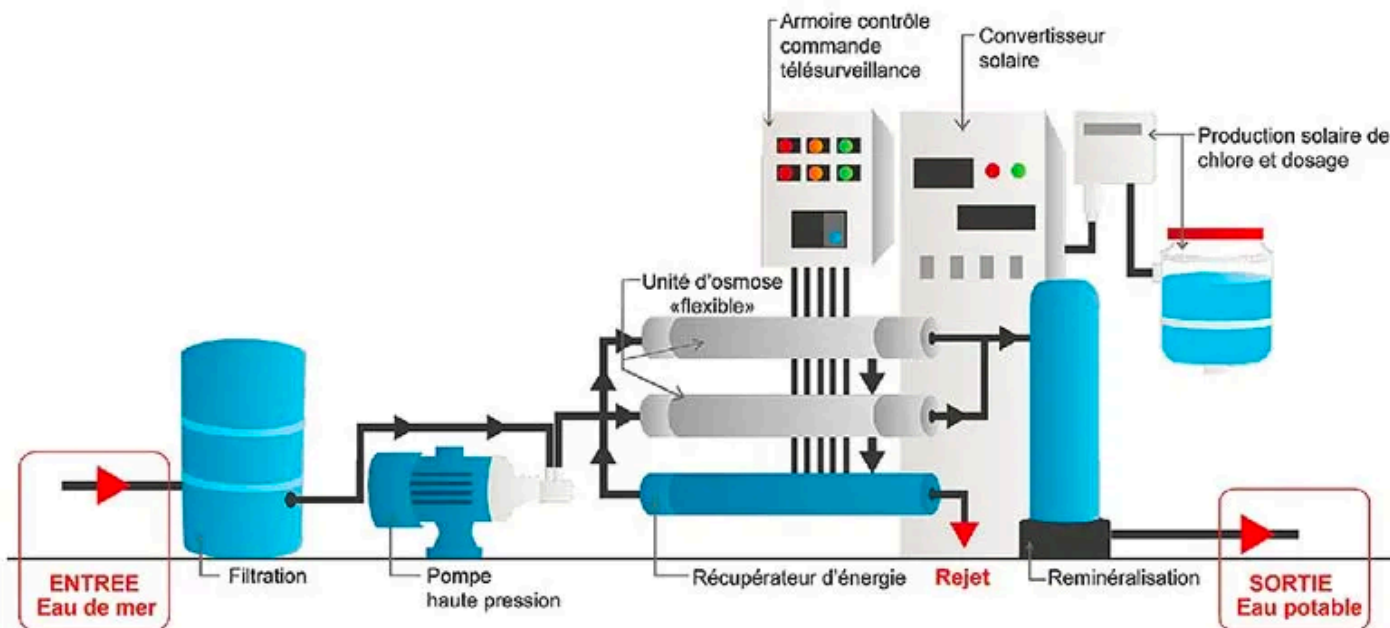
## Pourquoi le Solaire PV?

### Principaux moteurs du développement solaire PV

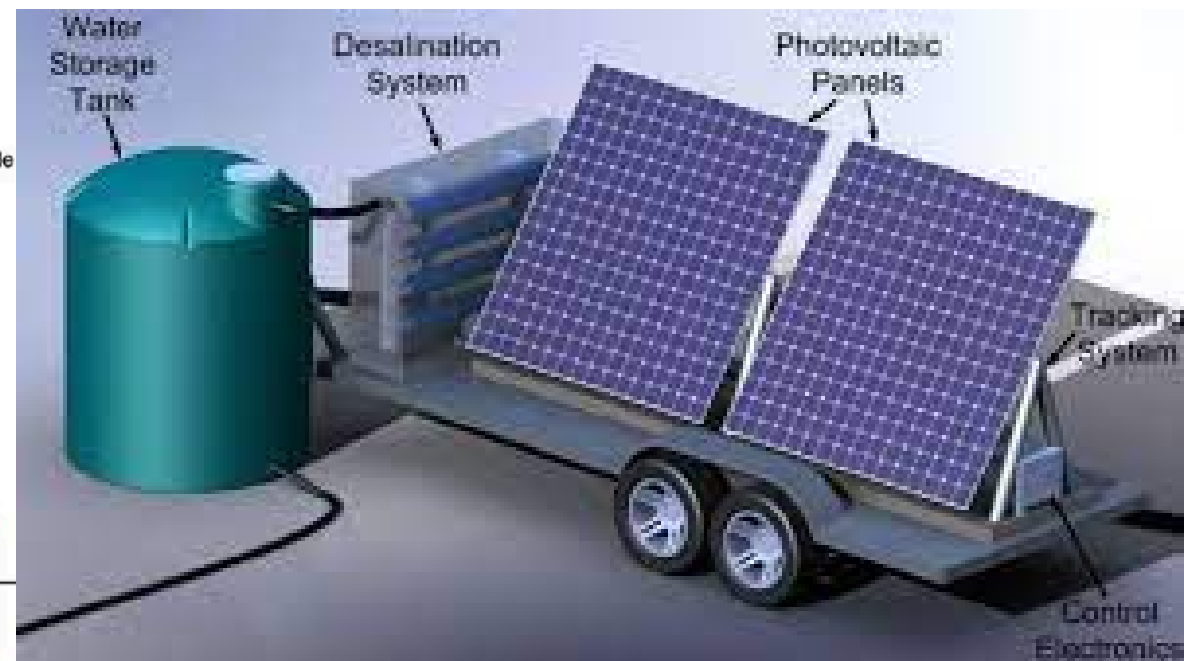
- Réductions des coûts liées aux avancées technologiques
- Économies d'échelle en matière de production
- Innovations relatives au financement
- Environnements politique et réglementaire propices
- Développement des connaissances et des compétences
- Prise de conscience et engagement croissants en matière de changement climatique et de protection du climat



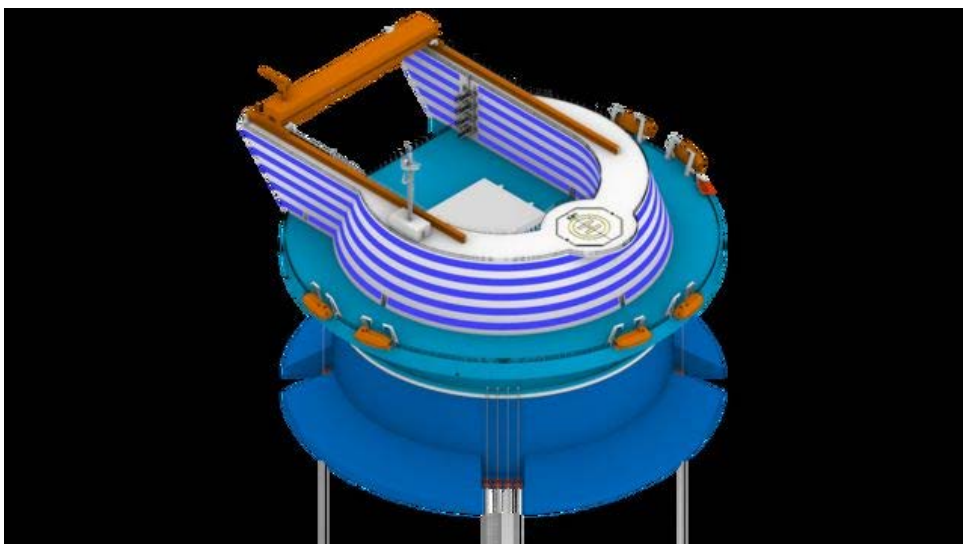
# APPLICATIONS ET INNOVATIONS



<https://mrmondialisation.org/desalinisation-solaire-deau-de-mer/>

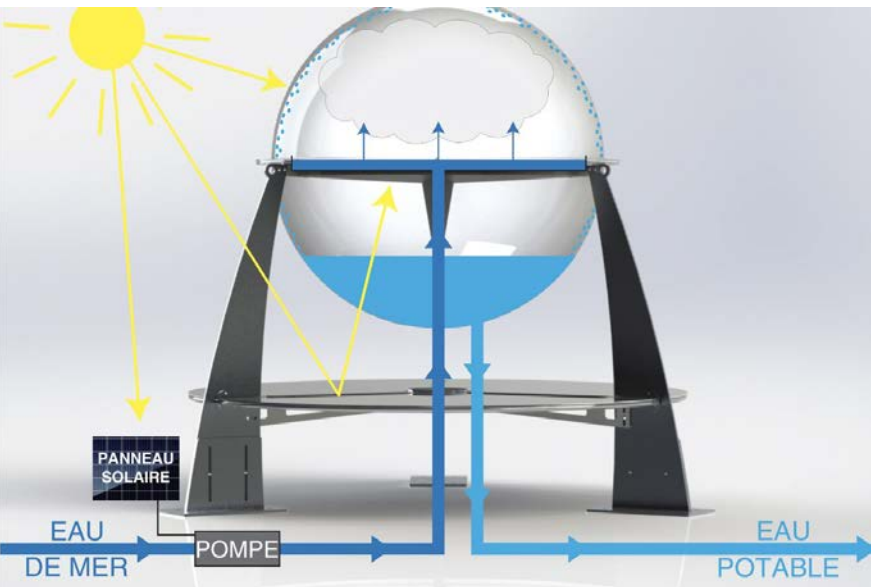


[https://www.lexpress.fr/actualite/sciences/des-chercheurs-inventent-une-usine-mobile-a-l-energie-solaire-pour-dessaler-l-eau\\_1675862.html](https://www.lexpress.fr/actualite/sciences/des-chercheurs-inventent-une-usine-mobile-a-l-energie-solaire-pour-dessaler-l-eau_1675862.html)

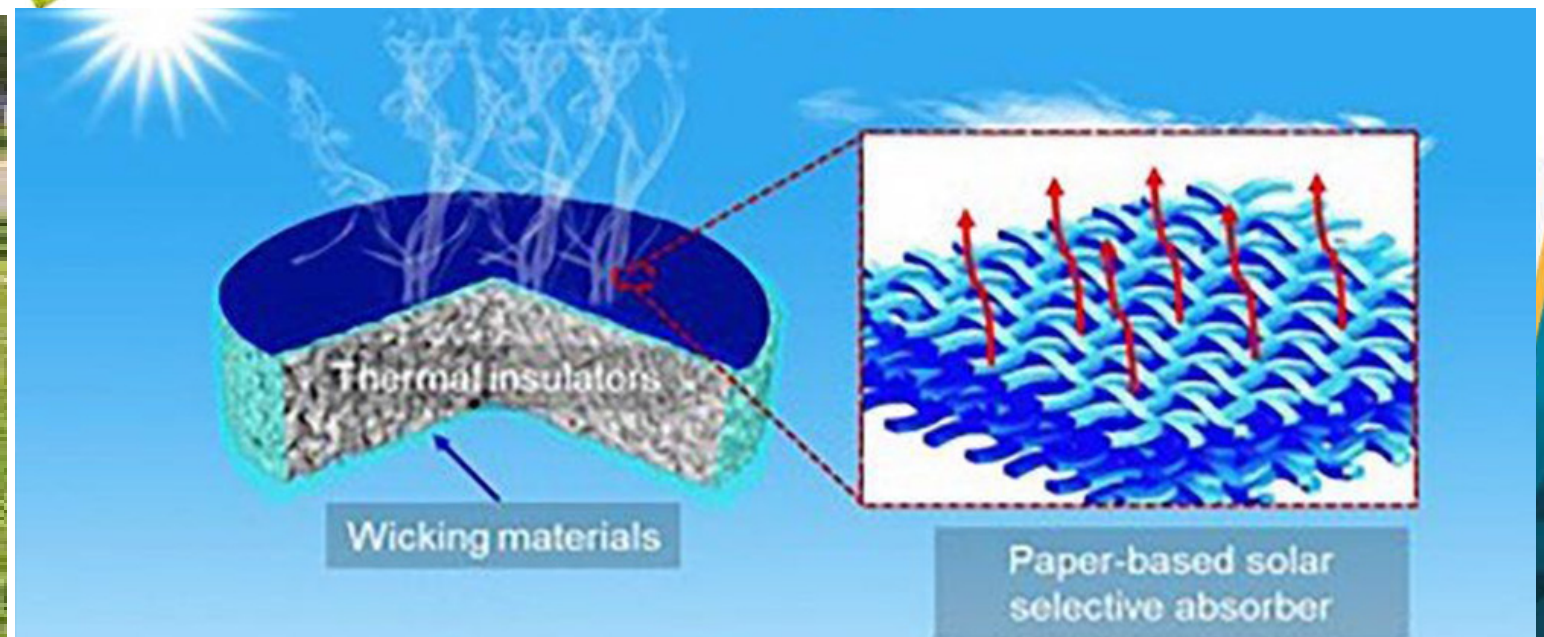


usine de dessalement offshore fonctionnant à l'énergie nucléaire.  
Source: <https://www.bbc.com/afrique/monde-61896309/19/10/2022>

# APPLICATIONS ET INNOVATIONS

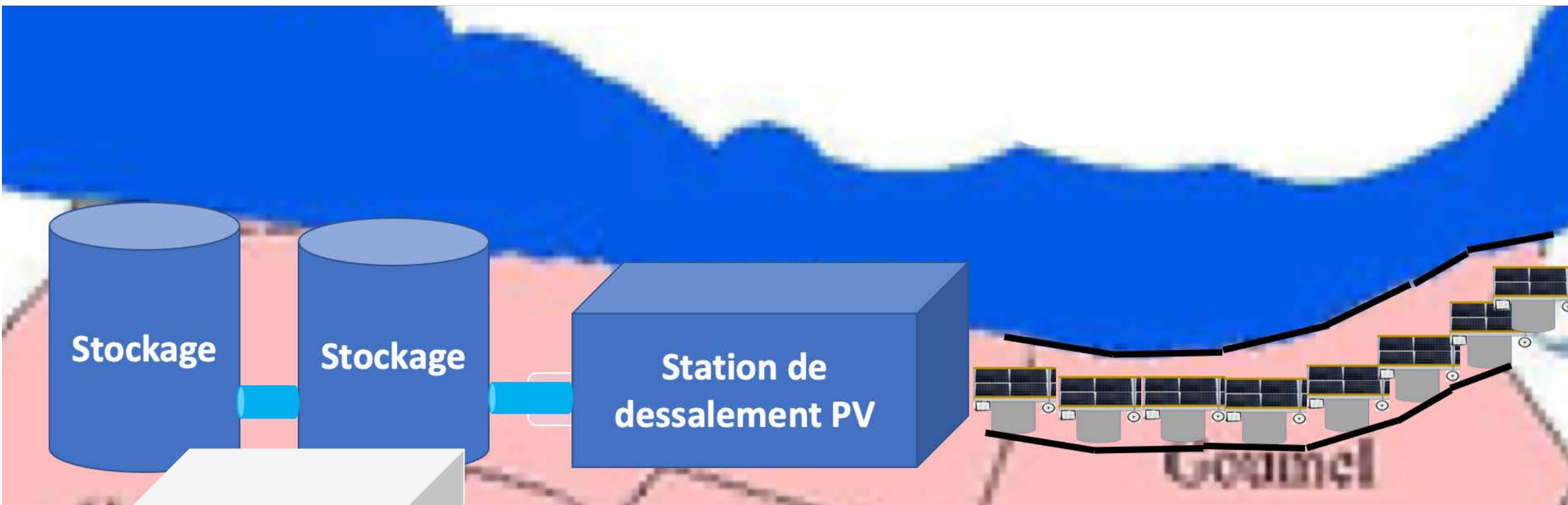


En Chine, une équipe de chercheurs travaille au développement d'un dispositif de dessalement, à haute efficacité et à faible coût, alimenté par le soleil. Ce dernier est notamment composé d'une couche contenant du titane, capable d'absorber l'énergie solaire.



# APPLICATIONS ET INNOVATIONS

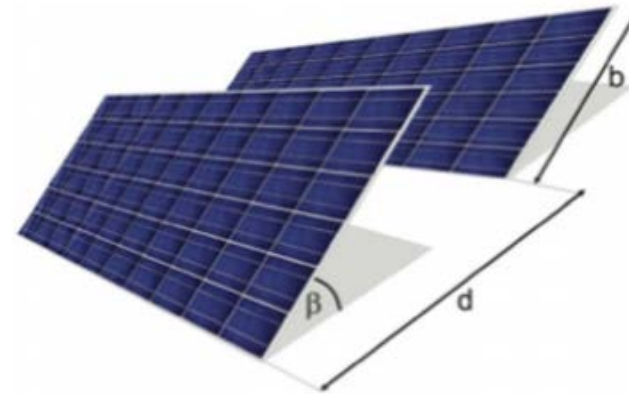
## Système de Dessalement Beach-PV



**Saumure à valoriser pour approvisionnement en sel du continent**

- Pas de stockage énergétique
- Stockage d'eau pour assurer l'approvisionnement
- Pas d'impact sur les surfaces utilisables
- Peut servir de tentes pour la plage
- Fourniture de sel pour la conservation du poisson dans les îles

# Types de panneaux: Problèmes, Suivi et maintenance des installations

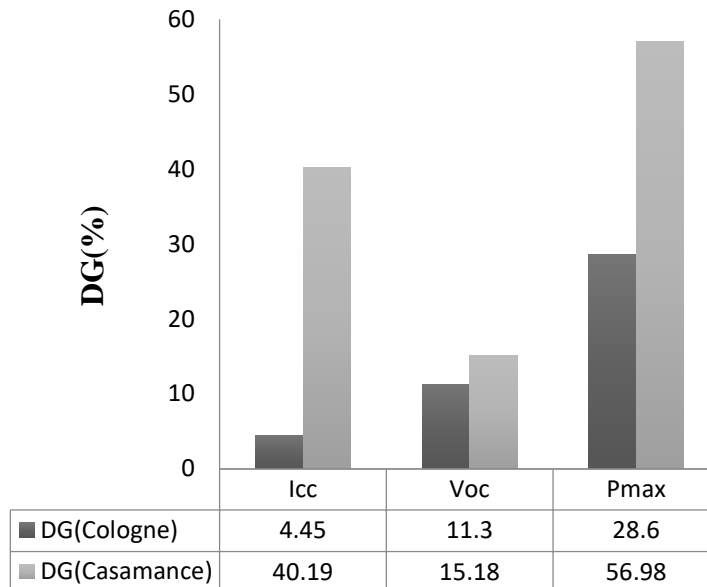


## Ombrage: arbres, immeubles etc et auto-ombrage

- perte de 11 % environ pour ombrage partiel
- Création de points chauds pouvant détériorer le PV



- Nettoyage mensuel
- Entretien et contrôle des éléments
- Maintenance et suivi obligatoire



Sites	Fissure/cassure	Décoloration	Salissure	Délamination
Casamance				
pourcentage (%)	33,33%	33,33%	50%	0%
Cologne				
pourcentage (%)	0%	80%	0%	0%

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

