



## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 41740 A1** (51) Cl. internationale : **A01G 9/14; C02F 1/14**
- (43) Date de publication : **28.06.2019**

- 
- (21) N° Dépôt : **41740**
- (22) Date de Dépôt : **29.12.2017**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE IBN TOFAIL, Campus Universitaire B.P. 242 KENITRA (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **CHOUKAI Oumaima ; ZEJLI Driss**
- (74) Mandataire : **IGOUZAL MOHAMMED**

---

(54) Titre : **COUPLAGE D'UN ETANG SOLAIRE A UNE SERRE DE DESSALEMENT**

- (57) Abrégé : La présente invention porte sur l'amélioration du productible en eau douce d'une serre agricole de dessalement d'eau de mer ou de l'eau saumâtre (SeaWater GreenHouse) via son couplage à un étang solaire. Ce dernier est combiné à la serre pour servir à la fois d'un capteur solaire et d'un moyen de stockage de la chaleur et de la saumure. La chaleur ainsi stockée sera récupérée pour le chauffage de l'air traversant la serre à son entrée au deuxième évaporateur. Une fois chauffé, l'air verra son humidité relative diminuer et donc gagnera en capacité à s'humidifier davantage. Le volume d'eau récupéré au condenseur sera alors plus important. Le soir, la chaleur stockée dans l'étang solaire servira à chauffer la serre pour réduire l'amplitude de variation de la température qui peut avoir lieu à l'intérieur de la serre entre le jour et la nuit.

## **Couplage d'un étang solaire à une serre de dessalement**

### **ABREGE :**

La présente invention porte sur l'amélioration du productible en eau douce d'une serre agricole de dessalement d'eau de mer ou de l'eau saumâtre (SeaWater GreenHouse) via son couplage à un étang solaire. Ce dernier est combiné à la serre pour servir à la fois d'un capteur solaire et d'un moyen de stockage de la chaleur et de la saumure. La chaleur ainsi stockée sera récupérée pour le chauffage de l'air traversant la serre à son entrée au deuxième évaporateur. Une fois chauffé, l'air verra son humidité relative diminuer et donc gagnera en capacité à s'humidifier davantage. Le volume d'eau récupéré au condenseur sera alors plus important.

Le soir, la chaleur stockée dans l'étang solaire servira à chauffer la serre pour réduire l'amplitude de variation de la température qui peut avoir lieu à l'intérieur de la serre entre le jour et la nuit.

### **Mots clés:**

Étang solaire, Seawater Greenhouse, dessalement, stockage de la saumure, évaporateur, humidification déshumidification

**DESCRIPTION :****Domaine technique :**

La présente invention concerne l'amélioration de la productivité en eau douce de la serre agricole à dessalement et l'optimisation des rejets de la saumure.

**État de la technique antérieure**

Le rôle de l'eau dans la sécurité alimentaire est multiforme par ses implications et ses effets à la fois sur la santé et la nutrition, sur la production agricole, aquacole et agro-alimentaire, sur les revenus et le développement.

A l'échelle mondiale, l'agriculture est responsable de près de 70% de la consommation globale en eau (Mokrani, A. "L'eau et les activités agricoles", Agence de l'eau Seine-Normandie, 2009). Dans la région MENA, ce chiffre peut atteindre les 89% (Siam, G. Food Supply Crisis and the Role of Agriculture in the Middle East & North Africa (MENA) Region, Economy and Territory, Panorama, 2009), ce qui exerce une pression considérable sur les ressources en eau.

Le Maroc occupe déjà la 33ème place sur 180 pays dans le classement de ceux les plus menacés par le stress hydrique (REIG, P. ; MADDOCKS, A. and GASSERT, F. World's 36 Most Water-Stressed Countries. World Resources Institute. December 2013). Il est estimé aussi que 5 bassins hydriques sur 8 seront potentiellement déficitaires d'ici 2020 (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime. Plan Maroc Vert : Premières perspectives sur la stratégie agricole. 2008).

Le changement climatique, l'agriculture, la croissance démographique, l'urbanisation et l'industrialisation, sont autant de facteurs derrière la demande sans cesse croissante en eau que les limites et les dégradations des ressources restreignent (BENNETT, A. Desalination trends: What's the future for desalination? Filtration+Separation May/June 2012).

Sans apport de ressources supplémentaires, l'eau risquera de se faire de plus en plus rare et quels que soient les grands barrages construits, ils ne peuvent suffire à eux seuls à répondre aux exigences du développement économique et social. La bataille du Maroc dans le domaine de la mobilisation des ressources en eau est appelée à se faire sur un autre front : le dessalement de l'eau de mer.

Le dessalement de l'eau de mer s'impose plus que jamais comme seule alternative pour faire face à la pénurie actuelle d'eau qui sévit dans de nombreux pays (MARTINETTI, C. R. ; CHILDRESS A.E. and CATH T.Y. High recovery of concentrated RO brines using forward osmosis and membrane distillation. J. Membr. Sci. 2009, 331, pp. 31–39)

Le dessalement serait par excellence le meilleur procédé où s'illustre le mieux le Nexus eau – énergie. En fait, dans le cadre de ce Nexus, la disponibilité de l'énergie garantit

celle de l'eau. Cependant, le défaut de l'énergie rendrait le problème de l'eau plus compliqué. Celui-ci pourrait se convertir en un problème d'énergie pour lequel des solutions urgentes s'imposeraient.

Le marché mondial du dessalement connaît une croissance de près de 10% depuis le début des années 2000. On estime qu'il y a actuellement plus de 18.000 stations de dessalement fonctionnant dans plus de 120 pays et totalisant une capacité installée au niveau mondial d'environ 90 millions de m<sup>3</sup>/jour (IDA Desalination Yearbook 2015-2016). La région méditerranéenne en détient environ le quart (BOYE, H. Eau, Energie, dessalement et changement climatique en Méditerranée. Plan Bleu. Banque Européenne d'Investissement. EUROMED, Août 2008).

Au Maroc, les autorités en charge de l'eau potable se sont lancées déjà depuis les années 1970 dans un programme d'installation d'unités de dessalement de l'eau de mer avec l'objectif d'alimenter en eau potable des régions côtières du pays, en particulier celles situées dans les Provinces du Sud, en optant pour le procédé le moins énergivore : l'Osiose Inverse (ZEJLI, D. ; BENCHRIFA, Rachid ; BENNOUNA, Abdelaziz. Renewable energies and water in the north of Africa. 2ème Conférence Internationale sur les Energies Renouvelables et les Technologies de l'Eau (CIERTA), Almeria 2-3 octobre 2008).

L'ONEE, qui a capitalisé durant les quatre dernières décennies une grande expérience dans la réalisation, l'exploitation et la maintenance des stations de dessalement, comptait, au début des années 2010, une capacité de production de plus de 35.000 m<sup>3</sup>/j (BENKHADRA, A. Allocution à l'ouverture de la Conférence Finale MED-CSD. Rabat, 18 mai 2010).

Cette capacité va connaître certainement un accroissement rapide, compte-tenu de la programmation d'un certain nombre de projets de dessalement, notamment pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Agadir et aussi pour les besoins d'irrigation avec une capacité de production de 100.000 m<sup>3</sup>/j pouvant s'étendre à 200.000 m<sup>3</sup>/j à l'horizon 2030 (ONEE. L'ONEE lance le premier projet en BOT au Maroc pour le renforcement de la production d'eau potable du Grand Agadir par dessalement d'eau de mer. Communiqué de presse, mai 2014).

Cependant, le fonctionnement des procédés de dessalement considérés pour la plupart comme énergivores est incompatible avec le concept du développement durable, puisque celui-ci participe activement à la fois à l'épuisement des réserves de ces sources d'énergie et à l'augmentation de l'effet de serre par les émissions directes et indirectes qu'il génère. Par ailleurs, le coût de l'énergie peut représenter dans certains cas jusqu'à 50% voire plus du coût du m<sup>3</sup> d'eau produite, ce qui peut freiner son développement dans les pays en voie de développement non producteurs de pétrole comme le Maroc (Zejli, D., El Midaoui, A.. Moroccan Potentialities of Using Renewable Energy Sources for Desalination. In: Solar Desalination for the 21st Century. Edited by Lucio Rizzuti, Hisham M. Ettouney, Andrea Cipollina. Nato Publishing Unit, Springer, 2006).

Les rejets de la saumure impactent quant à eux dangereusement l'environnement. Bien que le nombre de publications scientifiques consacrées à la question soit restreint, ce phénomène qui s'amplifie avec la multiplication des installations de dessalement, appelle une vigilance particulière.

Les premières recherches menées le siècle dernier sur le dessalement utilisant les énergies renouvelables remontent au début des années 80. De nombreuses initiatives et programmes de recherche ont été lancés au niveau mondial depuis lors sur de nombreux procédés. Ils ont tenté d'optimiser le fonctionnement de ces procédés et de promouvoir des technologies et des combinaisons innovantes. Néanmoins, à ce jour, la traduction des résultats de ces recherches en réalisations industrielles est rarement envisageable, étant donné l'absence de retour d'expérience sur l'efficacité et le chiffrage économique de ces procédés (ZEJLI, D.. Etude du couplage des énergies renouvelables et du dessalement pour la production d'eau potable au Maroc : optimisation et étude technico-économique. Thèse d'Université, Université Ibn Tofail, 2012).

En effet, plusieurs projets de dessalement solaire ont été réalisés dans plusieurs endroits à travers le monde, entre autres, le procédé d'humidification-déshumidification dans une serre agricole (TAHRI, T. ; DOUANI, M. ; ABDUL-WAHAB, S.A. ; AMOURA, M. ; BETTAHAR, A.. Simulation of the vapor mixture condensation in the condenser of seawater greenhouse using two models. *Desalination* 317 (2013) 152–159).

La serre de dessalement fonctionne selon le principe suivant : L'eau de mer est pompée d'un puits d'eau saumâtre ou de la mer. Une fois l'eau est filtrée, elle est envoyée à un réservoir froid (fig.1) qui alimente d'abord le condenseur, puis le premier évaporateur. La saumure provenant du premier évaporateur retourne au réservoir froid. L'évaporateur se compose d'un treillis de nid d'abeilles placé face au vent dominant. L'eau de mer s'écoule goutte à goutte vers le bas au-dessus du treillis, en refroidissant et en humidifiant l'air entrant dans la serre. Des ventilateurs aspirent cet air qui traverse la serre. En absorbant une partie du rayonnement solaire capté par la serre, l'air voit sa température augmenter et son humidité relative baisser. Avant sa sortie de l'autre bout de la serre, l'air traverse un deuxième évaporateur d'eau de mer ou de l'eau saumâtre identique au premier. L'air sortant du deuxième évaporateur est presque saturé, il passe à travers le condenseur, où circule à son intérieur l'eau de mer ou saumâtre fraîche pompée du réservoir froid. Le condensat s'écoulant sur les parois externes du condenseur est récupéré et représente la production d'eau douce de la serre de dessalement.

Ce type de serre, discuté dans le brevet US 20130192131 A1, est appelé serre de dessalement ou « SeaWater GreenHouse » (SWGH). D'un côté, il offre un environnement favorable à la production agricole dans la mesure où il réduit considérablement la perte en eau par transpiration des plantes en rafraichissant l'atmosphère interne de la serre. De l'autre côté, il contribue à la production de l'eau nécessaire à l'irrigation par un processus de distillation solaire (FERNANDES, C. ; CORA, J. E. ; and ARAUJO, J. A. C., *Scientia Agricola*, 60 (2003) 591 & YETILMEZSOY, K. ; ABDUL-WAHAB, S. A. A composite desirability function-based modeling approach in predicting mass condensate flux of condenser in seawater greenhouse. *Desalination* 344 (2014) 171–180).

À ce jour, la construction de cinq SWGH a été signalée à différents endroits. La première SWGH a été construite en 1994 à Tenerife, en Espagne. Cette serre couvrait une superficie de 360 m<sup>2</sup> où des produits agricoles ont été cultivés avec succès (GOOSEN, M.A. ;

SABLANI, S.S.; SHAYYA, W.H.; PATON C.; AL-HINAI, H. Thermodynamic and economic considerations in solar desalination. *Desalination* 2000;129:63–89). La quantité d'eau douce produite par cette serre était de près de 1,5 m<sup>3</sup>/jour, ce qui a dépassé les besoins en eau d'irrigation. Il a été signalé que la quantité maximale d'eau produite atteignait jusqu'à vingt fois les besoins en eau de la serre (GOOSEN, M.F.A. ; AL-HINAI, H. ; SABLANI, S. Capacity building strategies for desalination: Activities, facilities and educational programs in Oman. *Desalination* 2001;141:181–9 & DAVIES, P. ; TURNER, K. ; PATON, C. Potential of the seawater greenhouse in Middle Eastern climates. Proc., International Engineering Conference. Mutah: Mutah University; 2004. p. 523–40).

La deuxième SWGH a été construite dans l'île d'Al-Aryam, à Abu Dhabi, en Émirats arabes unis en 2000. Elle a été la première SWGH construite au Moyen-Orient (BAILEY, B.J. ; RAOUECHE, A. Design and performance aspects of a water producing greenhouse cooled by seawater. *Acta Hort* 1998;458:311–5. & BOUROUNI, K. ; CHAIBI, M. T. ; AL-TAEE, A. Water desalination by humidification and dehumidification of air, seawater greenhouse process. Solar energy conservation and photoenergy systems, Encyclopedia of Life Support Systems. EOLSS; 2011 accessed 14 October 2014.). La superficie totale de cette serre était de 864 m<sup>2</sup>. Après plusieurs modifications, la production quotidienne d'eau de cette serre s'est approchée de 1 m<sup>3</sup> avec une excellente qualité de l'eau et ce volume a presque atteint les besoins d'irrigation des cultures (DAVIES, P. ; TURNER, K. ; PATON, C. Potential of the seawater greenhouse in Middle Eastern climates. Proc., International Engineering Conference. Mutah: Mutah University; 2004. p. 523–40. & DAVIES, P. ; PATON, C. The Seawater Greenhouse and the Watermaker Condenser. In: 3rd International Heat Powered Cycles Conference. Larnaca: 2004).

En 2004, la troisième SWGH a été construite à Oman, couvrant une superficie de 720 m<sup>2</sup>. Cependant, cette dernière n'a pas été en mesure de répondre à la demande en eau de la culture du concombre cultivé car la quantité de production d'eau douce n'était que de 0,3 à 0,6 m<sup>3</sup>/jour (AL-ISMAILI, A. M. Modeling of a Humidification-Dehumidification Greenhouse in Oman. Bedford: Cranfield University; 2009 Unpublished PhD. Thesis & MAHMOUDI, H. ; ABDUL-WAHAB, S.A. ; GOOSEN, M.F.A. ; SABLANI, S.S. ; PERRET, J. ; OUAGUED, A. et al. Weather data and analysis of hybrid photovoltaic–wind power generation systems adapted to a seawater greenhouse desalination unit designed for arid coastal countries. *Desalination* 2008;222:119–7)

La quatrième SWGH a été construite à Port Augusta, en Australie-Méridionale en 2010. Cette serre couvrait au départ une superficie de 2000 m<sup>2</sup> pour passer à 20 ha (<https://seawatergreenhouse.com/australia-1/>).

La dernière est en cours de construction (2017) près de Berbera, en Somalie (<https://seawatergreenhouse.com/somaliland/>).

Le point fort de la présente invention réside dans la réduction du rejet de la saumure tout en faisant de cette contrainte une opportunité pour améliorer la productivité en eau douce de la Seawater Greenhouse. L'invention consiste à coupler un étang solaire à la serre de dessalement.

Un couplage semblable a déjà fait l'objet de réalisations, mais pour le chauffage de la serre et non pas pour le dessalement (SYED A. SHAH, TED H. SHORT and R. PETER FYNN. A solar pond-assisted heat pump for greenhouses, Solar Energy Vol. 26, pp. 491~196, 1981. & H. AL-HUSSAINI and K. O. SUEN. Using shallow solar ponds as a heating source for greenhouses in cold climates. Energy Convers. Mgmt Vol. 39, No. 13, pp. 1369-1376, 1998)

## **Exposé de l'invention**

L'invention consiste en l'amélioration du productible en eau douce d'une SWGH, dont le principe de base est représenté sur la figure 1, et ce via son couplage à un étang solaire. Ce dernier jouera le rôle de capteur solaire et de réservoir de stockage de la saumure et de la chaleur pour chauffer l'air entrant au deuxième évaporateur de la serre.

Deux échangeurs de chaleurs sont placés respectivement au fond de l'étang solaire et avant le deuxième évaporateur de la serre (Figure 2). De l'eau, comme fluide caloporteur, circule dans un cycle fermé entre les deux échangeur de chaleur. Avant sa traversée du deuxième évaporateur, l'air parcourant la serre et aspiré par les ventilateurs, traverse d'abord l'échangeur de chaleur où circule le fluide caloporteur chaud provenant de l'étang solaire. Une fois chauffé, l'air voit son humidité relative diminuer et donc gagne en capacité à s'humidifier davantage et donc à absorber une quantité d'eau encore plus grande lors de son passage à travers le deuxième évaporateur.

La chaleur stockée dans l'étang solaire est utilisable aussi pendant la nuit, période durant laquelle la serre ne fonctionne pas en mode dessalement, et ce pour chauffer la serre.

Ainsi, le schéma du nouveau système devient comme illustré sur la figure 2 lors du fonctionnement diurne et comme illustré sur la figure 3 lors du fonctionnement nocturne.

L'ajout de cet étang solaire et son couplage au système de base de la serre contribuera à l'augmentation du productible en eau douce générée, à l'amélioration des conditions de croissance des plantes, ainsi qu'à la gestion optimale des rejets de saumure qui constituent le point noir de tout procédé de dessalement.

## **Description détaillée d'un mode de réalisation :**

Dans le cadre de notre simulation des résultats de notre invention. Le modèle mathématique du procédé d'humidification-déshumidification, ci-dessous, fût traduit en un modèle informatique en blocs.

Quantité d'eau évaporée :

$$\begin{aligned}\dot{m}_{\text{eau\_évaporée}} &= \dot{m}_{\text{entrée\_évaporateur}} - \dot{m}_{\text{sortie\_évaporateur}} \\ &= \dot{m}_{\text{air\_sec}}(w_{\text{sortie\_évaporateur}} - w_{\text{entrée\_évaporateur}})\end{aligned}$$

Quantité d'eau condensée :

$$\dot{m}_{\text{eau\_condensée}} = \dot{m}_{\text{air\_sec}}(w_{\text{entrée\_condenseur}} - w_{\text{sortie\_condenseur}})$$

Avec,

$$\dot{m}_{\text{air\_sec}} = d v S$$

$$d = \frac{PM}{RT} = 1,292 \frac{273,15}{T}$$

$\dot{m}$  : Le flux massique (Kg/s)

$d$  : La densité d'air sec en (kg/m<sup>3</sup>)

$T$  : La température exprimée en Kelvin (K)

$v$  : La vitesse de l'air mesurable via anémomètre (m/s)

Sachant que l'enthalpie de l'air humide peut s'exprimer comme suit :

$$h(T, P, w) = C_{p, \text{air sec}} T + w (\Delta h_{g0} + C_{p, \text{eau(vapeur)}} T)$$

$h$  : L'enthalpie spécifique (kJ/kg)

$\Delta h_{g0} = \Delta h_{\text{eau(vapeur-Liquide)}}(0^\circ)$  : l'enthalpie spécifique de la vapeur d'eau saturée à 0°C (en J/Kg)

$w$  : L'humidité absolue de l'air

$C_{p,e(v)}$ : La chaleur spécifique (vapeur) (kJ/kg.°C)

$C_{p,as}$ : La chaleur spécifique (air sec) à 100kPa entre 0 et 50°C (kJ/kg.°C)

Aussi,

$$w = \frac{18}{29} \frac{p_v}{P_{atm} - p_v}$$

Où,

$$p_v = \varphi p_{vs}$$



$$p_{vs} = 10^{2,7877+(7,625T)/(241,6+T)}$$

Valable pour  $T > 0^{\circ}\text{C}$  avec la présence d'eau liquide

$p_v$ : La pression partielle de la vapeur (Pa)

$P_{\text{atm}}$ : La pression atmosphérique (Pa)

$p_{vs}$ : La pression de saturation de la vapeur (Pa)

$\phi$  : L'humidité relative mesurable via psychromètre

En guise d'étude de cas, les données suivantes ont été utilisées comme données d'entrée du modèle:

**Température extérieure ambiante  $T_1 = 20^{\circ}\text{C}$**

**Humidité relative de l'air ambiant  $\phi_1 = 30\%$**

**Surface de l'évaporateur 1  $S_1 = 1\text{m}^2$**

**Vitesse du vent  $v = 3\text{m/s}$**

**Surface du Toit  $S_t = 50\text{m}^2$**

**Rayonnement sur surface horizontale  $R = 0,6\text{ kW/m}^2$**

**Température à l'entrée de l'évaporateur 2 après chauffage par étang solaire de  $70^{\circ}\text{C}$**

Les résultats de simulations sont comme suit :

Quantité de condensat d'une SWGH Normale : 13,1 g/s, Soit pour 8 heures ensoleillées par jour, un productible de 377,28 litres/jour

Quantité de condensat de l'invention : 31,0 g/s, Soit pour 8 heures ensoleillées par jour, un productible de 892,80 Litres/jour.

**D'où, une augmentation d'eau douce produite par la SWGH à environ 137%.**

**REVENDEICATIONS**

**1-Procédé pour l'amélioration de la productivité en eau douce d'une serre de dessalement (Seawater Greenhouse) par couplage à un étang solaire.**

**2-Procédé pour l'amélioration de la productivité en eau douce d'une serre de dessalement selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ce procédé est appliqué durant la journée selon les étapes suivantes :**

**a-** l'étang solaire, qui joue le rôle de capteur solaire et de moyen de stockage de la chaleur, chauffe le fluide caloporteur (l'eau) qui circule dans un cycle fermé entre deux échangeurs de chaleur. Les échangeurs de chaleurs sont placés respectivement au fond de l'étang solaire et avant le deuxième évaporateur de la serre.

**b-** l'air aspiré par les ventilateurs parcourt la serre après sa traversée du premier évaporateur et arrive au niveau de l'échangeur de chaleur où circule le fluide caloporteur (eau) chaud provenant de l'étang solaire.

**c-** l'air est chauffé à sa traversée de l'échangeur de chaleur. Son humidité relative diminue et sa capacité à s'humidifier augmente.

**d-** l'air en sortie de l'échangeur absorbe une quantité d'eau plus grande lors de son passage à travers le deuxième évaporateur.

**3- Procédé pour l'amélioration de la productivité en eau douce d'une serre de dessalement selon les revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que dans le mode de réalisation suivant :**

-Température extérieure ambiante  $T1 = 20^{\circ}\text{C}$

-Humidité relative de l'air ambiant  $\phi1 = 30\%$

-Surface de l'évaporateur 1  $S1 = 1\text{m}^2$

-Vitesse du vent  $v = 3\text{m/s}$

-Surface du Toit  $S_t = 50\text{m}^2$

-Rayonnement sur surface horizontale  $R = 0,6 \text{ kW/m}^2$

-Température à l'entrée de l'évaporateur 2 après chauffage par étang solaire de  $70^{\circ}\text{C}$

Le productible en eau de la SWGH est de 892,80 Litres/jour, soit une augmentation d'eau douce produite de 137% par rapport à une SWGH non couplée à un étang solaire.

- 4- Procédé pour l'amélioration de la productivité en eau douce d'une serre de dessalement selon les revendications de 1 à 3, caractérisé par le fait qu'une partie de la saumure est stockée dans l'étang, ce qui réduit son rejet dans l'environnement.
- 5- Procédé pour l'amélioration de la productivité en eau douce d'une serre de dessalement selon la revendication 1, caractérisée par le fait que durant la nuit la chaleur stockée dans l'étang solaire est utilisée pour chauffer la serre via des conduites installées sur le sol de la SWGH et connectées à l'échangeur de chaleur de l'étang. Ceci contribue à l'amélioration des conditions de croissance des plantes.

Liste des figures

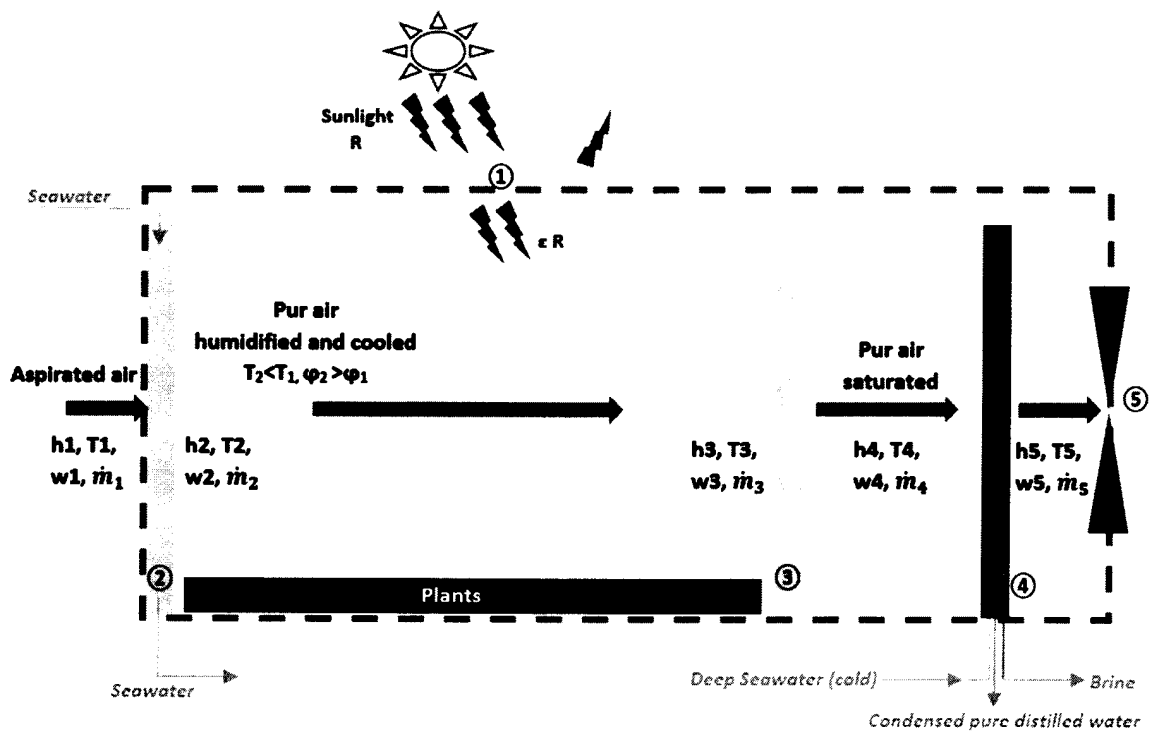


Figure 1 : Schéma de base d'une SeaWater GreenHouse

- ① Greenhouse roof, ② Evaporator n°1, ③ Evaporator n°2, ④ Condenser, ⑤ Fan

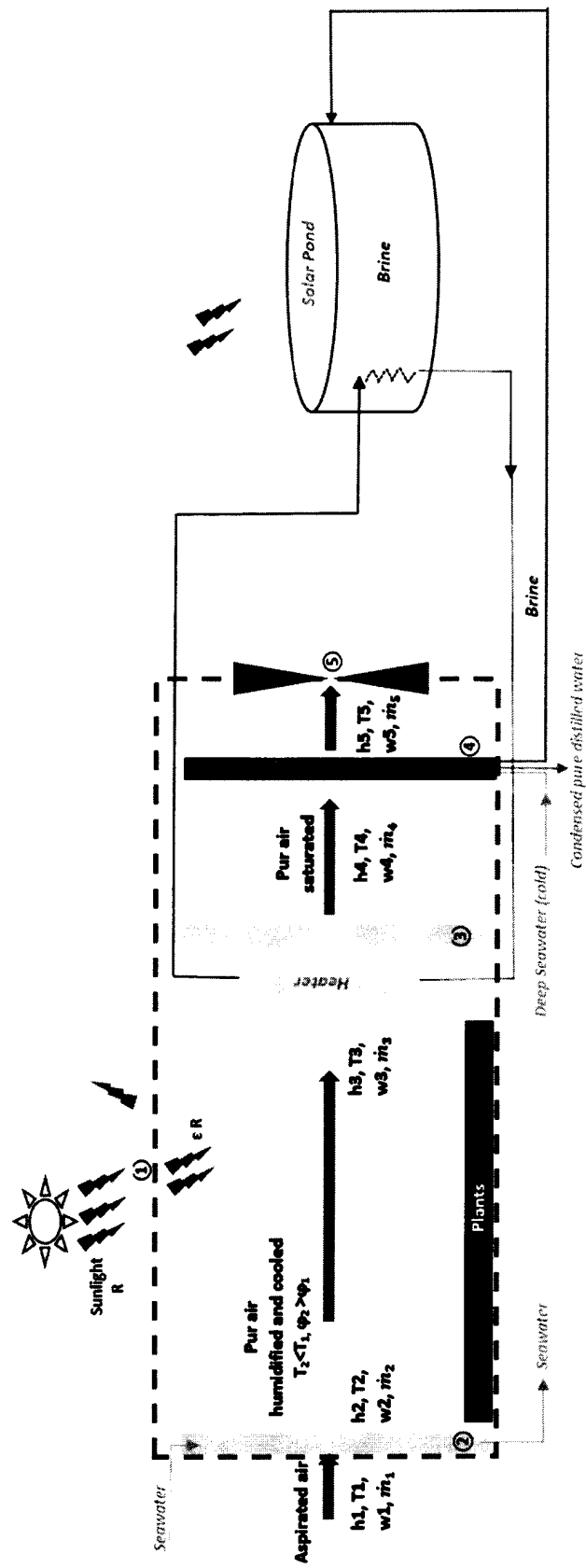


Figure 2 : Schéma de l'invention - Fonctionnement jour

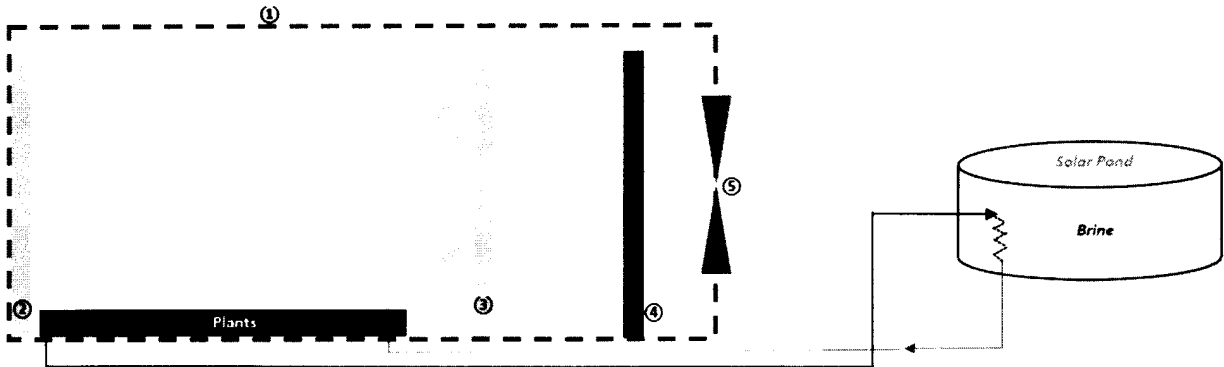


Figure 3 : Schéma de l'invention - Fonctionnement nuit



**RAPPORT DE RECHERCHE  
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**  
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la  
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et  
complétée par la loi 23-13)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 41740	Date de dépôt : 29/12/2017
Déposant : UNIVERSITE IBN TOFAIL	
Intitulé de l'invention : COUPLAGE D'UN ETANG SOLAIRE A UNE SERRE DE DESSALEMENT	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: A. BRINI	Date d'établissement du rapport: 10/05/2018
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

<b>Partie 1 : Considérations générales</b>		
<i>Cadre 1 : base du présent rapport</i>		
Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Description</u> 8 Pages</li> <li>• <u>Revendications</u> 5</li> <li>• <u>Planches de dessin</u> 3 Pages</li> </ul>		
<b>Partie 2 : Rapport de recherche</b>		
<b>Classement de l'objet de la demande :</b>		
CIB : C02F1/14 ; A01G9/14		
CPC : C02F1/14; A01G9/14		
Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :		
EPOQUE, Orbit		
<b>Catégorie*</b>	<b>Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents</b>	<b>N° des revendications visées</b>
X	Syed A.SHAH et al "A solar pond-assisted heat pump for greenhouses" Solar Energy Vol 26 page 491-496, 1981	1-5
X	T. Akinaga et al "Brine utilisation for cooling and salt production in wind-driven seawater greenhouses: Design and modeling" Desalination 426 (2018) 135-154	1-5
X	Mushtaque Ahmed et al "Use of evaporation ponds for brine disposal in desalination plants". Desalination 130 (2000) 155-168	1-5
<b>*Catégories spéciales de documents cités :</b>		
<p>-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs</p> <p>-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté</p>		



**Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité***Cadre 4 : Remarques de clarté*

Les figures 1-3 telles que présentées dans la présente invention ne permettent pas à l'homme du métier de bien comprendre le déroulement dudit procédé sachant que le rôle de l'étang solaire dans l'augmentation de la productivité n'est pas bien défini.

*Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle*

Nouveauté (N)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-5	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1: Syed A.SHAH et al "A solar pond-assisted heat pump for greenhouses"  
Solar Energy Vol 26 page 491-496, 1981

D2: T. Akinaga et al "Brine utilisation for cooling and salt production in wind-driven seawater greenhouses: Design and modeling"  
Desalination 426 (2018) 135-154

D3: Mushtaque Ahmed et al "Use of evaporation ponds for brine disposal in desalination plants".  
Desalination 130 (2000) 155-168

**1. Nouveauté (N) :**

Aucun des documents susmentionnés ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques telles que décrites dans les revendications 1-5, d'où l'objet de celles-ci est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**2. Activité inventive (AI) :**

Le document D1 qui est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue l'utilisation d'un étang solaire en tant qu'une source d'énergie thermique pour le chauffage d'une serre de dessalement.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que l'étang solaire est utilisé pour augmenter la productivité en eau douce de la serre de dessalement.

Le problème que la présente demande se propose de résoudre peut être considéré comme étant la fourniture d'un moyen pour améliorer la capacité de production de la serre de dessalement.

La solution proposée n'est pas évidente pour la raison suivante :

L'homme du métier, d'après la présente invention, ne parvient pas à déduire comment l'étang solaire permet d'augmenter la productivité en eau douce de ladite serre de dessalement. Le fait de chauffer la

serre de dessalement permet implicitement d'augmenter sa productivité, ce qui peut être atteint même avec le procédé décrit dans D1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'implique pas d'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 2 à 5 ne contiennent aucune caractéristique technique qui, en combinaison avec celles de l'une quelconque des revendications à laquelle elles se réfèrent, définissent un objet satisfaisant aux exigences concernant l'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

### **3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.