

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 50316 A1** (51) Cl. internationale : **C02F 1/14; C02F 1/28; C02F 1/441**
- (43) Date de publication : **31.01.2022**

(21) N° Dépôt : **50316**

(22) Date de Dépôt : **21.07.2020**

(71) Demandeur(s) :

- **Saifaoui Dennoun, Lotissement alaimoun 323 lissasfat, Casablanca (MA)**
- **ALOUANI Abdelkader, Villa N°6 Avenue des Alaouites, Khouribga (MA)**

(72) Inventeur(s) : **Saifaoui Dennoun ; ALOUANI Abdelkader**

(74) Mandataire : **SMANI MOHAMED**

(54) Titre : **Dessalement de l'eau de mer et de l'eau saumâtre par le procédé alimenté par un système multi source à base d'hydrogène H2 et ammoniac NH3 d'une manière non intermittente**

(57) Abrégé : La présente invention consiste à développer un procédé de dessalement de l'eau de mer et les eaux saumâtres basé sur la gravitation, le prétraitement et l'osmose inverse. Le procédé sera alimenté du point de vue énergétique par un système multi source formé par le solaire, éolien, énergies marines, stockage dans des batteries, piles à combustibles et moteurs à ammoniac. Ce système à l'avantage de fonctionner pendant 24/24 d'une manière non intermittente fig1 et fig 2.

Abrégé :

La présente invention consiste à développer un procédé de dessalement de l'eau de mer et les eaux saumâtres basé sur la gravitation, le prétraitement et l'osmose inverse. Le procédé sera alimenté du point de vue énergétique par un système multi source formé par le solaire, éolien, énergies marines, stockage dans des batteries, piles à combustibles et moteurs à ammoniac. Ce système à l'avantage de fonctionner pendant 24/24 d'une manière non intermittente fig1 et fig 2.

Dessalement de l'eau de mer et de l'eau saumâtre par le procédé alimenté par un système multi source à base d'hydrogène H₂ et ammoniac NH₃ d'une manière non intermittente

Domaine technique

La présente invention consiste à développer un procédé de dessalement de l'eau de mer et les eaux saumâtres basé sur la gravitation, le prétraitement et l'osmose inverse. Le procédé sera alimenté du point de vue énergétique par un système multi source formé par le solaire, éolien, énergies marines, stockage dans des batteries, piles à combustibles et moteurs à ammoniac. Ce système à l'avantage de fonctionner pendant 24/24 d'une manière non intermittente fig1 et fig 2.

I- Etat de l'art

Il existe plusieurs technologies connues de prétraitement et de traitement de l'eau qui ont été utilisées pour la purification de diverses sources d'eau contaminées et pour le dessalement d'eau saumâtre, d'eau de mer ou similaire. Ceux-ci incluent une variété de processus thermiques, tels que la distillation flash à plusieurs étages, la distillation à effets multiples, la décompression mécanique de la vapeur, la distillation à membrane et divers autres types de distillation et d'évaporation améliorées, , les processus de filtration sur membrane tels que l'osmose directe, l'inverse l'osmose, divers processus électro-membranaires ou des processus basés sur des principes osmotiques ou électrochimiques, des processus d'échange d'ions, des processus de dessalement par congélation, des processus d'évaporation et une gamme de processus de dessalement indépendants ou combinés, indépendants ou combinés, solaires ou autres à énergie renouvelable directe ou indirecte

Le système de dessalement alimenté par les énergies renouvelables (solaire, éolien, énergies marines) est formé de filtres et osmose inverse .On attaque les membranes d'osmose inverse avec un taux de salinité fort supérieur à 7 g/l ce qui peut donner lieu facilement à des encrassements des membranes ,ceci réduit leur durée de vie et augmente le coût de dessalement en m³ d'eaux traitées. Aussi l'alimentation en énergie, le pompage et le dessalement avec les énergies renouvelables (solaire, éolien, marine..) est intermittent ce qui donne un faible rendement du système figure 1).

Pour résoudre ce problème, nous avons alimenté le système de pompage et dessalement avec un système multi source (solaire, éolien ,marine, pile à combustible et moteur à ammoniac) qui fonctionne 24/24 grâce à l'utilisation des piles à combustibles et le moteur à ammoniac , le système devient non intermittent. Avec ce procédé , le coût de dessalement diminue (figure 2).

Pour réduire le taux de salinité avant d'attaquer l'osmose inverse ,on procède à des systèmes de prétraitement (tube à champ magnétique qui casse la molécule de NaCl et réduit le taux de salinité de 30%,la deuxième technique est l'utilisation des nanoparticules qui font coaguler les Nacl et la troisième technique très avancée et efficace c'est l'utilisation des nanotubes de carbone) .Ces techniques permettent d'éviter l'encrassement des membranes (figures 2,3,4).

Pour éviter de charger le sol irrigué avec l'osmose inverse avec le sel des concentras, nous avons introduit un procédé basé la décantation sédimentation et la transformation Nacl en carbonate de soude qui peut être utilisé à régénérer les membranes (figure 6)

II Description sommaire de l'invention

Pour résoudre le problème, nous avons alimenté le système de pompage et dessalement avec un système multi source (solaire, éolien ,marine, pile à combustible et moteur à ammoniac) qui fonctionne 24/24 grâce à l'utilisation des piles à combustibles et le moteur à ammoniac , le système devient non intermittent. Avec ce procédé , le coût de dessalement diminue (figure 2).

Pour réduire le taux de salinité avant d'attaquer l'osmose inverse ,on procède à des systèmes de prétraitement (tube à champ magnétique qui casse la molécule de NaCl et réduit le taux de salinité de 30%,la deuxième technique est l'utilisation des nanoparticules qui font coaguler les Nacl et la troisième technique très avancée et efficace c'est l'utilisation des nanotubes de carbone) .Ces techniques permettent d'éviter l'encrassement des membranes (figures 2,3,4).

Pour éviter de charger le sol irrigué avec l'osmose inverse avec le sel des concentras, nous avons introduit un procédé basé la décantation sédimentation et la transformation Nacl en carbonate de soude qui peut être utilisé à régénérer les membranes (figure 6)

III Brève description des dessins

Figure 1 Le procédé de dessalement avec les trois composantes : Filtres , Système de prétraitement et Osmose inverse

Figure 2 : Système multi sources pour l'alimentation énergétique(solaire, éolien ,marine ,pile à combustible, moteur à ammoniac avec alternateur)

Figure 3 : Système formé par un tube en inox soumis à un champ magnétique

Figure 4 : Un tube contenant des nanoparticules qui coagulent les molécules de NaCl

Figure 5 : Nanotubes de carbone qui piègent les molécules de NaCl et laissent passer l'eau H₂O

Figure 6 : procédé de traitement des concentrât (saumure)

II-Description détaillée de l'invention

Le procédé de dessalement de l'eau de mer ou l'eau saumâtre est formé de trois composante : la filtration, le prétraitement et l'osmose inverse (figure 1)

L'utilisation de la filtration gravitationnelle permet d'éliminer les particules de calcium, fluor ,magnésiumLe filtrage sera suivi d'un système de prétraitement comme le tube magnétique qui permet de baisser le taux de salinité de 20 g/l pour l'eau pompée d'un fourrage proche à une plage, à un taux compris entre 7 et 10 g/l. Cette réduction du taux de salinité permet une augmentation de la durée de vie de la membrane à osmose inverse et réduire aussi le coût du m³ traité(fig7)

La prise de l'eau par le système multi source qui alimente la pompe à partir d'un fourrage sur la plage. Une source d'eau infinie

(F1,F2, F3.....F10) sont des filtres pour éliminer les particules de calcium, fluor, magnésium.. .Chaque filtre est formé par une couche de graphite fine , puis une couche de sable fine , puis une couche de charbon actif, une couche d'argile synthétique et la dernière couche représente une couche de graphite solide. Si nous pouvions produire de l'eau douce à partir d'eau salée à faible coût, ce serait en effet un grand service pour l'humanité et éclipserait toute autre réalisation scientifique." Maintenant, nous pouvons le faire de manière durable.

Nous avons développé la première osmose inverse alimenté par le solaire et la pile à combustible. La meilleure chose cela fonctionne 24 heures par jour. Notre technologie d'osmose inverse hors réseau utilise directement l'énergie solaire, éolienne ou des vagues ou la pile à combustible utilisant un système multi-source(solaire, éolien, marée , pile à combustible) ce système avec l'ajout de la pile est non intermittent pour remplir un réservoir tampon sur une colline avec de l'eau de mer. En utilisant la force de gravité naturelle, le processus d'osmose inverse reçoit son alimentation requise : l'eau de mer sous pression. Nous nous assurons que le tampon d'eau salée contient toujours de l'eau pour une production constante d'eau douce, ce qui entraîne un coût très faible de l'eau. Vient ensuite l'étape cruciale : l'énergie perdue du processus d'osmose inverse est réutilisée pour réduire l'élévation requise de 80% à 90 m pour l'eau de mer. Cela signifie une eau durable illimitée provenant de ressources abondantes pour les îles et les régions côtières.

Nous avons développé dans notre laboratoire (énergie renouvelable & dynamique des systèmes un système multi source composé de 4 kw crête de solaire 1 kw éolien, une installation batteries , 1.2 kw pile à combustible , ce système est opérationnel ,il alimente un système de dessalement de 3.2 kw à osmose inverse. Le pompage de l'eau du fourrage dans un réservoir avec décantation avec l'alimentation avec le système multi source. Le pompage à partir d'un fourrage alimentée par une système multi source (solaire Eolien, pile à combustible et moteur à ammoniac) le système fonctionne 24/24.

Le système permet in situ de produire l'hydrogène et l'ammoniac. Avec l'hydrogène on alimente la pile à combustible qui peut alimenter directement l'osmose inverse. L'ammoniac alimente le moteur à ammoniac, ce moteur fait tourner un alternateur qui produit suffisamment d'électricité qui alimente le pompage du fourrage et le reste de la puissance électrique produite par l'alternateur peut alimenter l'osmose inverse.

Le filtre gravitationnel qui permet nettoyer les particules comme le calcium , le fluor, le magnésium...est formé de gravite fine ,sable fine , du charbon actif, argile synthétique couvert par le gravite .

Dans la figure 3 on utilise un filtre gravitationnel, suivi d'un tube magnétique qui casse les molécules de NaCl pour donner du Cl₂ qui sera évaporé et du sodium qui n'a pas d'impact sur les cellules biologiques. Ce système permet de

réduire le taux de salinité de 30% ce qui fait augmenter la durée de vie des membranes d'osmose inverse et réduit le coût de m³ dessalée.

Sur la figure 4 , nous introduisons des nanoparticules Fe₂O₃ dans un tube . Ces nanoparticules sous l'action d'un champ magnétique permet de réduire le taux de salinité par coagulation des molécules de NaCl autour des nanoparticules .Par conséquent on assiste à une réduction du taux de salinité

Pour le troisième système sur la figure 5, nous utilisons des nanotubes de carbone sous forme bâtonnet qui piège les NaCl et laisser passer de l'eau. Ce qui donne une réduction du taux de salinité.

Ces trois systèmes des figures (3,4,5)de prétraitement permettent de réduire le coût de m³ de dessalement et facilite l'accès au dessalement l'eau de mer qui représente une source infinie. Aussi nous avons un faible taux de rejet de concentrât. Le prétraitement permet d'augmenter la durée de vie de la membrane.

12-) Traitement des rejets de concentrât

Sur la figure 6 ,nous montrons comment traiter les rejets concentrât en utilisant ,une sédimentation, décantation et l'ajout de l'acide phosphorique qui transforme le NaCl en carbonate de soude . La conduite des carbonates de soude vers la membrane de l'osmose inverse permet de régénérer la membrane et lutter contre l'encrassement. Cette opération permet de réduire l'encrassement des membranes et augmenter la durée de vie des membranes ce qui fait baisser le coût de dessalement du m³ .

Revendications sur le brevet : Système de dessalement à Hydrogène

Les réalisations de l'invention, au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège sont revendiqués, sont définies comme suit :

Revendication 1

L'installation de dessalement à hydrogène caractérisé en ce qu'elle comporte les filtres gravitationnels de l'eau saumâtre ou l'eau de mer, les cellules de prétraitement formé par un filtrage gravitationnel, au moins un tube magnétique, au moins un tube contenant des nanoparticules Fe_2O_3 accrochées dans le tube, au moins un tube contenant des nanotubes de carbone.

Aussi L'installation de dessalement est alimenté par un système multi sources à hydrogène caractérisé en ce qu'elle comporte au moins un champ solaire PV, au moins un Park éolien, au moins un électrolyseur qui produit de l'hydrogène pour alimenter la pile à combustible. La pile alimente le pompage et l'osmose inverse(2), au moins un réacteur de synthèse de l'ammoniac qui sera craqué pour produire la chaleur qui va chauffer un courant d'air comprimé qui va actionner le moteur à ammoniac, au moins un alternateur piloté par le moteur à ammoniac pour produire un courant qui alimente le pompage de l'eau des fourrages et l'osmose inverse.

Revendication 2

L'installation de dessalement à hydrogène caractérisé en ce que la revendication 1 un tube magnétique qui casse la molécule NaCl et réduit le taux de salinité de 30% (3)

Revendication 3

L'installation de dessalement à hydrogène caractérisé en ce qui la revendication 1 un tube contenant des nanoparticules Fe_2O_3 accrochées dans le tube qui font coaguler les molécules de NaCl sous l'action d'un aimant Nord -Sud .La coagulation des molécules autour des nanoparticules permet de réduire le taux de salinité dans le fluide conduit vers l'osmose inverse.(4), cette opération représente la floculation .

Revendication 4

L'installation de dessalement à hydrogène caractérisé en ce que la revendication 1 un tube contenant des nanotubes de carbone. Quand l'eau saumâtre passe à travers le tube de carbone, le tube piège la molécule NaCl et laisse passer l'eau H₂O. Les nanotubes ont l'avantage d'être régénérables par un nettoyage avec un produit chimique.

Revendication 5

L'installation de dessalement à hydrogène caractérisé en ce que comporte un procédé pour éliminer le concentrât (saumure) qui est formé de sédimentation, de décantations, de la

transformation de NaCl dans la saumure en nitrate de sodium NaNO_3 . Le nitrate obtenue peut être mélangé avec l'eau saumâtre qui va être traité par l'osmose inverse pour éviter l'encrassement et ceci augmente la durée de vie des membrane ce qui réduit le coût de dessalement(6)

I- DESSINS

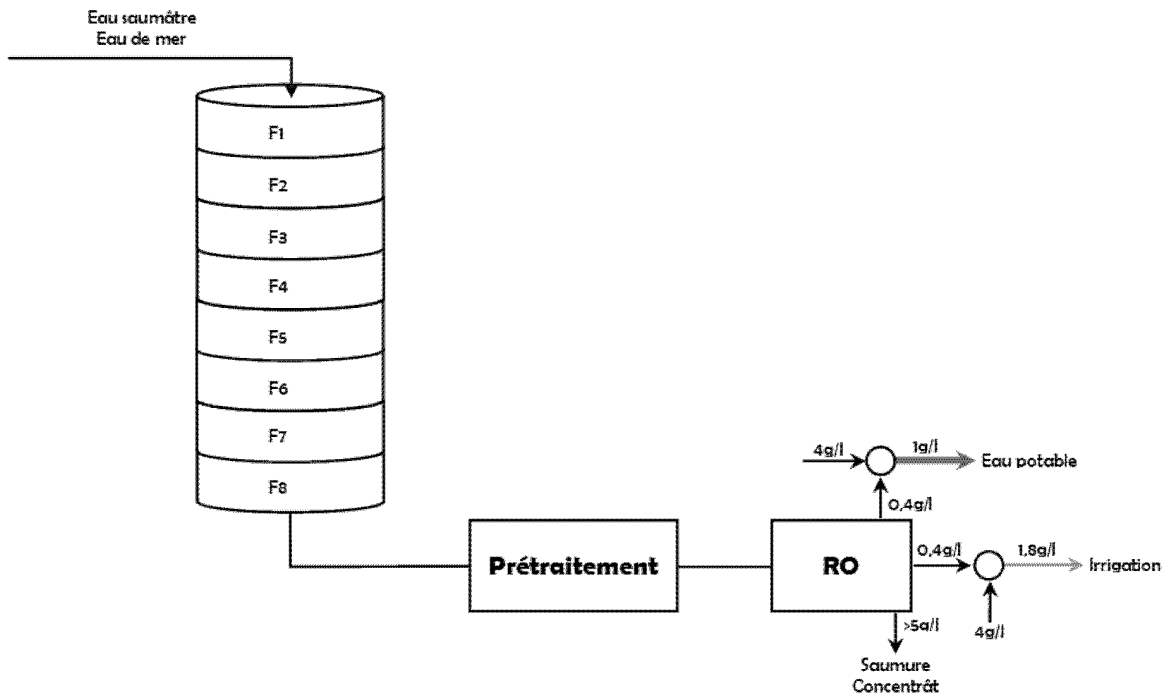


Figure 1

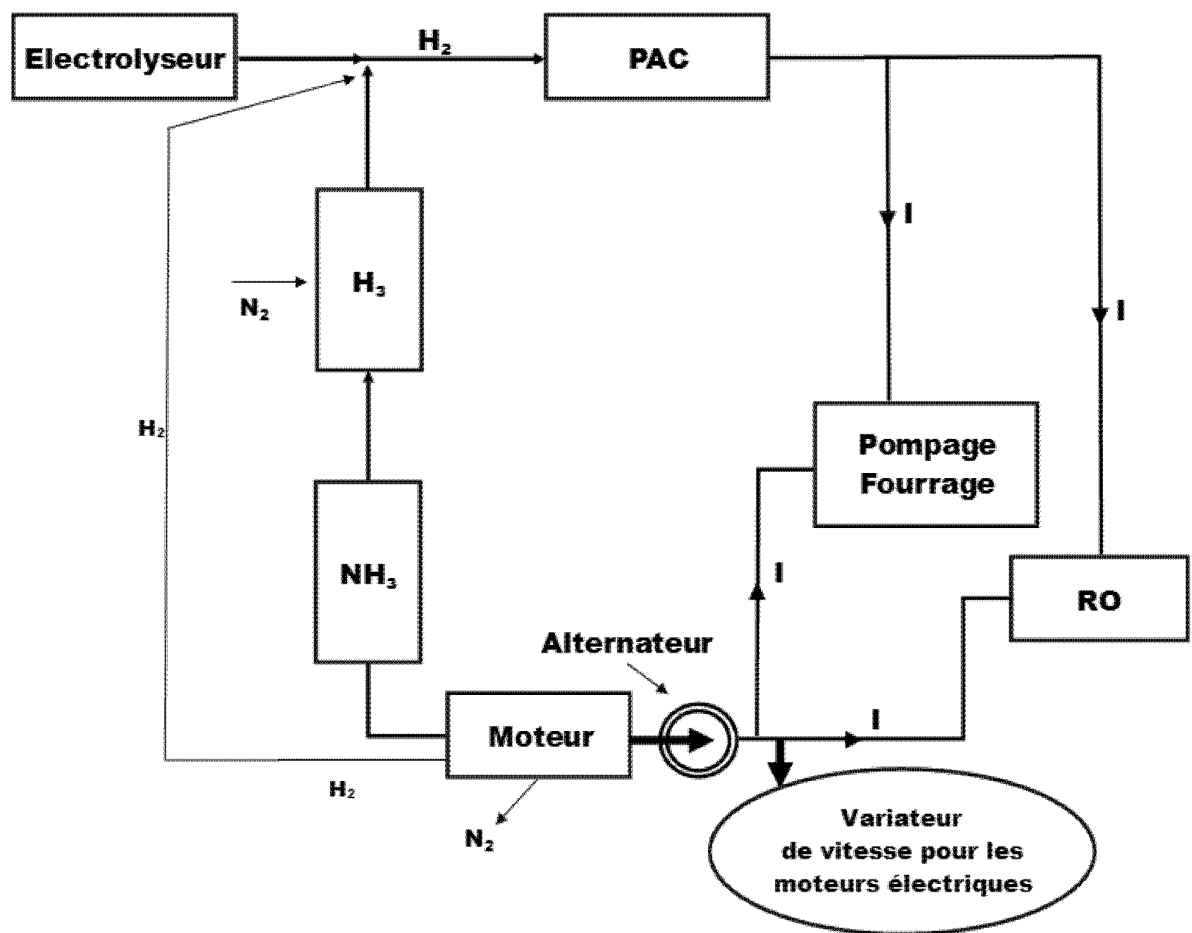


Figure 2

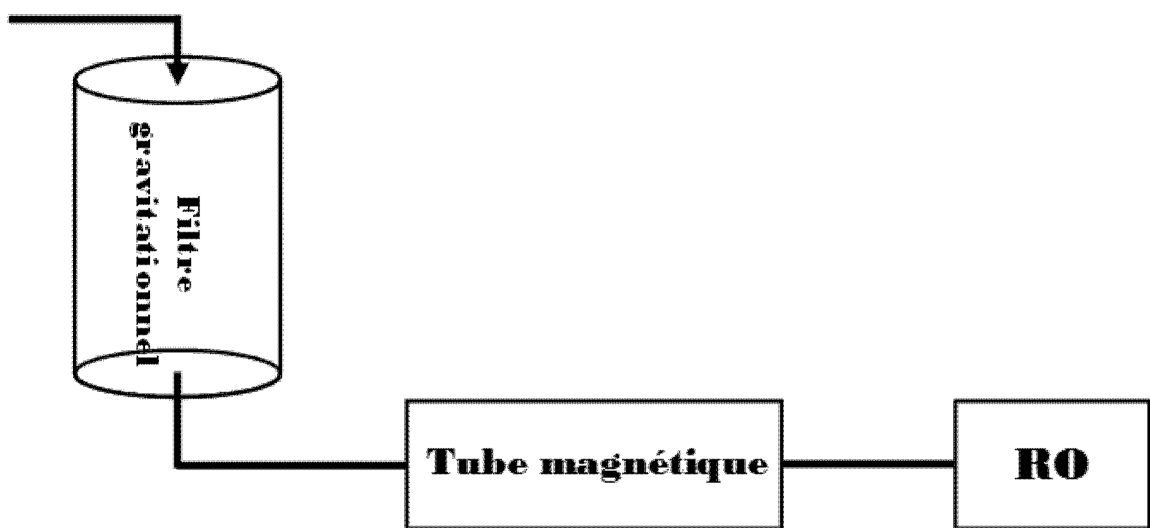


Figure 3

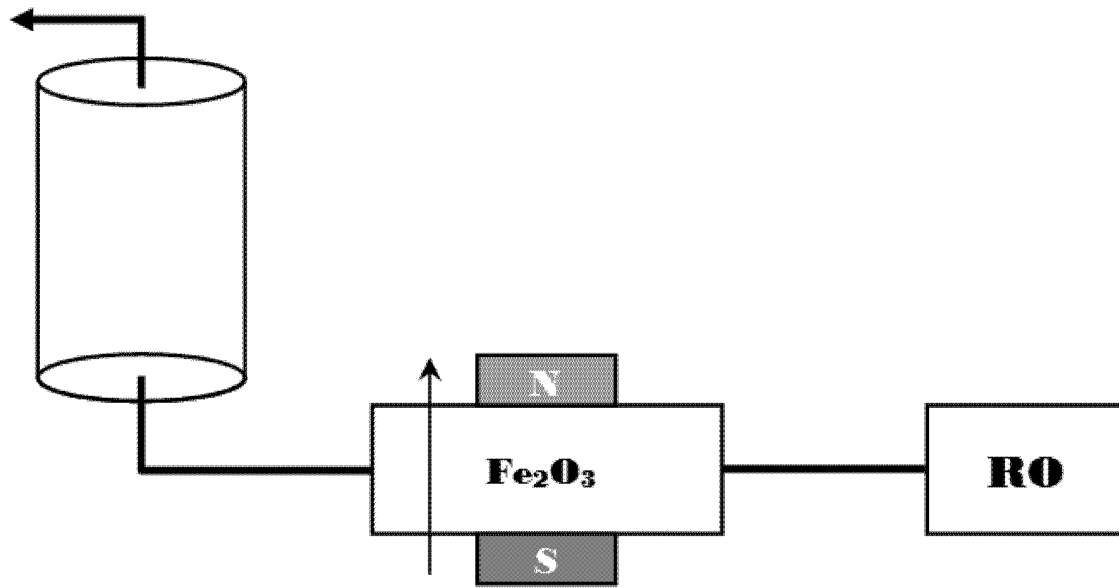


Figure 4

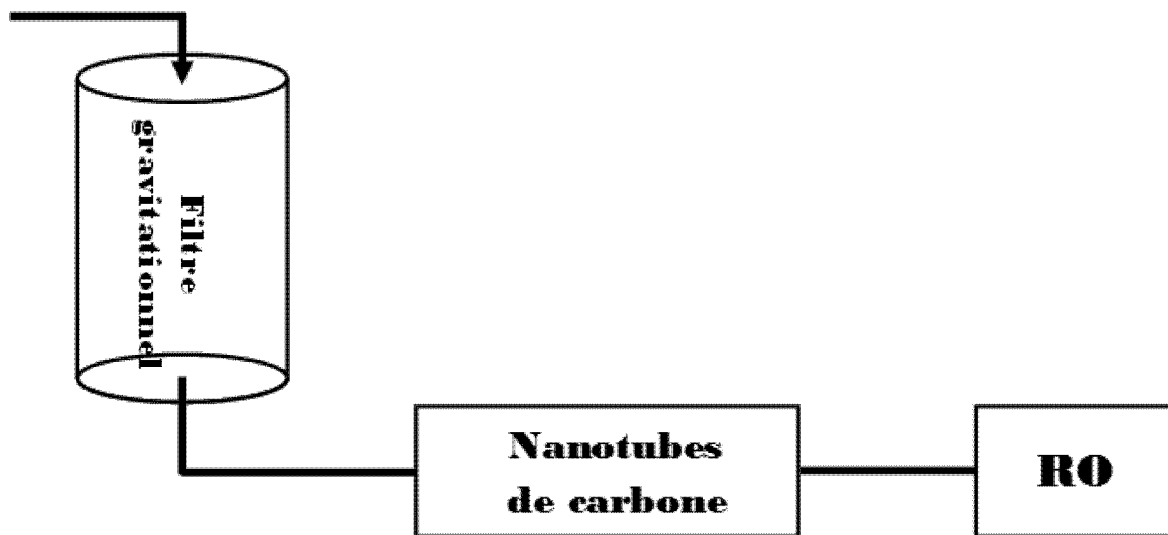


Figure 5

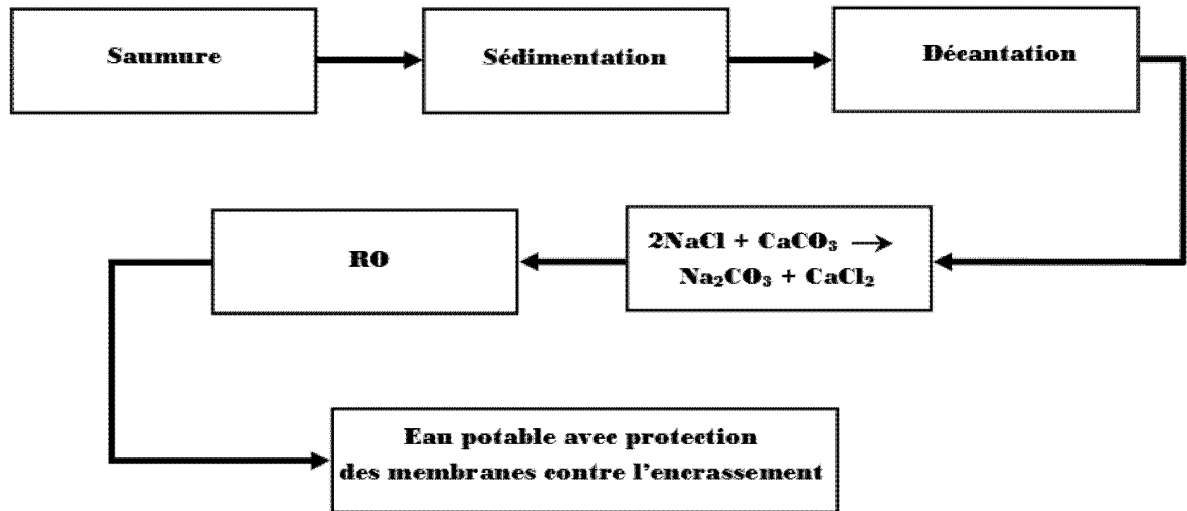


Figure 6

**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)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 50316	Date de dépôt : 21/07/2020
Déposant : Saifaoui Dennoun & ALOUANI Abdelkader	
Intitulé de l'invention : Dessalement de l'eau de mer et de l'eau saumâtre par le procédé alimenté par un système multi source à base d'hydrogène H2 et ammoniac NH3 d'une manière non intermittente	
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 http://worldwide.espacenet.com , 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 type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté	
<input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: Abdelfettah EL KADIRI	Date d'établissement du rapport : 22/02/2021
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
5 Pages
- Revendications
5
- Planches de dessin
4 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : C02F1/14, C02F1/28

CPC : C02F1/14, C02F1/001, C02F1/28, C02F1/441, C02F2103/08, Y02E10/56, Y02E10/76, Y02E60/50

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
Y	CN107285544A (B) • 2017-10-24 • UNIV ZHEJIANG OCEAN Revendications, Description	1-5
Y	CN106977027A (B) • 2017-07-25 • PETROCHINA CO LTD Revendications, Description	1-5
Y	US10369526B2 (A1) • 2019-08-06 • UNIV KING FAHD PET & MINERALS Revendications, Description	1-5
Y	KR101217238B1 (A) • 2012-12-31 • KEMTECH INC Revendications, Description	1-5

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« 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
-« 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
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« 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
-« 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

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

L'objet des revendications 1-5 n'est pas conformes à l'article 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le texte des revendications 1-5 comporte des erreurs de style qu'il faut y remédier.

Les options de filtration de la revendication 1 sont interprétée comme des alternatives c.à.d. séparées par un ou.

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications aucune Revendications 1-5	Oui Non
Application Industrielle	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 : CN107285544A (B)
 D2 : CN106977027A (B)
 D3 : US10369526B2 (A1)
 D4 : KR101217238B1 (A)

1. Nouveauté

Aucun document ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-5. Par conséquent, l'objet des revendications 1-5 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

Le document D1 considéré comme l'état de l'art le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un système de dessalement d'eau de mer basé sur la production d'énergie éolienne et solaire et d'alimentation en énergie d'hydrogène est caractérisé en ce qu'il comprend: un module d'alimentation à hydrogène comprend une cellule d'énergie à hydrogène connectée électriquement au module de génération d'énergie éolienne-solaire et à l'accumulateur, et un dispositif de génération d'énergie à combustible connecté à la cellule à énergie à hydrogène, respectivement, et à la cellule à énergie à hydrogène, Un dispositif de commande PLC connecté au dispositif de génération d'énergie combustible, et un dispositif de récupération d'énergie hydrique connecté au dispositif de génération d'énergie combustible;

Le système comprend également un dispositif de filtration qui comprend un filtre multimédia,

un filtre à charbon actif et un filtre de sécurité qui sont connectés séquentiellement.
Le module d'alimentation en énergie hydrogène de D1 comprend un réservoir électrolytique en énergie hydrogène.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que :

- Le filtre gravitationnel comprend au moins un tube magnétique, ou au moins un tube contenant des nanoparticules de Fe_2O_3 , ou au moins un tube contenant des nanotubes de carbone.
- Le système de dessalement comprend un réacteur de synthèse d'ammoniac.

L'effet technique de la première différence est de réduire la salinité de l'eau.

L'effet technique de la deuxième différence est de fournir une source additionnelle d'énergies au système de dessalement.

Le problème technique objectif est la fourniture d'un système alternatif à celui de D1.

Le document D1 propose de réduire la salinité par l'utilisation du charbon actif, en outre D2 (revendication 5) divulgue l'effet séparateur de Fe_2O_3 et D3 (revendication 12) divulgue l'utilisation des nanotubes de carbone dans la séparation notamment le dessalement de l'eau de mer et D4 (abrégé, revendications) divulgue l'utilisation des tubes magnétiques dans des filtres (magnétiques). Ainsi, les solutions de séparation proposées par la présente demande ne sont que des alternatives évidentes que l'homme de métier peut choisir pour réduire la salinité de l'eau sans l'exercice d'une activité inventive. En outre, le fait d'utiliser plusieurs sources d'énergies ne peut non plus justifier une quelconque activité inventive.

Ainsi, l'objet des revendications 1-5 manque d'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

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.