

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2019/193056 A1**

(43) Date de la publication internationale  
10 octobre 2019 (10.10.2019)

(51) Classification internationale des brevets :

C02F 1/04 (2006.01) B01D 1/00 (2006.01)  
B01D 3/10 (2006.01) C02F 1/16 (2006.01)  
C02F 103/02 (2006.01) C02F 103/08 (2006.01)  
B01D 5/00 (2006.01)

(71) Déposant : **ELECTRICITE DE FRANCE** [FR/FR] ;  
22-30, avenue de Wagram, 75008 PARIS (FR).

(72) Inventeur : **GUIHENEUF, Yves** ; 9 Impasse des Aman-  
diers, 37170 CHAMBRAY-LES-TOURS (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2019/058409

(74) Mandataire : **REGIMBEAU** ; 20, rue de Chazelles, 75847  
PARIS CEDEX 17 (FR).

(22) Date de dépôt international :

03 avril 2019 (03.04.2019)

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

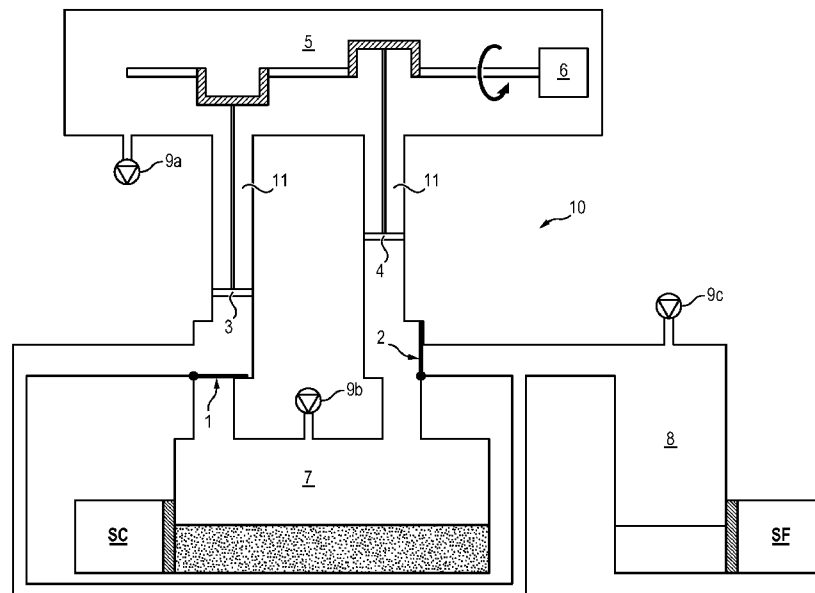
(30) Données relatives à la priorité :

1852890 03 avril 2018 (03.04.2018) FR

(54) Title: DEVICE FOR PURIFYING WATER, NOTABLY SALT WATER, BY LOW-PRESSURE EVAPORATION

(54) Titre : DISPOSITIF DE PURIFICATION D'EAU NOTAMMENT D'EAU SALÉE, PAR ÉVAPORATION EN BASSE-PRESSION

FIG. 1



(57) Abstract: Device for purifying water (10), notably saltwater, comprising an evaporation chamber (7) comprising an inlet to receive a volume of water that is to be purified and performing a vapour extraction phase, a condensation chamber (8) comprising an outlet for the purified water and performing a vapour recovery phase, characterized in that it comprises a gas transfer device comprising an interface system delimiting mobile partitions (1, 2) between the two chambers, a system of pistons (3, 4) coupled to the interface system to move the mobile partitions (1, 2) on command, a motor crankcase chamber (5) containing a device (6) for setting said system of pistons (3, 4) in motion, all the pistons describing a cyclic path, the pistons (3, 4) being associated in pairs, two pistons of a pair describing the same path in a movement that is offset by half a cycle with respect to one another, such that the motion imparted to the



WO 2019/193056 A1

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

---

pistons is designed to keep the motor crankcase (5) at a constant volume, the evaporation chamber (7), the motor crankcase chamber (5), the condensation chamber (8) being connected, at least during a transient phase, to one or more vacuum pumps (9a, 9b, 9c) so that, on each piston, the pressure exerted by the motor crankcase chamber (5) is substantially equal to a pressure  $P_0$  exerted by the evaporation chamber (7).

(57) **Abrégé** : Dispositif de purification d'eau (10), notamment d'eau salée, comprenant une chambre d'évaporation (7) comprenant une entrée pour recevoir un volume d'eau à purifier et assurant une phase d'aspiration de vapeurs, une chambre de condensation (8) comprenant une sortie pour l'eau purifiée et assurant une phase de récupération de vapeurs, caractérisé en ce qu'il comprend un appareil de transfert de gaz comprenant un système d'interfaces délimitant des séparations mobiles (1,2) entre les deux chambres, un système de pistons (3,4) couplé au système d'interfaces pour déplacer les séparations mobiles (1,2) sur commande, une chambre moteur-culasse (5) contenant un dispositif (6) de mise en mouvement du dit système de pistons (3,4), tous les pistons décrivant une trajectoire cyclique, les pistons (3,4) étant associés par paire, deux pistons d'une paire décrivant la même trajectoire selon un mouvement décalé d'un demi-cycle l'un par rapport à l'autre, de sorte que la mise en mouvement des pistons est adaptée pour maintenir un volume constant de la chambre-culasse (5), la chambre d'évaporation (7), la chambre moteur-culasse (5), la chambre de condensation (8) étant reliées, au moins pendant une phase transitoire, à une ou plusieurs pompes à vide (9a, 9b, 9c) de sorte que sur chaque piston, la pression exercée par la chambre moteur-culasse (5) est sensiblement égale à une pression  $P_0$  exercée par la chambre d'évaporation (7).

## **DISPOSITIF DE PURIFICATION D'EAU NOTAMMENT D'EAU SALEE, PAR EVAPORATION EN BASSE-PRESSION**

### **DOMAINE TECHNIQUE GENERAL**

5

La présente invention concerne un dispositif de purification d'eau, notamment d'eau salée.

La présente invention concerne également un procédé de purification d'eau et notamment d'eau salée.

10

### **ETAT DE L'ART**

Les eaux salées représentent 97% du volume total d'eau présent sur la planète, ce qui en fait un réservoir d'eau conséquent comparée aux seulement 3% d'eau douce disponible.

15 Dessaler l'eau de mer, peut permettre de faire face à la pénurie d'eau qui menace plusieurs pays et leurs populations

200 millions de personnes sont alimentées en eau dessalée et de nouveaux besoins considérables vont sans doute émerger dans les 50 années à venir.

Les centrales électriques elles aussi consomment de l'eau. Une tranche de  
20 centrale a besoin journallement de 400 mètres cubes d'eau déminéralisée. Cette eau notamment peut provenir de l'eau de mer qu'on dessale.

Les deux principales méthodes de dessalement utilisées actuellement sont la distillation et l'osmose inverse.

25

La distillation consiste à faire chauffer l'eau salée, récupérer la vapeur et finalement condenser cette vapeur.

Plusieurs variantes de distillation existent comme par exemple la distillation par détente successives aussi appelée multi-flash et la distillation à  
30 multiples effets.

***La distillation à détente successive ou multi-flash***

De l'eau de mer est introduite dans une enceinte chauffée à 120°C où règne une pression faible. Il en résulte une vaporisation instantanée par détente appelée flash. Une fraction de l'eau s'évapore puis se condense sur des tubes condenseurs placés en haut de l'enceinte, et l'eau liquide est  
5 recueillie dans des réceptacles placés en dessous de ces tubes.

La fraction de l'eau de mer qui ne s'est pas évaporée passe dans un deuxième étage où règne une pression encore plus faible et où le phénomène de flash de produit à nouveau. Il est possible de réaliser la  
10 vaporisation de l'eau ainsi par détente successive dans une série d'étages où règnent des pressions de plus en plus réduites. On peut trouver jusqu'à 40 étages successifs dans une unité industrielle.

***La distillation à multiples effets***

15 De l'eau de mer est prélevée puis chauffée à une température variante entre 70 et 80°C.

Une première partie de cette eau est introduite dans le premier effet, une enceinte où règne une pression faible et comportant une première surface d'échange chauffée.

20 Cette eau introduite rentre en contact de la première surface d'échange et s'évapore.

Cette première vapeur ainsi produite passe dans un circuit de façon à chauffer la deuxième surface d'échange dans le 2ème effet, une deuxième enceinte où règne une pression encore plus faible.

25 Une deuxième partie de l'eau de mer prélevée puis chauffée est introduite dans le deuxième effet et s'évapore au contact de la deuxième surface d'échange.

Il y a alors d'une part évaporation de cette eau introduite, et d'autre part condensation de la première vapeur à cause de la chaleur de condensation  
30 échangée.

Le processus peut être répété en cascade sur plusieurs effets.

Seule l'énergie nécessaire à l'évaporation dans le premier effet est d'origine externe, la multiplication du nombre d'effets permettant d'augmenter le rendement du système.

#### 5 ***La désalinisation par osmose inverse***

L'osmose est un phénomène naturel. Lorsqu'un compartiment d'eau pure est séparé par une membrane d'un compartiment d'eau de mer, le phénomène d'osmose entraîne une partie de l'eau pure à travers la membrane vers le compartiment d'eau de mer.

- 10 La désalinisation par osmose inverse consiste à inverser ce phénomène en appliquant une forte pression, supérieure à une pression dite osmotique, sur le compartiment d'eau de mer.

- 15 Ces différentes techniques présentent des points faibles concernant le coût énergétique, le recours à des traitements chimiques, les rejets d'eau très salée, et enfin les rejets d'eau chaude.

- 20 Le coût énergétique pour la distillation quel que soit son type est important car il faut fournir l'énergie nécessaire de chaleur latente de tout ou partie de l'eau dessalée pour l'évaporer. Le coût énergétique est de l'ordre de 10kWh par mètre cube d'eau produite.

- L'osmose inverse à un coût énergétique moindre que la distillation, de l'ordre de 4 kWh par mètre cube d'eau produite, en revanche elle nécessite plus de traitements chimiques.

25

Il peut en effet être nécessaire d'utiliser des traitements chimiques pour assurer la bonne mise en œuvre de ces procédés.

- 30 Dans le cas de l'osmose inverse différents traitements chimiques sont nécessaires, comme des traitements biocides pour éviter le développement

de micro-organismes sur la membrane, ou des traitements acides pour éviter précipitation des carbonates sur cette même membrane.

5 Dans le cas de la distillation à multiples effets, l'ébullition de l'eau de mer au sein de chaque cellule se fait au contact de la surface d'échange de chaleur, il y a des risques d'entartrage dû à la précipitation de sels tels que  $\text{CaSO}_4$  ou  $\text{CaCO}_3$  dont la solubilité diminue quand la température augmente. Pour limiter ces risques, il faut utiliser un traitement à l'acide.

#### 10 ***Problèmes de l'art antérieur***

Dans toutes ces techniques, l'eau rejetée est concentrée fortement en sel. On compte approximativement 1 à 4 litres d'eau rejetées pour 1 litre d'eau dessalée produite. Au niveau des rejets, cela fait une concentration en sel de 1,25 à 2 fois plus élevée que la concentration originale, ce qui n'est pas  
15 neutre au point de vue environnemental. Cela impose dans certains cas à déverser les rejets très au large des côtes avec les coûts afférents d'un tel transport de l'eau.

Enfin, dans le cas de la distillation, une partie de l'eau est évaporée ce qui  
20 s'accompagne d'une élévation de la température des rejets. Il peut y avoir des impacts environnementaux notamment sur la survie des écosystèmes proches des lieux de rejet.

#### **PRESENTATION DE L'INVENTION**

25 Un but général de l'invention est de pallier les inconvénients des systèmes de purification d'eau de l'état de la technique.

En particulier, un but de l'invention est de proposer une solution pour diminuer le coût énergétique d'un procédé de purification d'eau.

Le but est atteint dans le cadre de la présente invention grâce à un dispositif  
30 de purification d'eau, notamment d'eau salée, comprenant

une chambre d'évaporation comprenant une entrée pour recevoir un volume d'eau à purifier et assurant une phase d'aspiration de vapeurs, une chambre de condensation comprenant une sortie pour l'eau purifiée et assurant une phase de récupération de vapeurs,

5 un système d'interfaces délimitant des séparations mobiles entre la chambre d'évaporation et la chambre de condensation, un système de pistons couplé au système d'interfaces pour déplacer celles-ci sur commande,

une chambre moteur-culasse contenant un dispositif de mise en

10 mouvement du dit système de pistons, tous les pistons décrivant une trajectoire cyclique, caractérisé en ce que les pistons sont associés par paire, deux pistons d'une paire décrivant la même trajectoire selon un mouvement décalé d'un demi-cycle l'un par rapport à l'autre, de sorte que la mise en mouvement

15 des pistons est adaptée pour maintenir un volume constant de la chambre-culasse.

La solution technique ici réalisée permet une évaporation de l'eau à purifier par dépression dans la chambre d'évaporation.

20 Cette évaporation n'entraîne pas d'augmentation de la température de l'eau et il n'y a donc pas d'inconvénients liés à la présence d'eau chaude. Par ailleurs ce dispositif ne nécessite pas le recours à un traitement chimique. D'une part les pièces en mouvement comme les séparations mobiles et les pistons ne sont en contact qu'avec de l'eau purifiée, elles ne

25 nécessitent pas de protection particulière. D'autre part la partie de la chambre d'évaporation en contact avec de l'eau de mer peut être facilement protégée des effets de dégradation de l'eau à purifier en utilisant des matières connues de l'art antérieur comme le silicone.

Enfin le maintien constant du volume de la chambre moteur-culasse permet

30 de maintenir et contrôler la pression qui s'exerce sur une des parois de chaque piston, en particulier la paroi du piston située du côté de la chambre

moteur-culasse. De cette manière, l'énergie nécessaire à l'aspiration des vapeurs peut être contrôlée et diminuée, diminuant par conséquent le coût économique de la purification.

- 5    Avantageusement, mais facultativement, le système selon l'invention peut en outre comprendre au moins l'une des caractéristiques suivantes :
- tous les pistons décrivent la même trajectoire cyclique, les positions des pistons étant régulièrement réparties dans le cycle du mouvement.
  - la chambre d'évaporation, la chambre moteur-culasse, la chambre
  - 10   de condensation sont reliées, au moins pendant une phase transitoire, à une ou plusieurs pompes à vide de sorte que sur chaque piston, la pression exercée par la chambre moteur-culasse est sensiblement égale à une pression  $P_0$  exercée par la chambre d'évaporation.
  - 
  - 15   -       sur chaque piston, la pression exercée par la chambre moteur-culasse est supérieure à la pression exercée par la chambre de condensation.
  - la chambre d'évaporation comprend un contact thermique avec une source chaude à une température  $T_0$ ,
  - 20   -       la chambre de condensation comprend un contact thermique avec une source froide à une température  $T_e$  inférieure à  $T_0$ .
  - la température  $T_0$  est comprise entre 5 et 50 degrés Celsius, de préférence de l'ordre de 27 degrés Celsius.
- la pression  $P_0$  est comprise entre 8 et 123 millibars, de préférence de l'ordre
- 25   de 36 millibars.
- Ces caractéristiques permettent de contrôler plus finement la pression qui s'exerce sur les parois de chaque piston. Si la pression exercée par la chambre moteur-culasse est égale à la pression exercée par la chambre d'évaporation, l'énergie associée au déplacement des pistons devient
- 30   minimum dans la phase d'aspiration et ne contient essentiellement plus que les contributions des frottements, du travail de déplacement de la masse

des pistons et des pièces en mouvement associé au mouvement des pistons et enfin du travail de déplacement de la masse de vapeur.

Le système selon l'invention peut en outre comprendre au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- chaque piston comprend une membrane déformable.
- la membrane déformable est constituée d'une couche d'élastomère ou de toute autre matière déformable, par exemple de polyéthylène, de préférence en PEBD, avantageusement d'une épaisseur comprise entre 10  $\mu\text{m}$  et 100  $\mu\text{m}$ .
- la membrane a une forme carrée.
- la membrane présente une partie centrale indéformable.
- la partie centrale est renforcée par un croisillon métallique dont les extrémités sont logées dans des doigts en polyéthylène, de préférence en PEBD, thermosoudés à la membrane.
- le croisillon métallique comprend plusieurs branches composées chacune en rond d'aluminium creux.
- l'aluminium creux est d'une épaisseur comprise entre 0,5 et 1,5 millimètre d'épaisseur.
- les ronds en aluminium creux sont d'un diamètre compris entre 7 et 9 millimètres.
- les doigts ont une épaisseur comprise entre 70 et 130  $\mu\text{m}$ .
- les zones de la membrane thermosoudées aux doigts en polyéthylène sont renforcées par une épaisseur de PEBD comprise entre 70 et 130  $\mu\text{m}$ .

Ces caractéristiques permettent de réduire les frottements des pistons et des parties mobiles, l'énergie correspondant au travail de déplacement de la masse de ces derniers.

Le PEBD, matériau connu pour sa souplesse, est d'un usage courant et d'un coût faible et présente une bonne thermo-soudabilité.

Ce choix permet de diminuer le coût économique et d'obtenir des formes particulières de la membrane.

Une forme carrée ou circulaire de la membrane avec une partie centrale indéformable permet de déplacer plus de vapeur avec un même aller-retour  
5 du piston.

De plus, la forme carrée permet de diminuer les dimensions du système, car il est alors possible d'installer les pistons les uns à côté des autres en limitant les surfaces non utilisées pour l'aspiration des vapeurs.

- 10 L'invention a également pour objet un ensemble comprenant :
- un circuit de refroidissement d'une centrale électrique adapté pour utiliser de l'eau de mer comme fluide de refroidissement comprenant une voie froide d'entrée de fluide et une voie chaude de sortie de fluide,
- un dispositif selon une combinaison possible des caractéristiques  
15 présentées plus haut et adapté pour que :
- le flux du fluide de refroidissement à travers ledit circuit de refroidissement soit au moins cent fois supérieur au flux d'eau purifiée par ledit dispositif,
- la chambre de condensation soit en contact thermique avec une partie de la voie froide d'entrée,
- 20 la chambre d'évaporation soit en contact thermique avec une partie de la voie chaude de sortie,
- un ou plusieurs conduits relie la chambre d'évaporation et la voie chaude de sortie de sorte qu'une partie du fluide de refroidissement passant par la voie chaude de sortie peut être prélevée et introduite dans la chambre  
25 d'évaporation, et qu'une partie du liquide présent dans la chambre d'évaporation peut être prélevée et introduite dans la voie chaude de sortie.

Ces caractéristiques permettent d'utiliser la voie froide du circuit de refroidissement comme source froide de la chambre de condensation et la  
30 voie chaude du circuit de refroidissement pour maintenir la température dans la chambre d'évaporation.

Le flux à travers le circuit de refroidissement étant bien plus important que le flux d'eau purifiée, les deux voies du circuit de refroidissement peuvent être considérées comme des sources quasi infinies de réchauffement de la chambre d'évaporation et de refroidissement de la chambre de condensation.

De plus, les conduits reliant la chambre d'évaporation et la voie chaude de sortie permettent des échanges de fluide entre les deux.

En particulier, l'eau très salée contenue dans la chambre d'évaporation lorsque de la vapeur purifiée a été extraite peut être rejetée dans la voie chaude de sortie. Comme le flux à travers le circuit de refroidissement est bien plus important que le flux d'eau purifiée, la variation de concentration en sel engendrée par les rejets liquides dans la voie chaude de sortie est très faible. Cela permet de supprimer les rejets d'eau très salée en mer.

L'invention porte également sur un procédé de purification d'eau, notamment d'eau salée qui utilise les dispositifs et l'ensemble tels qu'on les a décrits dans cette section.

En particulier l'invention porte sur un procédé de purification d'eau, notamment d'eau salée, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre par un dispositif tel qu'on l'a décrit dans cette section et comprenant les étapes suivantes :

- Apport d'eau à purifier dans la chambre d'évaporation ;
- Mise en fonctionnement d'une source chaude pour élever la température de la chambre d'évaporation ;
- Mise en fonctionnement d'une source froide pour créer une zone de température  $T_e$  dans la chambre de condensation ;
- Evacuation de l'air dans la chambre d'évaporation, la chambre de condensation et la chambre moteur-culasse pour diminuer la pression ;
- Mise en mouvement du système de pistons et des interfaces couplées, selon le cycle suivant pour chaque piston et interface couplée :

- Isolation de la chambre de condensation par l'interface ;
  - Aspiration de la vapeur de la chambre d'évaporation par le piston ;
  - Isolation de chambre d'évaporation du piston par l'interface ;
  - Récupération de la vapeur dans la chambre de condensation par
- 5 poussée du piston ;
- Condensation de la vapeur dans la zone de température  $T_e$  dans la chambre de condensation.

Avantageusement, mais facultativement, le procédé peut en outre  
10 comprendre au moins l'une des étapes suivantes

- L'évacuation de l'air dans la chambre d'évaporation et la chambre moteur-culasse, qui diminue la pression à une même valeur de pression dans ces deux chambres.

15 L'invention porte également sur un procédé de purification d'eau, notamment d'eau salée qui utilise l'ensemble tel qu'on l'a décrit dans cette section et comprenant les étapes suivantes :

- apport d'eau à purifier dans la chambre d'évaporation par
- 20 prélèvement d'une partie du fluide de refroidissement passant par la voie chaude de sortie ;
- stabilisation de la température de la chambre d'évaporation à la température de la voie chaude de sortie par contact thermique avec une partie de la voie chaude de sortie ;
  - stabilisation de la température de la chambre de condensation à la
- 25 température de la voie froide d'entrée par contact thermique avec une partie de la voie froide d'entrée ;
- évacuation de l'air dans la chambre d'évaporation, la chambre de condensation et la chambre moteur-culasse pour diminuer la pression ;
  - mise en mouvement du système de pistons et des interfaces
- 30 couplées, selon le cycle suivant pour chaque piston et interface couplée :
- Isolation de la chambre de condensation par l'interface ;

- Aspiration de la vapeur de la chambre d'évaporation par le piston ;
  - Isolation de chambre d'évaporation du piston par l'interface ;
  - Récupération de la vapeur dans la chambre de condensation par poussée du piston ;
- 5 - condensation de la vapeur dans la chambre de condensation.

Avantageusement, mais facultativement, ce procédé de purification d'eau peut en outre comprendre une étape où une partie du liquide présent dans la chambre d'évaporation est prélevée et introduite dans la voie chaude de sortie lorsque la concentration en sel du liquide présent dans la chambre d'évaporation dépasse un seuil prédéterminé.

## PRESENTATION DES FIGURES

- 15 L'invention sera mieux comprise, grâce à la description ci-après, qui se rapporte à un exemple de réalisation préféré, donné à titre d'exemple non limitatif et expliqué avec référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :
- la figure 1 est un schéma illustrant un dispositif de purification d'eau, notamment d'eau salée.
- 20 La figure 1bis est un schéma illustrant un autre dispositif de purification d'eau, notamment d'eau salée.
- la figure 2 est un schéma illustrant un piston qui comprend une membrane déformable.
- 25 - les figures 3A, 3B sont des schémas illustrant un piston déformable qui comprend une membrane déformable dont la partie centrale est indéformable, et la figure 3C un schéma du volume généré par le battement d'un tel piston.
- la figure 4 est un schéma illustrant un exemple de structure de
- 30 membrane déformable dont la partie centrale est indéformable et carrée.

- la figure 5 est un schéma illustrant un ensemble d'un circuit de refroidissement d'une centrale électrique et d'un dispositif de purification d'eau.
- les figures 6A, 6B, 6C, 6D, 6E et 6F représentent un conduit de piston dans un dispositif de purification d'eau, notamment d'eau salée.

## DESCRIPTION DETAILLEE

### 10 **Principe de l'invention**

La figure 1 est un schéma illustrant un dispositif de purification d'eau, notamment d'eau salée comprenant une chambre moteur-culasse 5. Cette chambre contient un dispositif 6 de mise en mouvement d'un système de pistons 3, 4, tous les pistons décrivant la même trajectoire cyclique.

- 15 Dans le cas particulier de la figure 1, chaque piston 3, 4 décrit une trajectoire verticale, de montée et de descente au sein d'un conduit de piston 11.

Le dispositif contient un système d'interfaces délimitant des séparations mobiles 1, 2 entre deux chambres 7, 8.

Le système de pistons 3, 4 est couplé au système d'interfaces.

- 20 Chaque piston (3 respectivement 4) est associé à une séparation mobile (1 respectivement 2). Dans le cas particulier de la figure 1, lorsqu'un piston monte l'interface associée est en position verticale et lorsqu'il descend l'interface associée est en position horizontale.

- 25 Les pistons 3, 4 sont associés par paire, et deux pistons d'une paire décrivent un mouvement décalé d'un demi-cycle l'un par rapport à l'autre.

Dans le cas particulier de la figure 1, lorsqu'un piston (3 respectivement 4) monte d'une certaine hauteur l'autre piston (4 respectivement 3) descend de l'exacte même hauteur.

- 30 De cette manière les variations de volume de la chambre moteur-culasse 5 produites par un piston (3 respectivement 4) sont compensées par les

variations de volume produites par l'autre piston (4 respectivement 3). Le volume de la chambre-culasse 5 reste ainsi constant au cours du temps.

5 Selon un autre exemple de réalisation, le dispositif peut contenir plusieurs paires de pistons. Tous les pistons peuvent décrire la même trajectoire cyclique, deux pistons d'une paire étant décalés dans leur mouvement d'un demi-cycle l'un par rapport à l'autre. Si à tout moment, les positions de tous les pistons sont régulièrement réparties sur l'ensemble du cycle du mouvement, alors il est possible d'obtenir une répartition équilibrée des efforts qui s'exercent sur le dispositif 6 de mise en mouvement d'un système de pistons 3, 4. La puissance à délivrer par le dispositif de mise en mouvement est lissée au cours du temps, et cela limite les irrégularités et les effets d'à coup qui usent davantage les pièces.

15 Le dispositif peut également contenir une paire de pistons qui décrivent une trajectoire cyclique différente des autres pistons.

Ces deux pistons sont décalés dans leur mouvement d'un demi-cycle l'un par rapport à l'autre, comme pour les autres paires de piston.

20 Globalement l'ensemble des pistons ainsi configuré produit l'effet technique de la compensation des variations de volume de la chambre moteur-culasse produites par ce couple de pistons.

Le volume de la chambre-culasse 5 reste ainsi constant au cours du temps.

25 Concernant le système d'interfaces et les séparations mobiles, il est possible d'utiliser des électrovannes. Les temps de fermeture / ouverture sont de l'ordre de la milliseconde, ce qui permet un fonctionnement de 10 000 tours par minute, soit 166 tours par seconde.

30 Chaque piston peut être associé à deux électrovannes qui contrôlent la mise en communication du piston l'une avec la chambre d'évaporation, l'autre avec la chambre de condensation.

Ces électrovannes peuvent être synchronisées sur le dispositif 6 de mise en mouvement du système de pistons par asservissement.

Par exemple un capteur optique peut déclencher une électrovanne en fonction du mouvement d'une pièce qui pilote un ou plusieurs pistons.

- 5 La logique de l'asservissement peut intégrer l'ouverture en permanence d'au moins une des deux vannes de chaque piston, de façon à éviter d'aspirer du vide ou de compresser du gaz dans le conduit du piston. Cette disposition permet d'éviter une casse de matériel.

- 10 Dans le dispositif illustré en figure 1, une chambre d'évaporation 7 contient de l'eau à purifier. La chambre d'évaporation 7 comprend une entrée pour recevoir l'eau à purifier non représentée sur la figure 1.

- Une chambre de condensation 8 contient l'eau purifiée. Cette chambre comprend une sortie pour extraire l'eau purifiée non représentée sur la  
15 figure 1.

- La chambre moteur-culasse 5, la chambre d'évaporation 7 et la chambre de condensation 8 peuvent être reliées à des pompes à vide référencées respectivement 9a, 9b et 9c. Les chambres peuvent aussi reliées à une  
20 seule et même pompe à vide.

La chambre d'évaporation peut être placée en contact thermique avec une source chaude SC.

- La chambre de condensation peut être placée en contact thermique avec  
25 une source froide SF.

Le fonctionnement du dispositif est le suivant :

De l'eau à purifier est introduite dans la chambre d'évaporation 7 en passant par l'entrée prévue à cet effet.

- 30 Si la chambre moteur-culasse 5, la chambre d'évaporation 7 et la chambre de condensation 8 sont reliées à des pompes à vide 9a, 9b, 9c, on peut

aspirer l'air de ces chambres 5, 7, 8. Il est ainsi possible d'assurer dans les trois chambres 5, 7, 8, que les pressions sont inférieures à la pression atmosphérique et sensiblement identiques entre elles avant que le système de pistons 3, 4 ne soit mis en fonctionnement, ou pendant que ledit système est en fonctionnement.

Les pressions sont considérées sensiblement identiques si elles diffèrent de moins de 50 millibars.

Il existe une phase transitoire au cours de laquelle l'air des chambres 5, 7, 8 est aspiré.

10 Au cours de la phase transitoire, les températures dans les trois chambres 5, 7, 8 peuvent évoluer.

Ces variations de température peuvent générer des variations de pression dans les trois chambres.

15 Les pompes à vide 9a et 9b peuvent assurer durant la phase transitoire que les pressions dans les deux chambres 5 et 7, 8 restent sensiblement identiques entre elles.

20 Le dispositif 6 de mise en mouvement du système de pistons 3, 4 est mis en marche et les pistons 3, 4 décrivent la trajectoire cyclique verticale chacun au sein de son conduit de piston 11.

Le système d'interfaces est couplé au système de pistons 3, 4, de sorte que lorsqu'un piston (3 respectivement 4) monte l'interface associée (1 respectivement 2) est en position verticale.

25 Simultanément, l'autre piston (4 respectivement 3) descend et son interface associée (2 respectivement 1) est en position verticale.

La figure 1 correspond à une phase de montée du piston 4 et de descente du piston 3.

Durant la phase de montée du piston 4, le volume au-dessus de l'eau contenue dans la chambre d'évaporation 7 augmente.

30 Cela produit un phénomène d'évaporation par dépression.

De la vapeur d'eau purifiée est produite à la surface de l'eau liquide à purifier.

Cette évaporation n'entraîne pas d'augmentation de la température de l'eau et il n'y a donc pas d'inconvénients liés à la présence d'eau chaude dans  
5 ce dispositif.

Une partie de cette vapeur est aspirée dans le sillage du piston 4 qui monte, Lorsque ledit piston 4 est arrivé au sommet de sa trajectoire, le couplage entre système de pistons et système d'interfaces mobiles agit sur les séparations mobiles.

10 En particulier l'interface 2 qui était en position verticale passe en position horizontale.

La vapeur aspirée dans le sillage du piston 4 qui montait dans le conduit de piston 11 est alors séparée de la chambre d'évaporation 7 et mise au contact de la chambre de condensation 8.

15 Le piston 4 qui était arrivé au sommet de sa trajectoire descend et déplace la vapeur du conduit de piston 11 vers la chambre de condensation 8.

De cette manière, la chambre de condensation 8 reçoit de la vapeur d'eau purifiée alternativement poussée par le piston 4 et par le piston 3. Une partie de cette vapeur accumulée dans la chambre de condensation 8 passe à  
20 l'état liquide. L'eau liquide obtenue est une eau purifiée.

La constance du volume de la chambre moteur-culasse permet de maintenir et contrôler plus facilement la pression qui s'exerce sur une des parois de chaque piston, en particulier la paroi du piston située du côté de la chambre  
25 moteur-culasse. De cette manière, l'énergie nécessaire à l'aspiration des vapeurs peut être contrôlée et diminuée, diminuant par conséquent le coût économique de la purification.

En particulier, il devient possible de fixer la pression exercée par la chambre moteur-culasse sensiblement égale à la pression exercée par la chambre  
30 d'évaporation. Dès lors, l'énergie associée au déplacement d'un piston dans la phase d'aspiration diminue et ne contient essentiellement plus que les

contributions des frottements, du travail de déplacement de la masse des pistons et des pièces en mouvement associé au mouvement des pistons et enfin du travail de déplacement de la masse de vapeur.

- 5 Si la chambre d'évaporation 7 et la chambre moteur-culasse 5 sont reliées à une ou plusieurs pompes à vide 9a, 9b, ces chambres peuvent être maintenues à la même pression  $P_0$ .

Si la chambre d'évaporation 7 est en contact thermique avec une source chaude SC, de l'énergie thermique est apportée à cette chambre tout au  
10 long du fonctionnement du système de sorte que la température dans cette chambre peut être maintenue à une température  $T_0$ .

Un transfert thermique peut s'opérer de la chambre d'évaporation vers la chambre moteur-culasse, de sorte que ces deux chambres se retrouvent, à l'issue d'une phase transitoire à la même température  $T_0$ .

- 15 Par exemple  $T_0$  peut être comprise entre 5 et 50 degrés Celsius.  $T_0$  peut être de l'ordre de 27 degrés Celsius c'est-à-dire compris entre 26,9°C et 27,1°C.

Par exemple  $P_0$  peut être comprise entre 8 et 123 millibars.  $P_0$  peut être de l'ordre de 36 millibars c'est-à-dire compris entre 35,8 millibars et 36,2  
20 millibars.

La chambre de condensation 8 peut comprendre un contact thermique avec une source froide SF à une température  $T_e$  inférieure à  $T_0$ .

- La présence d'une zone de température  $T_e$  dans la chambre de  
25 condensation 8 permet d'augmenter le phénomène de condensation.

Le contact thermique avec la source froide SF entraîne également un effet sur la pression qui diminue dans la chambre de condensation 8.

- Si une pompe à vide 9c est reliée à la chambre de condensation 8 et  
30 qu'initialement la pression a été ajustée dans la chambre de condensation à  $P_0$ , alors la pression dans la chambre de condensation diminue en

dessous de  $P_0$  durant une phase transitoire. Sur chaque piston, la pression exercée par la chambre moteur-culasse 5 devient supérieure à la pression exercée par la chambre de condensation 8. Cette différence peut persister tout au long du fonctionnement du système. Dans cette situation le travail  
5 des pistons est facilité dans la phase de récupération des vapeurs dans la chambre de condensation.

La figure 1bis est un schéma illustrant un dispositif de purification d'eau, notamment d'eau salée dont une grande partie de la structure correspond  
10 à celle de la figure 1. Le dispositif comprend une chambre moteur-culasse 5, comprenant un dispositif 6 de mise en mouvement d'un système de pistons qui décrivent une trajectoire verticale, de montée et de descente au sein d'un conduit de piston 11.

Le dispositif contient une chambre d'évaporation 7 et une chambre  
15 d'évaporation 8.

Les pistons 3A, 3B, 4A et 4B sont associés par paire, d'une part la paire des pistons 3A et 4A, d'autre part la paire des pistons 3B et 4B. Les deux pistons d'une même paire décrivent un mouvement décalé d'un demi-cycle l'un par rapport à l'autre.

20 Dans le cas particulier de la figure 1bis, le piston 3b se situe à sa position la plus haute dans son conduit de piston et débute un mouvement de descente, alors que le piston 4B se situe à sa position la plus basse dans son conduit de piston et débute un mouvement de montée.

Si le piston 3A est en mouvement ascendant (respectivement ascendant)  
25 alors le piston 4A est en mouvement descendant (respectivement descendant).

### ***Approvisionnement en eau salée dans la chambre d'évaporation***

Lorsque le niveau d'eau salée baisse dans la chambre d'évaporation, de  
30 l'eau salée peut être réinjectée, par exemple à la température  $T_0$ , par exemple à 27°C.

Cette injection peut être réalisée par petites quantités de manière à faire monter marginalement la pression dans la chambre d'évaporation et dans le reste du dispositif. On entend par « petites quantités » un volume d'eau correspondant par exemple à un dixième du volume de vapeur aspirée de la chambre d'évaporation pendant une durée de parcours d'une trajectoire cyclique par un piston.

Ces injections se font soit en continu, soit par injections ponctuelles soit en combinant ces deux modes.

De cette manière, il n'est pas nécessaire de mettre le dispositif à l'arrêt pour approvisionner la chambre d'évaporation en eau à purifier.

#### ***Evacuation de l'eau purifiée de la chambre de condensation***

Il est possible d'utiliser un sas pour assurer l'évacuation de l'eau purifiée.

Le sas est un réceptacle situé au fond de la chambre de condensation et composé d'une partie inférieure et d'une partie supérieure.

Le volume de la partie inférieure est plus petit que la partie supérieure et surtout beaucoup plus petit que le volume de la chambre de condensation.

Il existe deux cloisons mobiles : une cloison intérieure entre la partie inférieure et la partie supérieure, une cloison extérieure entre la partie inférieure et l'extérieur de la chambre de condensation.

Quand la partie inférieure est vide d'eau liquide, la cloison extérieure est fermée et la cloison intérieure est ouverte de sorte que la partie inférieure est séparée de l'extérieur de la chambre de condensation et communique avec la partie supérieure et la chambre de condensation.

De l'eau purifiée liquide est créée dans la chambre de condensation et s'accumule dans la partie inférieure.

Lorsque la partie inférieure est pleine, la cloison intérieure est fermée, puis la cloison extérieure est ouverte.

L'eau purifiée s'écoule vers l'extérieur et la partie inférieure se retrouve à nouveau vide d'eau liquide. A nouveau, la cloison extérieure est fermée et la cloison intérieure est ouverte et un nouveau cycle commence.

- 5 L'air qui remplit la partie inférieure lorsque l'eau purifiée est vidée peut être choisi à une température inférieure ou égale à  $T_0$ , par exemple égale à  $T_e$ , et à une pression inférieure ou égale à  $P_0$ . De cette manière, température et pression dans la chambre de condensation peuvent être maintenues constantes durant le fonctionnement du dispositif.
- 10 Il n'est pas nécessaire ainsi de mettre le dispositif à l'arrêt pour extraire de la chambre de condensation l'eau purifiée.

### ***Piston comprenant une membrane déformable***

Le dispositif tel que décrit plus haut peut être adapté de sorte que chaque piston comprend une membrane déformable.

Lorsque la pression qui s'exerce sur le piston est quasi identique de part et d'autre, il n'est pas nécessaire d'utiliser un piston rigide. Un piston en matériau déformable moins résistant au point de vue mécanique peut suffire pour déplacer la vapeur.

20 On peut disposer la membrane déformable de sorte que dans ses configurations les plus déformées, elle ne soit pas entièrement tendue.

Cela permet de limiter l'usure de la membrane.

La figure 2 représente un tel piston.

Le piston 13, logé dans le conduit de piston 11, sépare la chambre moteur-culasse 5 et la chambre d'évaporation 7.

La membrane qui forme le piston 13 peut être fixée à son périmètre extérieur par exemple au milieu du conduit de piston 11, de sorte que ce périmètre ne peut pas être mis en mouvement.

La force exercée par le dispositif 6 de mise en mouvement du système de pistons s'applique au centre de la membrane du piston 13 et impose une déformation de celle-ci.

La figure 2 correspond à une déformation de la membrane en direction de la chambre d'évaporation.

Le volume engendré par les mouvements du piston est obtenu par la déformation de la membrane, ou battement de la membrane.

5

Cela permet de diminuer les frottements liés au mouvement des pistons, et de diminuer la masse mise en mouvement au cours d'une trajectoire cyclique.

10 Le conduit peut être tronqué au niveau souhaité de fixation du périmètre extérieur de la membrane, la partie supérieure du conduit de piston n'ayant plus d'utilité.

Pour fixer la membrane sur le conduit de piston, plusieurs solutions sont envisageables.

15 Une première possibilité consiste à utiliser de la colle.

On peut choisir une colle apte à fixer à la fois des matériaux élastomères comme le polyéthylène et des matériaux rigides comme l'acier.

Une deuxième possibilité consiste à serrer la membrane entre l'extrémité supérieure du conduit de piston et un cadre.

20 On serre l'ensemble formé par l'extrémité supérieure du conduit de piston, la membrane et le cadre par un dispositif du type serre-joint. Deux joints peuvent être ajoutés de chaque côté de la membrane pour éviter que le métal ne soit directement au contact de la membrane et la détériore.

25 Aux abords de la zone serrée ou collée, la membrane peut être renforcée par une épaisseur de 100 µm de PEBD.

La fixation de la membrane sur le conduit de piston peut être réalisée de sorte que même dans les positions extrêmes de la membrane, celle-ci ne soit pas totalement tendue. Cela permet d'éviter de trop solliciter la

30

membrane par déformations successives et d'augmenter sa durée d'utilisation avant remplacement.

5 Il est également possible d'utiliser un piston déformable d'un faible poids par exemple avec une membrane déformable constituée d'une couche de polyéthylène, de préférence en PEBD, avantageusement d'une épaisseur comprise entre 10  $\mu\text{m}$  et 100  $\mu\text{m}$ .

L'effet d'une diminution du poids du piston est de diminuer l'énergie nécessaire à la mise en mouvement de ce piston. Cela réduit le coût  
10 économique de l'exploitation du dispositif.

Le PEBD présente en outre les avantages suivants :

- il est d'un usage courant et d'un coût faible
- Il est reconnu pour sa souplesse ce qui permet d'utiliser le battement de la membrane pour obtenir des variations de volume.
- 15 - Le PEBD présente une bonne thermo-soudabilité ce qui permet de travailler avec des formes particulières de membrane.

Parmi les épaisseurs standard de PEBD, il est préférable d'utiliser une épaisseur de 30  $\mu\text{m}$  ou 50  $\mu\text{m}$ , car

- 20 - Une épaisseur de 20  $\mu\text{m}$  ou moins ne présente pas la solidité suffisante
- Une épaisseur de 100  $\mu\text{m}$  et au-delà ne donne pas un PEBD suffisamment souple.

25 Préférentiellement, on peut utiliser un PEBD issu du recyclage.

Il est possible d'utiliser des membranes de forme carrée ou circulaire, c'est-à-dire dont le contour extérieur prend la forme d'un carré ou d'un cercle.

La forme carrée permet d'installer les pistons les uns à côté des autres et de limiter les surfaces non utilisées pour aspirer la vapeur. Cela permet de diminuer les dimensions du dispositif.

5 ***Piston comprenant une membrane déformable qui comprend une partie centrale indéformable***

Il est possible d'utiliser des membranes qui présentent une partie centrale indéformable. Cette partie indéformable suit le même mouvement que le centre de la membrane entraîné par le dispositif 6 de mise en mouvement  
10 du système de pistons.

Les figures 3A et 3B représentent de tels pistons.

Le piston 23, logé dans le conduit de piston 11, sépare la chambre moteur-culasse 5 et la chambre d'évaporation 7.

15 La membrane qui forme le piston 23 peut être fixée à son périmètre extérieur par exemple au milieu du conduit de piston 11, de sorte que ce périmètre ne peut pas être mis en mouvement.

La force exercée par le dispositif 6 de mise en mouvement du système de pistons s'applique au centre de la membrane du piston 23 et impose un  
20 déplacement de la partie indéformable et une déformation de la partie externe de la membrane.

La figure 3C représente schématiquement le volume généré par le mouvement du piston dans la situation où la partie de la membrane entraînée par le dispositif 6 de mise en mouvement est de forme carrée.

25 D'autres formes, comme par exemple une forme circulaire, de la partie indéformable peuvent bien évidemment être envisagées.

Le volume balayé au cours d'un cycle de trajectoire par cette membrane est plus important qu'en absence de partie centrale indéformable.

Cela permet de déplacer plus de vapeur avec un même aller-retour du piston, tout en conservant l'absence de frottements liés au mouvement des pistons.

- 5 La partie centrale du piston peut être rendue indéformable en la fixant rigidement à une structure indéformable.

On peut utiliser une pièce métallique, ou bien une pièce en polyéthylène ou en une autre matière plastique suffisamment épaisse pour être considérée comme indéformable.

10

La figure 4 est un schéma illustrant un exemple de structure de membrane 23 déformable dont la partie centrale est indéformable et carrée.

- 15 La partie centrale 41 indéformable peut être renforcée par un croisillon métallique 43 dont les extrémités sont logées dans des doigts 42 en polyéthylène, de préférence en PEBD, thermosoudés à la membrane.

Les extrémités peuvent servir à définir la forme de la partie centrale. En particulier si le croisillon 43 comporte quatre extrémités du croisillon définissant un carré, la partie centrale indéformable 41 a une forme carrée.

- 20 Selon une variante possible de l'invention, on peut renforcer le croisillon métallique définissant une forme carrée avec un cerceau extérieur. De cette manière la partie intérieure indéformable prend une forme circulaire.

- 25 Le croisillon métallique 43 peut comprendre plusieurs branches composées chacune en rond d'aluminium creux.

Le rond d'aluminium creux présente une grande rigidité, une grande légèreté et de surcroît ne craint pas le contact avec la vapeur d'eau.

On peut utiliser un aluminium creux d'une épaisseur comprise entre 0,5 et 1,5 millimètre d'épaisseur, de préférence de l'ordre de 1 millimètre.

30

On peut utiliser des ronds en aluminium creux d'un diamètre compris entre 7 et 9 millimètres, de préférence de l'ordre de 8 millimètres.

Il est possible de renforcer le rond en aluminium creux par des sections pleines, ce qui n'augmente pas sensiblement son poids.

5

On peut utiliser des doigts d'une épaisseur comprise entre 70 et 130  $\mu\text{m}$ , de préférence de l'ordre de 100  $\mu\text{m}$ .

Chaque doigt peut être soudé sur une zone de la membrane que l'on peut elle-même renforcer en PEBD de 100  $\mu$  pour répartir l'effort.

10

Pour faire entrer plus facilement le croisillon métallique dans la membrane, il peut être nécessaire qu'au moins une branche comprise dans le croisillon soit démontable.

Le caractère démontable d'une branche peut être réalisé en divisant la  
15 branche en deux morceaux. Le premier morceau peut comporter un pas de vis adapté qui collabore avec une bague de serrage. Le deuxième morceau comporte une butée de la bague de serrage, de sorte qu'en serrant la bague, les deux morceaux forment un ensemble rigide. Un joint peut être disposé au contact des deux morceaux avant le serrage de la bague.

20

### ***Matériaux du dispositif***

A l'exception de la membrane, du croisillon en aluminium, et de certaines parties du dispositif de mise en mouvement du système de pistons,  
25 l'ensemble des pièces du dispositif peut être constitué de tôles d'acier inoxydable à haute limite d'élasticité.

Le caractère inoxydable permet de résister à l'effet de l'eau et notamment de l'eau salée.

Les pièces peuvent être soudées, ou assemblées en étant séparées par un  
30 joint d'étanchéité de manière à pouvoir les démonter.

L'épaisseur des tôles peut être choisie égale à 4 millimètres, de sorte que le dispositif supporte la différence de pression entre l'extérieur, qui est à la pression atmosphérique et l'intérieur qui peut être par exemple égale à 36 millibars.

5

Les parties du dispositif de mise en mouvement du système de pistons qui ne sont pas constituées de tôles d'acier inoxydable à haute limite d'élasticité sont par exemple un vilebrequin qui est classiquement en acier inoxydable forgé, et des bielles qui peuvent être en aluminium.

10

***Intégration du dispositif au sein d'un circuit de refroidissement d'une centrale électrique***

Les centrales électriques consomment de l'eau douce.

15 Une tranche de centrale a besoin journallement de 400 mètres cubes d'eau déminéralisée. Cette eau peut provenir de l'eau de mer qui est dessalée par exemple par osmose inverse.

20 Les centrales situées en bord de mer peuvent utiliser un circuit de refroidissement qui utilise de l'eau de mer comme fluide de refroidissement. Un tel circuit comprend une voie froide d'entrée de fluide et une voie chaude de sortie de fluide,

Par exemple, la température de la voie froide d'entrée est égale à 14°C, et celle de la voie chaude de sortie est égale à 27°C.

25 Le flux d'un tel circuit peut être voisin de 60 mètres cubes par seconde.

On peut intégrer à un tel circuit de refroidissement un dispositif de purification d'eau tel qu'on l'a décrit précédemment.

La figure 5 est un schéma illustrant un ensemble d'un circuit de refroidissement 110 d'une centrale électrique 100 et d'un dispositif 10 de purification d'eau.

- 5 La centrale électrique 100 est refroidie avec de l'eau pompée en mer 200. La voie froide d'entrée 111 amène l'eau de mer vers la centrale 100, et la voie chaude de sortie 112 emporte l'eau de mer vers la mer 200 une fois qu'elle a été utilisée pour refroidir la centrale 100.
- 10 Il est possible d'utiliser la voie froide d'entrée 111 de fluide du circuit de refroidissement comme source froide SF dans la chambre de condensation 8 d'un dispositif de purification d'eau 10 selon l'invention, et la voie chaude de sortie 112 de fluide du circuit de refroidissement comme source chaude SC dans la chambre d'évaporation 7 dudit dispositif 10.
- 15 Ledit dispositif de purification d'eau 10 peut être utilisé pour fournir en eau déminéralisée une tranche de la centrale 100. Ce besoin s'élève à 400 mètres cubes d'eau par jour, ce qui représente 0,008 % du volume quotidien véhiculé par le circuit de refroidissement 110
- 20 de la centrale 100. Ce rapport étant très faible, on peut considérer respectivement la voie froide d'entrée 111 et la voie chaude de sortie 112 de fluide du circuit de refroidissement comme des sources quasi infinies respectivement de refroidissement dans la chambre de condensation 8 et de réchauffement
- 25 dans la chambre d'évaporation 7 du dispositif de purification d'eau 10.

Dans cette situation, l'énergie nécessaire à l'évaporation dans la chambre d'évaporation 7 peut être fournie par la voie chaude de sortie 112 de fluide du circuit de refroidissement via un échangeur de chaleur.

Une telle configuration ne nécessite pas d'installer une source de chaleur, la voie chaude de sortie étant directement disponible sur le site. Cela permet de rendre globalement le système frugal en ressources, c'est-à-dire que le système consomme moins de ressources que d'autres systèmes de l'art antérieur, comme le système de type distillation.

Par ailleurs, la quantité d'eau à purifier peut être prélevée sur la voie chaude de sortie de fluide du circuit de refroidissement

Pour cela un conduit IN reliant la chambre d'évaporation 7 et la voie chaude de sortie 112 peut être installé de sorte qu'une partie du fluide de refroidissement passant par la voie chaude de sortie 112 peut être prélevée et introduite dans la chambre d'évaporation 7.

La concentration en sel du liquide contenu dans la chambre d'évaporation augmente au fur et à mesure que de la vapeur est aspirée vers la chambre de condensation. Il devient nécessaire à partir d'un certain seuil de concentration d'agir sur cette concentration en sel pour poursuivre la purification.

Il est possible de rejeter régulièrement ce liquide contenu dans la chambre d'évaporation vers la voie chaude de sortie de fluide du circuit de refroidissement.

Pour cela un conduit OUT reliant la chambre d'évaporation 7 et la voie chaude de sortie 112 peut être installé de sorte qu'une partie du fluide contenu dans la chambre d'évaporation 7 peut être prélevé et introduit dans la voie chaude de sortie 112.

Il est également possible de poursuivre la production de vapeur jusqu'au point où le sel va en partie précipiter, de récupérer le sel solide, et de rejeter le reliquat d'eau liquide vers la voie chaude de sortie de fluide du circuit de refroidissement.

Comme le rapport du flux d'eau purifié sur le flux d'eau véhiculé par le circuit de refroidissement de la centrale est très faible, la variation de concentration en sel engendrée par les rejets liquides est très faible.

Il n'y aura pas de rejets d'eau très salée en mer.

5

De manière plus générale lorsque le flux du fluide de refroidissement à travers ledit circuit de refroidissement est au moins cent fois supérieur au flux d'eau purifiée par ledit dispositif, les considérations évoquées ci-dessus restent exactes.

10

Dans cette situation, le froid nécessaire à la condensation dans la chambre de condensation est fourni par la voie froide d'entrée de fluide du circuit de refroidissement via un échangeur de chaleur.

15 On peut estimer que pour une production de 400 mètres cubes par jour d'eau dessalée telle que décrite :

- le prélèvement de calories sur la voie chaude vers l'évaporateur entraîne une baisse de 0,04°C de cette voie chaude

20 - De même, côté voie froide, l'échange avec la chambre de condensation entraîne une augmentation de 0,04°C de cette voie froide.

Seule la baisse de température dans la voie froide diminue l'efficacité du système de refroidissement de la perte.

### ***Exemple d'une production de 400 mètres cubes jour d'eau dessalée***

25

Une membrane est choisie de forme carrée de 0,5 mètre de côté. Une partie indéformable centrale est choisie carrée de 0,4 mètre de côté. Avec une épaisseur de PEBD de 40 µm, on peut espérer une amplitude de battement de la membrane égal à 0,20 mètre.

30 Cela donne :

- un volume total d'aspiration de 0,0336 mètre cube.

- une masse de la partie mobile inférieure à 100 grammes.
- une surface horizontale occupée de 0,6 mètre sur 0,6 mètre compte tenu des dimensions de la membrane mobile et de la zone de fixation par collage ou serrage.

5

On choisit une vitesse pour décrire une trajectoire cyclique du piston de 10 000 cycles par minute. Il est possible d'atteindre cette vitesse car les pièces en mouvement sont de faible poids et que la membrane ne résiste pas à une différence de pression importante.

10

En utilisant une telle vitesse et un volume d'aspiration de 0,0336 mètre cube, une membrane produit un volume total de 336 mètres cubes par minute.

- 15 On travaille avec les éléments décrits plus haut et notamment une température de la voie froide d'entrée égale à 14°C, et celle de la voie chaude de sortie égale à 27°C.

On souhaite produire un volume de 400 mètres cubes d'eau liquide par jour.

- 20 Cela correspond à un volume  $15,38 \cdot 10^6$  mètres cubes de vapeur d'eau à 27°C par jour, soit  $641 \cdot 10^3$  mètres cubes de vapeur par heure, soit encore  $10,6 \cdot 10^3$  mètres cubes de vapeur par minute.

Pour atteindre cet objectif, il faut utiliser 32 membranes.

- 25 En alignant les 32 surfaces horizontales occupées correspondant aux 32 membranes carrées selon un rectangle de 4 surfaces par 8, on obtient une surface globale de 2,4 mètres par 4,8 mètres.

Ces dimensions sont inférieures aux dimensions de certaines installations d'osmose inverse déjà en fonctionnement notamment au sein de centrales

- 30 électriques.

Les figures 6A, 6B, 6C, 6D, 6E et 6F représentent un conduit de piston dans un dispositif de purification d'eau, notamment d'eau salée. Ce conduit de piston 211 comprend deux pistons 23A et 23B dont le mouvement modifie le volume d'air dans lequel évolue les vapeurs au-dessus de la chambre d'évaporation ou au-dessus de la chambre de condensation. Ce volume d'air est situé au centre du conduit de piston 211 entre les pistons 23A et 23B. Les pistons 23A et 23B sont synchronisés dans leur mouvement de sorte qu'ils augmentent ensemble (figures 6A, 6B et 6C) ou réduisent ensemble (figures 6D, 6E et 6F) le volume d'air dans lequel évolue les vapeurs au-dessus de la chambre d'évaporation ou au-dessus de la chambre de condensation.

Chaque piston 23A, 23B est apparié avec un piston non représenté sur les figures 6A, 6B, 6C, 6D, 6E et 6F, qui a la même trajectoire selon un mouvement décalé d'un demi-cycle.

La disposition correspondant à un conduit de piston telle que représenté sur les figures 6A, 6B, 6C, 6D, 6E et 6F peut se dériver de la disposition des pistons telle que représenté sur les figures 1 ou 1bis.

Pour cela, le mouvement rotatif généré par le dispositif de mise en mouvement autour d'un axe horizontal 6, et en particulier perpendiculaire à l'axe du conduit de piston, peut être transformé en mouvement rotatif autour d'un axe vertical et en particulier parallèle à l'axe du conduit de piston, par engrenage angulaire ou par déplacement du moteur.

## Revendications

1. Dispositif de purification d'eau (10), notamment d'eau salée, comprenant  
5 une chambre d'évaporation (7) comprenant une entrée pour recevoir un volume d'eau à purifier et assurant une phase d'aspiration de vapeurs, une chambre de condensation (8) comprenant une sortie pour l'eau purifiée et assurant une phase de récupération de vapeurs, caractérisé en ce qu'il comprend un appareil de transfert de gaz comprenant  
10 un système d'interfaces délimitant des séparations mobiles (1,2) entre les deux chambres, un système de pistons (3,4) couplé au système d'interfaces pour déplacer les séparations mobiles (1,2) sur commande, une chambre moteur-culasse (5) contenant un dispositif (6) de mise en  
15 mouvement du dit système de pistons (3,4), tous les pistons décrivant une trajectoire cyclique, les pistons (3,4) étant associés par paire, deux pistons d'une paire décrivant la même trajectoire selon un mouvement décalé d'un demi-cycle l'un par rapport à l'autre, de sorte que la mise en mouvement des pistons est  
20 adaptée pour maintenir un volume constant de la chambre-culasse (5), la chambre d'évaporation (7), la chambre moteur-culasse (5), la chambre de condensation (8) étant reliées, au moins pendant une phase transitoire, à une ou plusieurs pompes à vide (9a,9b,9c) de sorte que sur chaque piston, la pression exercée par la chambre moteur-culasse (5) est  
25 sensiblement égale à une pression  $P_0$  exercée par la chambre d'évaporation (7).
  
2. Dispositif (10) selon la revendication 1 caractérisé en ce que tous les pistons (3,4) décrivent la même trajectoire cyclique, les positions des  
30 pistons (3,4) étant régulièrement réparties dans le cycle du mouvement.

3. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que sur chaque piston, la pression exercée par la chambre moteur-culasse (5) est supérieure à la pression exercée par la chambre de condensation (8).

5

4. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la chambre d'évaporation (7) comprend un contact thermique avec une source chaude (SC) à la température  $T_0$ .

10

5. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que la chambre de condensation (8) comprend un contact thermique avec une source froide (SF) à une température  $T_e$  inférieure à  $T_0$ .

15

6. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que la température  $T_0$  est comprise entre 5 et 50 degrés Celsius, de préférence de l'ordre de 27 degrés Celsius.

20

7. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que la pression  $P_0$  est comprise entre 8 et 123 millibars, de préférence de l'ordre de 36 millibars.

25

8. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que chaque piston (13) comprend une membrane déformable.

30

9. Dispositif (10) selon la revendication 8 caractérisé en ce que la membrane déformable est constituée d'une couche de polyéthylène, de préférence en PEBD, avantageusement d'une épaisseur comprise entre 10  $\mu\text{m}$  et 100  $\mu\text{m}$ .

10. Dispositif (10) selon la revendication 8 ou 9 caractérisé en ce que la membrane a une forme carrée.
11. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 8 à 10 caractérisé en ce que la membrane présente une partie centrale (41) indéformable.
12. Dispositif (10) selon la revendication 11 caractérisé en ce que la partie centrale (41) est renforcée par un croisillon métallique (43) dont les extrémités sont logées dans des doigts (42) en polyéthylène, de préférence en PEBD, thermosoudés à la membrane.
13. Dispositif (10) selon la revendication 12 caractérisé en ce que les doigts (42) ont une épaisseur comprise entre 70 et 130  $\mu\text{m}$ .
14. Dispositif (10) selon la revendication 12 ou 13 caractérisé en ce que les zones de la membrane thermosoudées aux doigts (42) en polyéthylène sont renforcées par une épaisseur de PEBD comprise entre 70 et 130  $\mu\text{m}$ .
15. Ensemble comprenant un circuit de refroidissement (110) d'une centrale électrique adapté pour utiliser de l'eau de mer comme fluide de refroidissement comprenant une voie froide d'entrée de fluide (111) et une voie chaude de sortie de fluide (112), un dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 adapté pour que : le flux du fluide de refroidissement à travers ledit circuit de refroidissement (110) soit au moins cent fois supérieur au flux d'eau purifiée par ledit dispositif (10), la chambre de condensation (8) soit en contact thermique avec une partie de la voie froide d'entrée (111),

la chambre d'évaporation (7) soit en contact thermique avec une partie de la voie chaude de sortie (112),

un ou plusieurs conduits (IN, OUT) relie la chambre d'évaporation et la voie chaude de sortie de sorte qu'une partie du fluide de refroidissement passant par la voie chaude de sortie peut être prélevée et introduite dans la chambre d'évaporation, et qu'une partie du liquide présent dans la chambre d'évaporation peut être prélevée et introduite dans la voie chaude de sortie.

16. Procédé de purification d'eau, notamment d'eau salée, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre par un dispositif (10) selon l'une des revendications 1 à 14 et comprenant les étapes suivantes :

- Apport d'eau à purifier dans la chambre d'évaporation (7);
- Mise en fonctionnement d'une source chaude (SC) pour élever la température de la chambre d'évaporation (7);
- 15 - Mise en fonctionnement d'une source froide (SF) pour créer une zone de température  $T_e$  dans la chambre de condensation (8);
- Evacuation de l'air dans la chambre d'évaporation (7), la chambre de condensation (8) et la chambre moteur-culasse (5) pour diminuer la pression ;
- 20 - Mise en mouvement du système de pistons (3,4) et des interfaces couplées (1,2), selon le cycle suivant pour chaque piston et interface couplée :
  - o Isolation de la chambre de condensation (8) par l'interface ;
  - o Aspiration de la vapeur de la chambre d'évaporation (7) par le piston ;
  - 25 o Isolation de chambre d'évaporation (7) du piston par l'interface ;
  - o Récupération de la vapeur dans la chambre de condensation (8) par le piston ;
- Condensation de la vapeur dans la zone de température  $T_e$  dans la chambre de condensation (8).
- 30

17. Procédé de purification d'eau selon la revendication 16 dans lequel :

- L'évacuation de l'air dans la chambre d'évaporation (7) et la chambre moteur-culasse (5), diminue la pression à une même valeur de pression dans ces deux chambres.

5

18. Procédé de purification d'eau, notamment d'eau salée, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre par un ensemble selon la revendication 17 et comprenant les étapes suivantes :

- Apport d'eau à purifier dans la chambre d'évaporation (7) par  
10 prélèvement d'une partie du fluide de refroidissement passant par la voie chaude de sortie (112) ;
- Stabilisation de la température de la chambre d'évaporation (7) à la température de la voie chaude de sortie par contact thermique avec une partie de la voie chaude de sortie (112) ;
- 15 - Stabilisation de la température de la chambre de condensation (8) à la température de la voie froide de sortie par contact thermique avec une partie de la voie froide de sortie (111) ;
- Evacuation de l'air dans la chambre d'évaporation (7), la chambre de condensation (8) et la chambre moteur-culasse (5) pour diminuer la  
20 pression ;
- Mise en mouvement du système de pistons (3,4) et des interfaces couplées (1,2), selon le cycle suivant pour chaque piston et interface couplée :
  - Isolation de la chambre de condensation (8) par l'interface ;
  - 25 ○ Aspiration de la vapeur de la chambre d'évaporation (7) par le piston ;
  - Isolation de chambre d'évaporation (7) du piston par l'interface ;
  - Récupération de la vapeur dans la chambre de condensation (8) par poussée du piston ;
- 30 - Condensation de la vapeur dans la chambre de condensation (8).

19. Procédé de purification d'eau selon la revendication 18 dans lequel :
- une partie du liquide présent dans la chambre d'évaporation (7) est prélevée et introduite dans la voie chaude de sortie (112) lorsque la concentration en sel du liquide présent dans la chambre d'évaporation (7)
- 5 dépasse un seuil prédéterminé.

FIG. 1

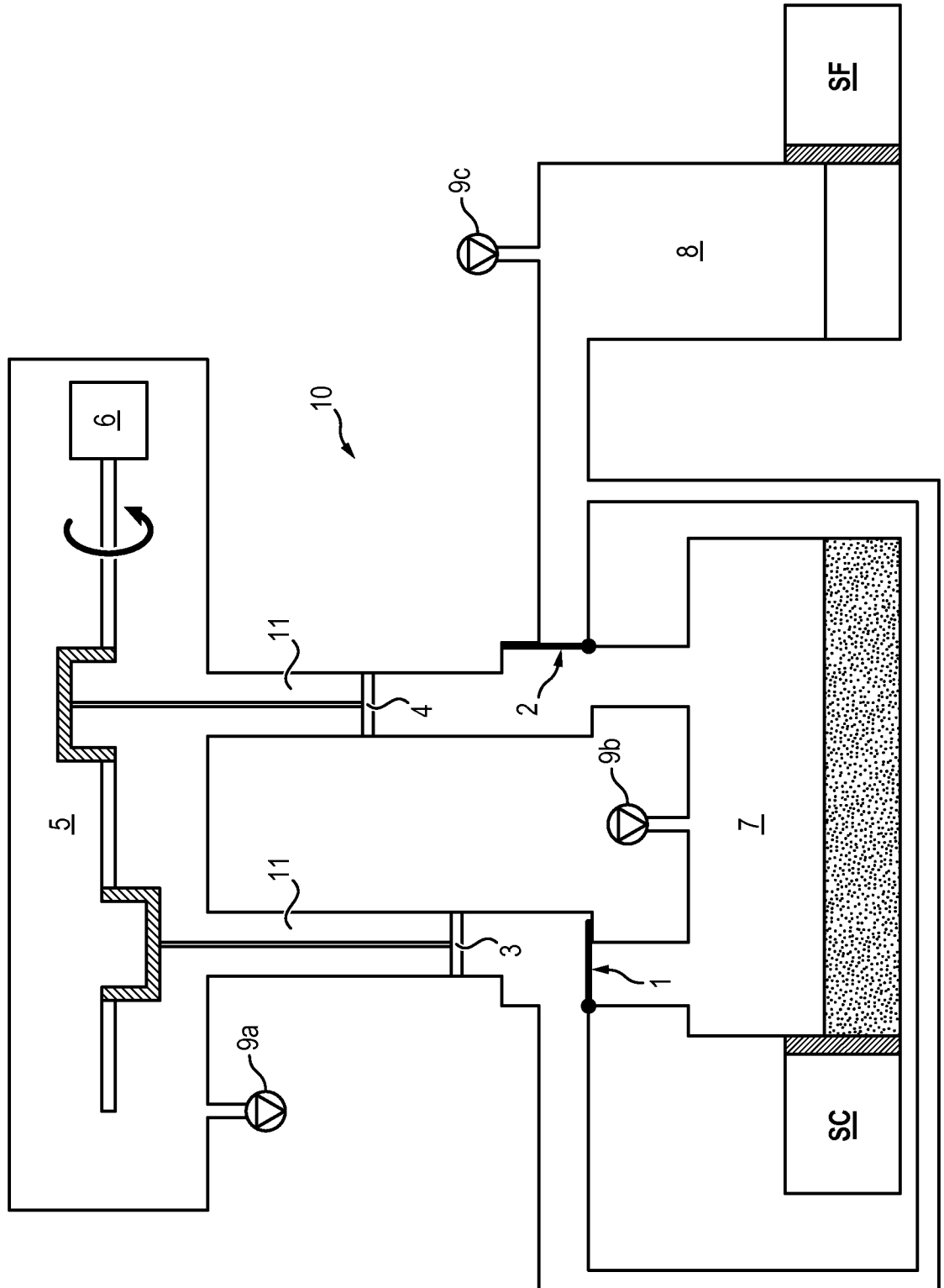


FIG. 1bis

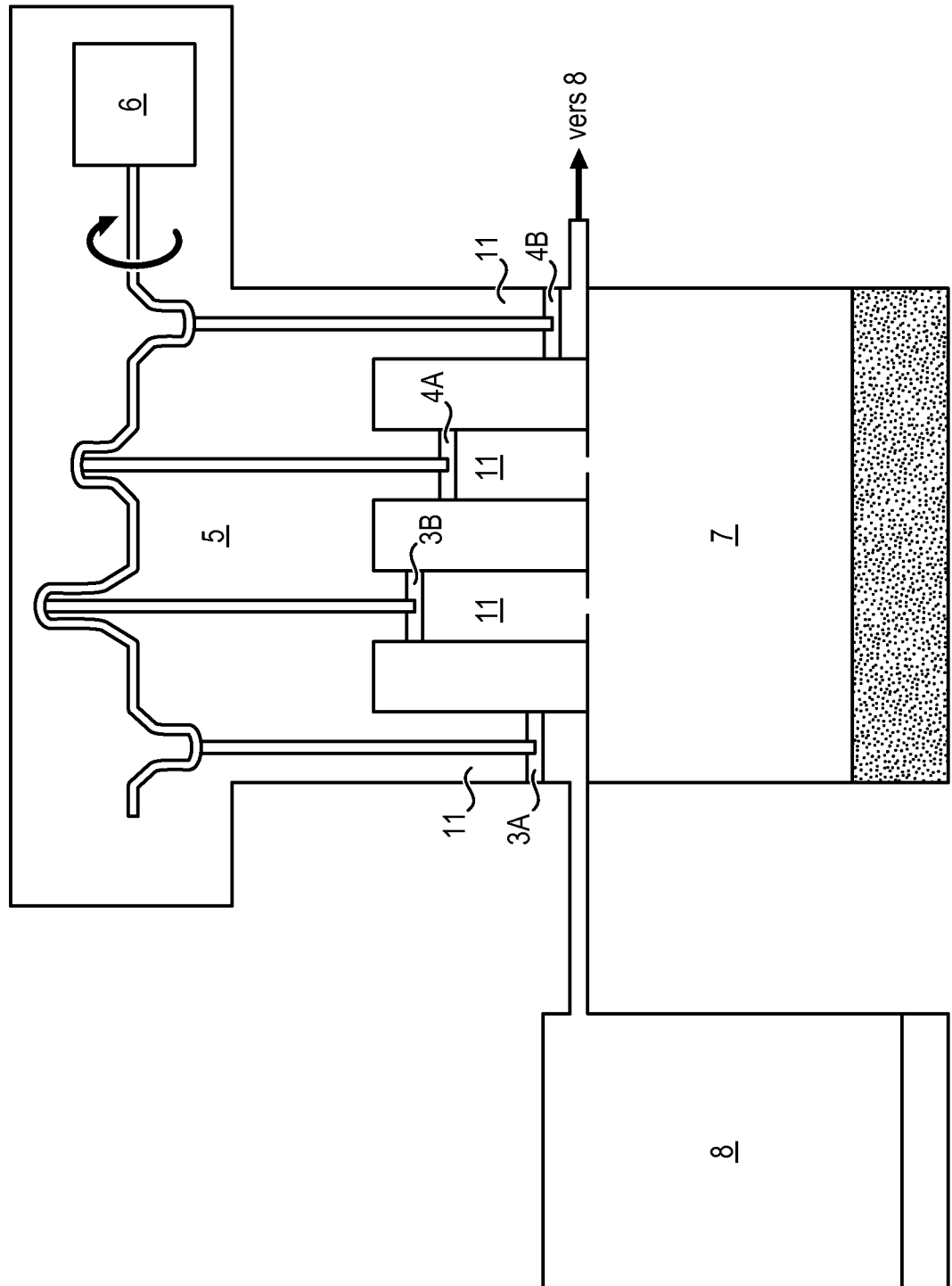


FIG. 2

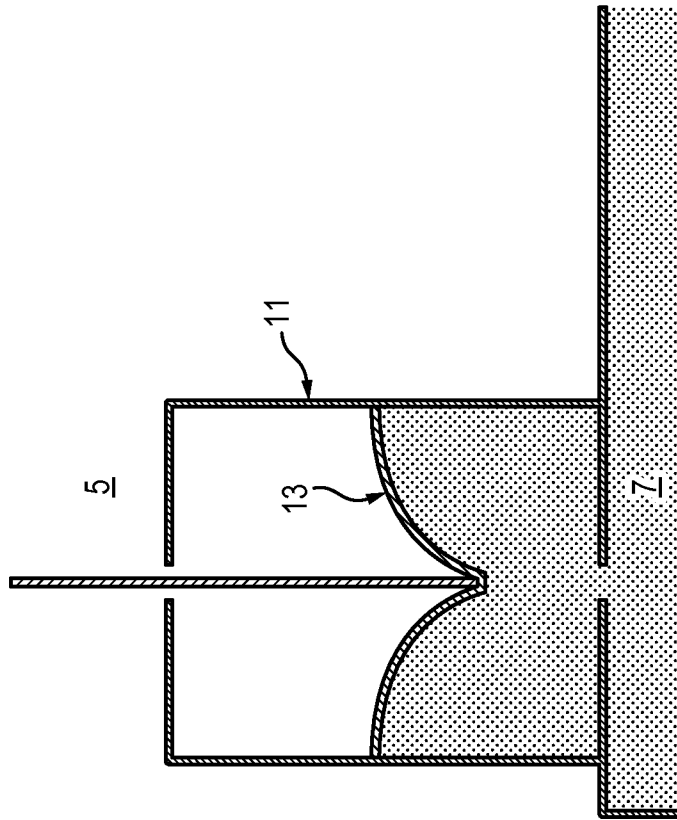


FIG. 3B

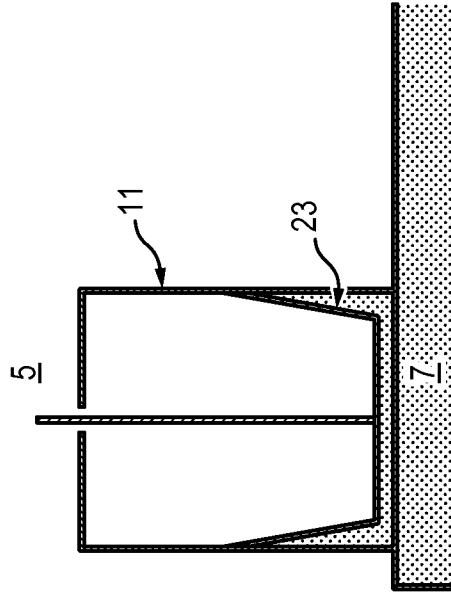


FIG. 3A

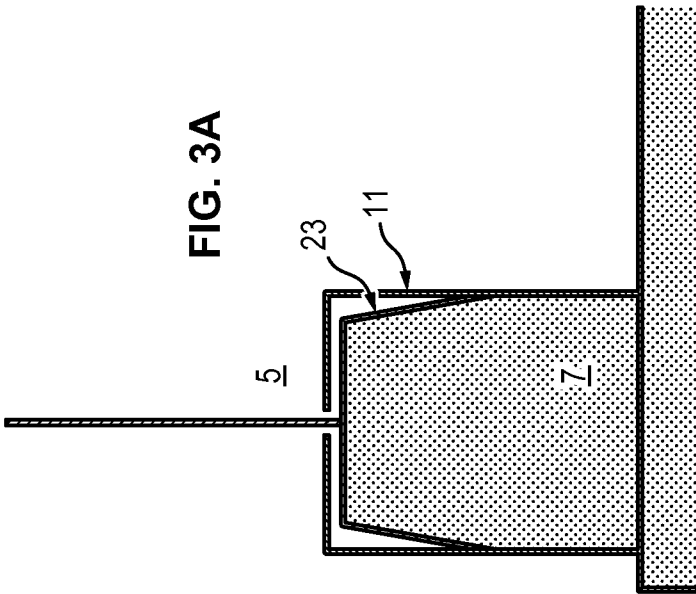


FIG. 3C

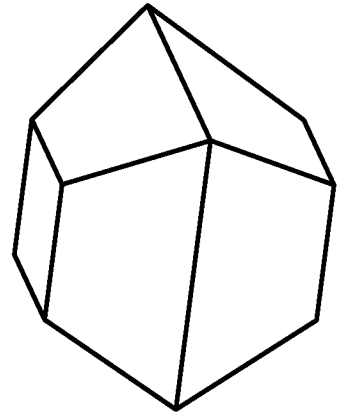


FIG. 4

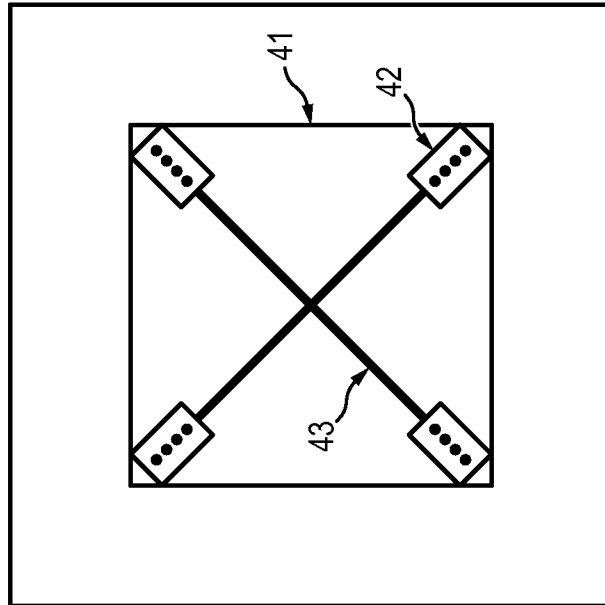
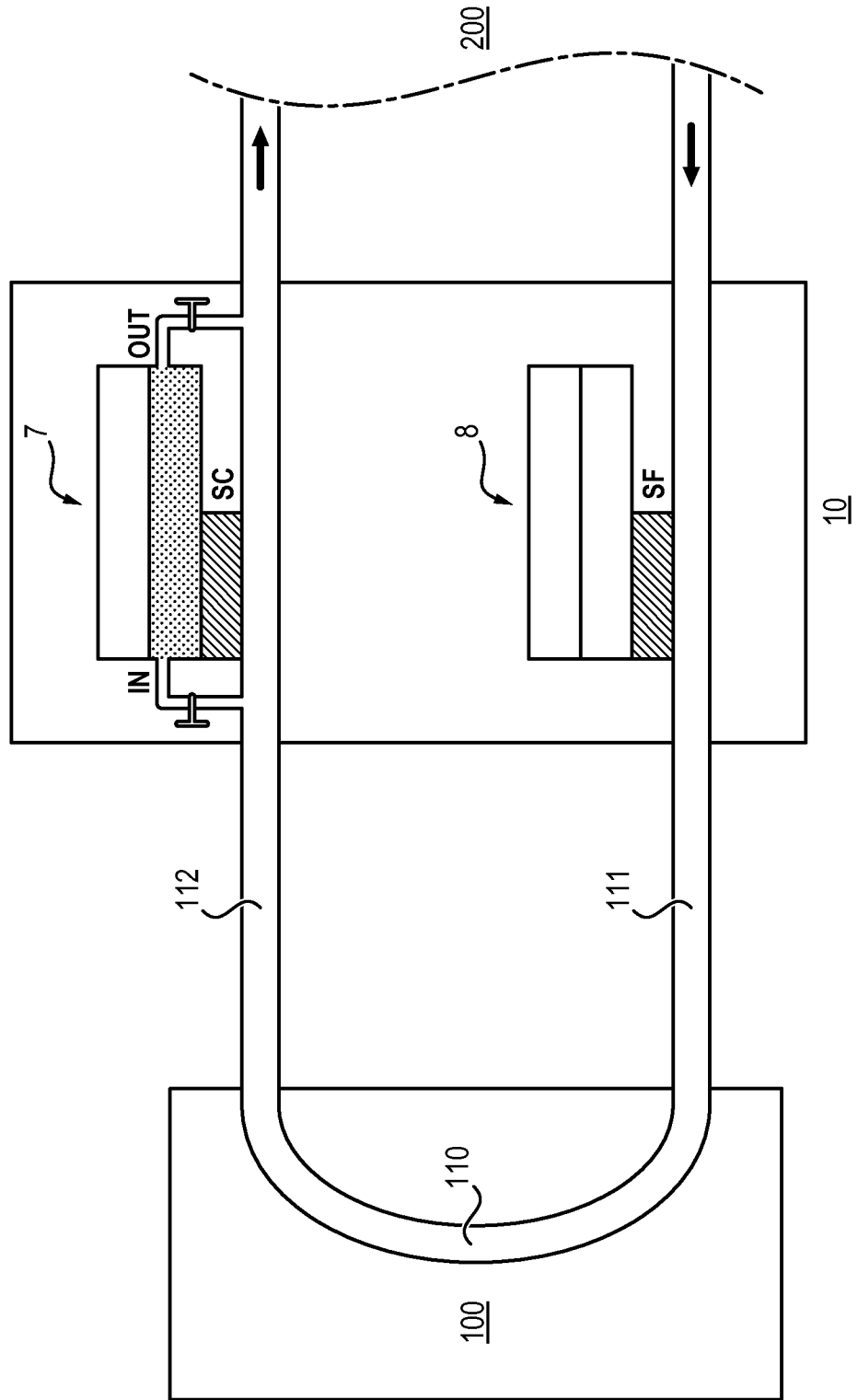
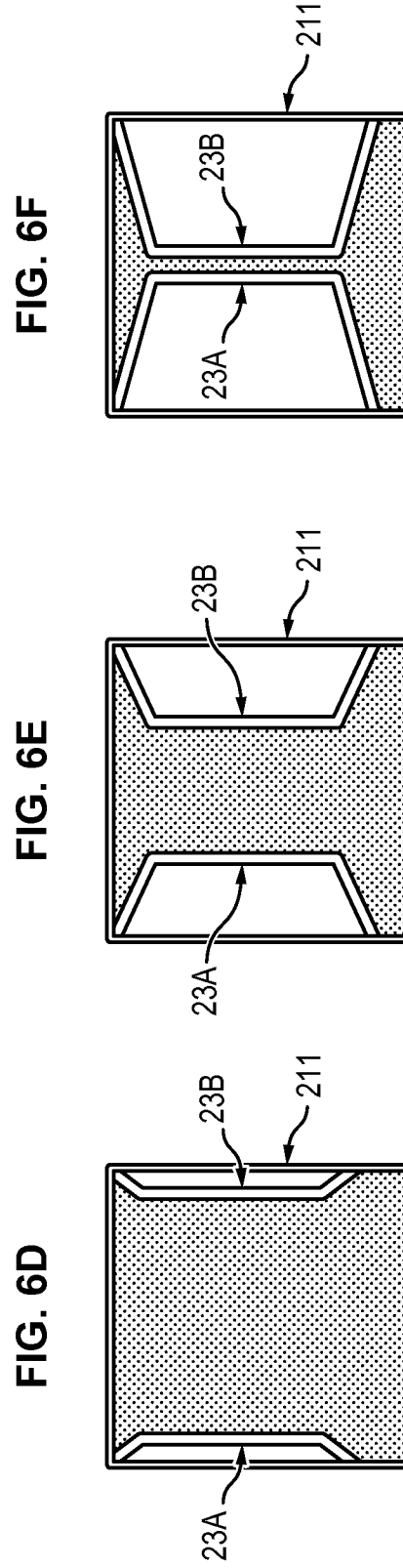
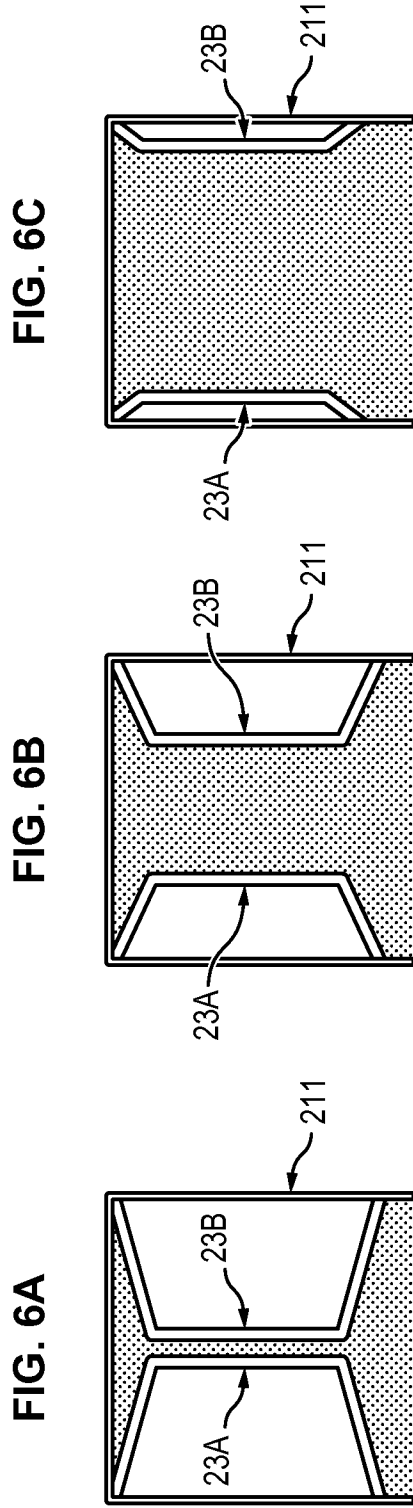


FIG. 5





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/058409**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>C02F 1/04</i> (2006.01)i; <i>B01D 3/10</i> (2006.01)i; <i>C02F 103/02</i> (2006.01)n; <i>B01D 5/00</i> (2006.01)n; <i>B01D 1/00</i> (2006.01)n; <i>C02F 1/16</i> (2006.01)n; <i>C02F 103/08</i> (2006.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C02F; B01D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	FR 2267926 A2 (DURAND FRANCOIS [FR]) 14 November 1975 (1975-11-14) page 1, lines 7-20 page 2, lines 18-39 page 3, lines 5-16 figures 1-2	1-15 16-19
Y	US 4555307 A (HAGEN GLENN E [US]) 26 November 1985 (1985-11-26) column 1, lines 1-13 column 3, lines 30-33 column 3, lines 56-59 column 4, line 55 - column 5, line 1 column 5, lines 9-14,17-21 column 5, lines 39-41,55-61 figures 1-4	16-19
Y	US 2016076511 A1 (CONSTANTZ BRENT R [US]) 17 March 2016 (2016-03-17) paragraphs [0088], [0092] - [0095]	16-19
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>21 May 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>29 May 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Fiocchi, Nicola</b>  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/058409**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009090612 A1 (HAUSMANN KURT [DE]) 09 April 2009 (2009-04-09) paragraphs [0022] - [0026]	9-12
A	GB 926744 A (BERNARD CHAPMAN) 22 May 1963 (1963-05-22) the whole document	1-19

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/058409**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	2267926	A2	14 November 1975	NONE			
US	4555307	A	26 November 1985	NONE			
US	2016076511	A1	17 March 2016	US	2016076511	A1	17 March 2016
				WO	2016044100	A1	24 March 2016
US	2009090612	A1	09 April 2009	CN	101189051	A	28 May 2008
				DE	202005007278	U1	04 August 2005
				EP	1877151	A1	16 January 2008
				JP	2008540073	A	20 November 2008
				US	2009090612	A1	09 April 2009
				WO	2006119836	A1	16 November 2006
GB	926744	A	22 May 1963	NONE			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2019/058409

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. C02F1/04 B01D3/10 ADD. C02F103/02 B01D5/00 B01D1/00 C02F1/16 C02F103/08		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C02F B01D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 267 926 A2 (DURAND FRANCOIS [FR]) 14 novembre 1975 (1975-11-14)	1-15
Y	page 1, lignes 7-20 page 2, lignes 18-39 page 3, lignes 5-16 figures 1-2	16-19
Y	----- US 4 555 307 A (HAGEN GLENN E [US]) 26 novembre 1985 (1985-11-26) colonne 1, lignes 1-13 colonne 3, lignes 30-33 colonne 3, lignes 56-59 colonne 4, ligne 55 - colonne 5, ligne 1 colonne 5, lignes 9-14,17-21 colonne 5, lignes 39-41,55-61 figures 1-4 ----- -/--	16-19
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  21 mai 2019		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  29/05/2019
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Fiocchi, Nicola

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2016/076511 A1 (CONSTANTZ BRENT R [US]) 17 mars 2016 (2016-03-17) alinéas [0088], [0092] - [0095] -----	16-19
A	US 2009/090612 A1 (HAUSMANN KURT [DE]) 9 avril 2009 (2009-04-09) alinéas [0022] - [0026] -----	9-12
A	GB 926 744 A (BERNARD CHAPMAN) 22 mai 1963 (1963-05-22) le document en entier -----	1-19

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/058409

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2267926	A2	14-11-1975	AUCUN
US 4555307	A	26-11-1985	AUCUN
US 2016076511	A1	17-03-2016	US 2016076511 A1 17-03-2016 WO 2016044100 A1 24-03-2016
US 2009090612	A1	09-04-2009	CN 101189051 A 28-05-2008 DE 202005007278 U1 04-08-2005 EP 1877151 A1 16-01-2008 JP 2008540073 A 20-11-2008 US 2009090612 A1 09-04-2009 WO 2006119836 A1 16-11-2006
GB 926744	A	22-05-1963	AUCUN