

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU102293

12

BREVET D'INVENTION**B1**

21

N° de dépôt: LU102293

51

Int. Cl.:

B01D 63/08, B01D 33/21, B01D 63/16, B01D 65/08

22

Date de dépôt: 17/12/2020

30

Priorité:

72

Inventeur(s):

Franck Merican - France

43

Date de mise à disposition du public: 20/06/2022

74

Mandataire(s):

Dennemeyer & Associates S.A. - L-
1274 HOWALD (Luxembourg)

47

Date de délivrance: 20/06/2022

73

Titulaire(s):

FRANCE MEMBRANES TECHNOLOGIES - FMT -
34070 Montpellier (France)

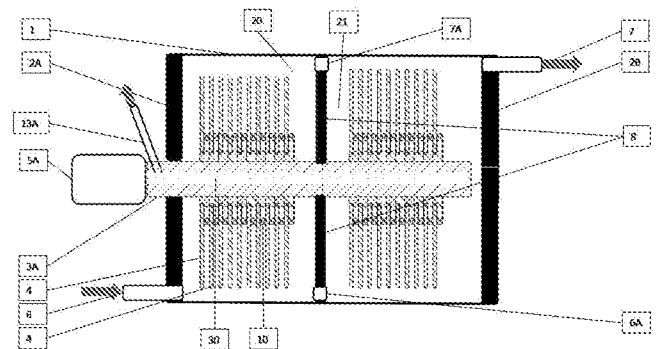
54

Dispositif de filtration à cloison(s) et son procédé de filtration.

57

La présente invention concerne un dispositif de filtration comprenant: - au moins une enceinte (1) définissant un axe longitudinal, ladite enceinte étant obstruée à chaque extrémité par au moins une première plaque d'étanchéité (2A) et une seconde plaque d'étanchéité (2B) opposée à la première plaque d'étanchéité (2A), - au moins un moyen d'introduction (6) du liquide à filtrer et au moins un moyen de sortie (7) du concentrât, - au moins deux disques de filtration (4) mis en rotation et au moins un espaceur (10) placé entre chaque disque de filtration (4), ledit espaceur (10) définissant un espace inter-disque, - au moins un arbre (3A ;3B) de rotation creux par enceinte mettant en rotation ledit au moins un disque de filtration (4), ledit arbre de rotation possédant au moins une lumière (30) adaptée pour recueillir du filtrat, - ledit disque de filtration (4) et ledit espaceur (10) étant disposés sur ledit au moins un arbre de rotation (3A,3B) à l'intérieur de ladite enceinte (1), - ladite enceinte (1) étant traversée par ledit au moins un arbre (3A ;3B) de rotation, et ledit arbre de rotation étant animé par au moins un moyen de rotation (5A,5B) distinct à au moins une des extrémités dudit arbre, lesdits moyens de rotation et ledit arbre de rotation étant coaxiaux, et - le dispositif comprenant au moins un moyen d'évacuation (13A,13B) du filtrat, ledit moyen d'évacuation étant localisé sur ledit arbre de rotation à l'extérieur de ladite enceinte, - caractérisé en ce que ladite enceinte (1) comprend un nombre N de cloison(s) (8 ;8A ;8B) et un nombre N+1 de réservoirs distincts, N étant supérieur ou égal à 1, ladite/lesdites cloison(s) (8 ;8A ;8B) étant située(s) entre la première plaque d'étanchéité (2A) et la seconde plaque d'étanchéité (2B), et en ce que ladite/lesdites cloison(s) est/sont adaptée(s) pour délimiter au moins deux réservoirs (20,21) contiguës dans ladite enceinte (1).

FIG. 1



La présente invention concerne aussi un procédé de filtration.

Dispositif de filtration à cloison(s) et son procédé de filtration

LU102293

5 La séparation liquide/solide et le tamisage moléculaire mettent en œuvre des membranes : ces filtres aux pores de taille submicronique sont implantés dans des modules (ou enceintes de filtration) développant la surface de filtration et générant les conditions hydrodynamiques en opération. Un ou plusieurs modules peuvent être utilisés pour réaliser une unité de de filtration.

10 La présente invention porte sur tous les domaines d'application des technologies membranaires industrielles, en particulier les industries agro-alimentaires, pharmaceutiques, cosmétiques, chimiques, pétrolières & gazières, et toutes les activités liées à l'eau et à l'environnement.

Art antérieur :

15 EP2435173 porte sur la variation de la vitesse de rotation des disques, mais il ne comprend aucune cloison permettant de limiter la communication entre des groupes de disques membranaires.

WO 2019/129730 (correspondant à l'état de la technique le plus proche de la présente invention) concerne un dispositif et un procédé de production simultanée de filtrats distincts à partir d'un substrat unique, mais il ne comprend aucune cloison permettant de limiter la communication entre des groupes de disques membranaires.

20 Il n'existe aucun système identique ou équivalent à la présente invention.

Résumé de l'invention :

La présente invention concerne un dispositif de filtration d'un liquide comprenant:

- 5 - au-moins une enceinte (1) définissant un axe longitudinal, ladite enceinte étant obstruée à chaque extrémité par au-moins une première plaque d'étanchéité (2A) et une seconde plaque d'étanchéité (2B) opposée à la première plaque d'étanchéité (2A),
- au-moins un moyen d'introduction (6) du liquide à filtrer et au-moins un moyen de sortie (7) d'un concentrât,
- 10 - au-moins deux disques de filtration (4) mis en rotation et au-moins un espaceur (10) placé entre chaque disque de filtration (4), ledit espaceur (10) définissant un espace inter-disque,
- au-moins un arbre (3A ;3B) de rotation creux par enceinte mettant en rotation ledit au-moins un disque de filtration (4), ledit arbre de rotation possédant au-moins une lumière (30) adaptée pour recueillir du filtrat,
- 15 - ledit disque de filtration (4) et ledit espaceur (10) étant disposés sur ledit au-moins un arbre de rotation (3A,3B) à l'intérieur de ladite enceinte (1),
- ladite enceinte (1) étant traversée par ledit au-moins un arbre (3A ;3B) de rotation, et ledit arbre de rotation étant animé par au-moins un moyen de rotation (5A,5B) distinct à au-moins une des extrémités dudit arbre, lesdits moyens de rotation et
- 20 ledit arbre de rotation étant coaxiaux, et
- le dispositif comprenant au-moins un moyen d'évacuation (13A,13B) du filtrat, ledit moyen d'évacuation étant localisé sur ledit arbre de rotation à l'extérieur de ladite enceinte,
- caractérisé en ce que ladite enceinte (1) comprend un nombre N de cloison(s) (8 ;8A ;8B) et un nombre N+1 de réservoirs (ou récipients) distincts, N étant supérieur ou égal à 1, ladite/lesdites cloison(s) (8 ;8A ;8B) étant située(s) entre la
- 25 première plaque d'étanchéité (2A) et la seconde plaque d'étanchéité (2B), et en ce que ladite/lesdites cloison(s) est/sont adaptée(s) pour délimiter au-moins deux réservoirs (20,21) contiguës dans ladite enceinte (1).

30

De préférence, ladite/lesdites cloison(s) (8 ;8A ;8B) est/sont imperméables et est/sont munie(s) d'au-moins un orifice (6A,7A ; 6C,7C) localisé directement sur ladite/lesdites cloison(s) et ledit au-moins un orifice est adapté pour permettre le transfert du liquide à filtrer et l'équilibrage de la pression entre deux réservoirs (ou récipients) contiguës

35

(20,21).

- De préférence, au-moins un conduit est localisé directement sur l'enceinte pour transférer le liquide à filtrer d'un réservoir (20) vers un autre réservoir contiguë (21) à au précédent réservoir (20).
- 5 De préférence, ladite/lesdites cloison(s) (8 ;8A ;8B) est/sont parallèles à la première plaque d'étanchéité (2A) et à la seconde plaque d'étanchéité (2B).
- De préférence, au-moins un premier réservoir (20) en amont d'une première cloison (8 ;8A) et au-moins un second réservoir (21) en aval de ladite première cloison (8 ;8A).
- 10 De préférence, ledit au-moins un arbre de rotation (3A,3B) possède au-moins une lumière (30) adaptée pour conduire ledit filtrat depuis l'espaceur (10) vers l'intérieur dudit arbre de rotation (3A,3B).
- 15 De préférence, un premier orifice (6A) localisé en partie basse de la cloison (8) et un second orifice (7A) localisé en partie haute de la cloison (8).
- De préférence, au moins un second moyen d'introduction du liquide à traiter se situe en aval de la première cloison et sur l'enceinte (1).
- 20 De préférence, chacune de ladite/lesdites cloison(s) (8) est traversée par ledit arbre de rotation (3A ;3B).
- De préférence, le moyen d'introduction (6) du liquide à filtrer est connecté à la première plaque d'étanchéité (2A) et le moyen de sortie du concentrât est connecté à la seconde plaque d'étanchéité (2B).
- 25 De préférence, les disques de filtration (4) associés à un arbre de rotation (3A ;3B) peuvent être regroupés en plusieurs sous-ensembles composés unitairement de 1 à
- 30 200 disques.

La présente invention concerne aussi un procédé de filtration d'un liquide mis en œuvre par le dispositif (cf figure 1), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- introduction du liquide à filtrer par au-moins un moyen d'introduction (6),
- 5 - mise en rotation **d'un arbre** (3A,3B) de rotation par au-moins un moyen de rotation (5A) à au-moins une des extrémités dudit arbre de rotation,
- premier filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un premier réservoir (20) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- 10 - obtention d'un premier concentrât à l'intérieur du premier réservoir (20) localisé en amont d'une cloison (8),
- transfert du liquide à filtrer/concentrât par au-moins un **orifice** (6A,7A ; 6C,7C) localisé directement sur ladite cloison pour permettre le transfert d'un liquide et l'équilibrage de la pression entre deux réservoirs contiguës (20,21),
- second filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un second réservoir (21)
- 15 comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- obtention d'un second concentrât à l'intérieur du second réservoir (21) localisée en aval d'une cloison (8),
- évacuation dudit second concentrât hors dudit second réservoir (21) par le moyen de sortie (7) dudit concentrât,
- 20 - obtention d'un filtrat collecté par au-moins une lumière (30) située sur ledit au-moins un arbre (3A,3B) de rotation axial par rapport à ladite enceinte (1),
- évacuation du filtrat issu du premier réservoir (20) et du second réservoir (21) par un moyen d'évacuation (13A) localisé sur ledit arbre de rotation à l'extérieur de ladite enceinte.

25

La présente invention concerne aussi un procédé de filtration mis en œuvre par le dispositif (cf figure 2), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- introduction du liquide à filtrer (8) par au-moins un moyen d'introduction (6 ;6A,6B),
- mise en rotation **d'au-moins deux arbres** (3 ;3A,3B) de rotation disposés en
- 30 enfilade dans ladite enceinte (1) et séparés l'un de l'autre, chaque arbre de rotation étant animé par au-moins un moyen de rotation (5A,5B) distinct, lesdits moyens de rotation étant coaxiaux,
- premier filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un premier réservoir (20) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- 35 - obtention d'un premier concentrât à l'intérieur du premier réservoir (20) localisé en amont d'une cloison (8),

- transfert du liquide à filtrer/ premier concentrât par au-moins un **orifice** (6A,7A ; 6C,7C) localisé directement sur ladite cloison pour permettre le transfert d'un liquide et l'équilibrage de la pression entre deux réservoirs contiguës (20,21),
- second filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un second réservoir (21) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- obtention d'un second concentrât à l'intérieur du second réservoir (21) localisée en aval de la cloison (8),
- évacuation dudit second concentrât hors dudit second réservoir (21) par le moyen de sortie (7) dudit concentrât,
- obtention d'un premier filtrat collecté par au-moins une lumière (30) située sur un premier arbre (3A) de rotation localisé à l'intérieur du premier réservoir (20),
- évacuation du premier filtrat issu du premier réservoir (20) par un premier moyen d'évacuation (13A),
- obtention d'un second filtrat collecté par au-moins une lumière (30) située sur un second arbre (3B) de rotation localisé à l'intérieur du second réservoir (21),
- évacuation du second filtrat issu du second réservoir (21) par un deuxième moyen d'évacuation (13B), lesdits premier et second moyens d'évacuation étant localisés à l'extérieur de ladite enceinte, respectivement sur le premier et le second arbre de rotation.

20

La présente invention concerne aussi un procédé de filtration mis en œuvre par le dispositif (cf figure 6), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- introduction du liquide à filtrer par au-moins un moyen d'introduction (6),
- mise en rotation **d'au-moins un arbre** (3A,3B) de rotation par au-moins un moyen de rotation (5A) à au-moins une des extrémités dudit arbre de rotation,
- filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un premier réservoir (20) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- obtention d'un premier concentrât à l'intérieur du premier réservoir (20) localisé en amont d'une cloison (8),
- transfert du liquide à filtrer/ premier concentrât par au-moins un **conduit** localisé directement sur l'enceinte d'un réservoir (20) vers un autre réservoir contiguë (21) au précédent réservoir (20),
- second filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un second réservoir (21) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- obtention d'un second concentrât à l'intérieur du second réservoir (21) localisé en aval d'une cloison (8),

- évacuation dudit second concentrât hors dudit second réservoir (21) par le moyen de sortie (7) dudit concentrât,
- obtention d'un filtrat collecté par au-moins une lumière (30) située sur ledit au-moins un arbre (3A,3B) de rotation axial par rapport à ladite enceinte (1),
- 5 - évacuation du filtrat issu du premier réservoir (20) et du second réservoir (21) par un moyen d'évacuation (13A) localisé sur ledit arbre de rotation à l'extérieur de ladite enceinte.

De préférence, les disques de filtrations (4) possèdent des seuils de coupe de microfiltration ou d'ultrafiltration ou de nanofiltration.

Un même disque membranaire employé sur un même liquide/fluide, peut donner des performances différentes dans des enceintes différentes, même à des conditions opératoires apparemment identiques. Ceci est dû à la configuration géométrique de l'enceinte. La présente invention concerne plus particulièrement la géométrie à « disque » où une enceinte généralement de forme cylindrique comprend une ou plusieurs séries de disques membranaires et une ou plusieurs cloisons. Ce type de filtration est appelé filtration dynamique.

Définition d'un réservoir: un réservoir est un volume particulier (aussi appelée chambre), un réservoir pouvant être localisé soit entre une première plaque d'étanchéité (2A) et une première cloison (8), soit entre deux cloisons (8A,8B) distinctes et parallèles, soit entre une dernière cloison (8B) et une seconde plaque d'étanchéité (2B) opposée et parallèle à la première plaque d'étanchéité (2A). Ladite/lesdites cloisons (8 ;8A ;8B) sont parallèles à ladite première plaque d'étanchéité (2A) et à ladite seconde plaque d'étanchéité (2B).

Ce type de module (ou enceinte) est équipé d'un moteur extérieur entraînant un arbre pour mettre en rotation les disques membranaires et pour assurer l'évacuation des matières filtrée lors de la filtration. De façon habituelle le liquide à concentrer rentre par un côté du module et sort par le côté opposé. Le fluide à l'intérieur du module au contact des disques en rotation se met en mouvement et ceci de manière plus ou moins rapide et plus ou moins turbulente en fonction des caractéristiques du fluide. Ceci abouti à une homogénéisation du fluide à l'intérieur du module. En règle générale, on souhaite que la partie concentrée du fluide extraite soit la plus concentrée possible, ce qui est impossible à obtenir avec le liquide en mouvement dans l'ensemble du module. Si l'on souhaite vraiment maîtriser la concentration du fluide concentré extrait alors, il est nécessaire de faire fonctionner la totalité du module avec le fluide à la concentration finale. En pratique cela n'est jamais atteignable. Un autre inconvénient, est

que la viscosité du fluide concentré augmente avec la concentration et entraîne donc une plus grande résistance au contact des disques.

5 Cette augmentation de viscosité génère d'une part une augmentation de la consommation énergétique pour maintenir la vitesse de rotation des disques et limite l'efficacité de la filtration en ne permettant pas d'avoir suffisamment de turbulence à la surface des disques, turbulences qui permettent de limiter le colmatage des disques et donc le rendement du dispositif membranaire.

10 La solution proposée par la présente invention consiste à mettre en place une ou plusieurs cloisons fixe entre certains groupes de disques de façon à obtenir des gradients de concentration du liquide/fluide concentré de plus en plus élevés entre l'introduction du liquide/fluide à concentrer et son évacuation. Chaque cloison est muni en partie basse d'une fenêtre ou orifice permettant l'écoulement du fluide lors des phases de vidange du module de filtration.

15 Chaque cloison est munie en partie haute d'au moins une fenêtre ou orifice permettant de purger l'air lors des phases de remplissage du fluide du module de filtration. Lors des phases de filtration, ces orifices permettent le passage du réservoir en amont vers le réservoir en aval de chaque cloison.

20 L'enceinte de la présente invention comprend au-moins une cloison, c'est-à-dire 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10 ou plus encore de cloisons. Chaque cloison est imperméable aux liquides, mais pourrait aussi être semi-perméable aux liquides, ou perméable aux liquides.

L'enceinte de la présente invention comprend au-moins deux réservoirs distincts, c'est-à-dire 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, ou 11 ou plus encore de réservoirs.

Description détaillée de l'invention :

Dans le cas où l'enceinte ou les enceintes sont mis en place horizontalement.

5 Le procédé décrit dans la présente invention consiste à implanter au moins une cloison (8) munie d'orifice(s) en partie haute (7A) et basse (6A) à l'intérieur du module. Cette cloison (8) délimitant d'une part, un premier réservoir (20) situé en amont de la dite cloison entre l'introduction du fluide à concentrer et ladite cloison et d'autre part un second réservoir (21) entre la dite cloison (8) et l'évacuation du fluide concentré à l'extérieur du module.

10 Dans le cas où le module ou les modules sont mis en place verticalement.

Le procédé décrit dans la présente invention consiste à implanter au moins une cloison (8) munie d'au moins un orifice à l'intérieur du module. Cette cloison délimitant d'une part, un premier réservoir (20) situé en amont de la dite cloison (8) entre l'introduction du fluide à concentrer et ladite cloison et d'autre part un second réservoir (21) entre la dite cloison (8) et l'évacuation du fluide concentré à l'extérieur du module.

15

La présente invention permet de procurer les avantages suivants :

- De diminuer la consommation énergétique du module de filtration dynamique d'au moins 30% par rapport au dispositif divulgué dans WO 2019/129730.
- 20 • D'éviter ou de ralentir la diminution des performances de filtrations du module due au colmatage des membranes d'au moins 20% par rapport au dispositif divulgué dans WO 2019/129730.
- D'augmenter d'au moins 25% le flux du produit filtrée sur les disques membranaires à perte de charge identique par rapport au dispositif divulgué dans WO 2019/129730.
- 25 • D'augmenter le volume de fluide concentré entre deux lavages des membranes.

La FIG 1 montre un cas de montage horizontal du dispositif de séparation de deux groupes de disques ancrés sur une enceinte avec un arbre de rotation unique (3A). L'enceinte (1) est composée d'un tube fermé de chaque côté par une plaque d'extrémité (2A) et (2B), au moins
5 une des dites plaques d'extrémité (2A) et (2B) étant traversée par un arbre unique (3A), les disques de filtration (4) étant enfilés sur le dit arbre espacé par des espaceurs. Le liquide à filtrer est introduit par le moyen d'introduction (6). Le liquide concentré est évacué par le moyen de sortie (7). A l'intérieur de l'enceinte (1) la cloison (8) est munie d'une part d'un orifice (6A) en partie basse et d'un orifice (7A) en partie haute permettant le transfert du liquide entre
10 le premier réservoir (20) délimité par la plaque d'extrémité (2A) et la cloison (8) et le deuxième réservoir (21) délimité par la cloison (8) et la plaque d'extrémité (2B). Le liquide filtré par les disques est collecté et évacué au travers du centre (30) de l'arbre creux (3A) vers l'extérieur de l'enceinte par un moyen d'évacuation (13A). La mise en mouvement de l'arbre de rotation (3A) est assurée par un moyen de rotation (5A) (càd un moteur).

15

La FIG 2 montre un cas de montage horizontal de dispositifs de séparation de deux groupes séparés de disques sur une enceinte avec deux arbres de rotation (3A et 3B) distincts. L'enceinte (1) est composée d'un tube fermé de chaque côté par une plaque d'extrémité (2A ;2B) traversée par un demi arbre de rotation, les disques de filtration (4) étant enfilés sur
20 chaque demi arbre espacés par des espaceurs. Le liquide à filtrer est introduit par un moyen d'introduction (6). Le liquide concentré est évacué par un moyen de sortie (7). A l'intérieur de l'enceinte (1) la cloison (8) est munie d'une part d'un orifice (6A) en partie basse et d'un orifice (7A) en partie haute permettant le transfert du liquide entre le premier réservoir (20) (ou récipient) délimité par la plaque d'extrémité (2A) et la cloison (8) et le deuxième réservoir (21)
25 (ou récipient) délimité par la cloison (8) et la plaque d'extrémité (2B). Le liquide filtré par les disques (4) est collecté et évacué au travers du centre (30) de chaque demi arbre creux (3A ;3B) vers l'extérieur de l'enceinte (1) par le moyen d'évacuation (13A ;13B) de chaque demi arbre. La mise en mouvement de chaque demi arbre est assurée par un moyen de rotation (5A ;5B).

30 Les exemples d'applications ici ne sont pas limitatifs de toutes les possibilités.

Pour tous les exemples d'applications décrit précédemment, la présente invention est aussi applicable dans le cas où plusieurs arbres sont montés en parallèle ou verticalement au sein d'une même enceinte.

La FIG 3 montre un cas de montage horizontal dispositifs de séparation de deux groupes de disques montés dans une enceinte avec un arbre de rotation unique et plusieurs moyens d'introduction et d'évacuation du fluide à traiter. L'enceinte (1) est composée d'un tube fermé de chaque côté par une plaque d'extrémité (2A) et (2B), au moins une des dites plaques étant traversée par un arbre unique (3A), les disques de filtration (4) étant enfilés sur le dit arbre et sont espacés par des espaceurs. Une fraction du liquide à filtrer est introduite dans le premier réservoir (20) en amont de la cloison (8) par le moyen d'introduction (6). Le liquide concentré est évacué du premier réservoir (20) par l'orifice (7B). Une fraction du liquide à filtrer est introduite dans le second réservoir (21) en aval de la cloison (8) par l'orifice (6B). Le liquide concentré est évacué du premier réservoir (20) par l'orifice (7). A l'intérieur de l'enveloppe (1) la cloison (8) est munie d'une part d'un orifice en partie basse (6A) et d'un orifice en partie haute (7A) permettant le maintien à iso pression entre le réservoir (20) en amont et le réservoir (21) en aval de la cloison (8) pour effectuer le transfert du liquide entre le premier réservoir (20) délimité par la plaque d'extrémité (2A) et la cloison (8) et le deuxième réservoir (21) délimité par la cloison (8) et la plaque d'extrémité (2B). Le liquide filtré par les disques est collecté et évacué au travers du centre (30) de l'arbre de rotation (3A) vers l'extérieur de l'enceinte (1) par un moyen d'évacuation (13A). La mise en mouvement de l'arbre de rotation (3A) est assurée par un moyen de rotation (5A) (un moteur).

La FIG. 4 montre un graphique de l'évolution des flux et du facteur de concentration avec un réservoir unique. Dans ce cas, le mouvement de rotation des disques génère une homogénéisation du liquide à filtrer dans l'ensemble de l'enceinte, en conséquence de quoi, tous les disques au sein de l'enceinte se trouvent au contact du produit à filtrer dans sa fraction la plus concentré.

La FIG. 5 montre un graphique de l'évolution des flux et du facteur de concentration avec trois réservoirs. Dans ce cas, le mouvement de rotation des disques génère une homogénéisation du liquide à filtrer uniquement au sein d'un même réservoir. Il y a donc un gradient de concentration du concentrât au fur et à mesure que le liquide à filtrer se déplace depuis le point d'injection dans le module jusqu'à son point d'évacuation. Ce gradient de concentration est directement lié au facteur de concentration volumique (FCV- Volume à traiter initial/(Volume à traiter initial-Volume de perméat (liquide filtré) produit). Cette figure représente pour chaque réservoir le FCV (Facteur de Concentration Volumique) et permet de mettre en évidence une partie seulement du module (càd de l'enceinte) qui travaille au FCV final en comparaison avec la figure 4 ou tout le module travaille au FCV final.

R1 signifie réservoir 1 (ou récipient 1), R2 signifie réservoir 2 (ou récipient 2) et R3 signifie réservoir 3 (ou récipient 3).

La FIG. 6 montre un dispositif horizontal avec un conduit (bypass) en position supérieure du dispositif et un conduit (bypass) en position inférieure du dispositif permettant de transférer du liquide à filtrer du premier réservoir (20) vers le second réservoir (21).

5 **La FIG. 7** montre un dispositif horizontal comprenant deux cloisons et trois réservoirs distincts contiguës. Un premier réservoir (20) est localisé entre une première plaque d'étanchéité (2A) et une première cloison (8), un deuxième réservoir (21) est localisé entre deux cloisons (8A,8B) distinctes et parallèles, et un troisième réservoir (22) est localisé entre une dernière cloison (8B) et la seconde plaque d'étanchéité (2B) opposée et parallèle à la première plaque d'étanchéité (2A). Ladite/lesdites cloisons (8A ;8B) sont parallèles à ladite première plaque
10 d'étanchéité (2A) et à ladite seconde plaque d'étanchéité (2B).

La FIG. 8 montre un dispositif vertical comprenant deux cloisons et trois réservoirs distincts contiguës. L'entrée du liquide à filtrer peut se faire par le bas du dispositif. Le dispositif peut aussi être déplacé de 180° de sorte que l'entrée du liquide à filtrer peut se faire par le haut du dispositif et la gravité faisant son effet pour le passage du liquide d'un réservoir à un autre via
15 les orifices (6A,6C ; 7A,7C).

Tableau 1 : Evolution des flux et du facteur de concentration volumique (FCV) avec un réservoir unique .

LU102293

Compteur (minutes)	Volume entrant réservoir unique (L)	Volume filtré réservoir unique (L)	Extraction Concentrât (L)	Facteur de Concentration Volumique - réservoir unique
0	450	0	0	1.00
10	504	54	0	1.12
20	558	108	0	1.24
30	612	162	0	1.36
40	666	216	0	1.48
50	720	270	0	1.60
60	774	324	0	1.72
70	828	378	0	1.84
80	882	432	0	1.96
90	936	486	0	2.08
100	990	540	0	2.20
200	1530	1080	0	3.40
300	2070	1620	0	4.60
400	2610	2160	0	5.80
500	3150	2700	0	7.00
600	3690	3240	0	8.20
700	4230	3780	0	9.40
750	4500	4050	0	10.00
800	4794	4320	24	10.11
900	5394	4860	84	10.10
1000	5994	5400	144	10.09
2000	11994	10800	744	10.05
3000	17994	16200	1344	10.03
4000	23994	21600	1944	10.02
5000	29994	27000	2544	10.02
6000	35994	32400	3144	10.02
7000	41994	37800	3744	10.01
7200	43194	38880	3864	10.01

- 5 Les résultats ci-dessous ont été réalisés en utilisant le dispositif à réservoir unique de WO 2019/129730 (correspondant à l'art antérieur le plus proche).

Réservoir N°	1
Volume de remplissage	
Réservoir (en L)	450
Surface du filtre (en m ²)	21.6
Débit instantané (en l/h/m ²)	15
Consigne FCV	10
Pas de temps (en min.)	10

FCV (Facteur de concentration Volumique) --> volume entrant / concentrât

FCV (Facteur de concentration Volumique) =

Volume à traiter initial / (Volume à traiter initial-Volume de perméat produit)

TR (Taux de rétention) = 1-(Perméat/concentrat x 100)

Conclusion suite aux résultats du tableau 1 :

- 5 Dans le tableau 1 on constate que le FCV (Facteur de concentration Volumique) de consigne égal à 10 est atteint en **750 minutes** environ et qu'il s'applique à l'ensemble de l'enceinte unique.

- 10 Dans le tableau 1 on constate aussi que le volume filtré du réservoir unique est de 38880 litres au temps de **7200 minutes** pour un FCV (Facteur de concentration Volumique) de consigne égal à 10.01. Les données de ce tableau sont utilisées à la figure 4 et serviront de base pour la comparaison avec le tableau 2.

Tableau 2 : Evolution des flux et du facteur de concentration volumique (FCV) avec trois réservoirs.

Compteur (minutes)	Volume entrant réservoir 1 (L)	Volume filtré réservoir 1 (L)	Facteur de concentration volumique (FCV) réservoir 1	Volume entrant réservoir 2 (L)	Volume filtré réservoir 2 (L)	FCV réservoir 2	Volume entrant réservoir 3 (L)	Volume filtré réservoir 3 (L)	Extraction Concentrat réservoir 3	FCV réservoir 3	Volume perméat produit E1+E2 (L)	Volume perméat R1 à R3 (L)	FCV Enceinte
0	450	0	1.00	300	0	1.00	150	0	0	1.00	0	0	1.00
10	522	30	1.06	342	24	1.08	168	18	0	1.12	54	72	1.16
20	594	60	1.11	384	48	1.14	186	36	0	1.24	108	144	1.32
30	666	90	1.16	426	72	1.20	204	54	0	1.36	162	216	1.48
40	738	120	1.19	468	96	1.26	222	72	0	1.48	216	288	1.64
50	810	150	1.23	510	120	1.31	240	90	0	1.60	270	360	1.80
60	882	180	1.26	552	144	1.35	258	108	0	1.72	324	432	1.96
70	954	210	1.28	594	168	1.39	276	126	0	1.84	378	504	2.12
80	1026	240	1.31	636	192	1.43	294	144	0	1.96	432	576	2.28
90	1098	270	1.33	678	216	1.47	312	162	0	2.08	486	648	2.44
100	1170	300	1.34	720	240	1.50	330	180	0	2.20	540	720	2.60
200	1890	600	1.47	1140	480	1.73	510	360	0	3.40	1080	1440	4.20
300	2610	900	1.53	1560	720	1.86	690	540	0	4.60	1620	2160	5.80
400	3330	1200	1.56	1980	960	1.94	870	720	0	5.80	2160	2880	7.40
500	4050	1500	1.59	2400	1200	2.00	1050	900	0	7.00	2700	3600	9.00
560	4482	1680	1.60	2652	1344	2.03	1158	1008	0	7.72	3024	4032	10.00
600	4794	1800	1.60	2844	1440	2.03	1254	1080	24	7.21	3240	4320	10.11
700	5594	2100	1.60	3344	1680	2.01	1514	1260	104	5.96	3780	5040	10.10
800	6394	2400	1.60	3844	1920	2.00	1774	1440	184	5.31	4320	5760	10.09
900	7194	2700	1.60	4344	2160	1.99	2034	1620	264	4.91	4860	6480	10.08
1000	7994	3000	1.60	4844	2400	1.98	2294	1800	344	4.64	5400	7200	10.07
2000	15994	6000	1.60	9844	4800	1.95	4894	3600	1144	3.78	10800	14400	10.03
3000	23994	9000	1.60	14844	7200	1.94	7494	5400	1944	3.58	16200	21600	10.02
4000	31994	12000	1.60	19844	9600	1.94	10094	7200	2744	3.49	21600	28800	10.02
5000	39994	15000	1.60	24844	12000	1.93	12694	9000	3544	3.44	27000	36000	10.01
5400	43194	16200	1.60	26844	12960	1.93	13734	9720	3864	3.42	29160	38880	10.01
6000	47994	18000	1.60	29844	14400	1.93	15294	10800	4344	3.40	32400	43200	10.01
7000	55994	21000	1.60	34844	16800	1.93	17894	12600	5144	3.38	37800	50400	10.01
7200	57594	21600	1.60	35844	17280	1.93	18414	12960	5304	3.38	38880	51840	10.01

Réservoir N°	1	2	3
-Volume de remplissage			
Réservoir (en L.)	150	150	150
-Surface de chaque réservoir			
(en m ²)	7.2	7.2	7.2
-Débit instantané (en l/h/m ²)	25	20	15
-Consigne FCV			10
-Pas de temps (en min.)			10

Conclusion suite aux résultats du tableau 2 :

Dans le tableau 2 on constate qu'un FCV (Facteur de Concentration Volumique) de valeur 10 est atteint en **560 minutes** environ et qu'il s'applique à un volume de perméat (ou filtrat) du réservoir 1 au réservoir 3 de **4032 litres**.

- 5 Dans le tableau 2 on constate aussi que le volume filtré du réservoir unique est de **38880 litres** au temps de **5400 minutes** pour un FCV de 10,01.

Avantages issus de la comparaison du tableau 1 avec le tableau 2 :

- 10 La comparaison du tableau 1 (état de la technique le plus proche) avec le tableau 2 (présente invention) nous apprend que dans le cas d'un dispositif à 3 réservoirs et 2 cloisons il ne faut que 560 minutes pour arriver à un FCV de 10,00 alors qu'il faut 750 minutes pour arriver au même FCV de 10,00 dans le cas d'un dispositif à réservoir unique (et sans cloison).
- 15 La comparaison du tableau 1 avec le tableau 2 nous apprend aussi que dans le cas d'un dispositif à 3 réservoirs et 2 cloisons il ne faut que 5400 minutes pour arriver à un volume de perméat/filtrat (du réservoir 1 au réservoir 3) égal à 38880 litres alors qu'il faut 7200 minutes pour arriver au même volume filtré de 38880 litres dans le cas d'un dispositif à réservoir unique (et sans cloison).
- 20 Par conséquent, dans le cas d'un dispositif à 3 réservoirs et 2 cloisons correspondant à la présente invention il est possible de filtrer un même volume en moins de temps par rapport à dispositif à réservoir unique (et sans cloison), ce qui correspond à un **effet surprenant** pour l'homme du métier.
- 25 Il est donc possible d'obtenir plus de perméat (filtrat) dans un temps identique avec le dispositif de la présente invention par rapport à dispositif à réservoir unique (et sans cloison). Ceci implique donc une **activité inventive**.

Revendications :

1. Dispositif de filtration d'un liquide comprenant:

- 5
- au-moins une enceinte (1) définissant un axe longitudinal, ladite enceinte étant obstruée à chaque extrémité par au-moins une première plaque d'étanchéité (2A) et une seconde plaque d'étanchéité (2B) opposée à la première plaque d'étanchéité (2A),
 - au-moins un moyen d'introduction (6) du liquide à filtrer et au-moins un moyen de
 - 10 sortie (7) d'un concentrât,
 - au-moins deux disques de filtration (4) mis en rotation et au-moins un espaceur (10) placé entre chaque disque de filtration (4), ledit espaceur (10) définissant un espace inter-disque,
 - au-moins un arbre (3A ;3B) de rotation creux par enceinte mettant en rotation ledit
 - 15 au-moins un disque de filtration (4), ledit arbre de rotation possédant au-moins une lumière (30) adaptée pour recueillir du filtrat,
 - ledit disque de filtration (4) et ledit espaceur (10) étant disposés sur ledit au-moins un arbre de rotation (3A,3B) à l'intérieur de ladite enceinte (1),
 - ladite enceinte (1) étant traversée par ledit au-moins un arbre (3A ;3B) de rotation,
 - 20 et ledit arbre de rotation étant animé par au-moins un moyen de rotation (5A,5B) distinct à au-moins une des extrémités dudit arbre, lesdits moyens de rotation et ledit arbre de rotation étant coaxiaux, et
 - le dispositif comprenant au-moins un moyen d'évacuation (13A,13B) du filtrat, ledit moyen d'évacuation étant localisé sur ledit arbre de rotation à l'extérieur de ladite
 - 25 enceinte,
 - **caractérisé en ce que ladite enceinte (1) comprend un nombre N de cloison(s) (8 ;8A ;8B) et un nombre N+1 de réservoirs distincts, N étant supérieur ou égal à 1, ladite/lesdites cloison(s) (8 ;8A ;8B) étant située(s) entre la première plaque d'étanchéité (2A) et la seconde plaque d'étanchéité (2B),**
 - 30 **et en ce que ladite/lesdites cloison(s) est/sont adaptée(s) pour délimiter au-moins deux réservoirs (20,21) contiguës dans ladite enceinte (1).**

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ladite/lesdites cloison(s) (8 ;8A ;8B) est/sont imperméable(s) et est/sont munie(s) d'au-moins un orifice (6A,7A ; 6C,7C) localisé directement sur ladite/lesdites cloison(s) et ledit au-moins un orifice est adapté pour permettre le transfert du liquide à filtrer et l'équilibrage de la pression entre deux réservoirs contiguës (20,21).
5
3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel au-moins un conduit est localisé directement sur l'enceinte pour transférer le liquide à filtrer d'un réservoir (20) vers un autre réservoir contiguë (21) au précédent réservoir (20).
10
4. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ladite/lesdites cloison(s) (8 ;8A ;8B) est/sont parallèles à la première plaque d'étanchéité (2A) et à la seconde plaque d'étanchéité (2B).
15
5. Dispositif selon la revendication 1, comprenant au-moins un premier réservoir (20) en amont d'une première cloison (8 ;8A) et au-moins un second réservoir (21) en aval de ladite première cloison (8 ;8A).
- 20 6. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit au-moins un arbre de rotation (3A,3B) possède au-moins une lumière (30) adaptée pour conduire ledit filtrat depuis l'espaceur (10) vers l'intérieur dudit arbre de rotation (3A,3B).
- 25 7. Dispositif selon la revendication 1, comprenant un premier orifice (6A) localisé en partie basse de la cloison (8) et un second orifice (7A) localisé en partie haute de la cloison (8).
8. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel au moins un second moyen d'introduction du liquide à traiter se situe en aval de la première cloison et sur l'enceinte
30 (1).
9. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chacune de ladite/lesdites cloison(s) (8) est traversée par ledit arbre de rotation (3A ;3B).
- 35 10. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le moyen d'introduction (6) du liquide à filtrer est connecté à la première plaque d'étanchéité (2A) et le moyen de sortie du concentrât est connecté à la seconde plaque d'étanchéité (2B).

11. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les disques de filtration (4) associés à un arbre de rotation (3A ;3B) peuvent être regroupés en plusieurs sous-ensembles composés unitairement de 1 à 200 disques.

5

12. **Procédé** de filtration d'un liquide mis en œuvre par le dispositif défini aux revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- introduction du liquide à filtrer par au-moins un moyen d'introduction (6),
- mise en rotation **d'un arbre** (3A,3B) de rotation par au-moins un moyen de rotation (5A) à au-moins une des extrémités dudit arbre de rotation,
- premier filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un premier réservoir (20) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- obtention d'un premier concentrât à l'intérieur du premier réservoir (20) localisé en amont d'une cloison (8),
- transfert du liquide à filtrer par au-moins un **orifice** (6A,7A ; 6C,7C) localisé directement sur ladite cloison pour permettre le transfert du liquide à filtrer et l'équilibrage de la pression entre deux réservoirs contiguës (20,21),
- filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un second réservoir (21) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- obtention d'un second concentrât à l'intérieur du second réservoir (21) localisé en aval d'une cloison (8),
- évacuation dudit second concentrât hors dudit second réservoir (21) par le moyen de sortie (7) dudit concentrât,
- obtention d'un filtrat collecté par au-moins une lumière (30) située sur ledit au-moins un arbre (3A,3B) de rotation axial par rapport à ladite enceinte (1),
- évacuation du filtrat issu du premier réservoir (20) et du second réservoir (21) par un moyen d'évacuation (13A) localisé sur ledit arbre de rotation à l'extérieur de ladite enceinte.

13. **Procédé** de filtration mis en œuvre par le dispositif défini aux revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- introduction du liquide à filtrer (8) par au-moins un moyen d'introduction (6 ;6A,6B),
- 5 - mise en rotation **d'au-moins deux arbres** (3 ;3A,3B) de rotation disposés en enfilade dans ladite enceinte (1) et séparés l'un de l'autre, chaque arbre de rotation étant animé par au-moins un moyen de rotation (5A,5B) distinct, lesdits moyens de rotation étant coaxiaux,
- premier filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un premier réservoir (20)
10 comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- obtention d'un premier concentrât à l'intérieur du premier réservoir (20) localisé en amont d'une cloison (8),
- transfert du liquide à filtrer par au-moins un **orifice** (6A,7A ; 6C,7C) localisé
15 directement sur ladite cloison pour permettre le transfert du liquide à filtrer et l'équilibrage de la pression entre deux réservoirs contiguës (20,21),
- filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un second réservoir (21) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- obtention d'un second concentrât à l'intérieur du second réservoir (21) localisé en
20 aval de la cloison (8),
- évacuation dudit second concentrât hors dudit second réservoir (21) par le moyen de sortie (7) dudit concentrât,
- obtention d'un premier filtrat collecté par au-moins une lumière (30) située sur un
premier arbre (3A) de rotation localisé à l'intérieur du premier réservoir (20),
- évacuation du premier filtrat issu du premier réservoir (20) par un premier moyen
25 d'évacuation (13A),
- obtention d'un second filtrat collecté par au-moins une lumière (30) située sur un
second arbre (3B) de rotation localisé à l'intérieur du second réservoir (21),
- évacuation du second filtrat issu du second réservoir (21) par un deuxième moyen
30 d'évacuation (13B), lesdits premier et second moyens d'évacuation étant localisés à l'extérieur de ladite enceinte, respectivement sur le premier et le second arbre de rotation.

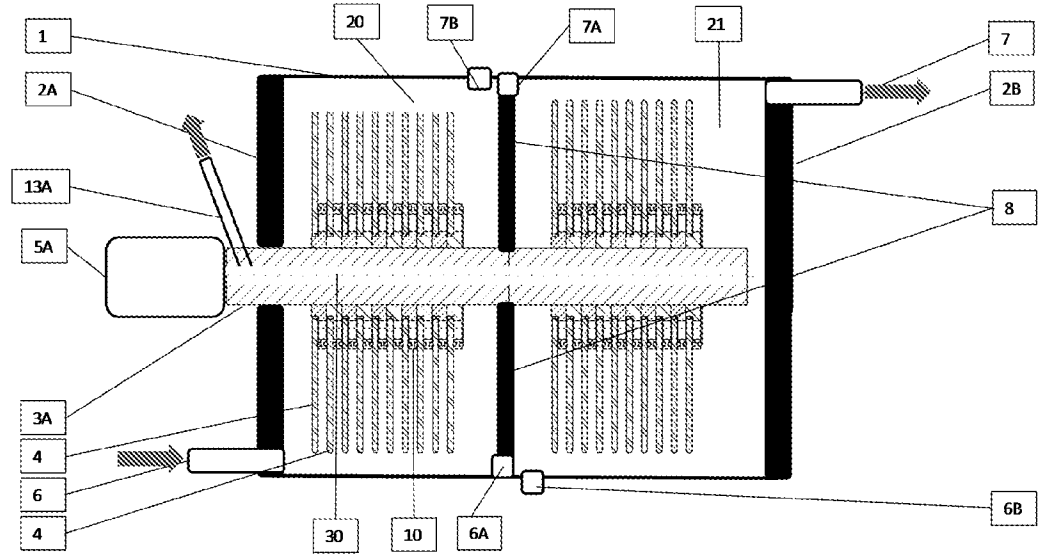
14. **Procédé** de filtration mis en œuvre par le dispositif défini aux revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- introduction du liquide à filtrer par au-moins un moyen d'introduction (6),
- 5 - mise en rotation **d'au-moins un arbre** (3A,3B) de rotation par au-moins un moyen de rotation (5A) à au-moins une des extrémités dudit arbre de rotation,
- filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un premier réservoir (20) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- 10 - obtention d'un premier concentrât à l'intérieur du premier réservoir (20) localisé en amont d'une cloison (8),
- transfert du liquide à filtrer par au-moins un **conduit** localisé directement sur l'enceinte d'un réservoir (20) vers un autre réservoir contiguë (21) au réservoir (20) précédent,
- 15 - filtrage dudit liquide à filtrer par passage à travers un second réservoir (21) comprenant au-moins un disque de filtration (4),
- obtention d'un second concentrât à l'intérieur du second réservoir (21) localisé en aval d'une cloison (8),
- évacuation dudit second concentrât hors dudit second réservoir (21) par le moyen de sortie (7) dudit second concentrât,
- 20 - obtention d'un filtrat collecté par au-moins une lumière (30) située sur ledit au-moins un arbre (3A,3B) de rotation axial par rapport à ladite enceinte (1),
- évacuation du filtrat issu du premier réservoir (20) et du second réservoir (21) par un moyen d'évacuation (13A) localisé sur ledit arbre de rotation à l'extérieur de ladite enceinte.

25

15. Procédé selon la revendication 12 ou la revendication 13 ou la revendication 14, dans lequel les disques de filtrations (4) possèdent des seuils de coupe de microfiltration ou d'ultrafiltration ou de nanofiltration.

FIG. 3



5

FIG. 4

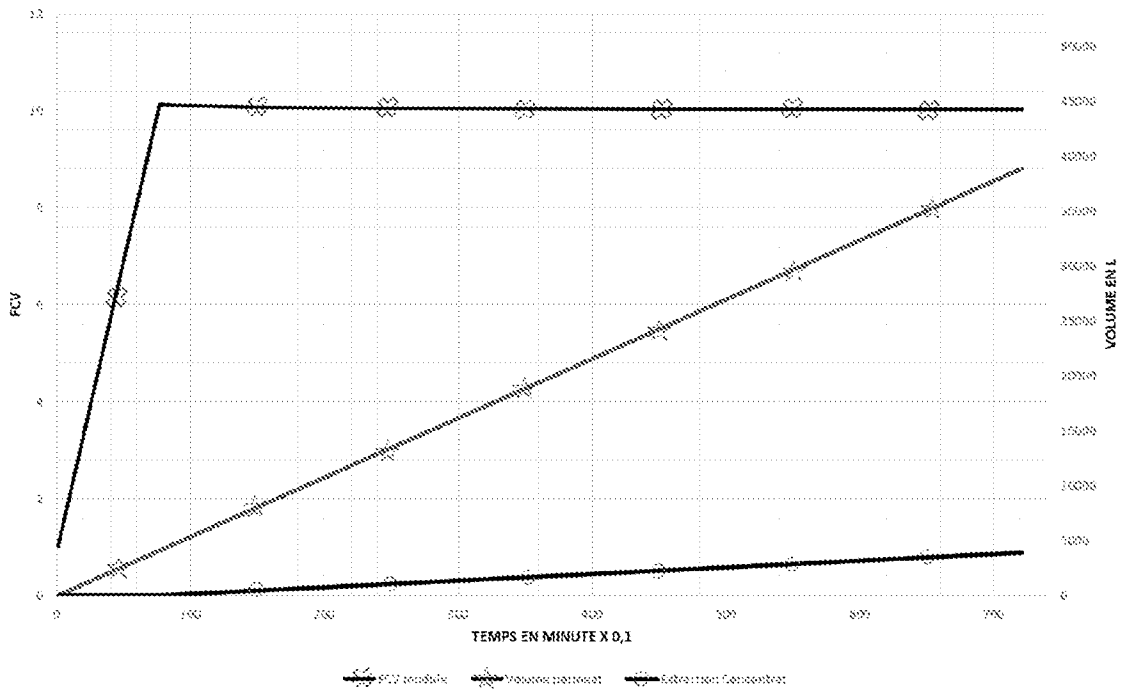


FIG.5

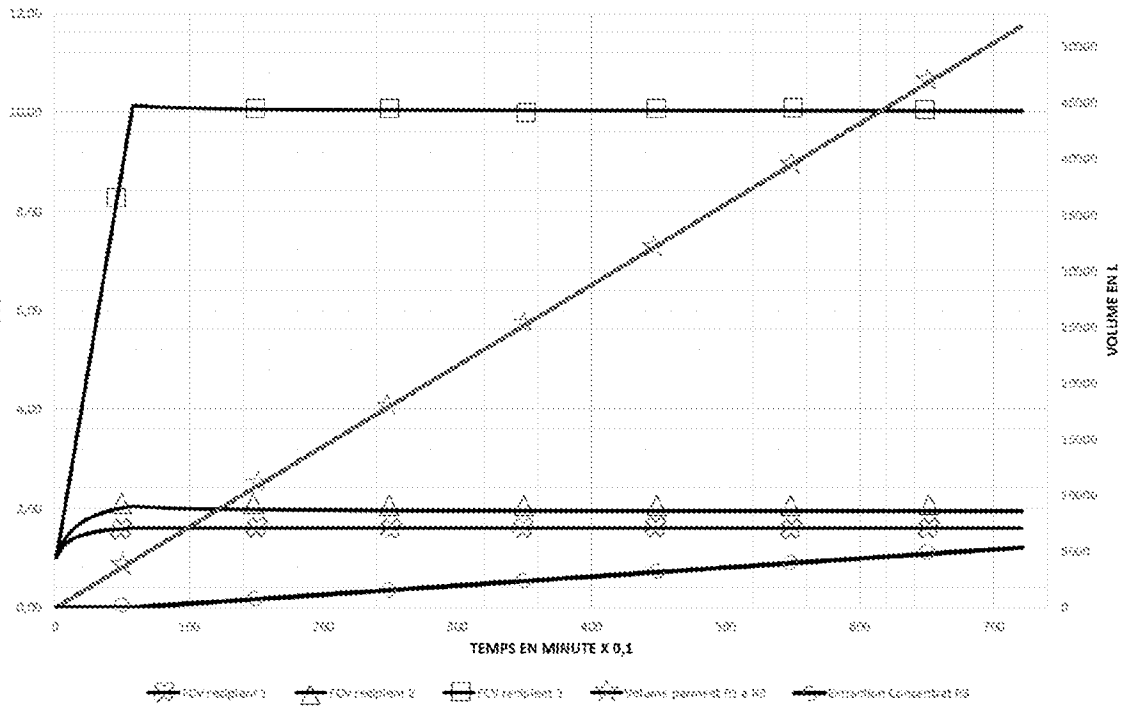
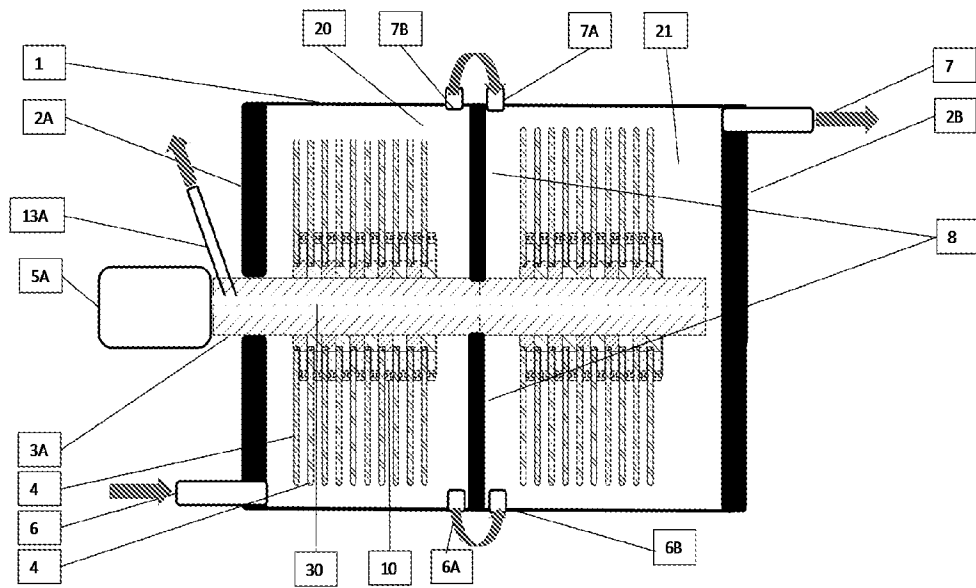


FIG.6



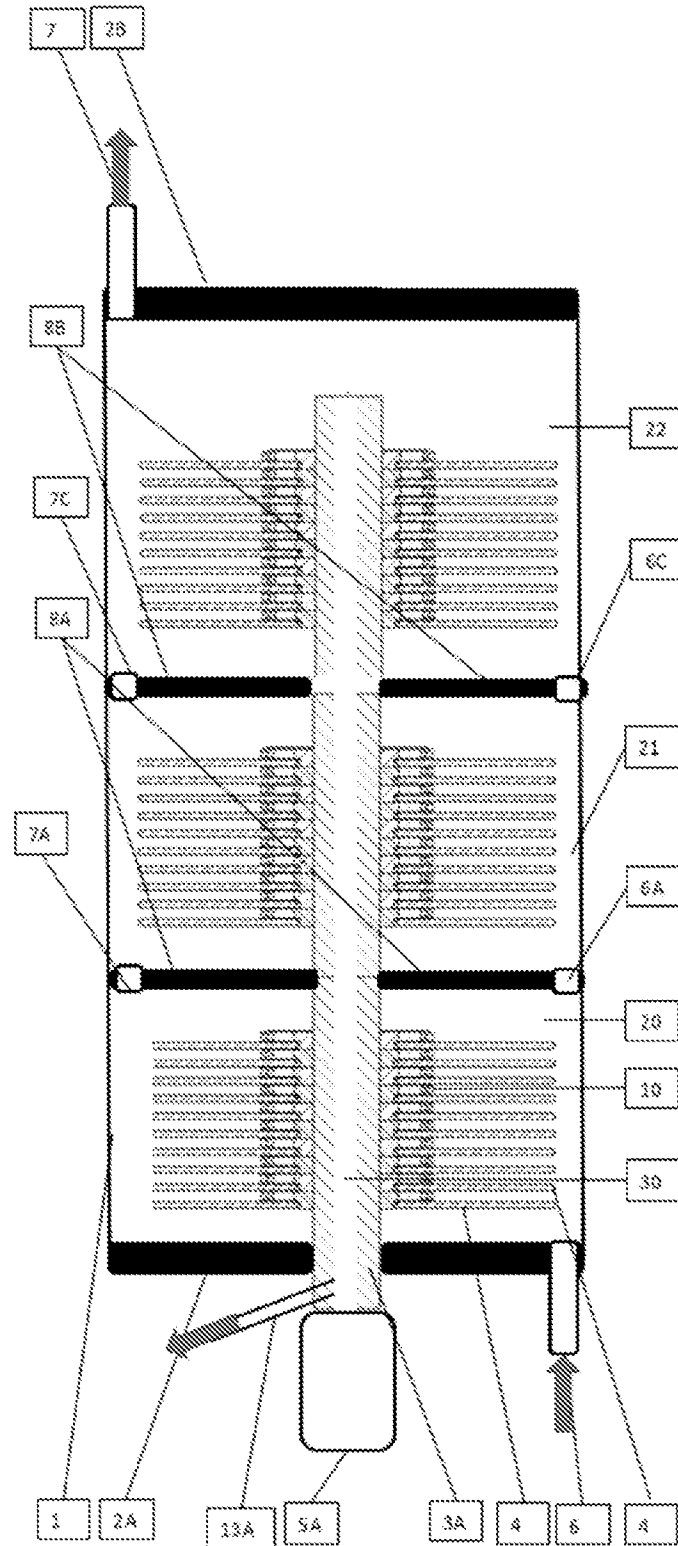


FIG. 8