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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
10 août 2017 (10.08.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/134205 A1

(51) Classification internationale des brevets :
C02F 1/28 (2006.01) *C02F 101/30* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/052349

(22) Date de dépôt international :
3 février 2017 (03.02.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
16 50898 4 février 2016 (04.02.2016) FR

(72) Inventeur; et
(71) Déposant : **BERMUDES, Marc** [FR/FR]; 9B Ruelle des Letchis La Grande Montée, 97438 Sainte Marie (FR).

(74) Mandataires : **MYON, Gérard** et al.; Lavoix, 62, rue de Bonnel, 69448 Lyon Cedex 03 (FR).

(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, 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, 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), eurasien (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))*

(54) **Title** : DEVICE AND METHOD FOR EXTRACTING SOLUBLE SUBSTANCES DISSOLVED IN AN AQUEOUS SOLUTION

(54) **Titre** : DISPOSITIF ET PROCÉDÉ D'EXTRACTION DE SUBSTANCES SOLUBLES DISSOUTES DANS UNE SOLUTION AQUEUSE

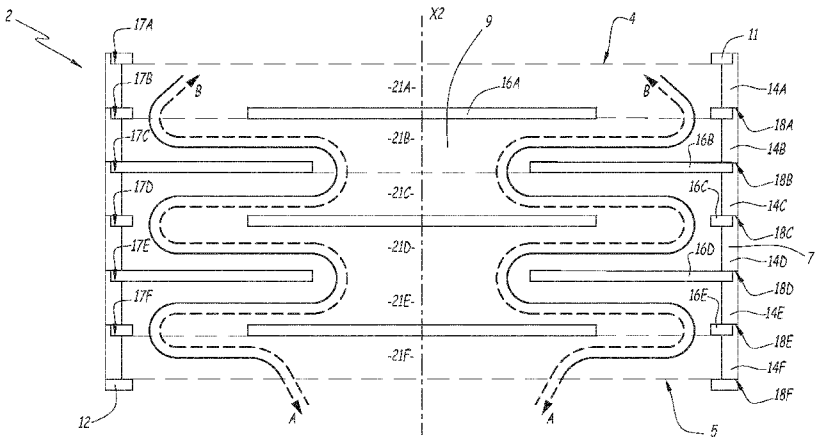


Fig.2

(57) **Abstract** : The present invention relates to a device (2) for extracting soluble substances dissolved in an aqueous solution, the extraction device including a peripheral wall (7) and an adsorbent agent contained in said peripheral wall, the adsorbent agent being capable of extracting at least one portion of the soluble substances by contact with the aqueous solution. According to the invention, the extraction device (2) also includes a maze (9), defining a circulation path (A) for the aqueous solution within the peripheral wall (7), the maze including a main inlet (4) and a main outlet (5) of aqueous solution, in fluid communication with one another via the circulation path, the adsorbent agent being arranged inside the maze (9) so as to be placed in contact with the aqueous solution during the circulation of the latter along the circulation path.

(57) **Abrégé** :

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/134205 A1

La présente invention concerne un dispositif (2) d'extraction de substances solubles dissoutes dans une solution aqueuse, le dispositif d'extraction comprenant une paroi périphérique (7) et un agent adsorbant contenu dans cette paroi périphérique, l'agent adsorbant étant apte à extraire au moins une partie des substances solubles par contact avec la solution aqueuse. Selon l'invention, le dispositif d'extraction (2) comprend en outre un labyrinthe (9), délimitant un chemin de circulation (A) de la solution aqueuse au sein de la paroi périphérique (7), le labyrinthe comprenant une entrée principale (4) et une sortie principale (5) de solution aqueuse reliées fluidiquement entre elles par le chemin de circulation, l'agent adsorbant étant disposé au sein du labyrinthe (9) de manière à être mis en contact avec la solution aqueuse lors de la circulation de cette dernière le long du chemin de circulation.

Dispositif et procédé d'extraction de substances solubles dissoutes dans une solution aqueuse

La présente invention concerne un dispositif et un procédé d'extraction de substances solubles dissoutes dans une solution aqueuse. La présente invention concerne également l'utilisation de ce procédé dans la dépollution d'une solution aqueuse constituant par exemple des eaux de rejet industriel ou domestique.

La thématique de la pollution environnementale par les substances dissoutes telles que les micropolluants organiques n'est pas nouvelle. Les micropolluants organiques tels que les pesticides agricoles et autres molécules pharmaceutiques et vétérinaires ont depuis longtemps été détectés dans les eaux de rejet. La mise en place de différents plans de surveillance a permis de vérifier que ces pollutions ont une incidence sur la flore et plus gravement sur la faune avec le cas des perturbateurs endocriniens, mais aussi sur la santé des êtres humains. Les autorités européennes en la matière ont donc émis une Directive cadre de l'eau (directive 2000-60-CE) d'où doit émaner de la part des états membres de l'Union Européenne, une véritable volonté de supprimer cette pollution de l'eau au moyen de différentes mesures visant tout d'abord, la mise en place et le suivi de sites sensibles, puis par la suite, l'interdiction de production de certaines molécules indiquées sur une « liste de substances dangereuses prioritaires» (directive 2013/39/UE du parlement européen et du conseil du 12 août 2013 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE) et la détection de la pollution à sa source.

Les processus de traitement actuellement utilisés dans les Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU) sont reconnus comme inefficaces dans le contexte des micropolluants organiques, tel que cela ressort de la circulaire du 29 septembre 2010 relative à la surveillance de la présence de micropolluants dans les eaux de rejetées au milieu naturel par les stations de traitement des eaux usées. Aussi, de nouvelles technologies sont apparues, plus ou moins efficientes, plus ou moins coûteuses et plus ou moins durables. Parmi ces nouvelles technologies, certaines produisent de 15 à 20% de déchets concentrés, par exemple l'osmose inverse qui permet de délivrer une eau pure mais qui devra être reminéralisée, les boues actives qui nécessitent une étape d'incinération, ou encore la filtration frontale. D'autres technologies physico-chimiques utilisent une réaction catalysée sous ultra-violet comme la photo-oxydation utilisant un catalyseur à base de molécules métalliques, par exemple le dioxyde de titane, qui par la suite est extrait du milieu au moyen de filtration ou de flottation, ou comme l'ozonation qui peut générer un ou plusieurs produits issus de la dégradation des micropolluants organiques plus dangereux pour l'environnement et la santé. D'autres nouvelles

technologies plus durables telles que les extractions par voie enzymatique voient le jour et donnent des résultats intéressants, mais sont plus compliquées à contrôler et à dimensionner sur des STEU. D'autres technologies consistent également en la modification génétique des bactéries ayant une capacité de rétention des polluants, mais ces technologies posent problème d'un point de vue déontologique.

On connaît de FR 2 914 296, l'utilisation dans l'aquaculture, d'un procédé de traitement d'effluents aqueux comprenant une étape d'extraction d'au moins un composé gazeux dissous, mettant en œuvre l'injection d'une phase gazeuse dans une colonne d'effluent aqueux.

On connaît également de FR 2 952 370, un procédé de récupération de microparticules inertes ou vivantes de taille comprise entre 0,5 et 60 microns dans les effluents aqueux, tels que des flots bactériens, des colloïdes, des particules résiduelles inertes comme la boue, la silice ou l'argile, dans lequel, une phase gazeuse est injectée dans une colonne d'effluent aqueux. L'injection de la phase gazeuse dans l'effluent aqueux en bas de la colonne permet d'obtenir, en haut de la colonne, une écume comprenant un mélange polyphasique de l'effluent aqueux et de la phase gazeuse enrichi en microparticules inertes ou vivantes.

Néanmoins, ces procédés ne sont pas adaptés à l'extraction de substances dissoutes dans des grandes quantités de solution aqueuse.

Enfin, on connaît de FR 2 946 333, une installation de traitement d'eaux en vue de leur potabilisation, l'installation comprenant un unique réacteur au sein duquel le fluide aqueux est mis en contact avec un lit fluidisé de charbon actif coagulé et floculé.

Toutefois, ce type de réacteur n'est pas adapté pour le traitement de solutions aqueuses dont les concentrations en polluants est particulièrement variable et hétérogène.

Au vu des enjeux environnementaux de ces prochaines années, il existe un besoin de mettre en œuvre un procédé permettant d'extraire efficacement les polluants solubles dissouts dans les solutions aqueuses, tout en ne produisant pas de déchets supplémentaires non recyclables.

L'invention a donc pour objectif de fournir un dispositif d'extraction de substances solubles dissoutes dans une solution aqueuse particulièrement efficace, tout en étant particulièrement compact.

L'invention a également pour objectif de fournir un dispositif d'extraction particulièrement polyvalent et adaptable à des solutions aqueuses de compositions très diverses.

L'invention a également pour objectif de fournir un dispositif d'extraction respectueux de l'environnement qui ne génère pas de déchets non-recyclables.

L'invention a aussi pour objectif de fournir un dispositif d'extraction peu coûteux et facilement industrialisable.

De plus, l'invention a pour objectif de fournir un dispositif d'extraction dont l'entretien est particulièrement aisé.

L'invention a aussi pour objectif de fournir un procédé d'extraction, mis en œuvre avec le dispositif d'extraction, particulièrement efficace.

L'invention a pour objet un dispositif d'extraction de substances solubles dissoutes dans une solution aqueuse, le dispositif d'extraction comprenant une paroi périphérique et un agent adsorbant contenu dans cette paroi périphérique, l'agent adsorbant étant apte à extraire au moins une partie des substances solubles par contact avec la solution aqueuse. Selon l'invention, le dispositif d'extraction comprend en outre un labyrinthe, délimitant un chemin de circulation de la solution aqueuse au sein de la paroi périphérique, le labyrinthe comprenant une entrée principale et une sortie principale de solution aqueuse reliées fluidiquement entre elles par le chemin de circulation, l'agent adsorbant étant disposé au sein du labyrinthe de manière à être mis en contact avec la solution aqueuse lors de la circulation de cette dernière le long du chemin de circulation.

Grâce à l'invention, le temps de contact entre la solution aqueuse est particulièrement élevé, sans que la compacité du dispositif ne soit trop importante. De ce fait, le dispositif est particulièrement efficace pour extraire les substances solubles de la solution aqueuse.

Selon d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention, prises isolément ou en combinaison :

- le labyrinthe comprend en outre un assemblage modulaire de plusieurs modules amovibles chaque module amovible pouvant être monté sur, ou démonté de, l'assemblage modulaire afin de modifier le chemin de circulation ;
- une première partie des modules amovibles sont des modules de paroi, formant ensemble une partie au moins de la paroi périphérique lorsque les modules de paroi sont montés au sein de l'assemblage modulaire ;
- un premier module de paroi, parmi les modules de paroi, définit un bord annulaire supérieur sur lequel un deuxième module de paroi, parmi les modules de paroi, est apte à être assemblé, par l'intermédiaire d'un bord annulaire inférieur défini par le deuxième module de paroi ;
- une deuxième partie des modules amovibles sont des modules de cloison, chaque module de cloison comprenant au moins une cloison transverse logée à l'intérieur

de la paroi périphérique lorsque le module de cloison est monté au sein de l'assemblage modulaire, de façon à obturer au moins partiellement une section transverse de la paroi périphérique, au moins une ouverture de passage de la solution aqueuse étant ménagée au travers de la cloison transverse ;

- l'ouverture de passage d'un premier module de cloison, parmi les modules de cloison, est décalée par rapport à l'ouverture de passage d'un deuxième module de cloison, parmi les modules de cloison, lorsque le premier module de cloison et le deuxième module de cloison sont assemblés au sein de l'assemblage modulaire ;
- chaque module de cloison est conçu pour être interposé entre le bord annulaire inférieur et le bord annulaire supérieur ;
- au moins une première partie de l'agent adsorbant et une deuxième partie de l'agent adsorbant sont séparées par l'un des modules de cloison, la première partie de l'agent adsorbant présentant une granulométrie à une première valeur moyenne, la deuxième partie de l'agent adsorbant présentant une granulométrie à une deuxième valeur moyenne, différente de la première valeur moyenne ;
- au moins une majorité de la masse de l'agent adsorbant est constituée de charbon actif granulaire et/ou en poudre ;
- le dispositif d'extraction comprend au moins un bulleur, qui est apte à générer un flux de bulles dans la solution aqueuse circulant dans le labyrinthe, selon un sens de circulation dirigé depuis l'entrée principale vers la sortie principale ou depuis la sortie principale vers l'entrée principale ; et
- le dispositif d'extraction comprend un dispositif de mise sous pression, ou un dispositif de mise en dépression, de la solution aqueuse dans le labyrinthe.

L'invention a également pour objet un procédé d'extraction de substances solubles dissoutes dans une solution aqueuse, le procédé d'extraction étant caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre à l'aide d'un dispositif d'extraction conforme à ce qui précède.

De manière avantageuse, le procédé comprend une étape dans laquelle on monte et/ou on démonte au moins l'un des modules amovibles en fonction d'au moins l'un des éléments suivants : concentration en substances solubles dissoutes dans la solution aqueuse destinée à circuler dans le labyrinthe, volume de solution aqueuse destinée à circuler dans le labyrinthe, débit de solution aqueuse destinée à circuler dans le labyrinthe.

L'invention a enfin pour objet une utilisation d'un procédé conforme à ce qui précède pour dépolluer une solution aqueuse, constituant par exemple des eaux de rejet industriel ou domestique.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et non exhaustif et faite en se référant aux dessins dans lesquels :

- La figure 1 est une coupe longitudinale d'une installation de traitement comprenant un dispositif d'extraction conforme à un premier mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 2 est une coupe longitudinale similaire à celle de la figure 1, à plus grande échelle, du dispositif d'extraction de la figure 1 ;
- La figure 3 est une vue schématique de dessus du dispositif d'extraction des figures 1 et 2, sur laquelle est représentée le trait de coupe I-I' des figures 1 et 2 ;
- Les figures 4 et 5 sont des vues schématiques de modules amovibles appartenant au dispositif d'extraction des figures 1 à 3 ; et
- Les figures 6 à 8 sont des coupes schématiques, similaires à celles de la figure 2, représentant chacune un dispositif d'extraction conforme à un mode de réalisation de l'invention.

Dans ce qui suit, les termes « haut » et « supérieur » font référence à une direction verticale et orientée vers le haut sur les figures 1 à 3 et 6 à 8, les termes « bas » et « inférieur » faisant référence à une direction opposée.

L'installation 1 de traitement de solution aqueuse illustrée à la figure 1 inclut le dispositif 2 d'extraction, monté au sein d'une chambre 3 de l'installation 1. Par solution aqueuse, on entend toute eau contenant des substances solubles dissoutes et/ou eau polluée également appelée eau de rejet ou eau usée. L'eau de rejet peut notamment provenir de différentes sources telles que l'eau de rejet industriel provenant notamment des industries du secteur chimique, agrochimique, électrique, électronique, métallurgique, pharmaceutique, etc., les eaux de rejet domestique, etc.

Le dispositif 2 forme une cartouche, avantageusement modulaire, qui est introduite par l'intermédiaire d'une partie supérieure de la chambre 3. Cette chambre 3 entoure alors une paroi périphérique 7 du dispositif 2.

Le dispositif 2 est conçu pour extraire des substances solubles de la solution aqueuse, lorsque cette dernière est introduite en son sein par l'intermédiaire d'une entrée principale 4, qui est située en partie supérieure du dispositif 2. De préférence, les substances solubles sont des polluants et/ou substances dissoutes indésirables et/ou substances dissoutes extractibles. Par exemple, les substances solubles sont des substances volatiles et/ou des micropolluants organiques choisis parmi les composés pharmaceutiques, les composés vétérinaires, les pesticides ou une quelconque

combinaison de ceux-ci. De préférence, les micropolluants organiques sont choisis parmi les composés pharmaceutiques tels que les antibiotiques, parmi les pesticides ou leur combinaison. Par micropolluants organiques on entend préférentiellement des composés chimiques synthétiques qui ne sont pas dégradés via un mécanisme naturel tel que la dégradation enzymatique ou qui sont dégradés en des composés chimiques présentant une nocivité supérieure aux composés chimiques d'origine. Par exemple, avant son passage au sein du dispositif 2, la solution aqueuse présente les caractéristiques suivantes, témoignant des substances solubles qu'elle contient :

- 7mg/l de DBO5 (demande biochimique en oxygène, c'est-à-dire la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques biodégradables par voie biologique, au bout de cinq jours et à 20°C, dans le noir),
- 30mg/l de DCO (demande chimique en oxygène), et
- 14mg/l de MES (matière en suspension).

Le dispositif 2 est apte à extraire également les substances solubles suivantes éventuellement contenus dans la solution aqueuse :

Classe	Famille	Molecule
Pesticides	Carbamate	Carbofuran
	Organo-phosphorés	Diazinon
		Chlorpyrifos Methyl
		Ethorpophos
		Chlorpyrifos
		Chlorfenvinphos
		Azinphos Methyle
		Azinphos Etyle
	Triazine	Atrazine
		Desethyl Atrazine
		Deisopropyl Atrazine
		Terbuthylazine Desethyl
		Simazine
		Propazine
		Cyanazine
		Ametryn
		Terbuthylazine
	Amines-amides, acétilamides	Oxadixyl
		Metazachlor
		Dimethaclor
		Tebutam
	Urée substituée	Diuron
		1(3,4DCP)-3M U
		Chlorotoluron
		Isoproturon
		Linuron
		Monuron
		Monolinuron
		Metoxuron
	Triazinone	Hexazinone
	Triazole	Fenpropidine
		Tebuconazole

	Diazine	Bromacil
	Dérivés d'oxadiazole	Oxadiazon
	Imidazole	Prochloraz
	Acylanine	Metalaxyl
	pyridazinones	Norflurazon
	pyrimidinamines	Cyprodinyl
	benzamides	Propyzamide
	néonicotinoïdes	Imidachloprid
Antibiotiques	Sulfamide	Sulfanilamide
	Phénicolés	Chloramphenicol
	Quinolones	Enrofloxacin
	Pénicillines	Amoxicilin
		Ampicillin
	Tétracycline	Tétracycline

En pratique, l'installation 1 comprend un réservoir supérieur 6 de solution aqueuse disposé au-dessus de l'entrée principale 4, afin d'alimenter cette dernière par gravité. Dans le cas d'exemple illustré aux figures 1 et 2, la solution aqueuse est à pression atmosphérique. Le fond du réservoir 6 est préférentiellement ouvert sur toute la surface de l'entrée principale 4. Le réservoir 6 est lui-même alimenté en partie supérieure par une goulotte 8 de répartition, qui déverse de la solution aqueuse de façon répartie en surface de la solution aqueuse du réservoir 6. La solution aqueuse du réservoir 6 est ainsi peu agitée.

Depuis l'entrée 4, la solution aqueuse progresse par gravité vers le bas, au travers d'un labyrinthe 9 contenu au sein de la paroi périphérique 7, selon un chemin de circulation représenté symboliquement par des flèches A sur la figure 2. Après son passage dans le labyrinthe 9, la solution aqueuse atteint une sortie principale 5 du dispositif 2, disposée en partie inférieure de ce dernier : dès lors, au moins une partie des polluants solubles de la solution aqueuse a été extraite au sein du labyrinthe 9. Par « labyrinthe », on entend une structure creuse, formant un ou plusieurs corridors ou galeries, décrivant avantageusement des méandres et autorisant le passage de la solution aqueuse au travers du dispositif 2, depuis l'entrée principale 4 jusqu'à la sortie principale 5.

Le dispositif 2 est préférentiellement composé d'un assemblage modulaire de plusieurs modules amovibles empilés le long d'un axe principal X2 du dispositif 2, dont :

- un module d'entrée 11, comprenant l'entrée principale 4 et formant la partie supérieure du dispositif 2,
- un module de sortie 12, comprenant la sortie principale 5 et formant la partie inférieure du dispositif 2,
- six modules de paroi 14A, 14B, 14C, 14D, 14E et 14F, formant des paroi annulaires à section transversale rectangulaire, c'est-à-dire des cadres, les

six modules de paroi 14A à 14F étant empilés les uns sur les autres par l'intermédiaire de leur bord annulaire inférieur respectif 18A, 18B, 18C, 18D et 18E en appui sur leur bord annulaire supérieur respectif 17B, 17C, 17D, 17E et 17F, pour former ensemble la paroi périphérique 7, le module d'entrée 11 reposant sur un bord annulaire supérieur 17 du module de paroi 14A le plus haut, et le module de paroi 14F le plus bas reposant sur le module de sortie 12 via un bord annulaire inférieur 18F du module 14F, et

- cinq modules de cloison 16A, 16B, 16C, 16D, et 16E, qui sont chacun intercalés entre deux modules de paroi 14A à 14F successifs, en reposant en pratique sur le bord annulaire supérieur 17B à 17F respectif des modules de paroi 14A à 14F, et qui forment chacun un plateau de forme rectangulaire, correspondant à celle de la section transversale rectangulaire de la paroi périphérique 7.

Le labyrinthe 9 est donc modulaire et peut donc être facilement modifié, par montage ou démontage des différents modules amovibles de l'assemblage. En particulier, les modules amovibles sont assemblés par empilement au sein de la chambre 3. En fonction des modules amovibles intégrés au sein de l'assemblage modulaire, la valeur du temps de contact entre l'agent adsorbant et la solution aqueuse à traiter est modifiée. En effet, selon le nombre et l'agencement des modules amovibles montés au sein de l'assemblage modulaire, le chemin A parcouru par la solution aqueuse est différent en longueur et/ou en sinuosité. L'efficacité de l'extraction de substances solubles peut ainsi être améliorée par sélection et montage des modules amovibles les plus adaptés en fonction la solution aqueuse à traiter, et notamment de la qualité de cette solution aqueuse, de l'origine de cette solution aqueuse, de sa composition et/ou de résultats obtenus au cours d'une phase de test d'extraction de substances solubles. De plus, la sélection et le montage des modules amovibles sont avantageusement effectués en fonction du volume de solution aqueuse à traiter. En outre, la sélection et le montage des modules amovibles sont préférentiellement effectués en fonction du débit de solution aqueuse destiné à traverser l'installation 1 et à être introduit dans le dispositif 2.Le module d'entrée 11, visible à la figure 3, forme un cadre rectangulaire correspondant à la section rectangulaire du module de paroi 14A sur lequel il repose, et comprend une ouverture, qui forme l'entrée principale 4 et s'étend quasiment toute la section transversale rectangulaire du module d'entrée 11. Le module de sortie 12 est similaire au module d'entrée, et comprend une ouverture qui forme la sortie principale 5.

Les modules de cloison 16A à 16E comprennent une cloison transverse qui est logée à l'intérieur de chaque module de paroi 14B à 14F de façon à obturer au moins partiellement la section transverse des modules de paroi 14B à 14F, et former le labyrinthe 9. En pratique, le labyrinthe 9 forme six logements internes 21A, 21B, 21C, 21D, 21E et 21F, délimitées chacun par l'un des modules de paroi 14A à 14F et par deux modules successifs parmi le module d'entrée 11, le module de sortie 12 et les modules de cloison 16A à 16F.

Les modules de cloison 16A à 16E comprennent au moins une ouverture de passage 20 de la solution aqueuse d'un premier des logements interne 21A à 21E jusqu'à un deuxième des logements internes 21B à 21F successif. Dans l'exemple de la figure 2, les modules de cloison 16A, 16C et 16E comprennent deux ouvertures de passage 20 ménagées au travers de la cloison transverse et répartis latéralement sur cette dernière, comme illustré à la figure 5. Les modules de cloison 16B et 16D ne sont pourvus quant à eux que d'une seule ouverture de passage 20 disposée de façon centrale, comme visible à la figure 4. La disposition des ouvertures de passage 20 au sein du labyrinthe 9 détermine le chemin A parcouru par la solution aqueuse. Les ouvertures de passage 20 des modules 16A, 16C et 16E sont décalées par rapport à celles des modules 16B et 16D, de sorte que le labyrinthe forme un chemin A sinueux pour la solution aqueuse, ce qui permet d'augmenter le temps de séjour de ladite solution au sein du labyrinthe 9.

On comprend que le nombre, l'ordre et la disposition des modules de cloison 16A à 16E au sein de l'assemblage modulaire peut être changé pour modifier le labyrinthe 9. Par exemple, on peut prévoir un nombre de modules de cloison inférieur à six, afin que le chemin A soit plus court et que le temps de contact entre la solution aqueuse et l'agent adsorbant soit réduit, ou au contraire supérieur à six, afin que le chemin A soit plus long et le temps de contact entre la solution aqueuse et l'agent adsorbant soit augmenté. Par ailleurs, on peut prévoir de monter uniquement des modules de cloison conformes au module de cloison 16B défini ci-avant, afin que la solution aqueuse suive un chemin A rectiligne. Alternativement, on peut prévoir une alternance de modules de cloison conformes au module 16A et 16B, comme illustré à la figure 2, afin de former un chemin A sinueux et ainsi augmenter le temps de contact entre la solution aqueuse et l'agent adsorbant. De même, le nombre de modules de paroi 14A à 14F peut être changé, ce qui change la longueur totale, mesurée parallèlement à l'axe X2, de la paroi périphérique 7, et donc du labyrinthe 9, ainsi que le nombre de modules de cloison qui peuvent être intégrés à l'assemblage modulaire.

De préférence, des garnitures d'étanchéité, non illustrées, sont prévues au moins entre les modules de paroi 14A à 14F, afin de garantir l'étanchéité et la continuité de la

paroi périphérique 7. De même, d'autres garnitures d'étanchéité peuvent être prévues pour garantir l'étanchéité entre les modules d'entrée 11, de sortie 12 et la paroi périphérique 7.

Le dispositif 2 comprend également un agent adsorbant, qui est disposé dans au moins certains des logements internes 21A à 21F. Par agent adsorbant, on entend notamment tout composé ayant une surface spécifique de valeur suffisante pour extraire les substances solubles de la solution aqueuse par contact avec cette dernière, lors de son passage au sein du labyrinthe 9. Par exemple, l'agent adsorbant présente une surface spécifique dont la valeur est supérieure à $100 m^2.g^{-1}$, voire au-delà de $1000 m^2.g^{-1}$. Au moins la majorité en masse, de l'agent adsorbant est du charbon actif granulaire et/ou en poudre. De préférence, la totalité de l'agent adsorbant est du charbon actif. Le charbon actif mis en œuvre est de préférence issu du bois ou de noix de coco.

Ainsi, en fonction de la solution aqueuse à traiter, on dispose l'agent adsorbant de manière à remplir certains ou tous les logements 21A à 21F. Différentes parties de l'agent adsorbant sont ainsi séparées par les modules de cloison 16A à 16E. Pour éviter la migration de l'agent adsorbant d'un logement 21A à 21F à l'autre et hors du labyrinthe 9, chacune des ouvertures 4, 5 et 20 est avantageusement masquée par un filtre apte à retenir l'agent adsorbant tout en autorisant le passage de la solution aqueuse au travers du filtre. Par « filtre », on entend notamment toute cloison perforée ou grille apte à remplir cette fonction. Ces filtres sont par exemple réalisés en acier inoxydable, alors que les autres éléments des modules sont par exemple réalisés en matériau plastique, tel que du polypropylène.

Pour améliorer l'efficacité de l'extraction, on peut prévoir qu'une partie de l'agent adsorbant disposée dans l'un des logements 21A à 21F présente une granulométrie qui présente une valeur moyenne différente d'une autre partie de l'agent adsorbant disposée dans un autre des logements 21A à 21F. Par exemple, l'un des logements 21A à 21F peut contenir du charbon actif granulaire, alors qu'un autre des logements peut contenir du charbon actif en poudre. Le charbon actif granulaire présente par exemple une granulométrie moyenne d'environ 300 µm, alors que le charbon actif en poudre présente une granulométrie moyenne d'environ 20 µm. Dans ce cas, les filtres enfermant le charbon actif en poudre présentent une maille de valeur plus faible que ceux qui enferment le charbon actif granulaire, chaque filtre étant apte à retenir le charbon actif avec lequel il est en contact, tout en ayant la valeur de maille la plus élevée possible pour autoriser le passage de la solution aqueuse. Par exemple, les filtres pour le charbon actif en poudre présentent une valeur de maille d'environ 20 µm, les filtres relatifs au charbon actif granulaire présentent une valeur de maille d'environ 280 µm. En variante, un charbon

actif en poudre de granulométrie moyenne encore plus faible peut être prévu, par exemple inférieure à 15µm, voire environ 1µm, la valeur de maille des filtres étant adaptée en conséquence.

Sans être lié à la théorie, il a été découvert de manière surprenante que l'injection simultanée d'une phase gazeuse et de la solution aqueuse dans le labyrinthe 9, combinée à l'utilisation du charbon actif en tant qu'agent adsorbant, permet d'améliorer significativement l'adsorption des polluants solubles sur le charbon actif. A compacité égale avec les dispositifs de l'art antérieur, le dispositif 2 permet d'extraire de la solution aqueuse une quantité de substances dissoutes environ cinq fois supérieure, par augmentation de la valeur du temps de contact entre l'agent adsorbant et la solution aqueuse.

En conséquence, le dispositif 2 peut comprendre deux bulleurs 23 aptes à émettre un flux de bulles de gaz au sein de la solution aqueuse circulant dans le labyrinthe 9, via la sortie principale 5, de sorte que les bulles progressent jusqu'à l'entrée principale 4 selon une flèche B visible sur la figure 2, à contre-courant de la solution aqueuse. Les bulles B remontent en pratique jusque dans le réservoir supérieur 6 et s'échappent de la surface supérieure de la solution aqueuse contenue dans ce réservoir 6, au voisinage de la goulotte 8. Les bulleurs 23 peuvent être aptes à produire un « microbullage », c'est-à-dire à produire des microbulles, ce qui améliore encore l'efficacité de l'extraction du dispositif 2. Le diamètre nominal moyen des microbulles s'élève à une valeur inférieure à environ 100µm. En pratique, on prévoit que les bulles présentent un diamètre nominal moyen compris entre environ 40µm et 2mm. Le gaz des bulles est préférentiellement de l'air. Alternativement, ce gaz est de l'ozone, du dioxygène ou de l'azote.

A titre d'exemple, dans le cas d'un dispositif 2 prévu pour fonctionner avec un débit de solution aqueuse traversant le labyrinthe 9 s'élevant à environ 3000L/h, l'épaisseur de chaque module de paroi 14A à 14F, mesurée parallèlement à l'axe X2 depuis leur bord supérieur 17A à 17F jusqu'à leur bord inférieur 18A à 18F, mesure environ 50mm, de sorte que l'épaisseur de chaque logement 21A à 21F est en pratique d'environ 40mm. Chaque module de cloison 16A à 16E mesure quant à lui environ 270mm de large et 570mm de long, de sorte que chaque logement 21A à 21F est apte à contenir jusqu'à 6.156 l d'agent adsorbant. Les ouvertures 4, 5 et 20 forment, pour chaque module 11, 12 et 16A à 16E, une section de passage de la solution aqueuse d'au moins 12 cm^2. Cette section de passage est préférentiellement supérieure à 100 cm^2 pour chacun des logements 21A à 21F afin de garantir un écoulement optimal de la solution aqueuse au sein du labyrinthe 9. Le flux de bulles est émis par les bulleurs 23 avec un débit de gaz compris entre environ 0 et 25m^3/h, en fonction du débit de solution aqueuse.

Le dispositif 2 décrit ci-avant permet de mettre en œuvre un procédé d'extraction de substances solubles dissoutes dans la solution aqueuse au sein du labyrinthe 9 tel que décrit dans ce qui suit.

Ce procédé comprend une étape au cours de laquelle on monte et/ou on démonte au moins l'un des modules 14A à 14F ou 16A à 16E, afin de l'adapter à la solution aqueuse destinée à circuler dans le labyrinthe, ce qui permet d'obtenir une efficacité optimale de l'extraction au sein du dispositif 2. Cette étape est avantageusement effectuée à la suite d'une étape de test, au cours de laquelle on teste la qualité de la solution aqueuse afin de déterminer quel module 14A à 14F ou 16A à 16E intégrer dans l'assemblage modulaire.

De préférence, le procédé comprend en outre, avant l'étape de traitement, une étape de préfiltration de la solution aqueuse, par exemple à l'aide d'un filtre à sable de l'installation 1, non illustré, et/ou à l'aide d'un pré-écumage. L'étape de pré-filtration est mise en œuvre pour éliminer les matières en suspension de la solution aqueuse et permet ainsi d'améliorer l'extraction des substances solubles dans la solution aqueuse préfiltrée. L'étape de préfiltration peut par exemple être effectuée sous atmosphère modifiée, sous pression ou en dépression afin d'en optimiser le résultat.

De préférence, le procédé comprend en outre, après l'étape d'extraction au sein du dispositif 2, une étape de récupération de l'agent adsorbant, notamment dans le cas où ce dernier est du charbon actif. Cette étape de récupération est suivie d'une étape de régénération de l'agent adsorbant. De préférence, l'étape de régénération est un traitement thermique réalisé à une température élevée suffisante pour cette régénération, typiquement environ 700°C. L'agent adsorbant ainsi régénéré peut être à nouveau utilisé pour garnir le labyrinthe 9.

Les figures 6, 7 et 8 représentent respectivement des dispositifs 602, 702 et 802 d'extraction, selon d'autres modes de réalisations conformes à l'invention, les dispositifs 602, 702 et 802 présentant des caractéristiques similaires à celles du dispositif 2 décrit ci-avant, et qui ne sont pas décrites à nouveau ci-après, et des caractéristiques différentes, qui sont quant à elles décrites ci-après. Les caractéristiques communes aux dispositifs 2, 602, 702 et 802 sont référencées sur les figures avec les mêmes numéros de référence.

Le dispositif 602 de la figure 6 comprend une entrée principale 4, une sortie principale 5, une paroi périphérique 7, définissant un axe principal X2, et un labyrinthe 9 formé par un assemblage modulaire de modules amovibles incluant sept modules de paroi 14A à 14G, un module d'entrée 11, un module de sortie 12, et six modules de cloison 16A à 16F, pour former sept logements internes 21A à 21G dont certains au moins sont remplis d'agent adsorbant. Le dispositif 602 comprend également deux

bulleurs 23 disposés sous la sortie principale 5. L'ouverture formant la sortie principale 5 occupe une surface plus réduite que l'ouverture formant l'entrée principale 4, et couvre une surface de passage équivalente à celle des ouvertures de passage 20 des modules de cloison 16A, 16C et 16E.

Le dispositif 602 diffère du dispositif 2 en ce qu'une cloison médiane 25, orientée parallèlement à l'axe X2, est disposée au sein des logements internes 21B, 21D et 21F, de façon à relier respectivement le module de cloison 16A avec le module de cloison 16B, le module de cloison 16C avec le module de cloison 16D, le module de cloison 16E avec le module de cloison 16F et ainsi séparer chacun de ces logements internes 21B, 21D et 21F en deux.

Le dispositif 702 de la figure 7 comprend une entrée principale 4, une sortie principale 5, une paroi périphérique 7, définissant un axe principal X2, et un labyrinthe 9 formé par un assemblage modulaire de modules amovibles incluant cinq modules de paroi 14A à 14E, un module d'entrée 11, un module de sortie 12, et quatre modules de cloison 16A à 16D, pour former cinq logements internes 21A à 21E dont certains au moins sont remplis d'agent adsorbant. Le dispositif 702 comprend également deux bulleurs 23 disposés sous la sortie principale 5, ainsi que deux cloisons médianes disposées dans les logements 21B et 21D.

Le dispositif 702 diffère du dispositif 602 et du dispositif en ce que la surface de l'ouverture 20 du module de cloison 16C est supérieure à celle de l'ouverture 20 du module de cloison 16A, et que la surface de l'ouverture de sortie 5 est supérieure à celle de l'ouverture 20 du module de cloison 16C, la surface de l'ouverture de sortie 5 étant néanmoins inférieure à celle de l'ouverture d'entrée 4.

Le dispositif 702 de la figure 7 comprend une entrée principale 4, une sortie principale 5, une paroi périphérique 7, définissant un axe principal X2, et un labyrinthe 9 formé par un assemblage modulaire de modules amovibles incluant cinq modules de paroi 14A à 14E, un module d'entrée 11, un module de sortie 12, et quatre modules de cloison 16A à 16D, pour former cinq logements internes 21A à 21E dont certains au moins sont remplis d'agent adsorbant. Le dispositif 702 comprend également deux bulleurs 23 disposés sous la sortie principale 5, ainsi que deux cloisons médianes disposées dans les logements 21B et 21D.

Le dispositif 702 diffère du dispositif 602 et du dispositif en ce que la surface de l'ouverture 20 du module de cloison 16C est supérieure à celle de l'ouverture 20 du module de cloison 16A, et que la surface de l'ouverture de sortie 5 est supérieure à celle de l'ouverture 20 du module de cloison 16C, la surface de l'ouverture de sortie 5 étant

néanmoins inférieure à celle de l'ouverture d'entrée 4. L'écoulement de la solution aqueuse au sein du labyrinthe 9 est ainsi facilité.

Le dispositif 802 de la figure 8 comprend une entrée principale 4, une sortie principale 5, une paroi périphérique 7, définissant un axe principal X2, et un labyrinthe 9 formé par un assemblage modulaire de modules amovibles incluant sept modules de paroi 14A à 14G, un module d'entrée 11, un module de sortie 12, et six modules de cloison 16A à 16F, pour former sept logements internes 21A à 21G dont certains au moins sont remplis d'agent adsorbant. Le dispositif 802 comprend également deux bulleurs 23 disposés sous la sortie principale 5.

Le dispositif 802 diffère du dispositif 2 en ce que chacun des modules de cloison 16A, 16C, et 16E présente une unique ouverture de passage 20, qui est disposée au voisinage d'une première extrémité de ces modules de cloison 16A, 16C et 16E, et qui s'étend sur une partie seulement de la cloison transverse des modules de cloison16A, 16C et 16E. L'ouverture de sortie 5 et le module de sortie 12 présentent les mêmes caractéristiques que les ouvertures de passage des modules de cloison 16A, 16C et 16E. Les modules de cloison 16B, 16D et 16F présentent la disposition inverse par rapport aux modules 12, 16A, 16C et 16E, c'est-à-dire qu'ils comportent chacun une unique ouverture de passage 20 disposé à une deuxième extrémité, opposée à la première extrémité, et s'étendant sur une partie seulement de la surface de la cloison transverse de ces modules de cloison 16B, 16D et 16F. La disposition des ouvertures 5 et 20 au sein du labyrinthe 9 délimitent ainsi un chemin A particulièrement tortueux, ce qui permet d'augmenter le temps de contact entre la solution aqueuse et l'agent adsorbant, par rapport au cas du dispositif 2.

En variante, le dispositif d'extraction est disposé de façon que son axe principal ne soit pas vertical, mais incliné, voire horizontal.

Dans ce cas, le dispositif comprend de préférence un dispositif de mise sous pression, du genre pompe, de la solution aqueuse dans le labyrinthe, disposé au voisinage de l'entrée principal, qui fait progresser la solution aqueuse de l'entrée principale vers la sortie au travers de l'agent adsorbant. Dans ce cas, les bulleurs sont préférentiellement placés à proximité de l'entrée principale de sorte que le flux de bulles est émis de l'entrée principale vers la sortie principale, à co-courant de la solution aqueuse.

Alternativement à un dispositif de mise sous pression, un dispositif de mise en dépression peut être prévu au voisinage de la sortie principale pour obtenir le même effet. Le dispositif de mise en dépression est optionnellement pourvu d'un récupérateur du gaz contenu dans le flux de bulles, notamment dans le cas où ce gaz n'est pas de l'air et est

par exemple de l'ozone. Ce récupérateur de gaz est par exemple disposé à la sortie principale. Le gaz récupéré est ensuite réintroduit dans le flux de gaz par les bulleurs.

En variante, un seul bulleur est prévu, ou un nombre de bulleurs supérieur à deux, par exemple quatre. On comprend que autant de bulleurs que nécessaire sont prévus dans le dispositif 2.

En variante, la paroi périphérique présente une section non rectangulaire, et de préférence circulaire, les modules amovibles étant alors adaptés en conséquence.

En variante, le labyrinthe du dispositif d'extraction délimite un chemin hélicoïdal de passage de la solution aqueuse, depuis l'entrée principale jusqu'à la sortie principale. Par hélicoïdal, on entend un chemin qui a la forme d'une hélice s'appuyant autour de l'axe principal du dispositif d'extraction. Les modules amovibles présentent une forme adaptée en conséquence.

En variante, une hauteur du dispositif d'extraction, mesurée parallèlement à l'axe X2 depuis le module d'entrée jusqu'au module de sortie, comprise entre 20 et 100 cm environ.

En variante, le dispositif d'extraction peut être mis en œuvre pour une installation domestique ou industrielle de traitement d'eaux usées, d'eaux d'alimentation, ou pour d'autres traitements de solutions aqueuses que ceux définis ci-avant, en permettant en tout cas d'extraire au moins une partie des substances soluble contenus dans la solution aqueuse traitée.

Les caractéristiques, modes de réalisation, variantes, et caractéristiques spécifiques et préférées décrites ci-dessus se combinent entre eux et s'appliquent au dispositif d'extraction de l'invention comme au procédé d'extraction de l'invention.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction de substances solubles dissoutes dans une solution aqueuse, le dispositif d'extraction comprenant une paroi périphérique (7) et un agent adsorbant contenu dans cette paroi périphérique, l'agent adsorbant étant apte à extraire au moins une partie des substances solubles par contact avec la solution aqueuse,

le dispositif d'extraction (2; 602; 702; 802) étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre un labyrinthe (9), délimitant un chemin de circulation (A) de la solution aqueuse au sein de la paroi périphérique (7), le labyrinthe comprenant une entrée principale (4) et une sortie principale (5) de solution aqueuse reliées fluidiquement entre elles par le chemin de circulation, l'agent adsorbant étant disposé au sein du labyrinthe (9) de manière à être mis en contact avec la solution aqueuse lors de la circulation de cette dernière le long du chemin de circulation.

2.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le labyrinthe (9) comprend en outre un assemblage modulaire de plusieurs modules amovibles (14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, 16A, 16B, 16C, 16D, 16E) chaque module amovible pouvant être monté sur, ou démonté de, l'assemblage modulaire afin de modifier le chemin de circulation (A).

3.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'une première partie des modules amovibles (14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, 16A, 16B, 16C, 16D, 16E) sont des modules de paroi (14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F), formant ensemble une partie au moins de la paroi périphérique (7) lorsque les modules de paroi sont montés au sein de l'assemblage modulaire.

4.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'un premier module de paroi (14A, 14B, 14C, 14D, 14E), parmi les modules de paroi, définit un bord annulaire supérieur (17A, 17B, 17C, 17D, 17E, 17F) sur lequel un deuxième module de paroi (14B, 14C, 14D, 14E, 14F), parmi les modules de paroi, est apte à être assemblé, par l'intermédiaire d'un bord annulaire inférieur (18A, 18B, 18C, 18D, 18E, 18F) défini par le deuxième module de paroi.

5.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'une deuxième partie des modules amovibles

sont des modules de cloison (16A, 16B, 16C, 16D, 16E), chaque module de cloison comprenant au moins une cloison transverse logée à l'intérieur de la paroi périphérique (7) lorsque le module de cloison est monté au sein de l'assemblage modulaire, de façon à obturer au moins partiellement une section transverse de la paroi périphérique, au moins une ouverture de passage (20) de la solution aqueuse étant ménagée au travers de la cloison transverse.

6.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'ouverture de passage (20) d'un premier module de cloison (16A, 16C, 16E), parmi les modules de cloison, est décalée par rapport à l'ouverture de passage d'un deuxième module de cloison (16B, 16D), parmi les modules de cloison, lorsque le premier module de cloison et le deuxième module de cloison sont assemblés au sein de l'assemblage modulaire.

7.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction selon la revendication 4, prise en combinaison avec l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que chaque module de cloison (16A, 16B, 16C, 16D, 16E) est conçu pour être interposé entre le bord annulaire inférieur (18A, 18B, 18C, 18D, 18E, 18F) et le bord annulaire supérieur (17A, 17B, 17C, 17D, 17E, 17F).

8.- Dispositif (2; 602; 702; 802) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'au moins une première partie de l'agent adsorbant et une deuxième partie de l'agent adsorbant sont séparées par l'un des modules de cloison (16A, 16B, 16C, 16D, 16E), la première partie de l'agent adsorbant présentant une granulométrie à une première valeur moyenne, la deuxième partie de l'agent adsorbant présentant une granulométrie à une deuxième valeur moyenne, différente de la première valeur moyenne.

9.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une majorité de la masse de l'agent adsorbant est constituée de charbon actif granulaire et/ou en poudre.

10.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un bulleur (23), qui est apte à générer un flux de bulles (B) dans la solution aqueuse circulant dans le

labyrinthe (9), selon un sens de circulation dirigé depuis l'entrée principale (4) vers la sortie principale (5) ou depuis la sortie principale vers l'entrée principale.

11.- Dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de mise sous pression, ou un dispositif de mise en dépression, de la solution aqueuse dans le labyrinthe (9).

12.- Procédé d'extraction de substances solubles dissoutes dans une solution aqueuse, le procédé d'extraction étant caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre à l'aide d'un dispositif (2; 602; 702; 802) d'extraction conforme à l'une quelconque des revendications précédentes.

13.- Procédé d'extraction selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre à l'aide d'un dispositif (2 ; 602, 702, 802) d'extraction conforme à l'une quelconque des revendications 2 à 8 et en ce qu'il comprend une étape dans laquelle on monte et/ou on démonte au moins l'un des modules amovibles en fonction d'au moins l'un des éléments suivants : concentration en substances solubles dissoutes dans la solution aqueuse destinée à circuler dans le labyrinthe (9), volume de solution aqueuse destinée à circuler dans le labyrinthe, débit de solution aqueuse destinée à circuler dans le labyrinthe.

14.- Utilisation d'un procédé conforme à l'une quelconque des revendications 12 ou 13 pour dépolluer une solution aqueuse, constituant par exemple des eaux de rejet industriel ou domestique.

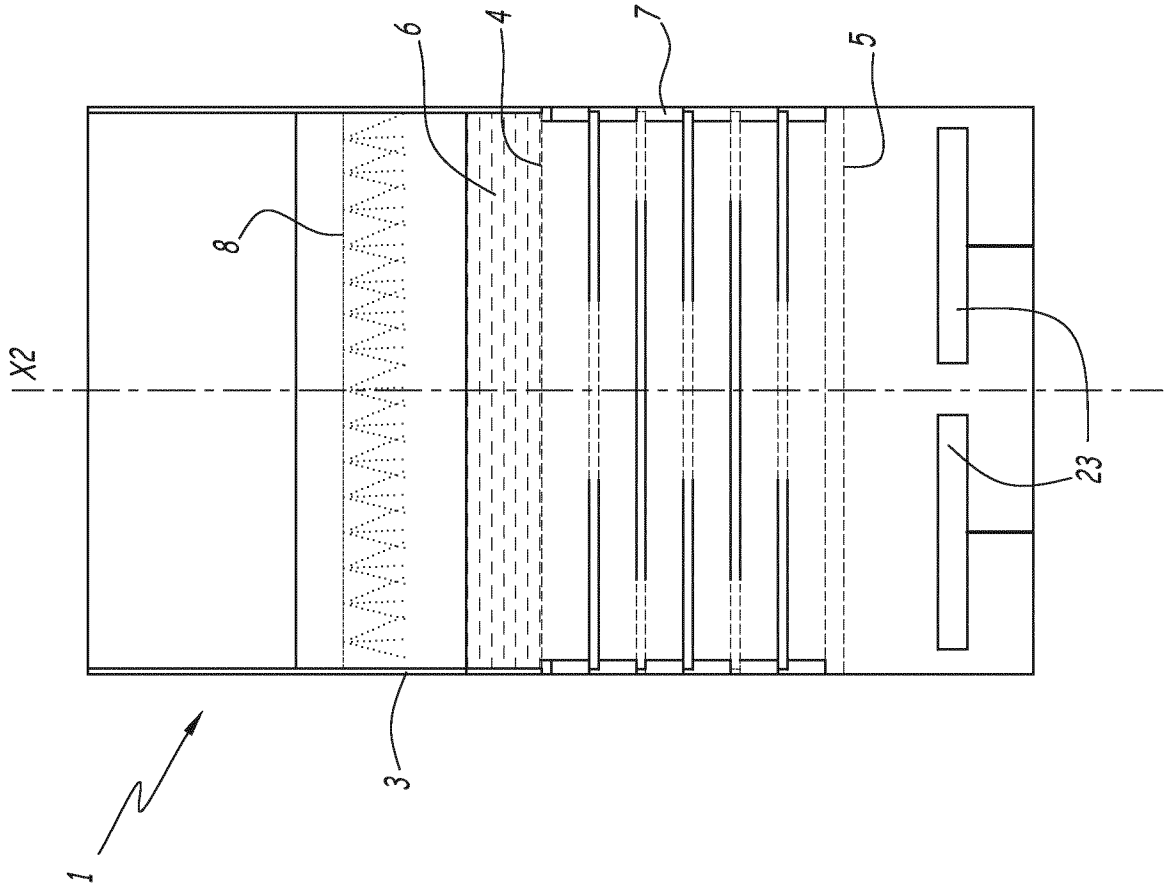


Fig.1

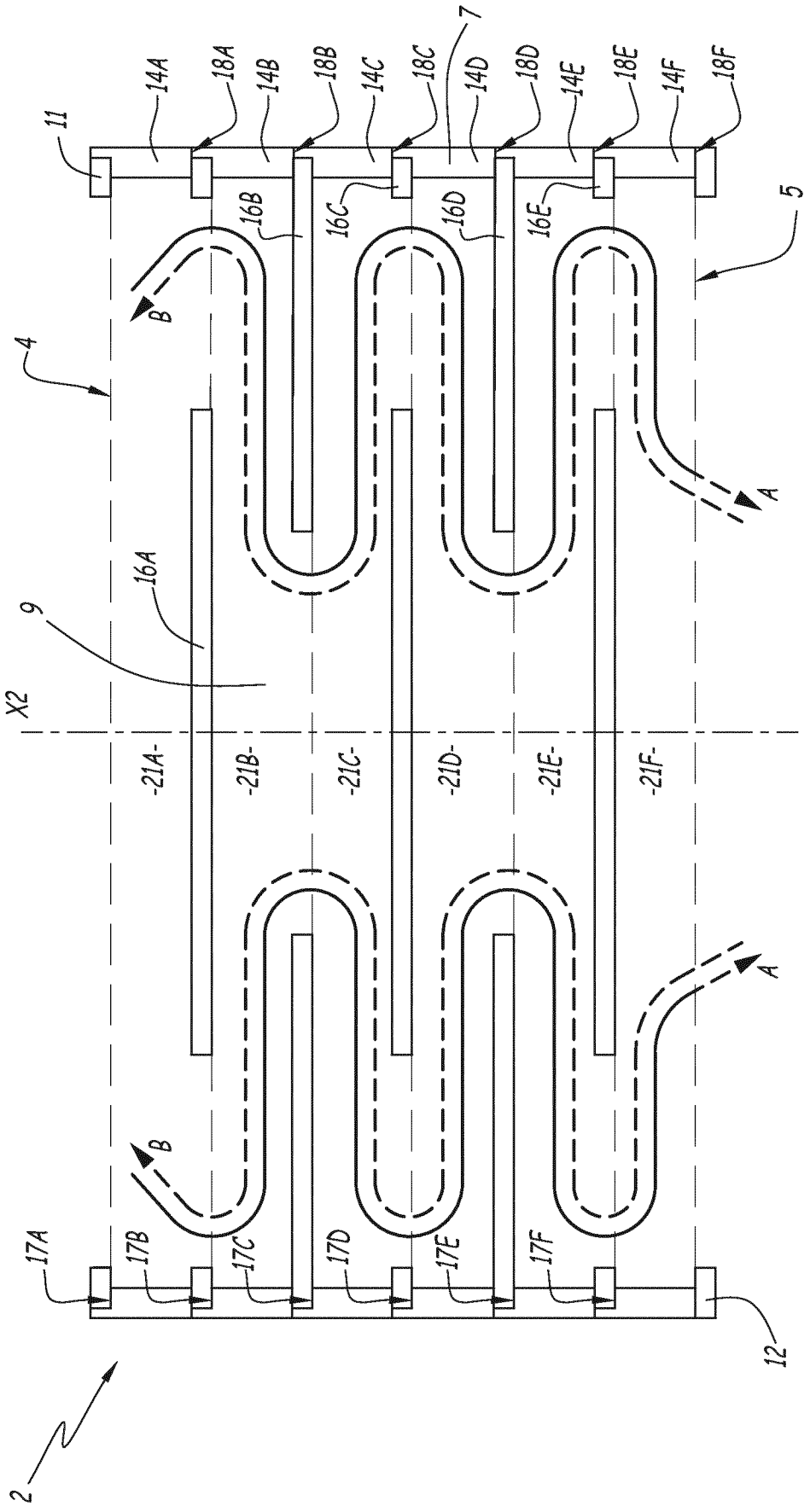

11
14A
18A
14B
18B
14C
18C
7
14D
18D
14E
18E
14F
18F
5
16B
16C
16D
16E
B
A
4
16A
9
X2
-21A-
-21B-
-21C-
-21D-
-21E-
-21F-
17A
17B
17C
17D
17E
17F
12
2

Fig.2

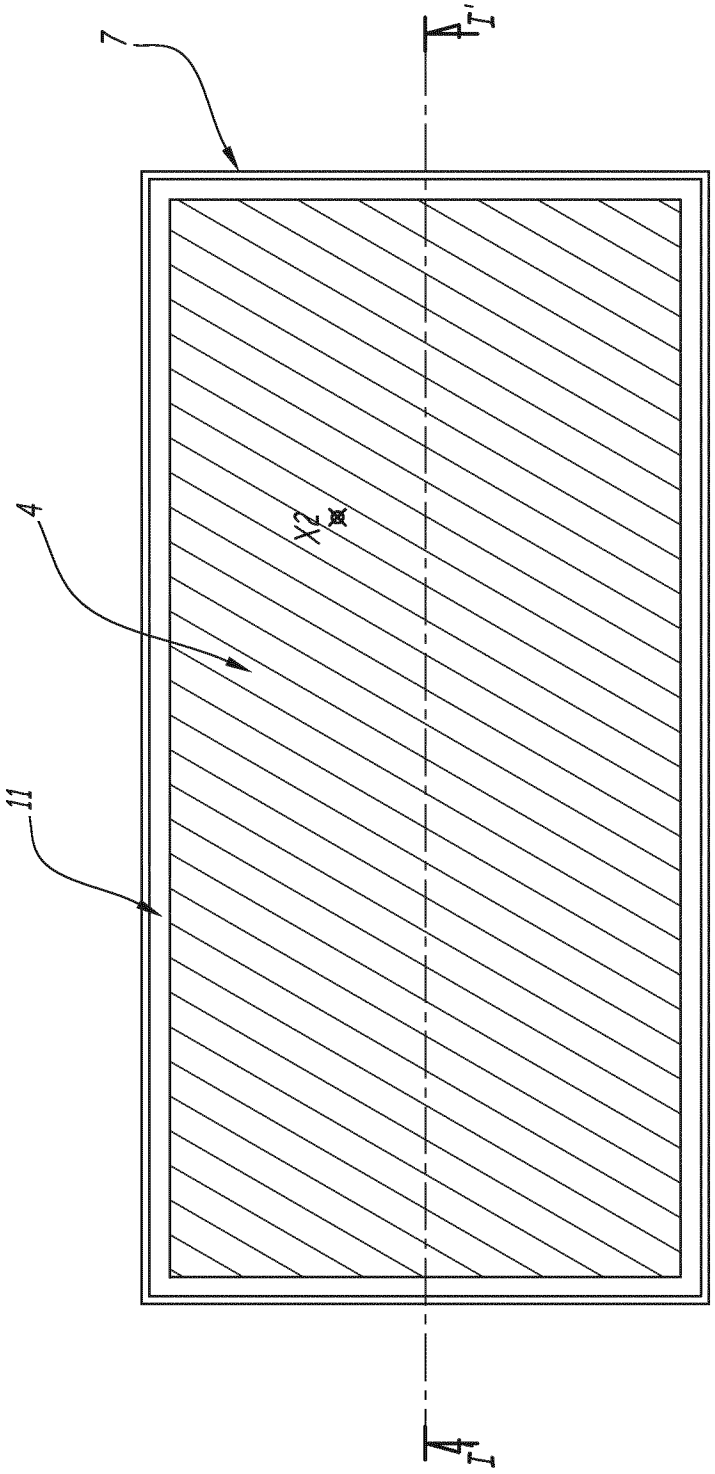


Fig.3

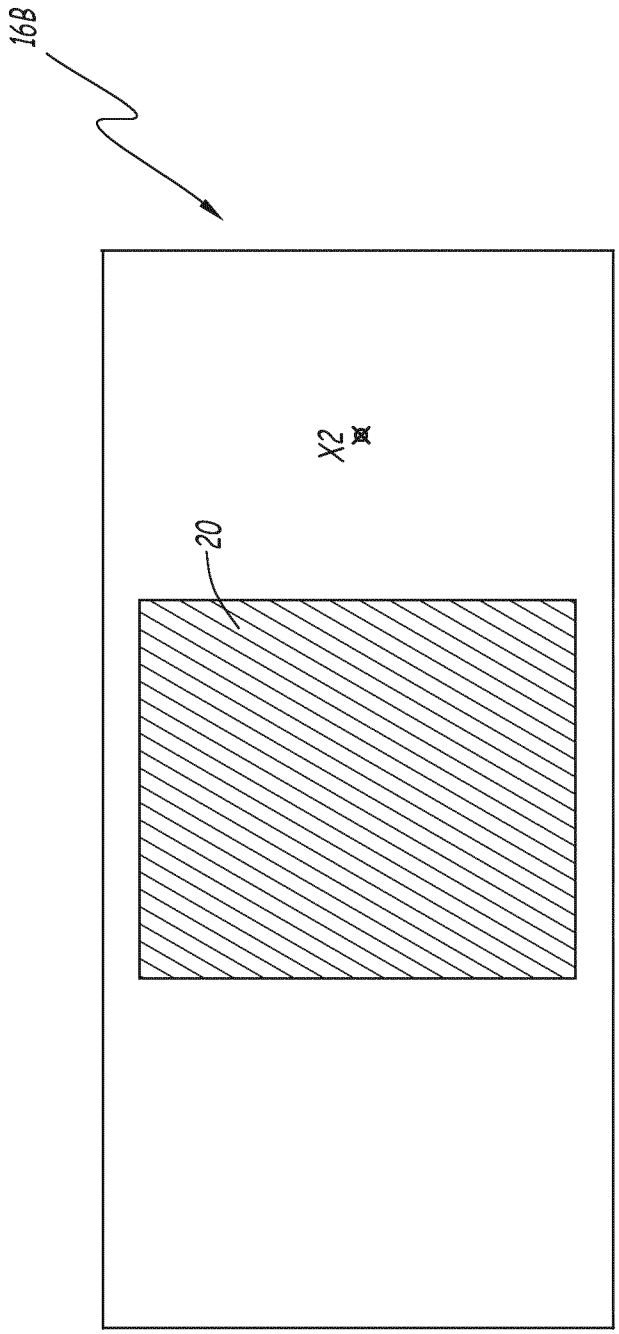


Fig.4

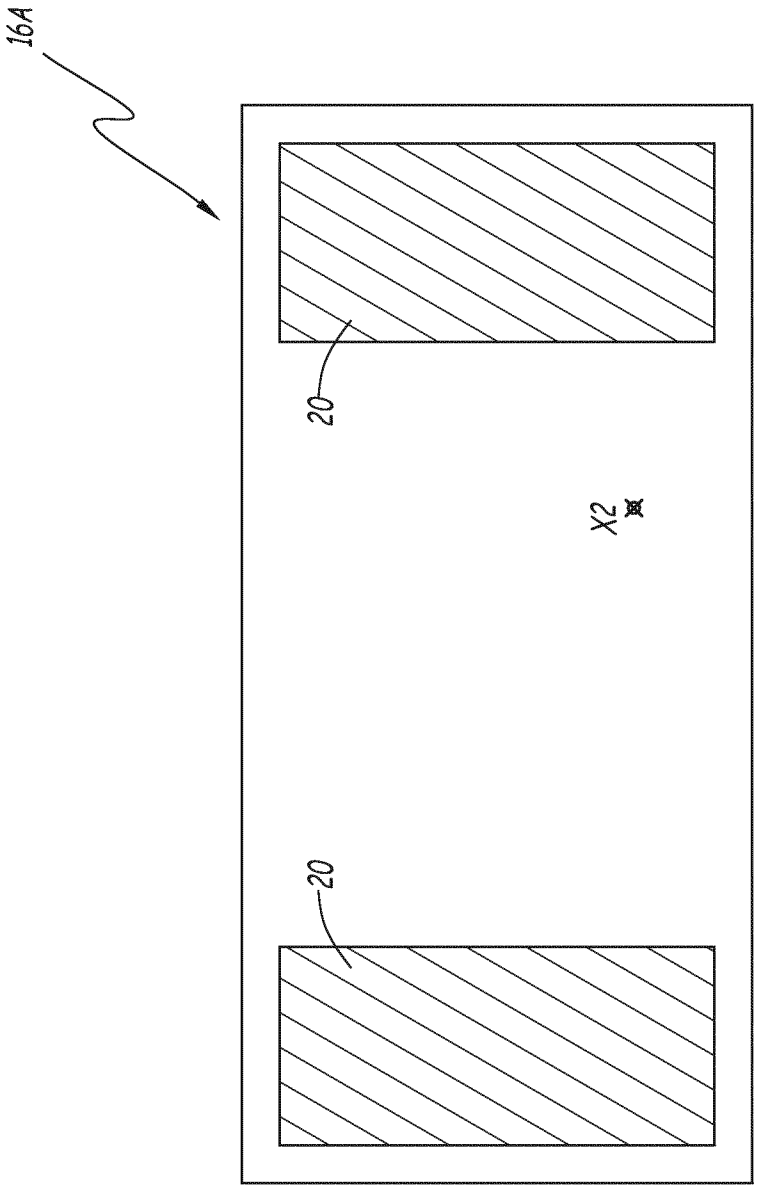


Fig.5

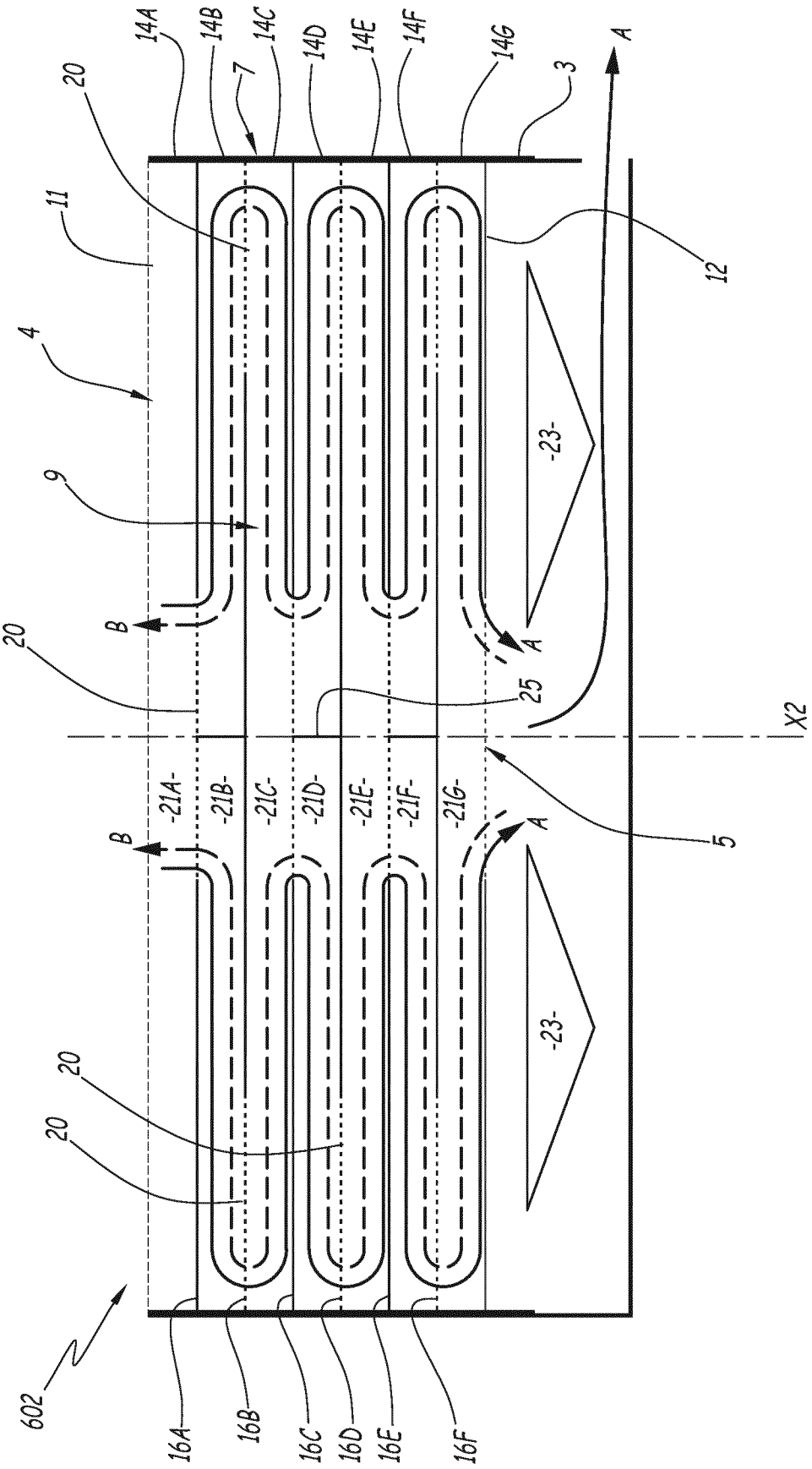

14A
14B
14C
14D
14E
14F
14G
7
3
A
20
11
12
4
9
B
-23-
A
20
25
X2
-21A-
-21B-
-21C-
-21D-
-21E-
-21F-
-21G-
B
A
5
-23-
20
20
602
16A
16B
16C
16D
16E
16F

Fig.6

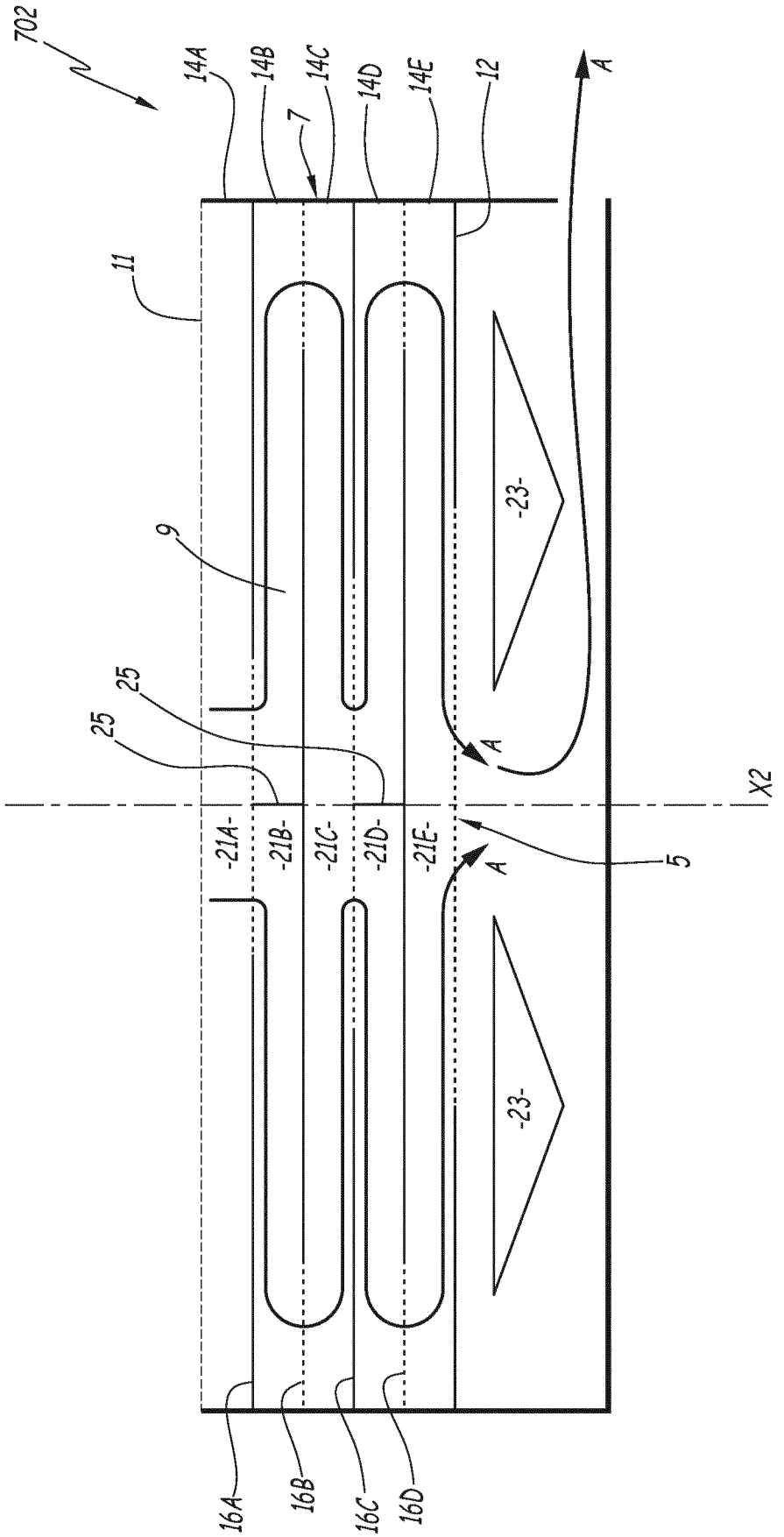

702
14A
14B
14C
14D
14E
12
7
A
11
9
25
25
-23-
A
X2
-21A-
-21B-
-21C-
-21D-
-21E-
A
5
-23-
16A
16B
16C
16D

Fig.7

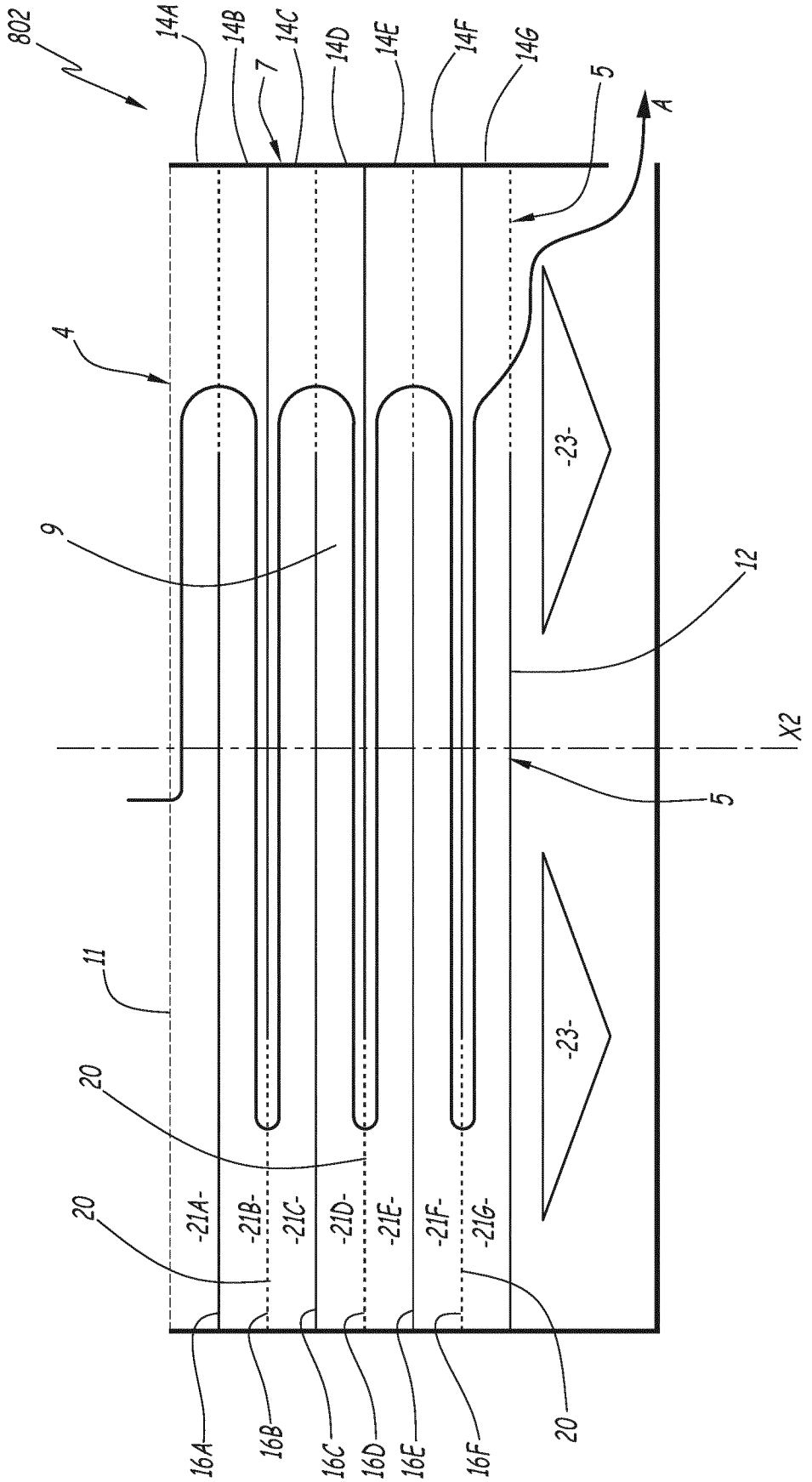

802
14A
14B
7
14C
14D
14E
14F
14G
5
A
4
9
-23-
12
X2
5
11
20
-21A-
-21B-
-21C-
-21D-
-21E-
-21F-
-21G-
-23-
20
20
16A
16B
16C
16D
16E
16F
20

Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/052349

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C02F1/28
ADD. C02F101/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C02F

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 552 043 A (NOORDHOFF SAMUEL P [US]) 3 September 1996 (1996-09-03) column 4, line 56 - column 6, line 44; figures 1,7	1-14
X	US 6 582 595 B1 (PEABODY ALEX S [US]) 24 June 2003 (2003-06-24) column 3, line 19 - column 5, line 30; figures 1, 2	1-14
X	US 130 316 A (ROBINSON A J) 6 August 1872 (1872-08-06) page 1; claims; figures 1,3,8	1-14
A	GB 2 473 872 A (STRIX LTD) 30 March 2011 (2011-03-30) the whole document	1-14

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 February 2017	06/03/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Liebig, Thomas

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/052349

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015/321927 A1 (MCWAYNE ERICK [US] ET AL) 12 November 2015 (2015-11-12) the whole document	1-14

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/052349

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5552043 A	03-09-1996	NONE	
US 6582595 B1	24-06-2003	NONE	
US 130316 A	06-08-1872	NONE	
GB 2473872 A	30-03-2011	GB 2473872 A	30-03-2011
		WO 2011036497 A1	31-03-2011
US 2015321927 A1	12-11-2015	US 2015321927 A1	12-11-2015
		WO 2015175428 A1	19-11-2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2017/052349

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. C02F1/28
ADD. C02F101/30

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
C02F

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 552 043 A (NOORDHOFF SAMUEL P [US]) 3 septembre 1996 (1996-09-03) colonne 4, ligne 56 - colonne 6, ligne 44; figures 1,7	1-14
X	US 6 582 595 B1 (PEABODY ALEX S [US]) 24 juin 2003 (2003-06-24) colonne 3, ligne 19 - colonne 5, ligne 30; figures 1, 2	1-14
X	US 130 316 A (ROBINSON A J) 6 août 1872 (1872-08-06) page 1; revendications; figures 1,3,8	1-14
A	GB 2 473 872 A (STRIX LTD) 30 mars 2011 (2011-03-30) le document en entier	1-14

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
24 février 2017	06/03/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Liebig, Thomas

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2017/052349

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2015/321927 A1 (MCWAYNE ERICK [US] ET AL) 12 novembre 2015 (2015-11-12) le document en entier -----	1-14

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2017/052349

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5552043 A	03-09-1996	AUCUN	
US 6582595 B1	24-06-2003	AUCUN	
US 130316 A	06-08-1872	AUCUN	
GB 2473872 A	30-03-2011	GB 2473872 A	30-03-2011
		WO 2011036497 A1	31-03-2011
US 2015321927 A1	12-11-2015	US 2015321927 A1	12-11-2015
		WO 2015175428 A1	19-11-2015