

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 20.12.17.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.06.19 Bulletin 19/25.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-
sment public — FR.

⑦② Inventeur(s) : CHATAING THIERRY et CHATAING
FLORIAN.

⑦③ Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-
sment public.

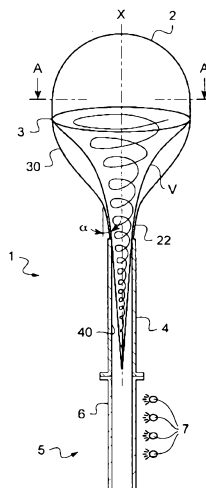
⑦④ Mandataire(s) : CABINET NONY.

⑤④ SYSTEME DE PURIFICATION ET/OU DE DESINFECTION D'EAU COMPRENANT DES MOYENS DE CREATION
ET DE MAINTIEN DE VORTEX ET DE TOURBILLONS EN SENS INVERSE DU VORTEX ET UN DISPOSITIF DE
BALAYAGE PHOTONIQUE EN AVAL DU VORTEX ET DES TOURBILLONS.

⑤⑦ L'invention concerne un système (1) de purification et/
ou de désinfection d'eau qui met en œuvre un mouvement
centripète par un vortex combiné à des tourbillons en sens
inverse pour polariser et concentrer les espèces d'oxygène
dissoute dans l'eau et ainsi favoriser la constitution d'un gra-
dient de concentration de charge positive à la paroi inté-
rieure d'un tube et négative dans la partie centrale de
l'écoulement.

Avantageusement, le système comprend en outre un
dispositif de traitement photonique (5) de l'eau comprenant :

- un deuxième tube (6), agencé dans le prolongement du
premier tube, le deuxième tube étant transparent au moins
à un rayonnement photonique ;
- une ou plusieurs diodes électroluminescentes (7)
agencée(s) à l'extérieur du deuxième tube, de sorte que le
rayonnement émis par la ou les diodes puisse balayer l'inté-
rieur du deuxième tube.



**SYSTEME DE PURIFICATION ET/OU DE DESINFECTION D'EAU
 COMPRENANT DES MOYENS DE CREATION ET DE MAINTIEN DE VORTEX
 ET DE TOURBILLONS EN SENS INVERSE DU VORTEX ET UN DISPOSITIF
 DE BALAYAGE PHOTONIQUE EN AVAL DU VORTEX ET DES
 5 TOURBILLONS**

Domaine technique

La présente invention concerne le domaine de la purification et/ou de la désinfection d'eau, susceptible de contenir des microorganismes et/ou des bactéries pathogènes.

10 Elle concerne plus particulièrement un système qui utilise l'effet de la force centripète et met donc en œuvre un moyen de création et de maintien de vortex combiné, de préférence à un traitement photonique pour réaliser la purification et/ou la désinfection de l'eau.

Art antérieur

15 Un des procédés de traitement utilisé pour la désinfection de l'eau utilise de l'ozone.

L'ozone présente des avantages par rapport au chlore : il ne reste pas présent dans l'eau et n'altère donc pas son goût, et ne provoque pas l'apparition de composés organochlorés, qui peuvent être cancérogènes.

20 L'ozone permet l'élimination de composés organiques nocifs, en particulier pesticides et herbicides.

Néanmoins, elle ne permet pas de détruire tous les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau, comme les parasites *Cryptosporidium*⁴⁰, *Giardia* et *Toxoplasma gondii*.

25 En outre, une désinfection de l'eau par l'ozone présente les inconvénients majeurs suivants:

- un coût supplémentaire des équipements de production d'ozone, comparés à celui mettant en œuvre d'autres méthodes ;
- l'impossibilité de stocker l'ozone sous forme gazeuse ou dissous dans l'eau
- 30 car il se dégrade très vite;
- la toxicité de l'ozone, qui nécessite des mesures de sécurités très strictes, avec notamment la détection d'ozone gazeux ambiant par un ozomètre fonctionnant à

l'ozone gazeux et qui est capable d'arrêter la production du générateur dès que le seuil de 0,3 ppm dans l'air est dépassé, l'utilisation d'un destructeur d'ozone résiduel, par voie thermique ou à catalyseur, voire de masques spécifiques pour la protection du personnel ;

- la consommation d'énergie due à la production d'ozone par décharge électrique.

La demande de brevet WO 2013/173857 A1 décrit un exemple de dispositif de purification et de stérilisation d'un liquide contaminé, comme l'eau, qui met en œuvre à la fois un rayonnement ultrasonore, un rayonnement ultraviolet et un traitement par de l'ozone gazeux, dans une enceinte de traitement.

De nombreux travaux utilisant le traitement photonique par rayonnement ultraviolet ont fait l'objet de brevets et d'application industrielle. On peut citer ici les demandes et brevet US5780860, US2015/0151014 et US2017/0000168. Ce traitement a pour inconvénient majeur d'être un traitement destructif car il détruit toutes les bactéries et microorganismes non pathogènes de l'eau traitée.

L'inconvénient majeur de l'ensemble des dispositifs selon l'état de l'art est qu'ils sont très coûteux. En effet, ils induisent une consommation d'énergie et une maintenance encore très importantes, ainsi qu'une conception et une réalisation compliquées.

Il existe donc un besoin d'améliorer les solutions de purification et/ou désinfection d'eau, notamment en vue de s'affranchir des inconvénients précités.

Le but de l'invention est de répondre au moins en partie à ce besoin.

Exposé de l'invention

Pour ce faire, l'invention concerne, sous l'un de ses aspects, un système de purification et/ou de désinfection d'eau, comprenant :

- un réservoir tampon, de symétrie de révolution autour d'un axe vertical (X), le réservoir comprenant au moins un orifice d'injection en eau à purifier et/ou désinfecter, et un orifice de sortie agencé en partie inférieure autour de l'axe de révolution du réservoir ;

- au moins un moyen pour créer et maintenir un vortex selon l'axe longitudinal X, le vortex générant un mouvement centripète du (des) liquide(s) allant de la périphérie du réservoir vers son centre sur au moins une partie de la hauteur de ce dernier; la forme et/ou le rapport entre dimensions du réservoir et/ou du moyen de création et de maintien du vortex est (sont) déterminé(s) à partir du nombre d'or ϕ ;

- un premier tube, d'axe confondu avec l'axe longitudinal X, agencé en dessous de l'orifice de sortie du réservoir, le premier tube comprenant au moins un moyen de génération de tourbillon, adapté pour créer, le long du premier tube et en périphérie extérieure du vortex, au moins un tourbillon dont le sens de rotation est inverse à celui de la circulation principale du vortex.

Selon un mode de réalisation avantageux, le système comprend en outre un dispositif de traitement photonique de l'eau comprenant :

- un deuxième tube agencé dans le prolongement du premier tube, le deuxième tube étant transparent au moins à un rayonnement photonique ;

- une ou plusieurs diodes électroluminescentes agencée(s) à l'extérieur du deuxième tube, de sorte que le rayonnement émis par la ou les diodes puisse balayer l'intérieur du deuxième tube.

Le dispositif de traitement photonique peut comprendre au moins une rangée de diodes électroluminescentes agencée le long du deuxième tube. Ce deuxième tube est de préférence en quartz.

Selon une variante avantageuse, les diodes électroluminescentes (LED) émettent une longueur d'onde comprise entre 490 nm et 570 nm. Ce spectre de longueur d'onde n'a jamais été utilisé pour le traitement photonique d'un liquide. L'utilisation de LED de plus faible puissance que les générateurs classiquement utilisés est rendue possible par la concentration et l'accélération du liquide traité par la mise en œuvre du vortex sur une épaisseur réduite.

Ainsi, la solution selon l'invention consiste à créer un mouvement centripète par le vortex combiné à des tourbillons en sens inverse pour polariser et concentrer les espèces d'oxygène dissoute dans l'eau et ainsi favoriser la constitution d'un gradient de concentration de charge positive à la paroi intérieure du tube et négative dans la partie centrale de l'écoulement.

La concentration à la paroi du tube en oxygène chargé positivement a une action de dégradation des microorganismes et/ou des bactéries pathogènes.

Autrement dit, selon l'invention, l'écoulement centripète de la masse d'eau principale contribue à son refroidissement et à son accélération. Plus froide donc plus dense, cette masse d'eau entraîne dans son sillage la couche d'eau périphérique plus légère.

La dynamique centripète par les tourbillons générés extrait l'oxygène de la masse d'eau principale, déplaçant les bactéries pathogènes vers la paroi intérieure du tube où elles sont éliminées par l'oxygène. On précise bien évidemment que le système selon l'invention permet la survie des bactéries et microorganismes non pathogènes pour l'être humain, car ils supportent un taux d'oxygène supérieur sans dégradation.

Par « mouvement centripète », il faut entendre ici et dans le cadre de l'invention, la définition donnée par l'auteur de la référence [2], à savoir un mouvement convergent, contractant, consolidant, créatif, favorable à l'intégration, constructif et réducteur de friction. Dans ce mouvement, le rayon de rotation diminue progressivement, engendrant une accélération qui intensifie le phénomène d'aspiration par succion et diminue la friction (accélération centripète).

De manière surprenante, l'inventeur a pensé mettre en œuvre une séparation centripète après lecture de la référence [1] pour purifier et/ou désinfecter l'eau.

Si certains ont déjà pensé à mettre en œuvre le principe de mouvement centripète, cela a été pour des problématiques différentes de la précipitation et la séparation de particules solides dissoutes dans un liquide.

En particulier, la demande de brevet CN103537211 concerne l'activation et la purification de l'eau contenant des molécules chimiques toxiques.

La demande de brevet CN103537220 divulgue quant à elle la génération d'émulsion homogène.

Dans la réalisation de l'invention, le respect du nombre d'or pour la forme et/ou le rapport des dimensions du réservoir vont contribuer à maintenir le mouvement centripète de manière optimale sur la hauteur du réservoir.

En complément du traitement de l'eau par le mouvement du vortex combiné aux tourbillons, la solution selon l'invention peut mettre avantageusement utiliser un balayage photonique de l'eau en sortie de vortex.

Comparativement aux dispositifs de purification et/ou désinfection selon l'état de l'art, le système selon l'invention présente une consommation d'énergie réduite, une maintenance réduite, une conception et une réalisation beaucoup plus simples qui permettent une réduction drastique des coûts d'investissement.

Le réservoir tampon du système selon l'invention peut avoir un diamètre de quelques dizaines de centimètres à quelques mètres et la hauteur totale du système peut être comprise entre 1 et quelques dizaines de mètres.

La capacité du système de séparation selon l'invention peut varier de quelques
 5 litres par heure, typiquement pour des applications domestiques, à plusieurs milliers de m^3/h , typiquement pour des applications industrielles.

Selon un mode de réalisation avantageux, le système comprend :

- un troisième tube, agencé coaxialement au premier tube, le premier tube étant suffisamment poreux pour laisser passer les gaz et l'eau ;
- 10 - au moins un orifice d'injection de sels naturels et/ou d'oxygène et/ou de dioxyde de carbone, dans l'espace entre les premier et troisième tubes.

Le premier tube est de préférence un tube fritté en cuivre ou un tube en mousse de cuivre.

Le système peut comprendre au moins un orifice de récupération de l'eau
 15 présente dans l'espace entre les premier et troisième tubes, l'orifice de récupération étant relié à un dispositif de contrôle de la qualité de l'eau.

Avantageusement, le moyen de création de tourbillons est un fil enroulé en hélice sur la paroi intérieure du premier tube, le pas de l'hélice du fil étant inverse à celui du vortex créé et déterminé à partir du nombre d'or ϕ . On peut aussi prévoir tous autres
 20 éléments à la surface de la paroi intérieure du premier tube, qui peuvent constituer des aubes directrices susceptibles de générer des tourbillons.

Selon une première variante avantageuse, la forme du réservoir est un ovoïde de dimensions déterminées à partir d'un pentagone régulier.

Selon une deuxième variante avantageuse, la forme du réservoir est une
 25 ellipsoïde de révolution, obtenue par rotation autour de l'axe vertical d'une ellipse, dite ellipse d'or, dont le rapport entre longueurs du grand axe et du petit axe est égal au nombre d'or.

Selon une troisième variante avantageuse, la forme du réservoir est une portion hémisphérique raccordée à une demi-ellipsoïde de révolution, l'ellipsoïde de révolution
 30 obtenue par rotation autour de l'axe vertical d'une ellipse, dite ellipse d'or, dont le rapport entre longueurs du grand axe et du petit axe est égal au nombre d'or.

Quatre alternatives distinctes peuvent être prévues pour la réalisation du moyen de création et de maintien du vortex. Ainsi, il peut s'agir d' :

- un moyen pour injecter le liquide chargé en particules dissoutes par un, de préférence deux orifices d'injection, de manière tangentielle au réservoir tampon;

5 - un cylindre monté fixe dans l'orifice d'injection, le cylindre comprenant une rainure enroulée en hélice circulaire ;

 - un arbre monté rotatif à la verticale selon l'axe du réservoir, l'arbre ayant une forme extérieure d'hélice tronconique dont sa projection sur un plan orthogonal à l'axe vertical est une spirale logarithmique, dite spirale d'or, avec un facteur de croissance égal
10 au nombre d'or ϕ . Dans cette alternative, l'extrémité libre de l'arbre rotatif est de préférence approximativement confondue avec le sommet inférieur du réservoir.

 - un arbre fixé à la verticale selon l'axe du réservoir, l'arbre ayant une forme intérieure d'hélice tronconique dont sa projection sur un plan orthogonal à l'axe vertical est une spirale logarithmique, dite spirale d'or, avec un facteur de croissance égal au nombre
15 d'or ϕ , l'orifice d'injection étant la plus grande section de l'hélice tronconique.

Selon une caractéristique avantageuse, l'orifice de sortie est conformé en tronc de cône dont convergent du haut vers le bas. De préférence, le demi-angle d'ouverture (α) du cône est compris entre 6 et 10°.

20 Tous les tubes mis en œuvre dans le système peuvent être des tubes cylindriques ou en forme de tronc de cône. Tous les tubes utilisés sont de préférence en cuivre, ou recouverts d'un revêtement en cuivre et/ou en argent.

En option et pour accroître l'efficacité du système, il est prévu en outre en amont du réservoir, un dispositif de réfrigération d'eau pour abaisser la température l'eau à purifier et/ou à désinfecter, de préférence entre 1 et 7°C, de préférence encore à 4°C.

25 En effet, les propriétés de l'eau au voisinage de 4 °C favorisent l'effet du vortex, car à cette température la densité de l'eau est maximale et la viscosité de l'eau est proche de son maximum, ce qui lui confère des propriétés de miscibilité remarquables. Conjugué avec une constante diélectrique élevée, cela permet aux substances dissoutes de se retrouver fréquemment sous forme d'ions et de favoriser ainsi la création des gradients
30 de concentration des ions entre les nappes d'eau de température différente.

Une autre spécificité de l'eau c'est sa capacité de constituer des agglomérats de molécules d'eau à basse température. Même si la couche électronique externe reste saturée,

les électrons ont tendance à migrer vers l'oxygène (O⁻⁻) délaissant l'hydrogène (H⁺). Ce déséquilibre électronique potentiel rend la molécule d'eau très affine pour de multiples substances qu'elle peut ainsi dissoudre.

En outre, le déséquilibre électronique a pour effet de rendre possible des
 5 liaisons entre l'atome d'hydrogène d'une molécule avec l'atome d'oxygène d'une autre molécule (liaison hydrogène). En réalité, une molécule d'eau s'entoure de quatre autres molécules constituant un tétraèdre dont les atomes d'oxygène occuperaient les sommets.

Cette liaison hydrogène, faible au regard de la liaison covalente, est suffisamment forte pour qu'aux basses températures, l'arrangement cristallin en tétraèdre
 10 soit permanent dans la glace et se maintiennent partiellement dans l'eau liquide.

À partir de 25 à 30° C, les liaisons hydrogène perdent grandement de leur efficacité, jusqu'à ne plus exister dans l'eau chaude ou bouillante et naturellement dans la vapeur.

Cette propriété remarquable permet à l'eau de se régénérer naturellement à
 15 basse température en expulsant les minéraux dissous en trop forte concentration grâce à l'effet vortex centripète, comme décrit dans la demande internationale déposée le 31 octobre 2017 sous le n° PCT/EP2017/077919.

Cela permet à l'eau également de se libérer plus facilement des polluants chimiques présents dans l'eau issue des rejets, comme décrit dans la demande
 20 CN103537220.

Le système peut comprendre en outre un dispositif de production de biophotons, agencé autour du deuxième tube.

L'invention a également pour objet l'utilisation d'un système décrit comme précédemment, pour réaliser la purification et/ou la désinfection d'eau impure.

25 Les avantages du système selon l'invention sont nombreux parmi lesquels on peut citer :

- une régénération énergétique et purification naturelle de l'eau utilisant les propriétés intrinsèques (physicochimiques) des gaz dissous ;

- solution de purification et/ou désinfection de l'eau qui est non destructrice et
 30 permet de conserver dans l'eau traitée les bactéries bénéfiques pour la santé et de convertir les bactéries pathogènes ;

- mise en œuvre à souhait, soit en semi continu pour purifier/désinfecter l'eau par petits volumes, ce qui est bien adapté à des petites quantités, soit en continu, ce qui est adapté à des productions de plus grandes capacités.

Description détaillée

5 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront mieux à la lecture de la description détaillée d'exemples de mise en œuvre de l'invention faite à titre illustratif et non limitatif en référence aux figures suivantes parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe longitudinale d'un premier exemple de système de purification et/ou de désinfection d'eau selon l'invention ;

10 - les figures 2 et 2A sont respectivement une vue en coupe longitudinale et une vue en coupe transversale selon A-A, montrant un premier mode de réalisation d'une partie amont du système selon l'invention qui permet la création et le maintien d'un vortex;

- la figure 3 est une vue en coupe longitudinale montrant un deuxième mode de réalisation d'une partie amont du système selon l'invention qui permet la création et le
15 maintien d'un vortex;

- la figure 3A est une vue de côté montrant le moyen de création et de maintien du vortex selon le mode de la figure 3;

- la figure 4 est une vue en coupe longitudinale montrant un troisième mode de réalisation d'une partie amont du système selon l'invention qui permet la création et le
20 maintien d'un vortex;

- la figure 5 est une vue en coupe longitudinale montrant une variante du réservoir et son orifice de sortie avec un moyen de création et de maintien du vortex selon la figure 4;

- la figure 6 est une vue en coupe longitudinale montrant un premier mode de
25 réalisation d'une partie aval du système selon l'invention qui permet la création et le maintien de tourbillons localisés et en rotation dans le sens inverse de celui du vortex;

- la figure 7 est une vue en coupe longitudinale montrant un deuxième mode de réalisation d'une partie aval du système selon l'invention qui permet la création et le maintien de tourbillons localisés et en rotation dans le sens inverse de celui du vortex ;

30 - la figure 8 est une vue schématique montrant une installation comprenant un un dispositif de séparation solides-eau selon la demande PCT/EP2017/077919 en amont d'un système de purification et/ou désinfection de l'eau selon l'invention.

On précise que les différents éléments selon l'invention sont représentés uniquement par souci de clarté et qu'ils ne sont pas à l'échelle.

Les termes « supérieur », « inférieur », « dessus » et « dessous », « haut » et « bas » sont à considérer en relation avec le réservoir tampon du système selon l'invention, en configuration avec l'orifice d'entrée de l'eau en haut et le tube de récupération de l'eau purifiée et/ou désinfectée en bas.

Les termes « amont » et « aval » sont à considérer en relation avec la circulation de l'eau dans un système selon l'invention.

Un système 1 de purification et/ou désinfection d'eau est illustré en figure 1.

Il comprend tout d'abord un réservoir tampon 2 de symétrie de révolution autour d'un axe vertical X. Dans le mode de réalisation illustré en figure 1, la forme du réservoir 2 est un ovoïde de dimensions déterminées à partir d'un pentagone régulier.

Le réservoir 2 est percé de deux orifices d'injection 20, 21, par lesquels l'eau à purifier et/ou à désinfecter, et d'un orifice de sortie 22 agencé en partie inférieure autour de l'axe de révolution X.

Dans les modes de réalisation illustrés, l'orifice de sortie 22 est conformé en tronc de cône dont convergent du haut vers le bas. De préférence, le demi-angle d'ouverture α du cône est compris entre 6 et 10°, typiquement égal à environ 8°.

Selon l'invention tout d'abord, un moyen 3 de création et maintien d'un vortex V génère un mouvement centripète de l'eau allant de la périphérie du réservoir 2 vers son centre sur au moins une partie de la hauteur de ce dernier.

Selon l'invention également, on conçoit le moyen 3 tel que sa forme et/ou le rapport entre ses dimensions est (sont) déterminé(s) à partir du nombre d'or ϕ .

Selon l'invention ensuite, la partie aval du système 1 comprend un tube 4 d'axe confondu avec l'axe longitudinal X, agencé en dessous de l'orifice de sortie 22 du réservoir, et à l'intérieur duquel est enroulé en hélice un fil 40 avec un pas variable le long de la paroi du tube 4, ce pas respectant donc le nombre d'or ϕ .

Le fil 40 a pour fonction de créer des tourbillons T locaux à différentes positions le long du tube 4 et qui tournent en sens inverse à la circulation principale du vortex V comme montré en figures 6 et 7.

Ainsi, le tube 4 avec son fil 40 permettent un premier traitement de purification et/ou désinfection de l'eau par gradient de concentration de l'oxygène positive à la paroi intérieure du tube.

Le fil 40 peut être en cuivre idéalement recouvert d'argent.

5 Un dispositif de traitement photonique 5 de l'eau est agencé en aval du tube 4.

Ce dispositif 5 comprend un tube 6 agencé dans le prolongement du tube 4.

Le tube 6 est transparent au rayonnement photonique. De préférence, ce tube 6 est en quartz.

10 Une pluralité de diodes électroluminescentes 7, de longueur d'onde dans le vert, i.e. comprise entre 490 et 570 nm, est agencé à l'extérieur et à proximité du tube 6. Le traitement photonique apporté par le dispositif 5 par rayonnement d'ondes de longueur d'onde de 490 nm à 570 nm permet de convertir, en bactéries non toxiques, les dernières bactéries pathogènes qui non pas été converties au préalable dans le tube 4. Les faisceaux émis par les diodes 7 balayent l'intégralité du volume intérieur du tube 6.

15 Plusieurs modes de réalisation différents peuvent être envisagés pour la réalisation de ce moyen de création et de maintien du vortex V.

Dans le mode illustré en figures 2 et 2A, le moyen 3 est un moyen d'injection de l'eau à purifier et/ou à désinfecter de manière tangentielle en partie supérieure du réservoir tampon 2.

20 Les orifices d'injection 20, 21 sont à cet effet réalisés sur l'un des diamètres supérieurs du réservoir et le vortex est généré tangentiellement à ce diamètre comme symbolisé par les flèches sur ces figures 2 et 2A.

25 Dans le mode illustré en figures 3 et 3A, le moyen est un cylindre 31 monté fixe dans l'orifice d'injection 20 selon l'axe de révolution X. Le cylindre 31 comprend une rainure 310 enroulée en hélice circulaire. Ainsi, ce cylindre 31 constitue en quelque sorte un injecteur qui permet la mise en rotation du liquide jusqu'à générer le vortex souhaité V.

Au lieu de solutions hydrauliques comme dans les modes précités, on peut envisager une solution mécanique pour créer et maintenir le vortex V.

30 Ainsi, dans le mode illustré en figures 4 et 5, le moyen est un arbre 32 monté rotatif à la verticale selon l'axe X du réservoir 2.

L'arbre 32 a une forme extérieure d'hélice tronconique dont sa projection sur un plan orthogonal à l'axe vertical est une spirale logarithmique, dite spirale d'or, avec un facteur de croissance égal au nombre d'or ϕ .

De préférence, l'extrémité libre 33 de l'arbre rotatif 32 est approximativement
5 confondue avec le sommet inférieur du réservoir.

Deux exemples de dimensionnement d'un arbre rotatif 32 sont donnés dans le tableau ci-dessous.

On précise que dans ce tableau, les valeurs des dimensions des différentes sections sont données du haut de l'arbre 32 vers le bas, selon la hauteur de son hélice H.

10 La position indique à quelle cote en hauteur est considérée chaque section.

La position de valeur nulle indiquant le sommet de l'hélice de l'arbre rotatif.

On précise également que la hauteur de l'hélice est environ égale à 435,5 mm pour l'exemple 1, tandis qu'elle est de l'ordre de 609,6mm pour l'exemple 2.

TABLEAU

Exemples de dimensionnement de l'arbre rotatif 32	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Position (mm)
Exemple 1	15,00	9,27	0
	9,27	5,73	166,3
	5,73	3,54	269,1
	3,54	2,19	332,6
	2,19	1,35	371,9
	1,35	0,84	396,2
	0,84	0,52	411,2
Exemple 2	21,00	13,00	0
	13,00	8,00	232,9
	8,00	5,00	376,9
	5,00	3,00	465,7
	3,00	1,85	520,7
	1,85	1,15	554,7
	1,15	0,71	575,7

15

Les figures 6 et 7 montrent un mode de réalisation avantageux selon lequel un troisième tube 8 agencé coaxialement au tube 4.

Le tube 4 est ici suffisamment poreux pour laisser passer les gaz et l'eau.

Dans ce mode de réalisation, le tube 4 est de préférence un tube fritté en cuivre ou en mousse de cuivre, de préférence avec une porosité faible. Son épaisseur dépend de la porosité et de l'application visée. La longueur et le diamètre du tube 4 sont définis en fonction du débit d'eau à traiter ainsi que du taux de purification et/ou désinfection requis.

- 5 La porosité du tube 4 permet également de favoriser le gradient de concentration en oxygène le long de la paroi.

Le tube extérieur 8 peut être en cuivre, aluminium, acier inox et de préférence recouvert d'un dépôt d'argent ou de cuivre.

- 10 Selon ce mode, il est prévu au moins un orifice d'injection 9 de sels naturels et/ou d'oxygène et/ou de dioxyde de carbone, dans l'espace entre les tubes coaxiaux 4, 8.

On peut prévoir également qu'un même orifice 9 ou un autre permette de faire des prélèvements pour l'analyse de l'eau et ainsi d'ajuster éventuellement la composition de l'eau en sel dissous et la teneur en O_2 et/ou en CO_2 .

- 15 Ces tubes coaxiaux 4, 8 peuvent être cylindriques (figure 6) ou tronconique (figure 7). Des tubes tronconiques permettent d'accroître le phénomène de vortex vers le bas et favorisent ainsi la purification et/ou la désinfection de l'eau.

Pour assurer la coaxialité entre les deux tubes 4, 8, on peut prévoir un fil 80 enroulé également en hélice avec le diamètre et pas variable d'enroulement que le fil 40. Ce fil 80 peut également être en cuivre.

- 20 Pour garantir la continuité ainsi que l'étanchéité entre le tube intérieur 4 et le tube du dessous 6 du traitement photonique 5, on peut conformer l'extrémité inférieure du tube 4 avec un épaulement 41 qui se loge à l'intérieur d'une bride 81 du tube coaxial 8.

- 25 Une contre-bride 71 équipée d'un joint torique 10 vient se fixer à la bride 81 autour des épaulements en bout-à-bout des tubes 4, 6 pour assurer l'étanchéité. D'autres solutions de bride peuvent être utilisées, par exemples des brides tournantes.

Dans le cadre de l'invention, l'eau qui est traitée par le système 1 selon l'invention qui vient d'être décrit, nécessite un traitement préalable de séparation des particules en suspension, ou autrement dit d'une filtration.

- 30 Différentes solutions techniques qui existent dans le commerce peuvent être envisagées.

Une solution avantageuse pour enlever les particules solides en suspension dans l'eau à purifier et/ou désinfecter consiste à réaliser une précipitation et séparation par

mise en œuvre d'un vortex centripète comme décrit dans la demande internationale déposée le 31 octobre 2017 sous le n° PCT/EP2017/077919.

Une installation complète mettant en série un dispositif de précipitation et de séparation 11 selon l'enseignement de cette demande, et en aval, un système selon l'invention est illustrée en figure 8.

Le dispositif de précipitation et de séparation comprend ainsi un réservoir 2 similaire à celui du dispositif 1 selon l'invention et est également percé de deux orifices d'injection par lesquels l'eau impure chargée éventuellement en particules solides peut être injectée, et d'un orifice de sortie 22 agencé en partie inférieure autour de l'axe de révolution X1.

Le vortex V1 au sein du réservoir 2 amont est également réalisé de manière similaire au vortex V.

En sortie de vortex V1, un tube de collecte 12 est agencé en dessous de l'orifice de sortie 22 du réservoir amont 2 pour collecter par gravité les particules solides concentrés vers l'intérieur du vortex V1.

De préférence, un événement avec une vanne d'isolement 12 est prévu en partie supérieure du réservoir tampon 2 pour évacuer les gaz présents. Cela peut permettre notamment d'évacuer les gaz présents initialement dans l'eau chargée en particules solides sous forme dissoute.

Le dispositif de précipitation et séparation 11 comprend enfin une enveloppe de confinement 13 agencée autour de l'orifice de sortie 22 et du tube de collecte 12. Cette enveloppe 13 définit ainsi un volume intérieur dans lequel l'eau à purifier/désinfecter initialement chargée en particules est confiné en vue d'être évacué par le tube de collecte 12.

Ainsi, comme montré en figure 8, l'enveloppe 13 comprend un ou des orifices d'évacuation 14, 15, agencé(s) en partie inférieure. L'eau restante à purifier/désinfecter, chargée éventuellement de particules encore sous forme dissoute peut être ainsi évacué en continu de l'enveloppe 13.

Les deux orifices d'évacuation 14, 15 du dispositif amont 11 qui permettent d'évacuer l'eau à purifier/désinfecter et qui sont agencés en partie inférieure de

l'enveloppe de confinement 13, forment des piquages reliés chacun à un des orifices d'injection 20, 21 du réservoir tampon 2 du système 1 selon l'invention, en aval.

5 Sur chaque ligne reliant un piquage 14, 15 du dispositif 11 de précipitation et séparation, à un orifice d'injection 20, 21 du système 1 en aval, est agencée une vanne de régulation de débit 16.

Deux vannes de purge 17, 18 formant un sas étanche sont agencées sur le tube de collecte 12 du dispositif amont 11 pour évacuer les particules solides collectées les plus denses.

10 D'autres variantes et améliorations peuvent être apportées sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

Ainsi, en lieu et place d'un fil enroulé en hélice selon un pas variable respectant le nombre d'or, on peut envisager tout autre élément qui va constituer une aube locale et permettre de créer un tourbillon localisé T en rotation en sens inverse de celui du vortex.

15 L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits ; on peut notamment combiner entre elles des caractéristiques des exemples illustrés au sein de variantes non illustrées.

Référence citée

[1]: Alick Bartholomew, « *Le génie de Viktor Schaubberger : et si la pénurie d'eau et d'énergie était un faux problème ?* », éditions Trédaniel / Le courrier du livre, 2014 (1^{re} éd.

5 2008 (ISBN 2-7029-0542-0).

REVENDEICATIONS

1. Système (1) de purification et/ou de désinfection d'eau, comprenant :

- un réservoir tampon (2), de symétrie de révolution autour d'un axe vertical (X), le réservoir comprenant au moins un orifice d'injection (20, 21) en eau à purifier et/ou désinfecter, et un orifice de sortie (22) agencé en partie inférieure autour de l'axe de révolution du réservoir ;

- au moins un moyen (3) pour créer et maintenir un vortex selon l'axe longitudinal X, le vortex générant un mouvement centripète du (des) liquide(s) allant de la périphérie du réservoir vers son centre sur au moins une partie de la hauteur de ce dernier; la forme et/ou le rapport entre dimensions du réservoir et/ou du moyen de création et de maintien du vortex est (sont) déterminé(s) à partir du nombre d'or φ ;

- un premier tube (4), d'axe confondu avec l'axe longitudinal X, agencé en dessous de l'orifice de sortie du réservoir, le premier tube comprenant au moins un moyen de génération de tourbillon (40), adapté pour créer, le long du premier tube et en périphérie extérieure du vortex, au moins un tourbillon dont le sens de rotation est inverse à celui de la circulation principale du vortex.

2. Système (1) selon la revendication 1, comprenant en outre un dispositif de traitement photonique (5) de l'eau comprenant :

- un deuxième tube (6), agencé dans le prolongement du premier tube, le deuxième tube étant transparent au moins à un rayonnement photonique ;

- une ou plusieurs diodes électroluminescentes (7) agencée(s) à l'extérieur du deuxième tube, de sorte que le rayonnement émis par la ou les diodes puisse balayer l'intérieur du deuxième tube.

3. Système (1) selon la revendication 2, comprenant au moins une rangée de diodes électroluminescentes (7) agencée le long du deuxième tube.

4. Système (1) selon la revendication 2 ou 3, le deuxième tube étant en quartz.

5. Système (1) selon l'une des revendications 2 à 4, les diodes électroluminescentes (7) émettant une longueur d'onde comprise entre 490 nm et 570 nm.

6. Système (1) selon l'une des revendications précédentes, comprenant :

- un troisième tube (8), agencé coaxialement au premier tube, le premier tube étant suffisamment poreux pour laisser passer les gaz et l'eau ;

- au moins un orifice d'injection (9) de sels naturels et/ou d'oxygène et/ou de dioxyde de carbone, dans l'espace entre les premier et troisième tubes.

7. Système selon la revendication 6, le premier tube étant un tube fritté en cuivre ou un tube en mousse de cuivre.

5 8. Système (1) selon l'une des revendications 6 ou 7, comprenant au moins un orifice de récupération (9) de l'eau présente dans l'espace entre les premier et troisième tubes, l'orifice de récupération étant relié à un dispositif de contrôle de la qualité de l'eau.

9. Système (1) selon l'une des revendications précédentes, le moyen de création de tourbillons étant un fil (40) enroulé en hélice sur la paroi intérieure du premier tube, le
10 pas de l'hélice du fil étant inverse à celui du vortex créé et déterminé à partir du nombre d'or ϕ .

10. Système (1) selon l'une des revendications précédentes, la forme du réservoir étant un ovoïde de dimensions déterminées à partir d'un pentagone régulier.

11. Système (1) selon l'une des revendications 1 à 9, la forme du réservoir étant
15 une ellipsoïde de révolution, obtenue par rotation autour de l'axe vertical d'une ellipse, dite ellipse d'or, dont le rapport entre longueurs du grand axe et du petit axe est égal au nombre d'or.

12. Système (1) selon l'une des revendications 1 à 9, la forme du réservoir étant une portion hémisphérique raccordée à une demi-ellipsoïde de révolution, l'ellipsoïde de
20 révolution obtenue par rotation autour de l'axe vertical d'une ellipse, dite ellipse d'or, dont le rapport entre longueurs du grand axe et du petit axe est égal au nombre d'or.

13. Système (1) selon l'une des revendications précédentes, le moyen de création et de maintien du vortex étant un moyen (30) pour injecter le liquide chargé en
25 particules dissoutes par un, de préférence deux orifices d'injection, de manière tangentielle au réservoir tampon.

14. Système (1) selon l'une des revendications 1 à 12, le moyen de création et de maintien du vortex étant un cylindre (31) monté fixe dans l'orifice d'injection (20), le cylindre comprenant une rainure (310) enroulée en hélice circulaire.

15. Système (1) selon l'une des revendications 1 à 12, le moyen de création et
30 de maintien du vortex étant un arbre (32) monté rotatif à la verticale selon l'axe du réservoir, l'arbre ayant une forme extérieure d'hélice tronconique dont sa projection sur un

plan orthogonal à l'axe vertical est une spirale logarithmique, dite spirale d'or, avec un facteur de croissance égal au nombre d'or ϕ .

16. Système (1) selon la revendication 15, l'extrémité libre (33) de l'arbre rotatif étant approximativement confondue avec le sommet inférieur du réservoir.

5 17. Système (1) selon l'une des revendications 1 à 12, le moyen de création et de maintien du vortex étant un arbre fixé à la verticale selon l'axe du réservoir, l'arbre ayant une forme intérieure d'hélice tronconique dont sa projection sur un plan orthogonal à l'axe vertical est une spirale logarithmique, dite spirale d'or, avec un facteur de croissance égal au nombre d'or ϕ , l'orifice d'injection étant la plus grande section de l'hélice tronconique.

10 18. Système (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'orifice de sortie (22) étant conformé en tronc de cône dont convergent du haut vers le bas.

19. Système (1) selon la revendication 18, le demi-angle d'ouverture (α) du cône étant compris entre 6 et 10°.

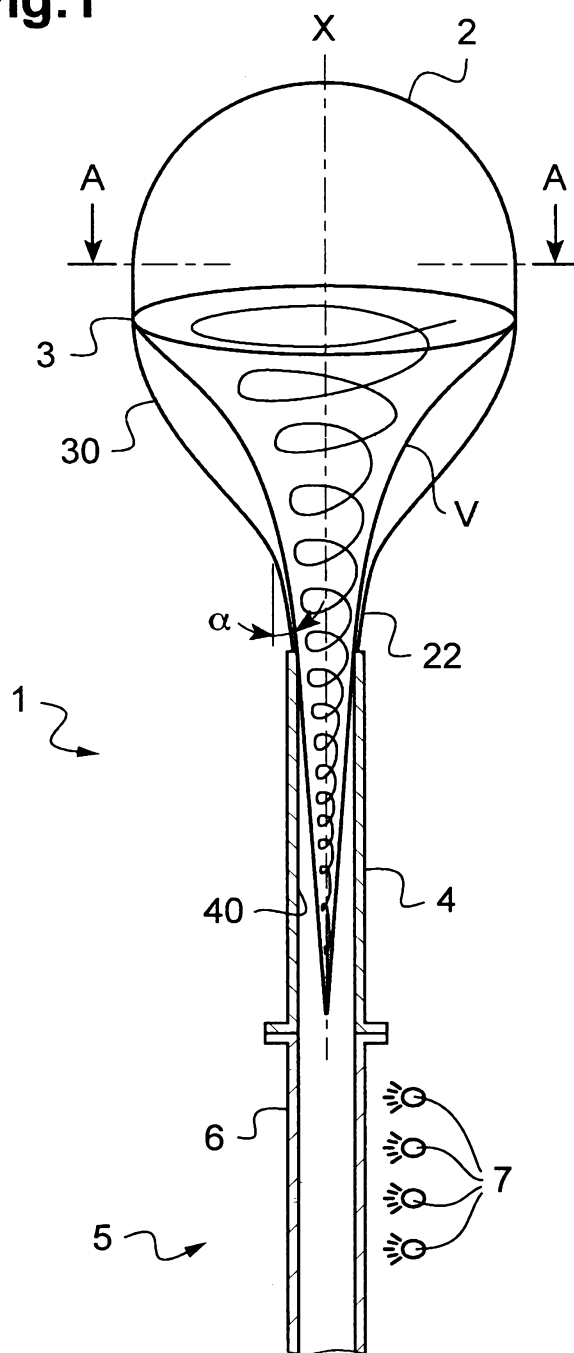
15 20. Système (1) selon l'une des revendications précédentes, les tubes étant des tubes cylindriques ou en forme de tronc de cône.

21. Système (1) selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre en amont du réservoir, un dispositif de réfrigération d'eau pour abaisser la température l'eau à purifier et/ou à désinfecter, de préférence entre 1 et 7°C.

20 22. Système (1) selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre un dispositif de production de biophotons, agencé autour du deuxième tube.

23. Utilisation d'un système selon l'une des revendications précédentes, pour réaliser la purification et/ou la désinfection d'eau impure.

Fig.1



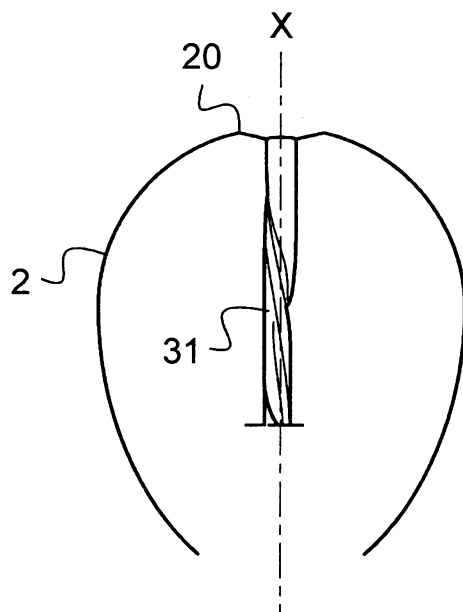
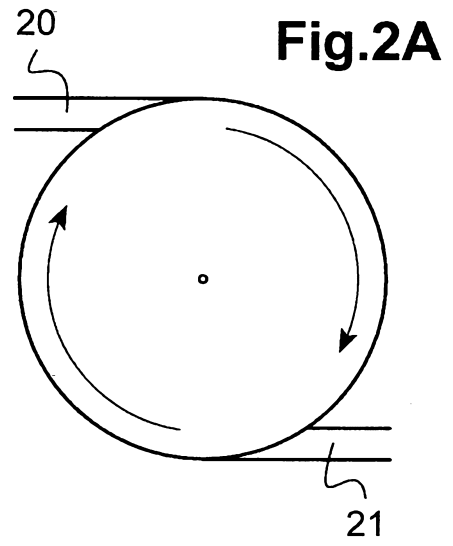
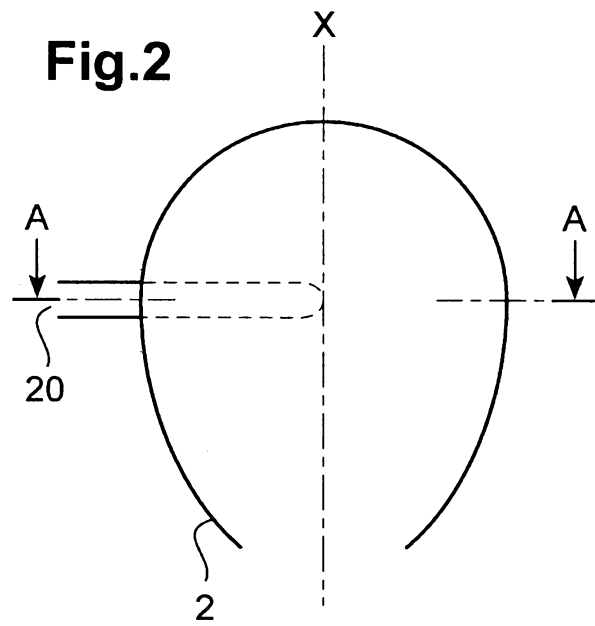


Fig.3

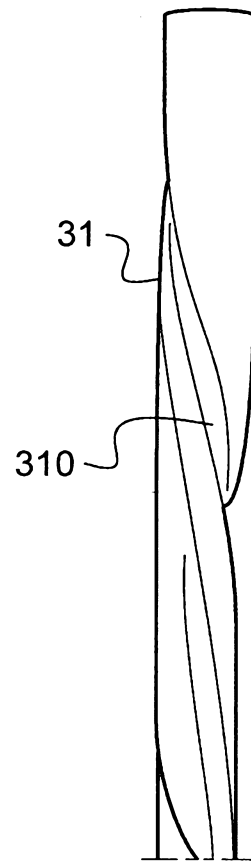


Fig.3A

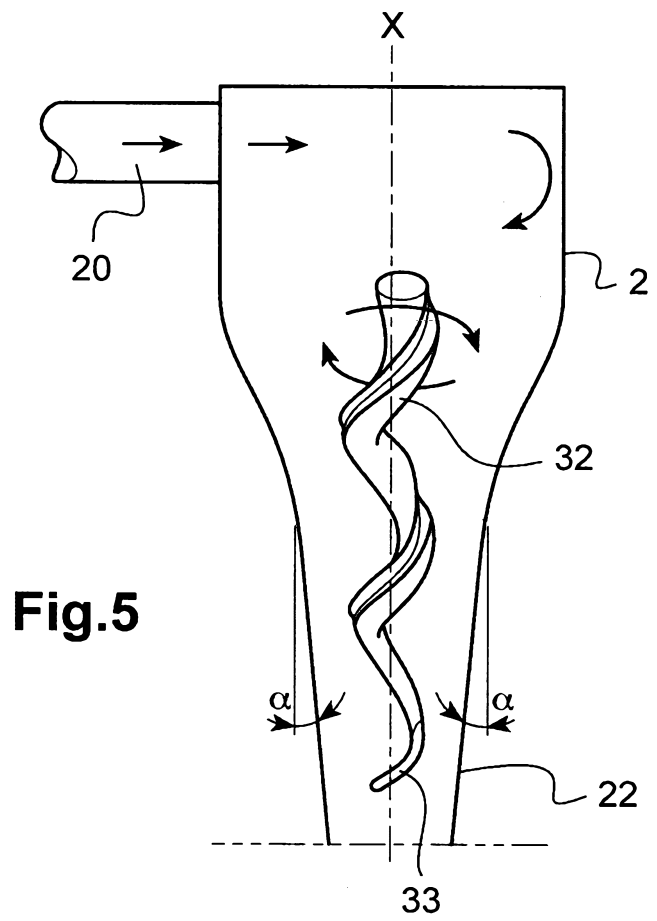
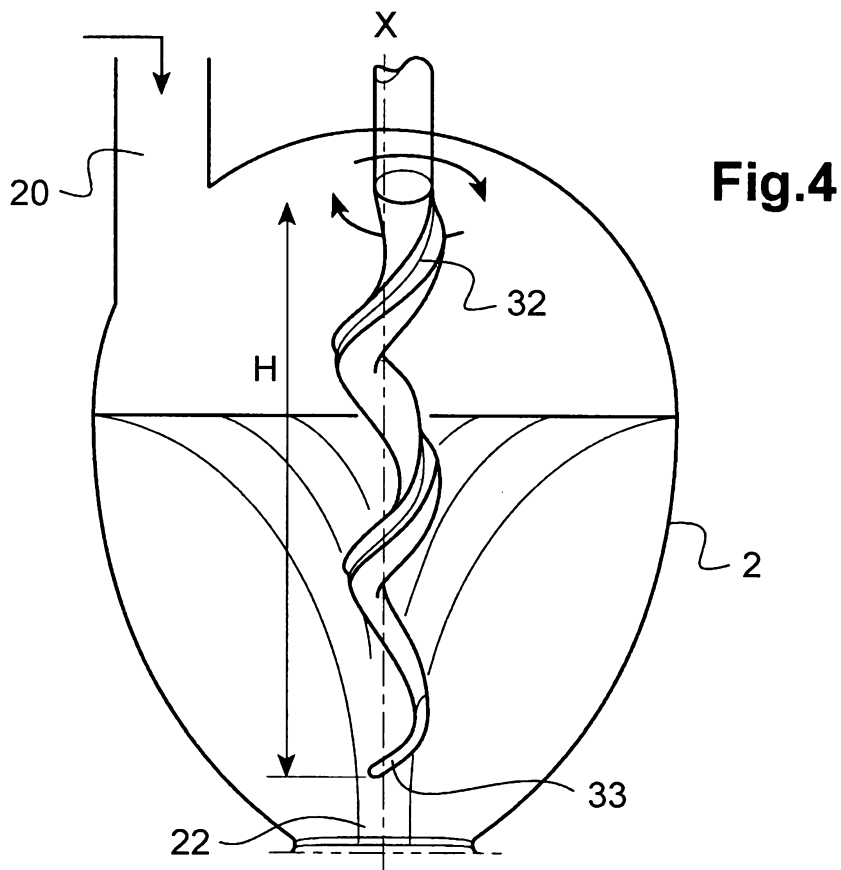
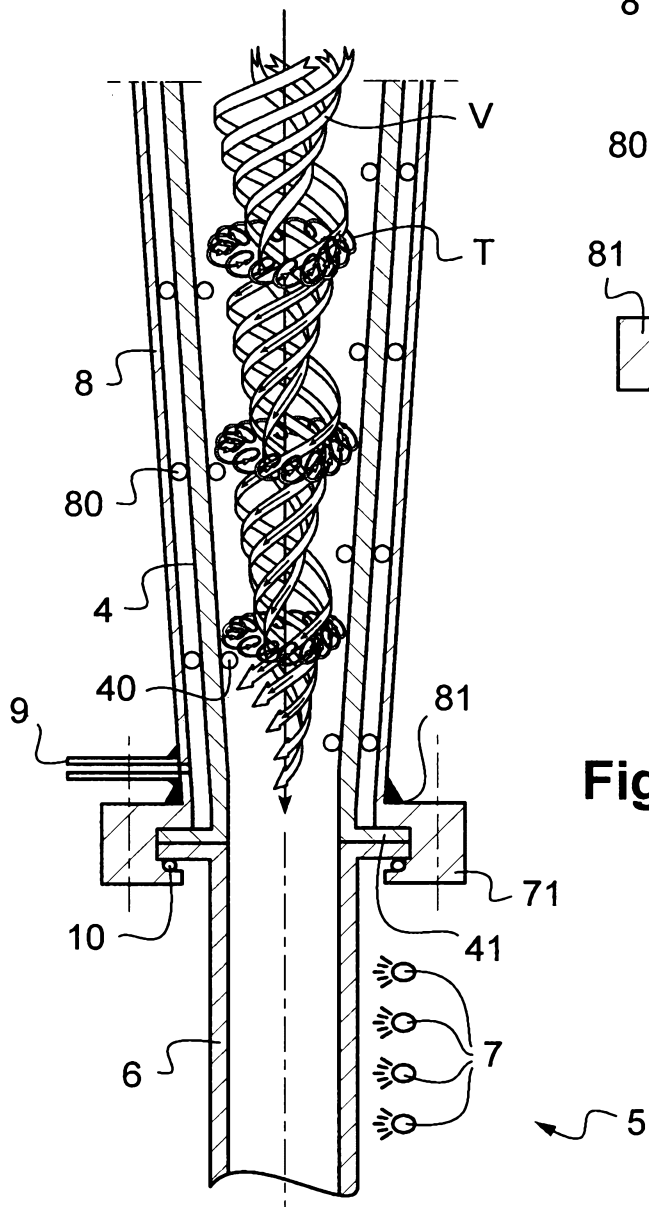
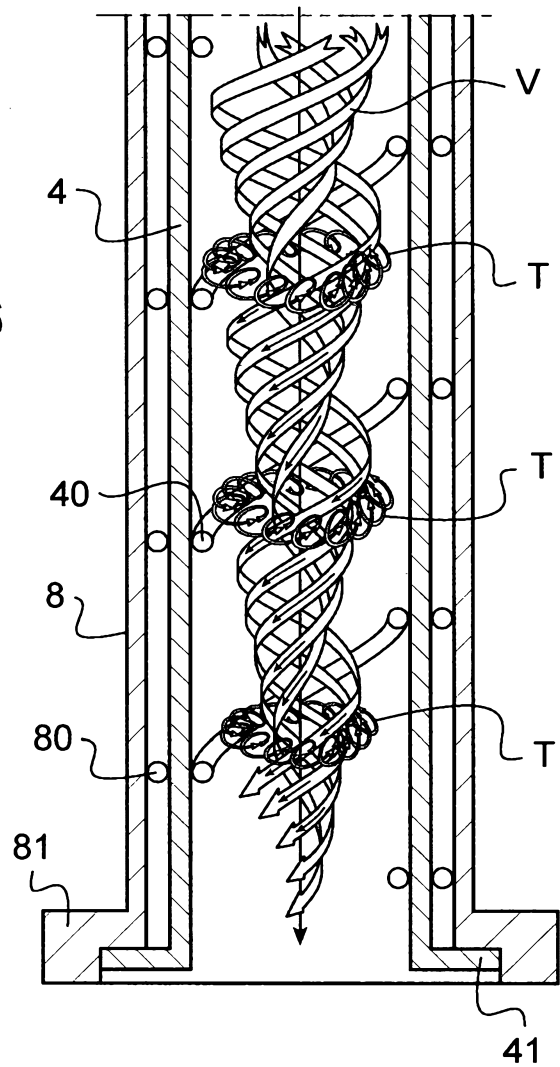


Fig.6



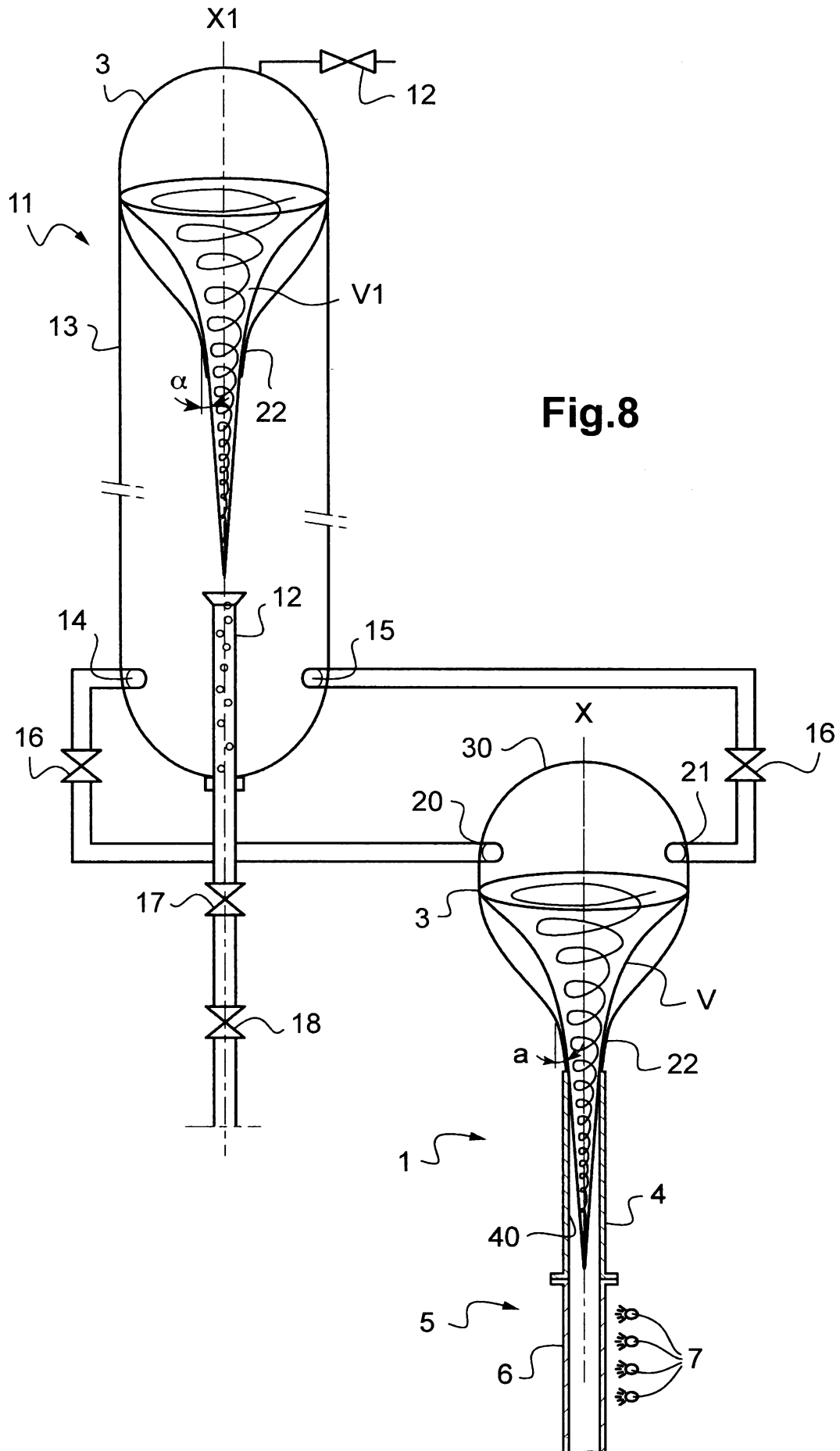


Fig.8

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 848248
FR 1762589

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 10 2016 106843 A1 (EXRIT AG [CH]) 19 octobre 2017 (2017-10-19) * alinéas [0035] - [0046]; figures 1,3,5 *	1-23	C02F1/00 C02F1/30
A	DE 20 2006 001589 U1 (LANGE CHRISTIAN [DE]) 24 mai 2006 (2006-05-24) * alinéa [0036]; figure 4 *	1-23	
A	DE 20 2004 012440 U1 (ALTHOFF KLAUS [DE]) 19 mai 2005 (2005-05-19) * alinéa [0010] *	1-23	
A	DE 20 2006 000736 U1 (LANGE CHRISTIAN [DE]) 23 mars 2006 (2006-03-23) * alinéa [0030]; figure 5 *	1-23	
A	DE 20 2010 010939 U1 (POWER WATER SYSTEMS AG & CO KG [DE]) 11 novembre 2010 (2010-11-11) * alinéas [0013], [0014], [0017], [0019], [0031], [0040] - [0042], [0049], [0053]; figures 1, 3 *	1-23	
A	DE 20 2011 005559 U1 (LANGE CHRISTIAN [DE]) 7 octobre 2011 (2011-10-07) * alinéa [0036]; figure 1 *	1-23	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) C02F B04C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 juillet 2018		Wolf, Gundula	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1762589 FA 848248**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **27-07-2018**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102016106843 A1	19-10-2017	AUCUN	
DE 202006001589 U1	24-05-2006	AUCUN	
DE 202004012440 U1	19-05-2005	AUCUN	
DE 202006000736 U1	23-03-2006	AUCUN	
DE 202010010939 U1	11-11-2010	DE 202010010939 U1 WO 2012016681 A1	11-11-2010 09-02-2012
DE 202011005559 U1	07-10-2011	AUCUN	