

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 083 223

21 N° d'enregistrement national : 18 55808

51 Int Cl⁸ : C 02 F 1/32 (2018.01)

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 27.06.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 03.01.20 Bulletin 20/01.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension : Polynésie-Fr

71 Demandeur(s) : THOMAS ZUNINO INNOVATION
CONSEIL Société par actions simplifiée — FR.

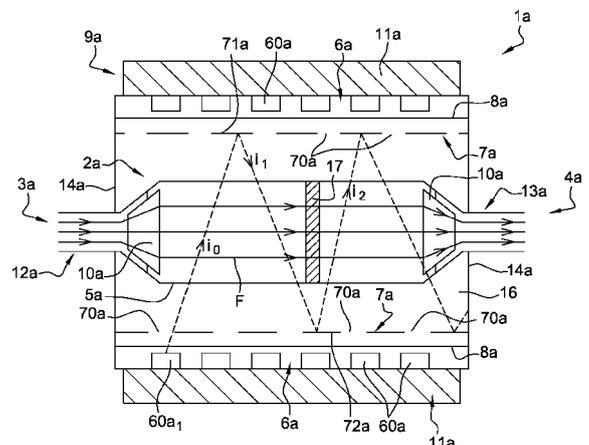
72 Inventeur(s) : ZUNINO THOMAS.

73 Titulaire(s) : THOMAS ZUNINO INNOVATION
CONSEIL Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : LEXANDO & CARACTEQ.

54 SYSTEME DE DESINFECTION ET DE TRAITEMENT D'EAU PAR IRRADIATION ULTRAVIOLETTE.

57 L'invention porte principalement sur un système de désinfection (1a) d'eau par irradiation ultraviolette, comprenant au moins un moyen de circulation d'eau (2a) comportant au moins une entrée d'eau à désinfecter (3a), au moins un conduit transparent de circulation d'eau (5a) et au moins une sortie d'eau désinfectée (4a), le système de désinfection comprenant en outre des moyens d'irradiation ultraviolette (6a) de l'eau circulant dans le conduit (5a), et une pièce réfléchissante (7a) en matériau adapté pour réfléchir à l'intérieur dudit conduit (5a) les radiations ultraviolettes émises par les moyens d'irradiation (6a), caractérisé en ce que la pièce réfléchissante (7a) comprend au moins une première portion (71a) en regard des radiations ultraviolettes incidentes ($i_{>0}$) et au moins une deuxième portion (72a) en regard des radiations ultraviolettes réfléchies ($i_{>1}$) par la première portion de la pièce réfléchissante (7a).



FR 3 083 223 - A1



"SYSTÈME DE DÉSINFECTION ET DE TRAITEMENT D'EAU PAR IRRADIATION ULTRAVIOLETTE"

Domaine de l'invention

[0001] L'invention s'inscrit dans le domaine du traitement de l'eau et plus précisément dans le domaine de la désinfection de l'eau.

[0002] L'invention porte plus particulièrement sur un système de désinfection de l'eau par irradiation ultraviolette.

Art antérieur

[0003] Il est bien connu, par exemple du document EP3006406, un système de purification de l'eau par irradiation ultraviolette, comprenant un boîtier parallélépipédique dans lequel sont logées des diodes électroluminescentes ultraviolettes dites LEDs UV, et un tube en quartz formant conduit de circulation de l'eau à traiter, les LEDs UV étant disposées sur une même face latérale du boîtier de manière à irradier une partie de la paroi transparente du tube et donc l'eau circulant dans le conduit. En outre, une autre partie de la paroi du tube, diamétralement opposée à celle directement en regard des LEDs UV est recouverte d'une couche réfléchissant le rayonnement UV.

Inconvénient de l'art antérieur

[0004] Cependant, l'efficacité de la désinfection de l'eau circulant dans le tube en quartz n'est pas optimale.

Objectifs de l'invention

[0005] L'invention vise ainsi à proposer un système de désinfection permettant de pallier l'inconvénient cité ci-dessus, en permettant d'optimiser l'efficacité de la désinfection de l'eau circulant dans le système de désinfection.

Exposé de l'invention

[0006] À cet effet, l'invention vise un système de désinfection d'eau par irradiation ultraviolette, comprenant au moins un moyen de circulation d'eau comportant au

moins une entrée d'eau à désinfecter, au moins un conduit transparent de circulation d'eau et au moins une sortie d'eau désinfectée, le système de désinfection comprenant en outre des moyens d'irradiation ultraviolette de l'eau circulant dans le conduit, et une pièce réfléchissante en matériau adapté pour réfléchir à l'intérieur dudit conduit les radiations ultraviolettes émises par les moyens d'irradiation, caractérisé en ce que la pièce réfléchissante comprend au moins une première portion en regard des radiations ultraviolettes incidentes et au moins une deuxième portion en regard des radiations ultraviolettes réfléchies par la première portion de la pièce réfléchissante.

[0007] Ainsi, en permettant les réflexions multiples du rayonnement ultraviolet à l'intérieur du conduit de circulation, l'efficacité de la désinfection de l'eau circulant dans le système de désinfection est améliorée et optimisée.

[0008] Le système de l'invention peut également comporter les caractéristiques optionnelles suivantes considérées isolément ou selon toutes les combinaisons techniques possibles :

- La pièce réfléchissante entoure périmétriquement le conduit de circulation, et comprend le cas échéant des ajourages pour permettre le passage des radiations incidentes émises par les moyens d'irradiation ultraviolette au travers de ladite pièce.
- Le système de désinfection comprend au moins une vitre transparente interposée de façon étanche entre les moyens d'irradiation ultraviolette et le moyen de circulation d'eau pour étanchéifier les moyens d'irradiation ultraviolette.
- Le système de désinfection comprend un coffrage, au moins un tube transparent comprenant un conduit de circulation logé dans le coffrage et deux extrémités formant respectivement entrée d'eau à désinfecter et sortie d'eau désinfectée, en ce que les moyens d'irradiation ultraviolette sont solidaires du coffrage de sorte que lesdits moyens d'irradiation sont en regard du conduit de circulation d'eau, en ce qu'il comprend au moins une vitre transparente solidaire du coffrage et disposées de manière étanche entre la paroi du conduit de circulation et les moyens d'irradiation, et en ce que la

pièce en matériau réfléchissant entoure circonférentiellement le conduit de circulation d'eau et est ajourée pour permettre le passage de radiations ultraviolettes dans le conduit de circulation d'eau.

- Le conduit de circulation est une gaine rectiligne en quartz et en ce que l'entrée d'eau comprend au moins un diffuseur adapté pour uniformiser le flux d'eau à l'intérieur de la gaine rectiligne, lequel diffuseur est formé par une superposition de troncs de cônes dont les petites bases respectives sont concentriques et dont les faces courbes sont radialement espacées pour permettre le passage d'eau entre les troncs de cônes adjacents.
- Le moyen de circulation forme un serpentín à l'intérieur du coffrage pour augmenter le trajet parcouru par l'eau circulant dans ledit moyen de circulation et sa durée d'irradiation par les moyens d'irradiation ultraviolette, le moyen de circulation comprenant une pluralité de gaines rectilignes en quartz disposées parallèlement entre elles à l'intérieur du coffrage.
- Le moyen de circulation est formé par un tube, en ce que l'entrée d'eau à désinfecter et la sortie d'eau désinfectée sont ménagées dans la paroi du tube de circulation, en ce que les moyens d'irradiation sont disposées au moins à l'une des extrémités du tube de circulation, en ce qu'il comprend au moins une vitre transparente disposée de manière étanche entre les moyens d'irradiation et l'extrémité considérée du tube de circulation, et en ce que la pièce en matériau réfléchissant comprend une couche recouvrant au moins en partie la paroi du tube de circulation.
- Le système de désinfection comprend au moins un moyen d'évaluation de la transparence de l'eau circulant dans le conduit et des moyens de commande aptes à piloter ledit moyen d'évaluation, lesquels moyens de commande sont aptes à modifier la puissance d'irradiation des moyens d'irradiation ultraviolette en fonction de la transparence de l'eau évaluée par le moyen considéré.
- Les moyens d'irradiation ultraviolette comprennent une pluralité de diodes électroluminescentes émettant de la lumière ultraviolette dans un intervalle

de longueurs d'ondes comprises entre deux cent cinquante nanomètres et quatre cent dix nanomètres.

- Le système de désinfection comprend un élément disposé dans le conduit de façon à être exposé à la fois aux radiations ultraviolettes émises par les moyens d'irradiation et à l'eau circulant dans le conduit, lequel élément comprend un matériau photocatalytique du type dioxyde de titane.

[0009] L'invention vise également un système dynamique de traitement de l'eau potable, comprenant un système de désinfection tel que décrit précédemment et un dispositif de pompage d'eau relié à l'entrée d'eau à désinfecter ou à la sortie d'eau désinfectée du système de désinfection.

Présentation des figures

[0010] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées parmi lesquelles :

- La figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un système de désinfection de l'invention dans un premier mode de réalisation ;
- La figure 2 est une vue en perspective d'un diffuseur relié au connecteur d'entrée ou de sortie du système de désinfection de la figure 1 ;
- La figure 3 est une vue en coupe longitudinale d'un système de désinfection de l'invention dans un deuxième mode de réalisation ;
- La figure 4 est une vue en perspective d'un système de désinfection de l'invention dans un troisième mode de réalisation.

Description détaillée de l'invention

[0011] Il est tout d'abord précisé que sur les figures, les mêmes références désignent les mêmes éléments quelle que soit la figure sur laquelle elles apparaissent et quelle que soit la forme de représentation de ces éléments. De même, si des éléments ne sont pas spécifiquement référencés sur l'une des figures, leurs références peuvent être aisément retrouvées en se reportant à une autre figure.

[0012] Il est également précisé que les figures représentent essentiellement trois modes de réalisation de l'objet de l'invention mais qu'il peut exister d'autres modes de réalisation qui répondent à la définition de l'invention.

[0013] Le système de l'invention trouve son application dans le domaine du traitement de l'eau, et plus précisément dans le domaine de la désinfection de l'eau potable par irradiation ultraviolette. De manière avantageuse, le système de désinfection de l'invention est particulièrement adapté au traitement des eaux grises filtrées. Ces eaux grises sont faiblement polluées, et sont à titre d'exemple les eaux usées domestiques provenant de l'évacuation des douches, éviers ou lavabos d'une habitation.

[0014] Il est en effet connu qu'une irradiation ultraviolette dans des longueurs d'ondes comprises entre deux cent cinquante nanomètres et quatre cent dix nanomètres induit un effet germicide sur les microorganismes présents dans l'eau à traiter, en particulier et de manière non limitative les microbes, virus, bactéries et levures. Dans la suite de la description, on utilisera l'expression lumière UV pour se référer à de telles radiations.

[0015] En référence aux figures 1 et 2, un premier mode de réalisation de l'invention va maintenant être décrit.

[0016] Le système de désinfection 1a de la figure 1 comprend un tube de circulation 2a comportant un conduit rectiligne et préférentiellement cylindrique 5a en matériau transparent assurant la circulation d'eau à purifier par ledit système 1a. Ce conduit 5a est préférentiellement une gaine réalisée en quartz, car c'est un matériau qui présente un excellent coefficient de transmission de la lumière UV, typiquement supérieure à quatre-vingt-dix pour cent pour les longueurs d'ondes citées ci-dessus, conférant à une telle gaine en quartz 5a une transparence presque parfaite. La lumière UV provenant d'une source d'irradiation et ayant traversé la gaine 5a présentera donc une intensité lumineuse moins de dix pour cent plus faible que l'intensité de la lumière UV émise par la source d'irradiation.

[0017] Le tube de circulation 2a comprend à ses deux extrémités respectivement une entrée d'eau à désinfecter 3a et une sortie d'eau désinfectée 4a. Bien entendu, l'entrée d'eau à désinfecter 3a est positionnée en amont de la sortie d'eau

désinfectée 4a relativement au sens de l'écoulement de l'eau parcourant le système de désinfection 1a.

[0018] En outre, le tube 2a comprend deux connecteurs fluidiques 12a, 13a solidaires de manière étanche respectivement de l'entrée d'eau à désinfecter 3a et de la sortie d'eau désinfectée 4a. En effet, le système de l'invention 1a est destiné à être intégré de manière étanche dans le circuit d'un système de traitement dynamique de l'eau. Ce système de traitement comprend notamment le système de désinfection de l'invention 1a et au moins une pompe, par exemple alimentée par de l'énergie électrique, dont l'entrée est reliée à une arrivée d'eau à désinfecter, par exemple une arrivée d'eaux grises filtrées, et dont la sortie est reliée au connecteur d'entrée 12a du système de désinfection 1a. Dans cette configuration, le connecteur de sortie 13a du système de désinfection 1a permet de fermer le circuit.

[0019] Chaque connecteur fluidique 12a, 13a comprend une partie cylindrique 120a, 130a pour permettre la connexion fluidique dans le circuit d'arrivée d'eau à désinfecter, et une partie tronconique 121a, 131a solidaire de la partie cylindrique considérée et de l'extrémité considérée de la gaine en quartz 5a. Ainsi chaque connecteur 12a, 13a permet d'intégrer de manière étanche la gaine en quartz 5a dans le circuit d'arrivée d'eau à désinfecter.

[0020] Alternativement, la pompe est positionnée en aval du système de désinfection 1a par rapport à l'écoulement du flux d'eau F. Dans ce cas, l'entrée de la pompe est reliée au connecteur de sortie 13a du système de désinfection 1a, et la sortie de la pompe est reliée au circuit d'arrivée d'eau. En outre, le connecteur d'entrée 12a du système de désinfection 1a est relié à une arrivée d'eau à désinfecter, par exemple une arrivée d'eaux grises filtrées.

[0021] En référence à la figure 2, chaque connecteur fluidique 12a, 13a comprend un diffuseur 10a adapté pour uniformiser le flux d'eau F à l'intérieur de la gaine de circulation 5a. Le diffuseur 10a est formé par une superposition de troncs de cônes 100a – 102a dont les petites bases respectives sont concentriques et dont les faces courbes 103a – 105a sont radialement espacées, cela pour permettre le passage d'eau entre les troncs de cônes adjacents. Les troncs de cônes 100a – 102a sont solidarisés entre eux par exemple à l'aide de baguettes. En outre, le diffuseur 10a

est solidarisé au niveau de la face interne de la partie tronconique 121a, 131a du connecteur considéré 12a, 13a, à l'aide de moyens de fixation du type oreilles de fixation de sorte que le grand cône 100a du diffuseur 10a soit espacé de la partie tronconique 121a, 131a du connecteur considéré 12a, 13a.

[0022] Préférentiellement, chaque diffuseur 10a comprend entre un et cinq troncs de cônes 100a – 102a, et encore préférentiellement trois troncs de cônes.

[0023] Pour permettre un flux d'eau F homogène à l'intérieur de la gaine 5a, et pour minimiser la perte de charge induite par ce diffuseur 10a au niveau du connecteur 12a et les tourbillons au niveau du connecteur de sortie 13a, le rapport entre la grande base et la petite base de chaque cône 100a – 102a du diffuseur 10a est compris entre soixante-quinze pour cent et cent vingt-cinq pour cent du rapport entre la section de passage de la gaine en quartz 5a et la section de passage de la partie cylindrique 120a, 130a du connecteur fluïdique considéré 12a, 13a. Préférentiellement, ce rapport entre grande base et petite base est identique pour tous les cônes 100a – 102a du diffuseur 10a.

[0024] Des tels diffuseurs 10a placés en entrée et en sortie d'eau du tube de circulation 2a assurent une répartition homogène du flux d'eau F dans la gaine en quartz 5a, sans occurrence de tourbillons et sans gradients de vitesses d'eau dans certaines portions du tube 2a. Il en résulte une exposition homogène à la lumière UV de l'eau circulant dans la gaine en quartz 5a, optimisant de fait le processus de désinfection par lumière UV. En effet, de tels diffuseurs 10a apportent la certitude que les vitesses d'écoulement de l'eau circulant dans la gaine en quartz 5a entre les deux diffuseurs 10a sont constantes et identiques en tout point à l'intérieur de la gaine 5a. en particulier, et dans le mode de réalisation de la figure 1, les diffuseurs 10a permettent d'homogénéiser le flux d'eau dans le tube 2a, alors que ce flux d'eau provient d'une conduite d'arrivée d'eau dont la section est bien supérieure à la section du tube 2a. Il en résulte une optimisation de la désinfection de l'eau.

[0025] En référence à la figure 1, la gaine en quartz 5a est disposée à l'intérieur d'un coffrage 9a, par exemple et de manière non limitative de forme parallélépipédique. Les deux connecteurs fluïdiques 12a, 13a traversent respectivement et éventuellement de façon étanche les deux parois transversales

14a en vis-à-vis du coffrage 9a, dites petites parois 14a dans la suite de la description du premier mode de réalisation du système de désinfection 1a. Les extrémités libres des connecteurs 12a, 13a faisant ainsi saillies des petites parois respectives 14a du coffrage 9a, l'intégration du système de désinfection 1a dans le système de traitement dynamique est aisée.

[0026] Le coffrage 9a comprend en outre des moyens d'irradiation ultraviolette 6a, 6'a formées par une pluralité de sources d'irradiation UV, préférentiellement des diodes électroluminescentes ultraviolettes 60a. Dans la suite de la description on utilisera le terme LEDs UV 60a. Ces LEDs UV 60a sont réparties sur les faces internes des quatre parois latérales du coffrage 9a perpendiculaires aux deux petites parois 14a, de sorte que les ondes lumineuses ultraviolettes émises par ces LEDs UV 60a se dirigent vers la gaine en quartz 5a pour irradier l'eau y circulant. En outre, la répartition des LEDs UV 60a assure une irradiation homogène de l'eau circulant dans la gaine en quartz 5a.

[0027] Alternativement et comme représenté sur la figure 1, les LEDs UV 60a sont par exemple uniformément réparties sur deux parois latérales en vis-à-vis, perpendiculaires aux petites parois 14a. Encore alternativement, les LEDs UC 60a sont réparties sur une unique paroi latérale.

[0028] Les LEDs UV 60a du système de désinfection 1a ont des longueurs d'ondes d'émission comprises entre deux cent cinquante nanomètres et trois cent dix nanomètres.

[0029] Préférentiellement, les LEDs UV 60a du système de désinfection 1a de l'invention émettent à des longueurs d'ondes comprises entre deux cent cinquante et deux cent quatre-vingt-dix nanomètres, afin d'être encore plus efficace sur la destruction des microorganismes.

[0030] Les LEDs UV 60a sont en outre reliées à des moyens de commande formés par au moins une carte électronique prévue à cet effet, carte qui est intégrée au système de traitement dynamique et reliée à une interface homme-machine également intégrée au système de traitement dynamique. Dans la suite de la description, on utilisera le terme IHM pour désigner l'interface homme-machine.

[0031] L'IHM permet à un utilisateur de s'assurer que le système fonctionne correctement, d'être alerté en cas de besoin de maintenance, et potentiellement de l'interaction correcte entre le système de désinfection et le système de traitement dynamique intégrant le système de désinfection de l'invention. L'IHM permet également de régler différents paramètres, comme le débit d'eau traversant le système de désinfection 1a, ou encore la fréquence de la lumière UV émise par les LEDs 60a. L'utilisateur peut ainsi privilégier une ou des fréquences spécifiques de la lumière UV émise en fonction du résultat recherché.

[0032] En outre, en fonction du degré de pureté recherché après traitement, ou en fonction de la quantité de germes présent dans l'eau à désinfecter, le débit d'eau circulant dans le système de désinfection 1a sera adapté : plus le débit est faible, plus le temps d'exposition aux UV est élevé, et plus les microorganismes présents dans l'eau sont exposés longtemps aux radiations UV. Cela résulte en une désinfection d'autant plus forte que le débit d'eau est faible. Le débit d'eau circulant dans le système 1a peut également être adapté en fonction de la transparence de l'eau déterminée par le système de désinfection 1a.

[0033] Pour déterminer la transparence de l'eau circulant dans le tube 2a, le système de désinfection 1a comprend un capteur de luminosité relié électriquement à la carte électronique. La carte électronique compare en temps réel les données du capteur de luminosité pour adapter l'intensité des radiations lumineuses émises par les LEDs UV 60a à partir d'une table de valeurs enregistrée dans un espace mémoire de la carte électronique. Cette table permet notamment d'associer des valeurs d'intensité d'irradiation à des valeurs d'intensité lumineuse mesurées et acquises par le capteur de luminosité. Bien entendu, cette option peut être désactivée par l'utilisateur via l'IHM.

[0034] A l'inverse, on comprendra qu'une eau à désinfecter qui ne présente qu'une faible concentration en microorganismes pourra être traitée avec un débit plus élevé dans le système de désinfection 1a, ce qui présente l'intérêt d'augmenter la vitesse de traitement.

[0035] La carte électronique permet également de contrôler l'intensité du rayonnement UV émis par les LEDs UV 60a. Ce contrôle peut être manuel, via l'IHM,

ou encore automatisé en fonction de la transparence de l'eau circulant dans le tube 2a. La carte électronique permet donc également de maintenir l'intensité du rayonnement UV à un niveau nécessaire à la désinfection, et ce en tenant compte du vieillissement des composants perdant en rendement dans le temps. En effet, plus les composants vieillissent, plus l'intensité lumineuse d'émission des LEDs 60a est faible, et plus le capteur de luminosité enregistrera des valeurs faibles. La carte électronique utilise alors ces données pour compenser et augmenter l'intensité d'irradiation des LEDs 60a en utilisant la table de valeurs décrite ci-dessus.

[0036] Avantageusement, la carte électronique peut adapter automatiquement l'intensité des rayons UV émis par les LEDs UV en fonction du débit d'eau traversant le système de désinfection 1a, à partir d'une seconde table de valeurs enregistrée dans l'espace mémoire de la carte électronique : plus le débit est élevé, plus l'intensité d'émission des LEDs UV est élevée. Cette option peut le cas échéant être désactivée par l'utilisateur via l'IHM.

[0037] Avantageusement, les parois latérales du coffrage 9a perpendiculaires aux petites parois 14a comprennent des dissipateurs thermiques 11a, chargés d'évacuer la chaleur émise par les LEDs UV 60a.

[0038] De manière particulièrement avantageuse et selon l'invention, au moins une vitre transparente 8a, par exemple en quartz, est installée entre les LEDs UV 60a et la gaine de circulation en quartz 5a pour former un dioptre optique secondaire permettant d'optimiser la nature du flux optique émis, par exemple en permettant la transmission des longueurs d'onde les plus adaptées à l'application recherchée. Avantageusement, cette vitre en quartz 8a est solidarisée de façon étanche au coffrage 9a, par exemple à l'aide d'un joint ou d'une colle prévue à cet effet, de manière à étanchéifier les LEDs UV 60a et à les protéger d'une éventuelle fuite d'eau à l'intérieur du coffrage 9a.

[0039] De manière avantageuse, le système de désinfection 1a comprend quatre vitres en quartz 8a protégeant des fuites d'eau les LEDs UV 60a respectivement installées de manière étanche sur les quatre parois latérales perpendiculaires aux petites parois 14a du coffrage 9a. Bien entendu, si le système de désinfection ne comprend des LEDs UV 60a que sur deux parois latérales en vis-à-vis comme cela

est représenté à la figure 1, alors ledit système de désinfection 1a ne comprendra que deux vitres en quartz 8a protégeant de manière étanche ces deux ensembles de LEDs UV 60a.

[0040] Comme on le voit sur la figure 1, la gaine en quartz 5a est avantageusement centrée dans le coffrage 9a. En outre, le diamètre de la gaine en quartz 5a est inférieur à la distance séparant deux vitres transparentes 8a en vis-à-vis. Il existe donc un espace rempli d'air 16 séparant la gaine de circulation 5a de chaque vitre d'étanchéité 8a des LEDs UV 60a. Cette couche d'air 16 à l'intérieur du coffrage 9a améliore encore l'étanchéité des LEDs UV 60a en éloignant la gaine en quartz 5a des LEDs UV 60a.

[0041] Selon l'invention, le système de désinfection 1a comprend en outre une pièce en matériau réfléchissant 7a disposée à l'intérieur du coffrage 9a. Ce matériau est par exemple une feuille métallique pliée de manière à former une structure entourant au moins partiellement la gaine en quartz 5a, et disposée à l'intérieur du coffrage 9a sur toute sa longueur entre ladite gaine en quartz 5a et les LEDs UV 60a, le cas échéant entre la gaine en quartz 5a et les vitres en quartz 8a lorsque le système de désinfection 1a comprend de telles vitres 8a. La pièce réfléchissante 7a peut être ajourée d'une pluralité d'ajourages traversants 70a disposées en regard des LEDs de manière à laisser passer les rayonnements UV issus des LEDs, en particulier lorsque la pièce 7a entoure complètement la gaine de circulation en quartz 5a. Avantageusement, cette pièce 7a est solidarisée au moins à l'une des parois transversales 14a du coffrage 9a. Alternativement, cette pièce 7a est solidarisée à la paroi de la gaine en quartz 5a.

[0042] La pièce réfléchissante 7a, entourant partiellement ou totalement la gaine en quartz 5a, permet de multiples réflexions des rayons UV à l'intérieur de la gaine de circulation d'eau 5a.

[0043] En effet, et en référence à la figure 1, la pièce 7a qui entoure la gaine en quartz 5a comprend ainsi une première portion 71a qui réfléchit les rayons UV incidents i_0 émis par les LEDs UV60a₁ et ayant traversé une première fois la gaine de quartz 5a, et au moins une deuxième portion 72a adaptée pour réfléchir les rayons UV réfléchis i_1 par la première portion 71a de la pièce 7a et ayant traversé la

gaine en quartz 5a. Puis, les rayons réfléchis i_2 sur la deuxième portion 72a sont susceptibles de traverser une nouvelle fois la gaine 5a pour être de nouveau réfléchis par la première portion 71a ou éventuellement une autre portion non représentée de la pièce 7a, et ainsi de suite jusqu'à absorption complète des rayons UV dans l'eau circulant dans la gaine 5a et dans le système de désinfection 1a. Les réflexions multiples permettent de créer un champ d'irradiance UV homogène dans le coffrage 9a du système de désinfection 1a.

[0044] Quel que soit le mode de réalisation de l'invention, la pièce réfléchissante (7a, 7b, 7c) permet ainsi de réfléchir de multiples fois les rayons UV émis par les LEDs UV 60a. Le trajet optique des rayons UV dans l'eau circulant à l'intérieur de la gaine en quartz 5a est donc fortement augmenté, induisant de fait une augmentation de l'exposition de cette eau aux rayons UV. Il en résulte une meilleure désinfection de l'eau à débit et irradiation identiques par rapport à une système de désinfection dépourvu d'une telle pièce réfléchissante 7a, ou pourvu d'une simple couche réfléchissante ne permettant pas les réflexions multiples.

[0045] Lorsque la pièce réfléchissante 7a entoure complètement la gaine en quartz 5a, cette pièce 7a présente en section transversale une forme circulaire ou polygonale, par exemple hexagonale.

[0046] En référence à la figure 3, le système de désinfection 1b de l'invention dans un deuxième mode de réalisation va maintenant être décrit.

[0047] A la différence du premier mode de réalisation, le système de désinfection 1b de la figure 3 comprend un tube de circulation d'eau 2b en forme serpentin. Plus précisément, ce tube en serpentin 2b est constitué d'une pluralité de gaines rectilignes en quartz 5b disposées à l'intérieur du coffrage 9b, parallèlement aux quatre parois latérales du coffrage 9b. Deux gaines adjacentes 5b sont fluidiquement reliées entre elles par un raccord courbé 15 logé dans l'une des parois transversales 14b du coffrage 9b et dont les extrémités respectives sont reliées à l'une des extrémités des deux gaines adjacentes 5b.

[0048] D'autre part, le serpentin 2b comprend deux extrémités libres reliées respectivement à un connecteur d'entrée d'eau à désinfecter 12b et à un connecteur de sortie d'eau désinfectée 13b, ces connecteurs d'entrée 12b et de sortie 13b

faisant saillie de l'une des parois transversales 14b du coffrage 9b. Alternativement, les connecteurs d'entrée 12b et de sortie 13b font respectivement saillie des deux faces transversales 14b du coffrage 9b (non représenté).

[0049] A l'instar du premier mode de réalisation, les gaines 5b du tube en serpentin 2b sont destinées à être irradiées par des LEDs UV 60b solidaires des parois latérales du coffrage 9b. Cette structure en serpentin 2b présente l'avantage d'augmenter le trajet parcouru par l'eau à l'intérieur du coffrage 9b. A débit égal par rapport au système de désinfection 1a du premier mode de réalisation, l'eau est donc exposée au rayonnement UV pendant un temps plus long, ce qui augmente de fait l'efficacité germicide du système de désinfection 1b du deuxième mode de réalisation.

[0050] En référence à la figure 4, le système de désinfection 1c de l'invention dans un troisième mode de réalisation va maintenant être décrit.

[0051] Le système de désinfection 1c comprend un tube de circulation 2c en matériau métallique ou plastique présentant un haut degré de réflectivité à l'interface fluide/solide, par exemple en téflon. Ce tube de circulation 2c est par exemple cylindrique, est fermé à ces deux extrémités et forme le conduit de circulation 5c.

[0052] Par exemple, le conduit 5c est fermé à une extrémité par une simple paroi, et fermé à l'autre extrémité par une autre paroi 11c dans laquelle sont intégrés les moyens d'irradiation 6c. Avantageusement, et comme cela est représenté sur la figure 4, le conduit 5c est fermé à ces deux extrémités par des parois 11c comprenant respectivement des première 6c et deuxième parties 6'c des moyens d'irradiation.

[0053] Chaque partie 6c, 6'c des moyens d'irradiation est donc intégrée dans la paroi considérée 11c, dont la forme est identique à la forme de la section transversale du tube 5c, et comprend une pluralité de LEDs UV 60c solidaires de cette paroi 11c et orientées vers l'intérieur du conduit 5c, de manière à émettre un rayonnement UV dans l'eau circulant dans le conduit 5c.

[0054] En outre, de manière à étanchéifier le conduit 5c et les LEDs UV 60c, le système de désinfection 1c comprend deux vitres transparentes en quartz 8c interposées respectivement entre la première partie des moyens d'irradiation 6c et

l'une des extrémités du conduit 5c, et entre la deuxième partie des moyens d'irradiation 6'c et l'autre des extrémités du conduit 5c. Préférentiellement, chaque vitre 8c est solidaire à la fois de la paroi 11c comprenant la partie 6c, 6'c considérée des moyens d'irradiation, et de l'extrémité considérée du conduit de circulation 5c.

[0055] Le système de désinfection 1c comprend en outre au moins une entrée d'eau 3c à désinfecter et une sortie d'eau désinfectée 4c, formées par des connecteurs d'entrée 12c et de sortie 13c ménagés dans la paroi cylindrique du tube 2c pour permettre l'intégration du système de désinfection 1c dans un système de traitement dynamique tel que décrit ci-dessus.

[0056] Le système de désinfection 1c peut en outre comprendre au moins un élément d'optimisation (non représenté) du flux d'eau circulant à l'intérieur du conduit 5c. Ces éléments d'optimisation permettent d'optimiser la répartition du flux d'eau à l'intérieur du conduit 5c, de sorte que la vitesse du flux d'eau est égale en tout point de l'intérieur du conduit de circulation 5c. Ces éléments d'optimisation sont particulièrement nécessaires à cause des deux changements brutaux de direction empruntés par le flux d'eau d'une part entre l'entrée 3c et le conduit 5c, et d'autre part entre le conduit 5c et la sortie 4c, lesquels changements de direction génèrent des gradients de vitesses du flux dans le conduit 5c qui nuisent à l'uniformité de la désinfection, voire à l'efficacité de la désinfection car sans les éléments d'optimisation, le flux s'écoulerait trop rapidement dans certaines portions du conduit 5c.

[0057] Enfin, afin d'améliorer encore plus la réflectivité du conduit 5c au rayonnement UV, la face externe de la paroi cylindrique du conduit de circulation 5c peut-être recouverte au moins en partie d'une pièce réfléchissante 7c formée par une couche réfléchissant la lumière UV, pour renforcer les multiples réflexions de la lumière UV à l'intérieur du conduit de circulation 5c. L'avantage procuré par cette couche réfléchissante 7c, en augmentant encore plus le trajet optique parcouru par la lumière UV dans le conduit de circulation 5c, a été exposé en détail ci-dessus.

[0058] Optionnellement, et de manière avantageuse, le système de désinfection 1a – 1c selon les figures 1, 3 et 4 peut comprendre un élément disposé à l'intérieur du conduit de circulation d'eau 5a – 5c et adapté pour être exposé à la fois aux

irradiations UV émises par les LEDs UV 60a – 60c et à l'eau circulant dans le conduit 5a – 5c.

[0059] Cet élément comprend un matériau photocatalytique 17 qui est avantageusement un semi-conducteur à base d'oxyde de sulfure, par exemple du dioxyde de titane. Ces oxydes de sulfure présentent la particularité, lorsqu'ils sont exposés au rayonnement UV et à l'eau, d'émettre des radicaux libres, c'est-à-dire des ions hydroxydes OH^- , et du dioxygène actif par exemple sous forme de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 . Ces composés, produits par illumination du catalyseur aux UV lorsque ce catalyseur est au contact de l'eau, permettent l'occurrence de réactions d'oxydo-réductions bien connues qui permettent de dégrader des polluants comme les oxydes d'azote et les oxyde de soufre. En outre, il est également notoire que les radicaux libres et l'oxygène actif permettent de détruire les micro-organismes en dégradant leur membrane cellulaire.

[0060] Un tel dépôt photocatalytique est particulièrement réactif aux longueurs d'ondes comprises entre trois cent quatre-vingts nanomètres et quatre cent dix nanomètres. Ainsi, une partie des LEDs UV 60a du système de désinfection émettent à des longueurs d'ondes comprises entre deux cent cinquante et deux cent quatre-vingt-dix nanomètres – cet intervalle de longueurs d'ondes correspondant aux UVC étant particulièrement efficace pour détruire les microorganismes – et une autre partie des LEDs UV 60a émettent à des longueurs d'ondes comprises entre trois cent quatre-vingt nanomètres et quatre cent dix nanomètres – cet intervalle de longueurs d'ondes étant quant à lui particulièrement efficace pour l'activation du matériau photocatalytique.

[0061] Cet élément photocatalytique 17, susceptible d'être intégré au système de désinfection 1a – 1c selon l'un quelconque des modes de réalisation décrits ci-dessus, peut être réalisé par un ou des dépôts en couche mince sur une grille métallique selon un procédé connu, par exemple par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma. Cette grille recouverte du dépôt catalytique est logée dans le conduit de circulation 5a – 5c et fixée aux parois dudit conduit, pour être exposée à la fois à l'eau circulant dans le conduit 5a – 5c et aux rayons UV émis par les LEDs UV 60a – 60c.

[0062] Alternativement, cet élément photocatalytique 17 se présente sous la forme d'une cartouche du type mousse de matériau photocatalytique. Cette cartouche poreuse est logée dans le conduit de circulation 5a – 5c et fixée aux parois dudit conduit, pour être exposée à la fois à l'eau circulant dans le conduit et aux rayons UV émis par les LEDs UV 60a – 60c.

[0063] Ainsi, par la combinaison de LEDS à différentes longueurs d'ondes, permettant la désinfection par irradiation ultraviolette et la désinfection par photocatalyse, le système de désinfection 1a – 1c de l'invention forme un moyen d'oxydation avancée des eaux grises.

[0064] Les modes de réalisation décrits ci-dessus ne sont nullement limitatifs, et des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre de l'invention. A titre d'exemple, le coffrage 9a – 9c peut avoir une autre forme, notamment en section transversale polygonale ou circulaire, pourvu que les LEDs UV 60a – 60c soient réparties dans le coffrage 9a – 9c en vis-à-vis du conduit de circulation d'eau 5a – 5c pour irradier l'eau circulant dans ce conduit de manière uniforme. De même, bien que le conduit de circulation 5a – 5c soit préférentiellement cylindrique, d'autres formes peuvent être envisagées.

REVENDEICATIONS

1. Système de désinfection (1a, 1b, 1c) d'eau par irradiation ultraviolette, comprenant au moins un moyen de circulation d'eau (2a, 2b, 2c) comportant au moins une entrée d'eau à désinfecter (3a, 3b, 3c), au moins un conduit transparent de circulation d'eau (5a, 5b, 5c) et au moins une sortie d'eau désinfectée (4a, 4b, 4c), le système de désinfection comprenant en outre des moyens d'irradiation ultraviolette (6a, 6b, 6c) de l'eau circulant dans le conduit (5a, 5b, 5c), et une pièce réfléchissante (7a, 7b, 7c) en matériau adapté pour réfléchir à l'intérieur dudit conduit (5a, 5b, 5c) les radiations ultraviolettes émises par les moyens d'irradiation (6a, 6b, 6c), caractérisé en ce que la pièce réfléchissante (7a, 7b, 7c) comprend au moins une première portion (71a) en regard des radiations ultraviolettes incidentes (i_0) et au moins une deuxième portion (72a) en regard des radiations ultraviolettes réfléchies (i_1) par la première portion de la pièce réfléchissante (7a, 7b, 7c).

2. Système de désinfection (1a, 1b, 1c) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la pièce réfléchissante (7a, 7b, 7c) entoure périmétriquement le conduit de circulation (5a, 5b, 5c), et comprend le cas échéant des ajourages (70a, 70b) pour permettre le passage des radiations incidentes émises par les moyens d'irradiation ultraviolette (6a, 6b) au travers de ladite pièce (7a, 7b).

3. Système de désinfection (1a – 1c) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une vitre transparente (8a, 8b, 8c) interposée de façon étanche entre les moyens d'irradiation ultraviolette (6a, 6b, 6c) et le moyen de circulation d'eau (2a, 2b, 2c) pour étanchéifier les moyens d'irradiation ultraviolette (6a, 6b, 6c).

4. Système de désinfection (1a, 1b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend un coffrage (9a, 9b), au moins un tube transparent (2a, 2b) comprenant un conduit de circulation (5a, 5b) logé dans le coffrage (9a, 9b) et deux extrémités formant respectivement entrée d'eau à désinfecter (3a, 3b) et sortie d'eau désinfectée (4a, 4b), en ce que les moyens d'irradiation ultraviolette (6a, 6b) sont solidaires du coffrage (9a, 9b) de sorte que

lesdits moyens d'irradiation (6a, 6b) sont en regard du conduit de circulation d'eau (5a, 5b), en ce qu'il comprend au moins une vitre transparente (8a, 8b) solidaire du coffrage (9a, 9b) et disposées de manière étanche entre la paroi du conduit de circulation (5a, 5b) et les moyens d'irradiation (6a, 6b), et en ce que la pièce en matériau réfléchissant (7a, 7b) entoure circonférentiellement le conduit de circulation d'eau (5a, 5b) et est ajourée pour permettre le passage de radiations ultraviolettes dans le conduit de circulation d'eau (5a, 5b).

5. Système de désinfection (1a) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le conduit de circulation (5a) est une gaine rectiligne en quartz et en ce que l'entrée d'eau (3a) comprend au moins un diffuseur (10a) adapté pour uniformiser le flux d'eau (F) à l'intérieur de la gaine rectiligne (5a), lequel diffuseur (10a) est formé par une superposition de troncs de cônes (100a, 101a, 102a) dont les petites bases respectives sont concentriques et dont les faces courbes (103a, 104a, 105a) sont radialement espacées pour permettre le passage d'eau entre les troncs de cônes adjacents (100a, 101a, 102a).

6. Système de désinfection (1b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le moyen de circulation (2b) forme un serpentín à l'intérieur du coffrage (9b) pour augmenter le trajet parcouru par l'eau circulant dans ledit moyen de circulation (2b) et sa durée d'irradiation par les moyens d'irradiation ultraviolette, le moyen de circulation (2b) comprenant une pluralité de gaines rectilignes en quartz (5b) disposées parallèlement entre elles à l'intérieur du coffrage (9b).

7. Système de désinfection (1c) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le moyen de circulation (2c) est formé par un tube (5c), en ce que l'entrée d'eau à désinfecter (3c) et la sortie d'eau désinfectée (4c) sont ménagées dans la paroi du tube de circulation (5c), en ce que les moyens d'irradiation (6c) sont disposés au moins à l'une des extrémités du tube de circulation (5c), en ce qu'il comprend au moins une vitre transparente (8c) disposée de manière étanche entre les moyens d'irradiation (6c) et l'extrémité considérée du tube de circulation (5c), et en ce que la pièce en matériau réfléchissant (7c) comprend une couche recouvrant au moins en partie la paroi du tube de circulation (5c).

8. Système de désinfection (1a – 1c) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un moyen d'évaluation de la transparence de l'eau circulant dans le conduit (5a – 5c) et des moyens de commande aptes à piloter ledit moyen d'évaluation, lesquels moyens de commande sont aptes à modifier la puissance d'irradiation des moyens d'irradiation ultraviolette (6a – 6c) en fonction de la transparence de l'eau évaluée par le moyen considéré.

9. Système de désinfection (1a – 1c) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'irradiation ultraviolette (6a – 6c) comprennent une pluralité de diodes électroluminescentes (60a – 60c) émettant de la lumière ultraviolette dans un intervalle de longueurs d'ondes comprises entre deux cent cinquante nanomètres et quatre cent dix nanomètres.

10. Système de désinfection (1a – 1c) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un élément disposé dans le conduit (5a – 5c) de façon à être exposé à la fois aux radiations ultraviolettes émises par les moyens d'irradiation (6a – 6c) et à l'eau circulant dans le conduit (5a – 5c), lequel élément comprend un matériau photocatalytique du type dioxyde de titane.

11. Système dynamique de traitement de l'eau potable, comprenant un système de désinfection (1a – 1c) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 et un dispositif de pompage d'eau relié à l'entrée d'eau à désinfecter (3a – 3c) ou à la sortie d'eau désinfectée (4a – 4c) du système de désinfection (1a – 1c).

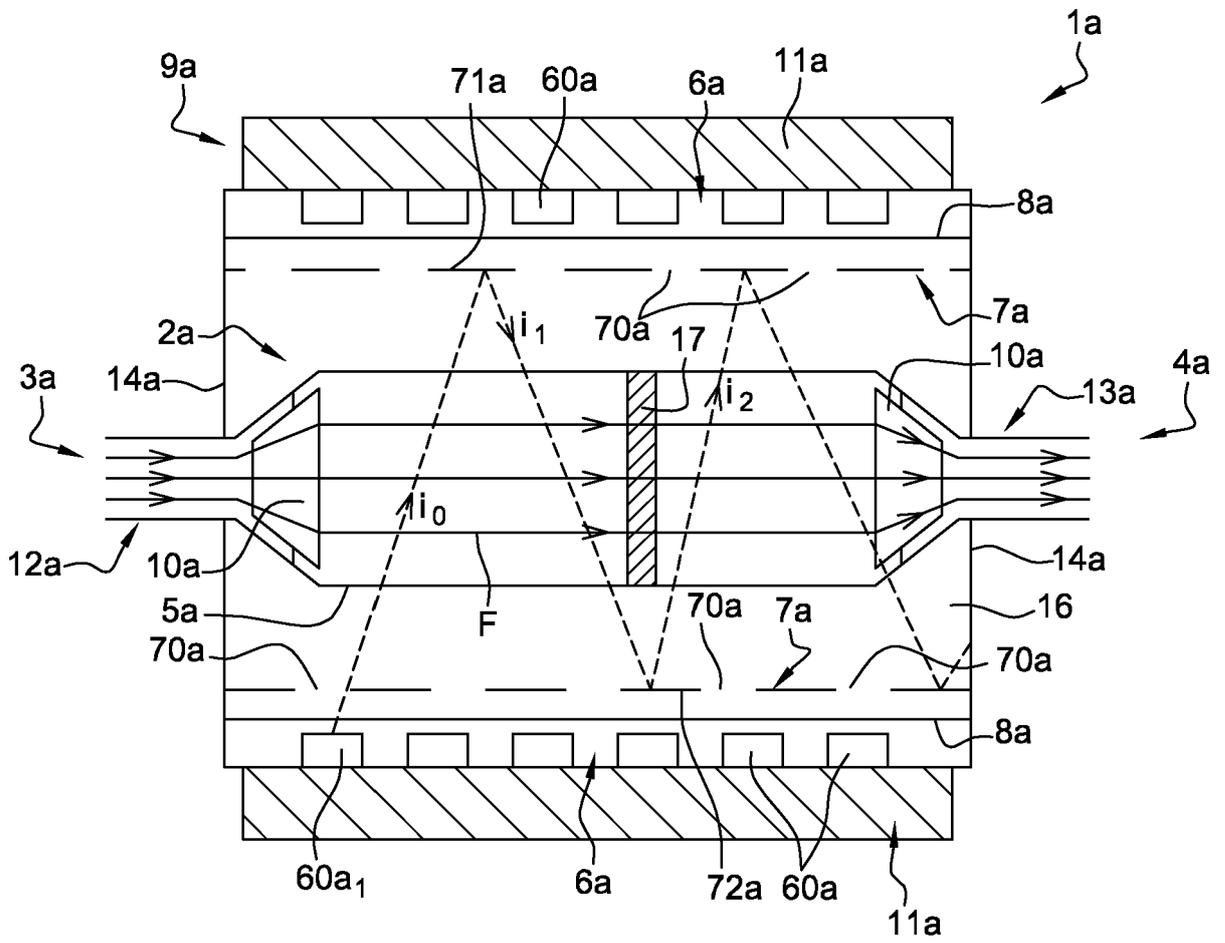


Fig. 1

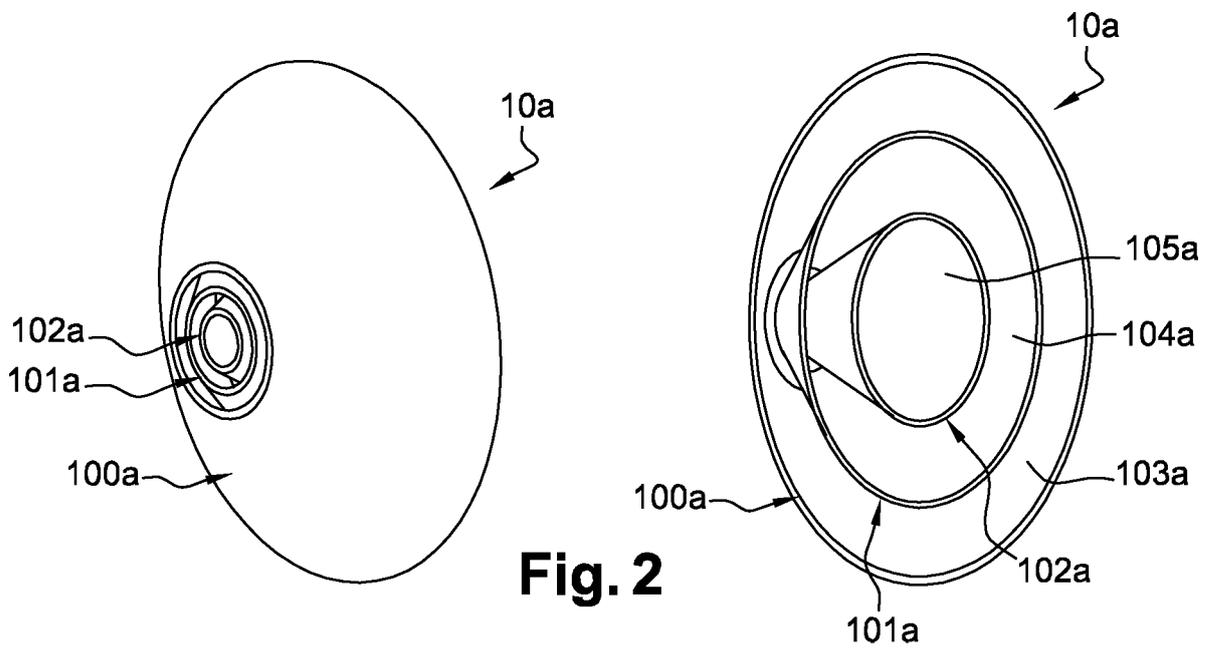


Fig. 2

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche
N° d'enregistrement
nationalFA 855593
FR 1855808

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	US 2014/105784 A1 (SMEETON TIM MICHAEL [GB] ET AL) 17 avril 2014 (2014-04-17) * alinéas [0001], [0156] - [0157], [0161], [0162], [0172] - [0173]; figures 21,22,24 *	1-11	C02F1/32 C02F103/42
X	US 2015/144575 A1 (HAWKINS II R THOMAS [US]) 28 mai 2015 (2015-05-28) * alinéas [0007], [0008], [0055], [0066]; figure 9 *	1-11	
X	US 2012/228236 A1 (HAWKINS II R THOMAS [US] ET AL) 13 septembre 2012 (2012-09-13) * alinéas [0002] - [0003], [0046], [0054]; figure 1 *	1,10	
A	EP 3 006 406 A1 (NIKKISO CO LTD [JP]) 13 avril 2016 (2016-04-13) * alinéa [0017]; figure 2 *	4	
A	US 2013/320233 A1 (ANTON HANS-JOACHIM [DE] ET AL) 5 décembre 2013 (2013-12-05) * alinéa [0046]; figure 11 *	5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	US 2015/114912 A1 (TAGHIPOUR FARIBORZ [CA]) 30 avril 2015 (2015-04-30) * alinéas [0055] - [0056]; figures 2,3A,4 *	6	C02F
A	JP 2017 060668 A (NIKKISO CO LTD) 30 mars 2017 (2017-03-30) * alinéa [0020]; figure 8 *	8	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 décembre 2018		Fiocchi, Nicola	
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 1855808 FA 855593**

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 **18-12-2018**
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
US 2014105784 A1	17-04-2014	AUCUN	
US 2015144575 A1	28-05-2015	US 2015144575 A1 WO 2013176736 A1	28-05-2015 28-11-2013
US 2012228236 A1	13-09-2012	AU 2010315119 A1 CA 2779814 A1 EP 2496341 A2 US 2012228236 A1 WO 2011057015 A2	21-06-2012 12-05-2011 12-09-2012 13-09-2012 12-05-2011
EP 3006406 A1	13-04-2016	EP 3006406 A1 JP 2014233646 A US 2016052802 A1 WO 2014192913 A1	13-04-2016 15-12-2014 25-02-2016 04-12-2014
US 2013320233 A1	05-12-2013	AU 2011313647 A1 CA 2813068 A1 CN 103168004 A DE 102010047782 B3 DK 2625144 T3 EP 2625144 A1 HU E036763 T2 PL 2625144 T3 RU 2013120997 A US 2013320233 A1 WO 2012045378 A1	11-04-2013 12-04-2012 19-06-2013 12-01-2012 12-03-2018 14-08-2013 30-07-2018 29-06-2018 20-11-2014 05-12-2013 12-04-2012
US 2015114912 A1	30-04-2015	US 2015114912 A1 US 2018201521 A1	30-04-2015 19-07-2018
JP 2017060668 A	30-03-2017	CN 108136058 A EP 3354287 A1 JP 2017060668 A KR 20180056743 A TW 201713371 A US 2018208486 A1 WO 2017051774 A1	08-06-2018 01-08-2018 30-03-2017 29-05-2018 16-04-2017 26-07-2018 30-03-2017

EPO FORM P0465