

(12) BREVET D'INVENTION BELGE

(47) Date de publication : 13/07/2020

(21) Numéro de demande : BE2019/5240

(22) Date de dépôt : 11/04/2019

(62) Divisé de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : C02F 1/66, C02F 1/68, C02F 3/34

(30) Données de priorité :

14/12/2018 BE 2018/5889

(73) Titulaire(s) :

AQVITA SRL

1180, UCCLE
Belgique

(72) Inventeur(s) :

TOB Philippe
1180 UCCLE
Belgique

(54) Procédé de carbonatation et de minéralisation en ligne d'eau déminéralisée

(57) L'invention propose un procédé de minéralisation d'eau en ligne selon lequel on fait circuler de l'eau déminéralisée dans un canal à l'intérieur duquel sont immobilisées des enzymes pour catalyser la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau pour former du bicarbonate, on introduit du dioxyde de carbone dans le canal, et on introduit dans l'eau circulant une quantité prédéterminée de minéraux solides, de préférence du carbonate de calcium et/ou de magnésium. Le procédé permet d'accélérer la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau ce qui permet d'optimiser la dissolution des minéraux pour minéraliser l'eau en ligne, c'est-à-dire sans arrêter la circulation de l'eau. L'invention propose également

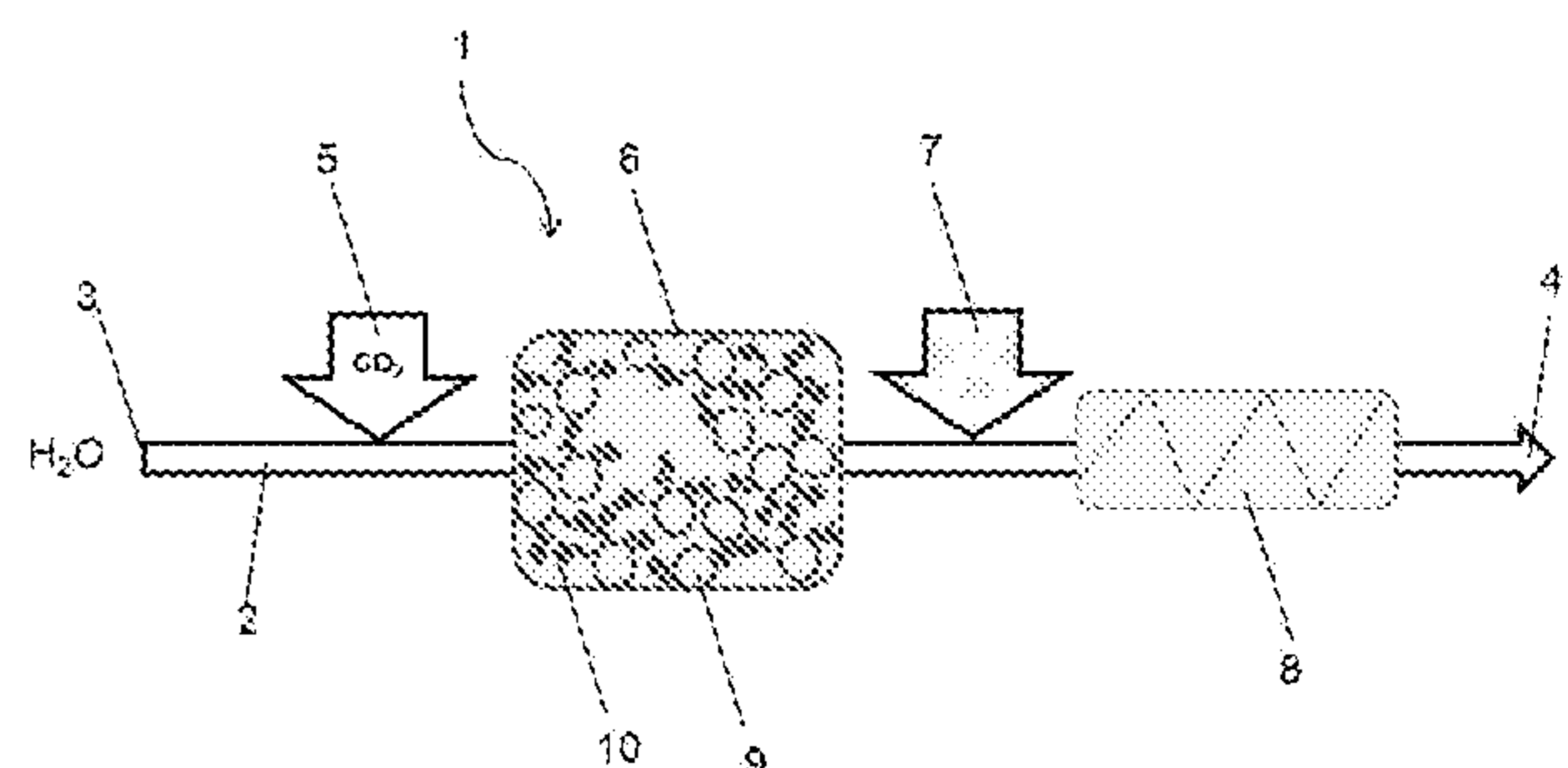


Figure 1

un système permettant de mettre en oeuvre le procédé.

Procédé de carbonatation et de minéralisation en ligne d'eau déminéralisée.

5 L'invention se situe dans le domaine de la (re-)minéralisation d'eau.

Certaines techniques de purification ou d'assainissement d'eau comprennent une étape de déminéralisation. C'est notamment le cas par exemple, à une échelle industrielle, de la
10 désalinisation d'eau de mer, ou à une échelle domestique de la déminéralisation d'eau de ville.

L'eau qui a été, au moins en partie, purifiée de ses minéraux est généralement légèrement acide, ce qui la rend corrosive et à long terme peut détériorer les canalisations qu'elle parcourt.
15 Elle a aussi une saveur très fade ce qui la rend désagréable à consommer.

Il est donc courant de reminéraliser l'eau désalinisée ou déminéralisée, notamment avec des carbonates de magnésium et de calcium, afin d'en relever le pH et/ou d'en modifier la saveur.
20 Néanmoins, la faible taux de dissolution de ces minéraux dans l'eau est un facteur limitant et il faut agiter, pendant plusieurs heures, des poudres minérales fines dans un volume d'eau pour atteindre une concentration déterminée en carbonates de calcium et/ou magnésium, concentration qui reste néanmoins
25 limitée. Cette méthode n'est pas efficace industriellement, ni applicable à des appareils domestiques dont les dimensions doivent rester limitées. Les concentrations en carbonates de calcium et/ou de magnésium obtenues par cette méthode restent, de plus, bien inférieure à celle des eaux minérales.

30 Il a été démontré dans *Desalinisation 396, (2016) 39-47*, qu'il est possible d'améliorer le taux de dissolution des carbonates de magnésium et de calcium en acidifiant préalablement l'eau avec du dioxyde de carbone (CO₂) ou de l'acide sulfurique, ce dernier permettant de dissoudre 8 à 9 fois plus de minéraux
35 qu'avec du dioxyde de carbone. Cette différence est principalement due au fait qu'un pH plus faible peut être

2

atteint avec l'acide sulfurique, un acide fort, qu'avec le dioxyde de carbone, formant un acide faible lorsqu'il est dissout dans l'eau. Ceci est aussi la conséquence du faible taux de dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau.

- 5 Il n'est cependant pas souhaitable, ni industriellement, ni dans des installations domestiques, d'utiliser de l'acide sulfurique, à cause des risques bien connus associés à sa manipulation (brulures, corrosion,...).
- 10 Il a donc été jugé nécessaire par la demanderesse de développer un procédé ainsi qu'un système permettant la minéralisation instantanée en ligne et de façon contrôlée, d'eau préalablement déminéralisée, au moins en partie.

15 **Solution de l'invention**

A cet effet, la présente invention propose un procédé instantané de minéralisation d'eau en ligne selon lequel :

- on fait circuler de l'eau déminéralisée dans un canal à l'intérieur duquel sont immobilisées des enzymes pour catalyser la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau pour former du bicarbonate
- on introduit du dioxyde de carbone dans le canal, et
- on introduit dans l'eau circulant une quantité prédéterminée de minéraux solides, de préférence du carbonate de calcium et/ou de magnésium.

Les attributs « instantané » et « en ligne » signifie que l'eau circule en permanence le long du canal et n'est à aucun moment stockée dans un réservoir pour y subir une étape de traitement ou de dissolution de minéraux.

Par eau déminéralisée, on entend ici une eau à faible teneur en minéraux voire dénuée de minéraux, et en particulier de magnésium et calcium. La faible teneur en minéraux peut être obtenue naturellement, par exemple pour une eau de source, ou artificiellement, par des procédés de désalinisation comme

3

l'osmose inverse, l'utilisation de résines, l'évaporation et recondensation. Une faible teneur en minéraux correspond de préférence à un résidu minéral à sec inférieur à 500 mg/L et de préférence encore inférieur à 100 mg/L .

- 5 Le canal dont il est question désigne de façon générale une conduite avec une entrée d'eau et une sortie d'eau entre lesquelles l'eau peut circuler, c'est-à-dire avoir un débit calculable.

10 On peut introduire le dioxyde de carbone dans le canal en y faisant buller du dioxyde de carbone gazeux via l'utilisation d'un bulleur classique ou à travers une membrane.

Alternativement, le canal est perméable au dioxyde de carbone et imperméable à l'eau sur au moins une partie de sa longueur et on introduit le dioxyde de carbone dans le canal par application
15 sur la paroi extérieure du canal d'une pression de dioxyde de carbone.

Le canal peut par exemple être un tuyau dont la paroi est une membrane perméable au dioxyde de carbone. Il peut également s'agir d'une pluralité des faisceaux parallèles, comme par
20 exemples des fibres creuses dont les parois sont des membranes perméables au dioxyde de carbone. Cette configuration présente l'avantage d'augmenter la surface de contact entre l'eau et les parois, c'est-à-dire avec les pores permettant l'adsorption du dioxyde de carbone dans l'eau circulant dans le canal, sans que
25 l'eau ne fuie vers l'extérieur de la fibre, et avec les enzymes immobilisées à l'intérieur du canal.

Les enzymes catalysant la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau pour former de l'acide carbonique puis du bicarbonate sont de préférence de l'anhydrase carbonique. Cette enzyme, de la
30 classe EC 4.2.1.1, est bien connue pour améliorer le taux de dissolution du CO₂ dans l'eau mais n'a jamais été utilisée en combinaison avec des moyens d'injection de poudre minérales, ni d'autres moyens de dissolution de minéraux, pour en optimiser la dissolution.

4

Les moyens d'immobilisation des enzymes à l'intérieur du canal sont les moyens classiques d'immobilisation d'enzymes sur des surfaces polymériques, bien connus de l'homme du métier. Il peut par exemple s'agir d'une immobilisation par greffage des enzymes sur la face intérieure de la paroi/membrane ou alors sur des billes ou particules maintenues à l'intérieur du canal par des filtres ou des grilles dont le maillage permet le passage de l'eau mais pas des billes/particules.

Le terme « eau circulant » fait ici référence au fait qu'il n'y a pas de réservoir dans lequel de l'eau serait immobilisée le temps d'être agitée avec de la poudre minérale. Le procédé de l'invention est instantané, en ligne, et permet ainsi une mise en œuvre industrielle, par exemple en aval d'une unité de désalinisation, ce qui est particulièrement intéressant par exemple pour alimenter un réseau d'eau de ville. Il permet également une mise en œuvre domestique, en permettant un gain de place. L'absence de réservoir de mélange limite également le risque de développement bactérien dans de l'eau stagnante.

De préférence, on introduit dans l'eau circulant une quantité prédéterminée de minéraux solides, de préférence du carbonate de calcium et/ou de magnésium par injection d'une poudre minérale ou en faisant circuler l'eau à travers un lit minéral.

Par minéraux solides, il faut ici entendre que l'eau à reminéraliser entre en contact avec le minéral sous sa forme solide, et non pas pré-dissout dans une solution.

Le canal de l'invention peut donc être connecté à un injecteur de poudre ou comprendre une colonne minérale.

Dans le cas de l'injection, la poudre injectée est une poudre très fine ou fluidifiée, composée de particules ayant des diamètres de l'ordre de quelques microns, par exemple 5 à 1000 microns, qui présentent une grande fluidité et dont on peut mesurer un volume, de façon très similaire à des solutions liquides.

5

Ces poudres présentent l'avantage d'être conditionnables en cartouches peu encombrantes. Le dosage de petites quantité de poudre, i.e. quelques microlitres est possible à l'aide, par exemple, de technologies mises au point pour l'impression laser ou 3D, où des couches de poudres sont déposées. L'homme du métier peut néanmoins utiliser toute autre technologie adéquate pour le dosage de poudres fines.

Ces techniques permettent l'injection d'une quantité prédéterminée de poudre, c'est-à-dire d'une quantité définie à l'avance dans le but d'obtenir une quantité également prédéterminée de minéraux dissouts.

Dans le cas de l'utilisation d'une colonne minérale, celle-ci comprend un lit de granules ou billes minérales, dont la granulométrie peut par exemple être comprise entre 0.5 et 4.5 mm.

Avantageusement, des billes minérales sont combinées/mélangées à des billes sur lesquelles sont greffées les enzymes catalysant la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau pour former de l'acide carbonique puis du bicarbonate.

La présente invention propose également un système pour mettre en œuvre le procédé de l'invention. Il s'agit d'un système de reminéralisation d'eau, au moins en partie déminéralisée, comprenant un canal de circulation d'eau d'une entrée vers une sortie le long duquel sont agencés :

- des moyens d'introduction de dioxyde de carbone dans le canal ;
- des enzymes aptes à catalyser la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau pour former du bicarbonate immobilisées à l'intérieur dudit canal, et
- des moyens d'introduction d'une quantité prédéterminée de carbonate de calcium et/ou de magnésium sous forme solide.

De préférence, les moyens d'introduction de dioxyde de carbone dans le canal comprennent une paroi perméable au dioxyde de

6

carbone sur au moins une partie de la longueur du canal et des moyens pour appliquer une pression de dioxyde de carbone sur la face extérieure de ladite paroi perméable au dioxyde de carbone.

Les moyens pour appliquer une pression de dioxyde de carbone sur la face extérieure de la paroi perméable au dioxyde de carbone peuvent comprendre une chambre hermétique connectée à une arrivée de dioxyde de carbone sous pression et traversée par au moins la partie du canal comprenant la paroi perméable au dioxyde de carbone.

Avantageusement, un mélangeur statique, par exemple un insert hélicoïdal, permettant de créer une turbulence de l'eau qui y circule est disposé à la sortie du canal afin d'optimiser le mélange entre l'eau, le dioxyde de carbone dissout, et les minéraux ajoutés.

Les moyens d'introduction d'une quantité prédéterminée de carbonate de calcium et/ou de magnésium sont par exemple un injecteur à poudre et/ou une colonne minérale.

L'injecteur à poudre peut par exemple être un dispositif de microdosage qui dispense des micro-volumes de poudres, en fonction du débit de l'eau parcourant le canal. La fréquence à laquelle est dispensée la solution concentrée ou la poudres, ainsi que le volume dispensé est prédéterminé en fonction du débit de circulation de l'eau à reminéraliser pour optimiser l'efficacité de l'insert hélicoïdal et obtenir, en sortie du système, une eau de concentration sensiblement constante au cours du temps.

La colonne minérale peut par exemple être une colonne du type Akdolit[®] CM, comprenant un lit de particules de dolomie (roche comprenant au moins 50% de dolomite).

Avantageusement, le système pour mettre en œuvre le procédé de l'invention est une cartouche comprenant l'entrée d'eau à reminéraliser et la sortie d'eau reminéralisée et les moyens d'introduction de dioxyde de carbone dans la cartouche, ladite

- cartouche contenant un mélange de des billes minérales et de billes sur lesquelles sont greffées les enzymes catalysant la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau pour former de l'acide carbonique puis du bicarbonate. De préférence, les
- 5 moyens d'introduction de dioxyde de carbone dans la cartouche sont agencés pour permettre la circulation du dioxyde de carbone à travers le lit de billes mélangées et l'entrée et la sortie d'eau sont agencés pour permettre la circulation de l'eau à travers de lit de billes mélangées.
- 10 Les billes minérales comprennent de préférence du carbonate de calcium et/ou de magnésium mais peuvent également comprendre de l'hydroxyde de magnésium ou/et hydroxyde de calcium et/ou dolomite ou/et magnésite (MgO).
- Le terme bille n'implique pas une forme sphérique, une bille
- 15 peut avoir une forme irrégulière.
- Les billes minérales et les billes sur lesquelles sont greffées les enzymes ont de préférence le même ordre de taille, mais peuvent également avoir des dimensions différentes.
- 20 Les billes minérales ont par exemple une taille d grain entre 0.5 et 4.5 mm, comme dans les produits Akdolit® Hydro-Calcit, qui comprend principalement du carbonate de calcium, ou Akdolit® CM (Magno Dol), vendus par Rheinkalk Akdolit GmbH & Co. KG.
- Les billes sur lesquelles sont greffées les enzymes peuvent par
- 25 exemple avoir une granulométrie comprise entre 10 microns et 3,5mm.
- Si la dissolution du CO₂ dans l'eau à l'aide d'une enzyme comme
- 30 l'anhydrase carbonique est connue, c'est bien la combinaison de cette étape avec l'introduction de minéraux, notamment de carbonate de calcium et/ou de magnésium, de préférence sous forme solide, qui est le cœur de l'invention, pour reminéraliser instantanément et en ligne de l'eau à faible teneur en minéraux
- 35 à une concentration prédéterminée en minéraux. Ce sont principalement le calcium et le magnésium ainsi que les

8

carbonates dont la dissolution est cruciale pour la dureté et la saveur de l'eau. De nombreux procédés ont été décrits pour dissoudre des chlorures ou des hydroxydes de calcium et de magnésium. Néanmoins, ces sels ne permettent pas d'introduire

5 des carbonates dont la teneur est particulièrement importante et il faut alors les introduire par l'intermédiaire d'autres sels qui rendent l'équilibrage minéral total compliqué. Le procédé de l'invention permet ainsi d'obtenir une eau riche à la fois en calcium et/ou magnésium et en bicarbonates.

10 Le procédé de l'invention permet également d'obtenir une eau limpide en sortie du système permettant de le mettre en œuvre. Que ce soit à l'échelle domestique ou à l'échelle industrielle, l'obtention d'eau limpide est capitale, afin de que des canalisations et/ou conduites que l'eau reminéralisée doit

15 traverser ne s'encrassent pas par accumulation de particules solides, ce qui pourrait engendrer des variations de débits de l'eau, une baisse de l'efficacité du système et des coûts de maintenance élevés. Une eau limpide est également souhaitée par l'utilisateur final.

20

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de plusieurs formes de réalisation de l'invention, en référence au dessin en annexe, sur lequel :

la figure 1 illustre un premier mode de réalisation de

25 l'invention;

la figure 2 illustre un deuxième mode de réalisation de l'invention,

la figure 3 illustre un troisième mode de réalisation de l'invention,

30 la figure 4 illustre un quatrième mode de réalisation de l'invention, et

la figure 5 illustre une cartouche selon l'invention.

En référence à la figure 1, un système 1 de reminéralisation d'eau au moins en partie déminéralisée comprend un canal 2, de circulation d'eau d'une entrée 3 vers une sortie 4 entre lesquelles sont disposées une arrivée 5 de dioxyde de carbone, un compartiment ou cartouche 6 contenant des billes 9 sur lesquelles sont greffées des enzymes 10 aptes à catalyser la réaction du dioxyde de carbone, par exemple de l'anhydrase carbonique, un injecteur à poudres 7 un mélangeur statique 8.

10 L'arrivée 5 de dioxyde de carbone (CO₂) peut être n'importe quel moyen d'introduction de CO₂ dans un flux d'eau bien connu de l'homme du métier comme, par exemple, un tuyau connecté à une source de dioxyde de carbone sous pression, par exemple une bouteille ou un générateur de CO₂, et comprenant une valve pour réguler le débit de CO₂. Le type d'installation pour l'arrivée de CO₂ dépend principalement de la taille du système, notamment des débits et des volumes d'eau à gérer.

Le compartiment 6 contenant des billes 9 sur lesquelles sont greffées des enzymes 10 aptes à catalyser la réaction du dioxyde de carbone, par exemple de l'anhydrase carbonique, est typiquement similaire dans sa structure à n'importe quelle colonne de résines échangeuse d'ions couramment utilisées dans le traitement de l'eau. Les billes peuvent être en résine polyamide, dérivé cellulosique, dérivés de polysaccharides ou tout autre polymère adapté pour un greffage enzymatique, technique bien connue de l'homme du métier.

L'injecteur à poudres 7 est un moyen d'injection d'une quantité prédéterminée de poudre. Il peut par exemple être un dispositif de microdosage, comme par exemple une pompe ou vanne micro-doseuse ou un dispositif de microdosage de poudre micronisée. Un tel dispositif peut comprendre par exemple un système à ultrasons comportant une buse de dosage dont le diamètre est de 100 à 400 microns, ou un système similaire à ceux utilisés en imprimerie 3D, comme par exemple ceux décrits par X Lu, S Yang

et JRG Evans (*Microfeeding with different ultrasonic nozzle designs ; - Ultrasonics, 2009; Dry powder microfeeding system for solid freeform fabrication : Solid Freeform Fabrication Symposium, Austin, TX, 2006 ; Metering and dispensing of powder : the quest for new solid freeforming techniques, Powder Technology, 178(1), 56-72. DOI: 10.1016/j.powtec.2007.04.004*).

La poudre injectée par l'injecteur 7 est de préférence du carbonate de calcium et/ou du carbonate de magnésium.

10 On peut par exemple utiliser une poudre de synthèse ou de l'aragonite micronisée. L'aragonite est la forme polymorphique stable à haute température et haute pression du carbonate de calcium, les deux autres polymorphes stables en conditions
15 oolithique marin est notamment originaire des Bahamas et de Floride. Les poudres de synthèses désignent ici des sels minéraux bien particuliers, comme par exemple du carbonate de calcium, obtenus par précipitation dans des conditions particulières conférant aux particules des dimensions et
20 propriétés spécifiques. Par exemple, l'article de Brečević, L. et Kralj, D. (2007 ; *on calcium carbonates: from fundamental research to application. Croatica Chemica Acta, 80(3-4), 467-484*) passe en revue les techniques permettant d'obtenir des formes polymorphiques de carbonate de calcium. Cet article
25 décrit en particulier la formation de carbonate de calcium amorphe, moins stable que les formes cristallines (calcite, vatérite) ou hydratées, mais présentant un taux de dissolution plus élevé et qui peuvent avantageusement être utilisées pour la mise en œuvre du procédé de l'invention. L'aragonite peut elle
30 aussi être obtenue par synthèse. Des poudres de synthèse de carbonate de calcium et/ou de carbonate de magnésium peuvent par exemple être utilisées, de préférence au moins en partie sous forme amorphe.

Selon la nature ou la quantité de minéraux que l'on souhaite
35 dissoudre dans l'eau, plusieurs injecteurs à poudres successifs peuvent être disposés le long du canal 2.

11

Le mélangeur statique 8 est par exemple un mélangeur hélicoïdal. Il permet d'augmenter la turbidité dans le flux d'eau et d'améliorer la dissolution de la poudre injectée.

5 En pratique, de l'eau à faible teneur en minéraux, par exemple de l'eau de source, de l'eau déminéralisée ou de l'eau désalinisée entre dans le canal 2 au niveau de l'entrée 3.

Du CO₂ est injectée sous forme gazeuse au niveau de l'arrivée 5
10 CO₂. L'eau se charge en CO₂ qui s'y dissout en faible proportion avant de pénétrer dans le compartiment 6.

Dans ce compartiment 6, au contact et sous l'action des enzymes, la partie dissoute du CO₂ réagit avec l'eau pour former de l'acide carbonique et/ou du bicarbonate selon l'équation $H_2O + CO_2 \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow HCO_3^- + H^+$. Le bicarbonate est soluble dans l'eau
15 sous sa forme ionique et sa formation induit une diminution du pH de l'eau.

De préférence, le pH atteint grâce à l'action de l'anhydrase carbonique est situé entre 4.5 et 5.5, et de préférence encore entre 4.9 et 5.4.

20 L'action de l'enzyme permet de déplacer l'équilibre de dissolution du CO₂ dans l'eau et d'atteindre une concentration de bicarbonate qu'il n'est pas possible d'atteindre par d'autres techniques en ligne, c'est à dire sans arrêter le courant d'eau dans le compartiment 6.

25 En sortie du compartiment 6, l'eau à faible teneur en minéraux et à forte teneur en bicarbonate est reminéralisée par injection, à une fréquence régulière déterminée par le débit de l'eau et la teneur souhaitée en minéraux, d'une quantité déterminée de poudre 7, typiquement du carbonate de magnésium
30 et/ou de calcium. La poudre se dissout dans l'eau circulant à une vitesse optimisée grâce au pH de l'eau qui a été diminué par la dissolution du CO₂. L'anhydrase carbonique est essentielle pour qu'une dissolution suffisante du CO₂ puisse avoir lieu en

ligne, c'est-à-dire sans arrêter l'eau dans un réservoir jusqu'à dissolution complète.

Ces deux espèces chimiques, magnésium et calcium, sont en effet particulièrement difficile à dissoudre en ligne, c'est-à-dire sans devoir agiter pendant une longue durée la poudre avec l'eau à reminéraliser. Des concentrations similaires à celles rencontrées dans les eaux minérales riches en calcium et magnésium sont notamment impossible à atteindre sans l'action de l'enzyme décrite plus haut.

Le système de l'invention peut ainsi se révéler particulièrement intéressant pour des systèmes de production en ligne d'eau minérale à teneur prédéterminée en minéraux tels que décrits dans la demande PCT/EP2018/057868.

Par exemple, pour reproduire une eau minérale de type Geroldsteiner® dont la composition est décrite dans le tableau 1 du document précité, à partir d'une eau préalablement déminéralisée, il est nécessaire d'apporter 1816 mg/L de bicarbonate, 348 mg/L de calcium et 108 mg/L de magnésium. Au regard des résultats obtenus dans *Desalinisation 396, (2016) 39-47, (table 1, run 6)*, il serait au mieux possible d'obtenir le pH final de 5.9, mais une concentration maximale de 20 mg/L de calcium (0.53 mm Ca^{2+}) et 8 mg/L de magnésium (0.36 mm Mg^{2+}) en faisant passer une solution dans laquelle on a introduit du CO_2 sous forme gazeuse sur de la dolomite pendant plus de 12 minutes. On serait donc loin de pouvoir reproduire la composition de l'eau Geroldsteiner®.

13

Élément minéral	Gerolsteiner (mg/L)
Ca ²⁺	348
Mg ²⁺	108
Na ⁺	118
K ⁺	10.8
HCO ₃ ⁻	1816
SO ₄ ²⁻	38.7
Cl ⁻	39.7
NO ₃ ⁻	5.1
Matière totale dissoute	2488
pH	5.9

Tableau 1.

Il existe d'autres moyens que l'ajout direct de CO₂ sous forme gazeuse pour introduire du dioxyde de carbone dans le canal.

En référence à la figure 2, un système 21 de reminéralisation d'eau au moins en partie déminéralisée comprend, comme décrits sur la figure 1, un canal 2, de circulation d'eau d'une entrée 3 vers une sortie 4 entre lesquelles sont disposées des moyens 25 d'introduction de dioxyde de carbone, une cartouche 6 contenant des billes 9 sur lesquelles sont greffées des enzymes 10 aptes à catalyser la réaction du dioxyde de carbone, par exemple de l'anhydrase carbonique, un injecteur à poudres 7 un mélangeur statique 8.

Les moyens 25 d'introduction de dioxyde de carbone sont ici constitués d'une chambre 22 équipée d'une arrivée 23 et d'une sortie 24 de CO₂. Le canal 2, après l'entrée 3, se poursuit en un compartiment 27 d'anastomose où le canal est divisé en une pluralité ou un faisceau de fibres creuses 26 (quatre sont ici représentées)s'étendant le long de la chambre 22 jusqu'à un second compartiment 28 d'anastomose où les fibres creuses 26 se

14

rejoignent avant que le canal sorte de la chambre 25. Les fibres creuses 26 sont ici des tubes fabriqués à partir d'une membrane perméable au CO₂. L'arrivée 23 et la sortie 24 de CO₂ sont équipées de vannes (non représentées) permettant d'ajuster la pression dans la chambre 22. Un tel module peut par exemple être le MiniModule® de la société 3M comprenant quarante fibres creuses en polypropylène/epoxy parcourant une cartouche qui peut être mise sous pression d'un gaz.

En règle générale, la pression de CO₂ appliquée à la paroi extérieure de la membrane perméable au CO₂ est de préférence comprise entre 1 et 6 bar, à température ambiante.

En pratique, l'eau circulant dans le canal 2 parcourt les fibres creuses 26. Les compartiments 27 et 28 d'anastomose permettent de gérer le débit et la pression de l'eau lors de la division du canal en faisceaux et du rassemblement des faisceaux en un courant unique.

Du dioxyde de carbone est introduit dans la chambre 22 par l'arrivée 23 de façon à ce qu'il y ait une pression supérieure à la pression de CO₂ dans l'eau circulant, afin de favoriser le passage du CO₂ dans l'eau circulant dans les faisceaux. Les vannes placées à l'arrivée 23 et la sortie 24 de CO₂ permettent d'ajuster cette pression en fonction de la quantité de CO₂ qu'il est souhaitable d'introduire dans l'eau en fonction du résultat souhaité, c'est-à-dire de la quantité de CO₂ qui peut réagir au contact des enzymes dans la cartouche 6 et du pH à atteindre en aval pour la bonne dissolution des minéraux en poudre.

Ce type de chambre parcourue par un faisceau de membranes perméables au dioxyde de carbone est connu et utilisé pour extraire le CO₂ de fumées industrielles afin de limiter le rejet de CO₂ dans l'atmosphère. En général, le CO₂ est adsorbé par une solution aqueuse comprenant divers solvants améliorant la dissolution du CO₂. Ces systèmes ne prévoient cependant pas de prélever une quantité déterminée de CO₂ comme c'est ici le cas. De plus, dans le cadre du traitement d'eau, en vue d'une

15

consommation humaine, il est ici impossible d'utiliser des solvants pour améliorer le prélèvement du CO₂.

La division du canal en faisceau permet une plus grande surface de contact entre l'eau circulant et le CO₂ dans la chambre, via
5 les pores de la membrane perméable au CO₂. La surface de contact optimale peut être calculée en fonction des applications (industrielle ou domestique) et du volume d'eau à traiter.

Les matériaux utilisables pour des membranes perméables au CO₂ sont par exemple du polypropylène, du PTFE (Teflon), du
10 polyimide, des polyoléfinés, etc... De telles membranes sont commerciales, comme par exemple Superphobic ® Contactors by Membrana GmbH ou Celgard X40-200 or X30-240.

Comme pour le bullage du CO₂, cette technique permet de traiter l'eau en continu, sans immobiliser l'eau dans un réservoir.

15

La chaîne de traitement peut être encore optimisée, notamment en s'affranchissant de la cartouche 6 et en immobilisant les enzymes
10 directement à l'intérieur des faisceaux de fibres creuses 26, en utilisant par exemple les techniques standard d'immobilisation d'enzymes sur un matériau polymérique.
20

En référence à la figure 3, où les éléments communs aux figures précédentes sont numérotés de façon identique, un système 31 de reminéralisation d'eau au moins en partie déminéralisée comprend
25 un canal 2, de circulation d'eau d'une entrée 3 vers une sortie 4, entre lesquelles est disposée une chambre 22 similaire à celle décrite en référence à la figure 2, parcourue par un faisceau de fibres creuses 26. Des enzymes 10 aptes à catalyser la réaction du dioxyde de carbone, par exemple de l'anhydrase
30 carbonique, sont immobilisées à l'intérieur des fibres creuses, sur la paroi interne de la membrane.

Ainsi, l'eau parcourant le canal 2 se charge en CO₂ le long des faisceaux de fibres creuses 26. Le CO₂ étant converti en

16

bicarbonate sous l'action des enzymes 10 au fur et à mesure que l'eau parcourt la fibre creuse 26, l'absorption de CO₂ le long de la fibre peut être optimisée et des quantités supérieures de bicarbonates peuvent être produites. En s'affranchissant de la cartouche 6, il est ainsi possible de limiter la longueur du canal et de réduire le coût global de l'installation.

L'injecteur de poudres 7 et le mélangeur 8 sont ici installés en aval de l'unité 25. Le mélangeur statique a été décrit comme étant un mélangeur hélicoïdal, mais pourrait être tout autre type de mélangeur connu de l'homme du métier.

L'injecteur de poudre n'est pas la seule façon d'introduire des minéraux, sous forme solide, dans l'eau circulant dans le canal.

15

Le dispositif de la figure 4 illustre un dispositif similaire à celui de la figure 3 où l'injecteur de poudres 7 et l'insert hélicoïdal 8 sont remplacés par une colonne minérale 47, ici par exemple une colonne Akdolit® CM (Magno Dol), ou toute autre colonne fonctionnant sur le même principe. La colonne fait partie du canal 2, elle représente une portion du canal 2.

20

La même modification pourrait d'ailleurs également être faite sur les autres systèmes décrits plus haut.

L'eau circulant dans le canal 2 traverse le lit de granules de dolomie et se charge, à leur contact de magnésium, calcium et hydrogénocarbonates. La dissolution de ces espèces dans l'eau est optimisée grâce au pH de l'eau qui a été diminué par la dissolution du CO₂. L'anhydrase carbonique est essentielle pour qu'une dissolution suffisante du CO₂ puisse avoir lieu en ligne, c'est-à-dire sans arrêter l'eau dans un réservoir.

30

Dans tous les modes de réalisations décrits, il est envisageable d'avoir plus d'un injecteur de poudre et/ou plus d'une colonne minérale ou une combinaison des deux, placés en amont et/ou en aval des moyens d'introduction de CO₂ dans le canal. Par

35

exemple, un injecteur pourrait être placé en amont de l'introduction de CO₂ pour injecter une partie des poudres à dissoudre, une colonne minérale pourrait par exemple être installée en aval pour compléter la teneur en minéraux. La dissolution pourrait ainsi être réalisée en plusieurs temps et répartie sur une plus longue partie du système.

Selon la nature des minéraux à dissoudre dans l'eau, certains pourraient être injectés séparément, avant ou après l'introduction du CO₂ ou l'injection des poudres de carbonate de calcium et/ou magnésium.

Il est envisageable, pour une installation domestique comme celle décrite dans PCT/EP2018/057868 de fournir l'unité 25 sous forme de cartouche consommable, à changer au bout de quelques mois, lorsque l'activité enzymatique est réduite.

Pour une installation industrielle, il est également possible de fournir l'unité 25 sous forme de colonnes interchangeables, éventuellement recyclables.

La figure 5 illustre une autre forme de réalisation de l'invention, sous forme d'une cartouche 51.

La cartouche 51 comprenant une entrée 53 d'eau à reminéraliser, ici en haut de la cartouche, et une sortie 54 d'eau reminéralisée, ici en bas de la cartouche. L'introduction de dioxyde de carbone 55 dans la cartouche se fait par une arrivée 56 de dioxyde de carbone, ici dans la section basse de la cartouche, via un compartiment 61. Le compartiment 61 présente une interface 63 avec un lit 67 de billes 59 et 57 mélangées. Les billes 57 sont des billes minérales, tandis que les billes 59 supportent les enzymes 60 catalysant la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau pour former de l'acide carbonique puis du bicarbonate. Le lit 67 de billes mélangées est ici un cylindre qui occupe l'essentiel de la cartouche. Au sommet de la cartouche, le lit 67 de billes mélangées présente une interface 64 avec un compartiment 62 relié à une sortie 58 de dioxyde de carbone.

18

L'eau entrant dans la cartouche 51 circule à travers le lit 67 mais ne pénètre pas dans les compartiments 61 et 62. Le dioxyde de carbone traverse quand à lui le compartiment 61, puis le lit 67 de billes mélangées et enfin le compartiment 62. Les
5 comaprtiments d'arrivée 61 et de sortie 62 de dioxyde de carbone sont facultatifs, mais peuvent permettre de réguler le débit et la pression de dioxyde de carbone traversant le lit 67. D'autres systèmes peuvent être proposés, par exemple avec un système de valves et/ou de manomètre.

10

Les interfaces entre le lit 67 de billes mélangées et les compartiments d'arrivée 61 et de sortie 62 de dioxyde de carbone peuvent par exemple être des membranes permettant un bullage du dioxyde de carbone à travers le lit, mais ne permettant pas le
15 passage de l'eau. Il pourrait également s'agir d'un simple tuyau, muni éventuellement d'une valve.

On notera qu'ici le dioxyde de carbone est introduit à contre-courant du débit d'eau. Cela permet d'augmenter le temps de
20 résidence du dioxyde de carbone dans le lit 67 de billes mélangées.

La cartouche 51 peut être pourvue, au niveau de l'entrée d'eau 53 et de la sortie d'eau 54 de moyens de raccordement faciles à
25 un circuit d'eau domestique ou industrielle, éventuellement en aval d'autres unités comme un adoucisseur ou une unité de déminéralisation, afin de pouvoir être facilement remplacée. Tout moyen adapté, connu de l'homme du métier est ici envisageable. Il en est de même pour l'arrivée et la sortie de
30 dioxyde de carbone.

Revendications

1. Procédé de minéralisation d'eau en ligne selon lequel :
 - on fait circuler de l'eau déminéralisée dans un canal (2 ;
5 67) à l'intérieur duquel sont immobilisées des enzymes
(10, 60) pour catalyser la réaction du dioxyde de carbone
et de l'eau pour former du bicarbonate,
 - on introduit du dioxyde de carbone dans le canal (2), et
 - on introduit dans l'eau circulant une quantité
10 prédéterminée de minéraux solides.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel pour introduire
une quantité de minéraux :
 - on injecte une poudre minérale (7) et/ou
 - on fait circuler l'eau dans le canal à travers une colonne
15 minérale (67).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 selon lequel on
choisit la nature et la quantité d'enzymes, ainsi que la
quantité de dioxyde de carbone introduites de manière à obtenir
un pH de valeur prédéterminée.

- 20 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le
canal (2 ; 67) est perméable au dioxyde de carbone sur au moins
une partie de sa longueur et dans lequel on introduit le dioxyde
de carbone par application sur la paroi extérieure du canal
d'une pression de dioxyde de carbone.

- 25 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel les
enzymes catalysant la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau
pour former du bicarbonate sont de l'anhydrase carbonique.

- 30 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel on
fait circuler l'eau déminéralisée à travers une colonne minérale

(51) comprenant, mélangées, des billes (57) de minéraux et des billes (59) sur lesquelles sont greffées les enzymes (60).

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, selon lequel on introduit du dioxyde de carbone par bullage.

5 8. Procédé selon la revendication 7, selon lequel on fait buller le dioxyde de carbone à contre-courant de la circulation d'eau.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel les minéraux comprennent du carbonate de calcium et/ou de magnésium.

10 10. Système (1, 21, 31, 51) de reminéralisation d'eau déminéralisée comprenant un canal (2) de circulation d'eau d'une entrée (3, 53) vers une sortie (4, 54) le long duquel sont agencés :

- des moyens (25, 56) d'introduction de dioxyde de carbone dans le canal ;
- 15 - des enzymes (10, 60) aptes à catalyser la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau pour former du bicarbonate immobilisées à l'intérieur dudit canal, et
- des moyens (7, 67) d'introduction d'une quantité prédéterminée de minéraux solides, de préférence
- 20 comprenant du carbonate de calcium et/ou de magnésium.

11. Système selon la revendication 10, dans lequel les moyens d'introduction de dioxyde de carbone dans le canal comprennent une paroi (26, 63) perméable au dioxyde de carbone sur au moins une partie de la longueur du canal (2, 51) et des moyens (24, 25 61) pour appliquer une pression de dioxyde de carbone sur la face extérieure de ladite paroi perméable au dioxyde de carbone.

12. Système selon la revendication 11, dans lequel les moyens pour appliquer une pression de dioxyde de carbone sur la face extérieure de la paroi perméable au dioxyde de carbone 30 comprennent une chambre hermétique (22, 61) connectée à une arrivée (54, 56) de dioxyde de carbone sous pression et traversée par au moins la partie du canal comprenant la paroi perméable au dioxyde de carbone.

13. Système selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel les moyens d'introduction d'une quantité prédéterminée de minéraux comprennent un injecteur de poudre (7) et/ou une
5 colonne minérale (47, 67).

14. Système selon l'une des revendication 10 à 13, agencé sous forme de cartouche (51) comprenant une entrée (53) d'eau à reminéraliser et une sortie (54) d'eau reminéralisée, des moyens
10 d'introduction (56) de dioxyde de carbone dans la cartouche, ladite cartouche contenant un mélange de billes (57) minérales et de billes (59) sur lesquelles sont greffées les enzymes (60) catalysant la réaction du dioxyde de carbone (55) et de l'eau pour former de l'acide carbonique puis du bicarbonate.

15. Système selon la revendication 14 dans lequel les moyens
15 (56) d'introduction de dioxyde de carbone dans la cartouche sont agencés pour permettre la circulation du dioxyde de carbone (55) à travers le lit (67) de billes mélangées, de préférence à contre-courant de la circulation de l'eau.

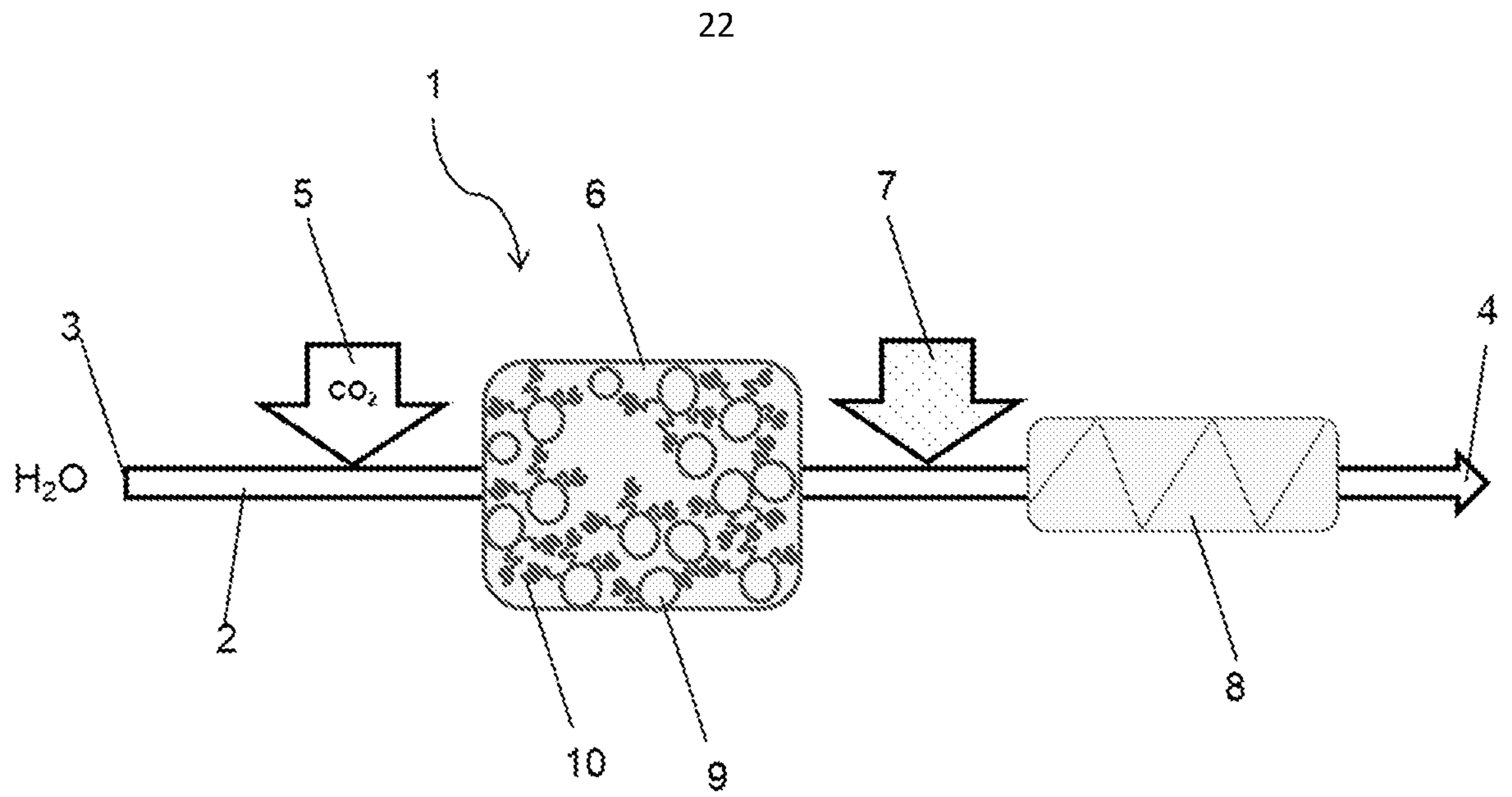


Figure 1

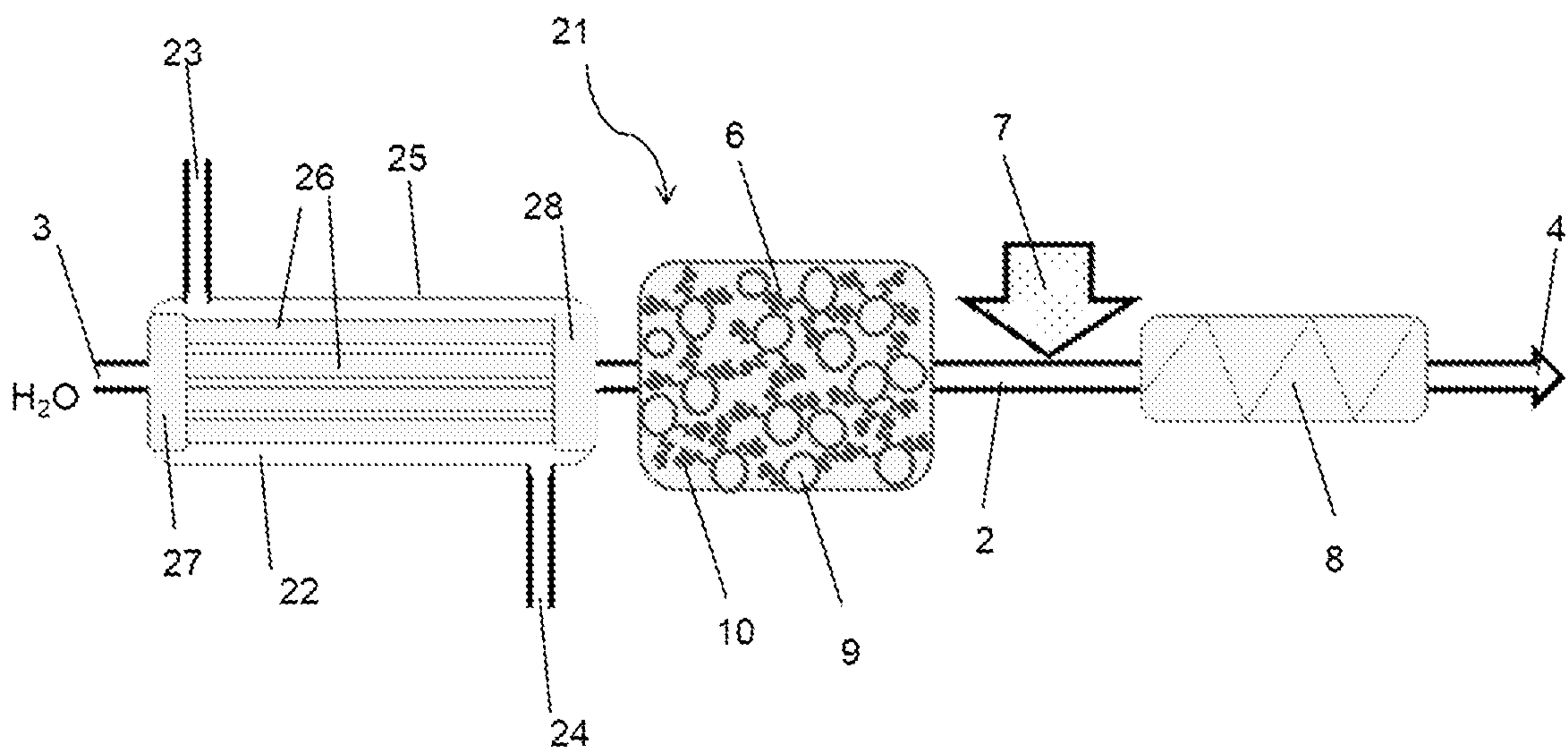


Figure 2

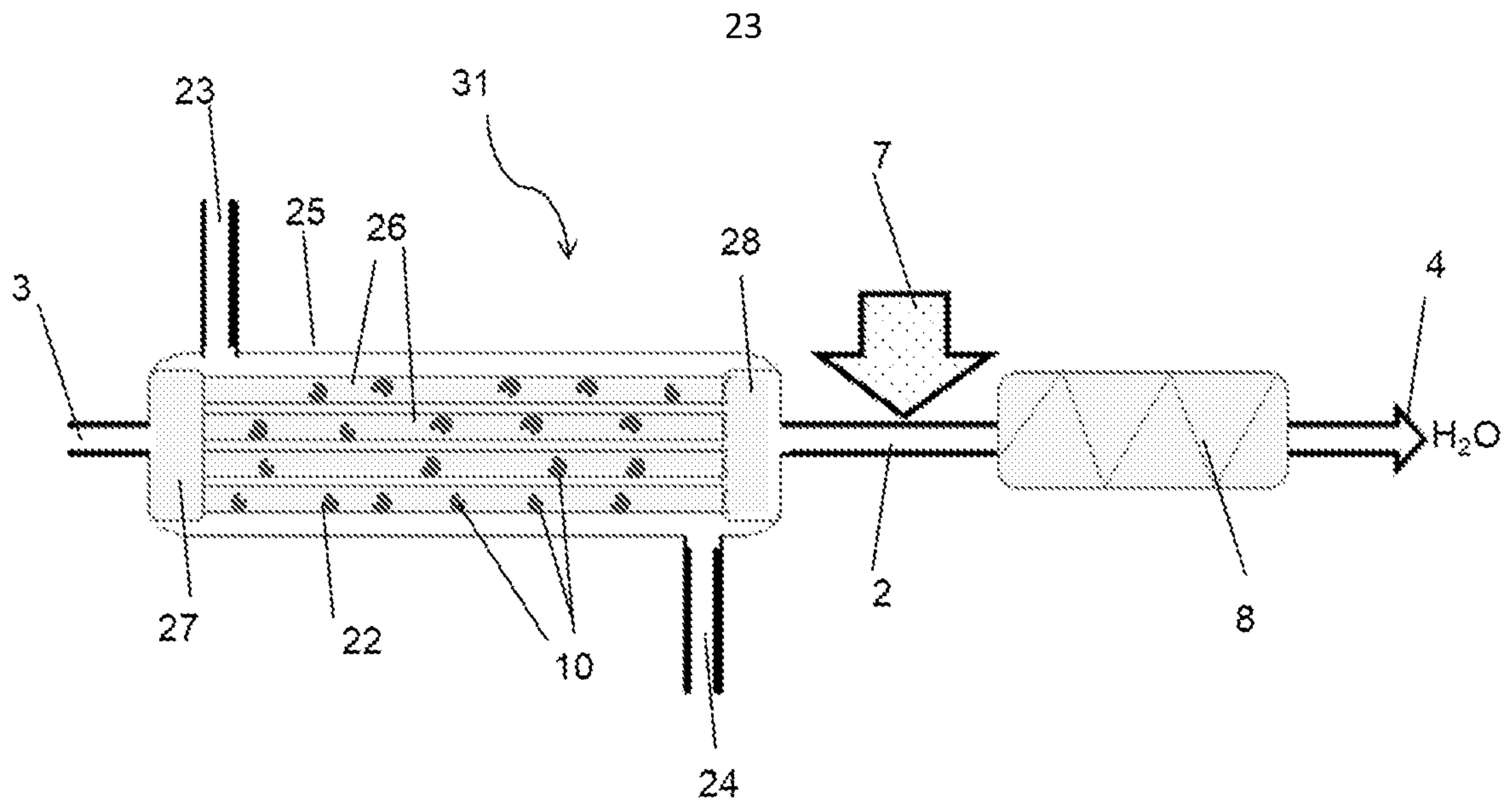


Figure 3

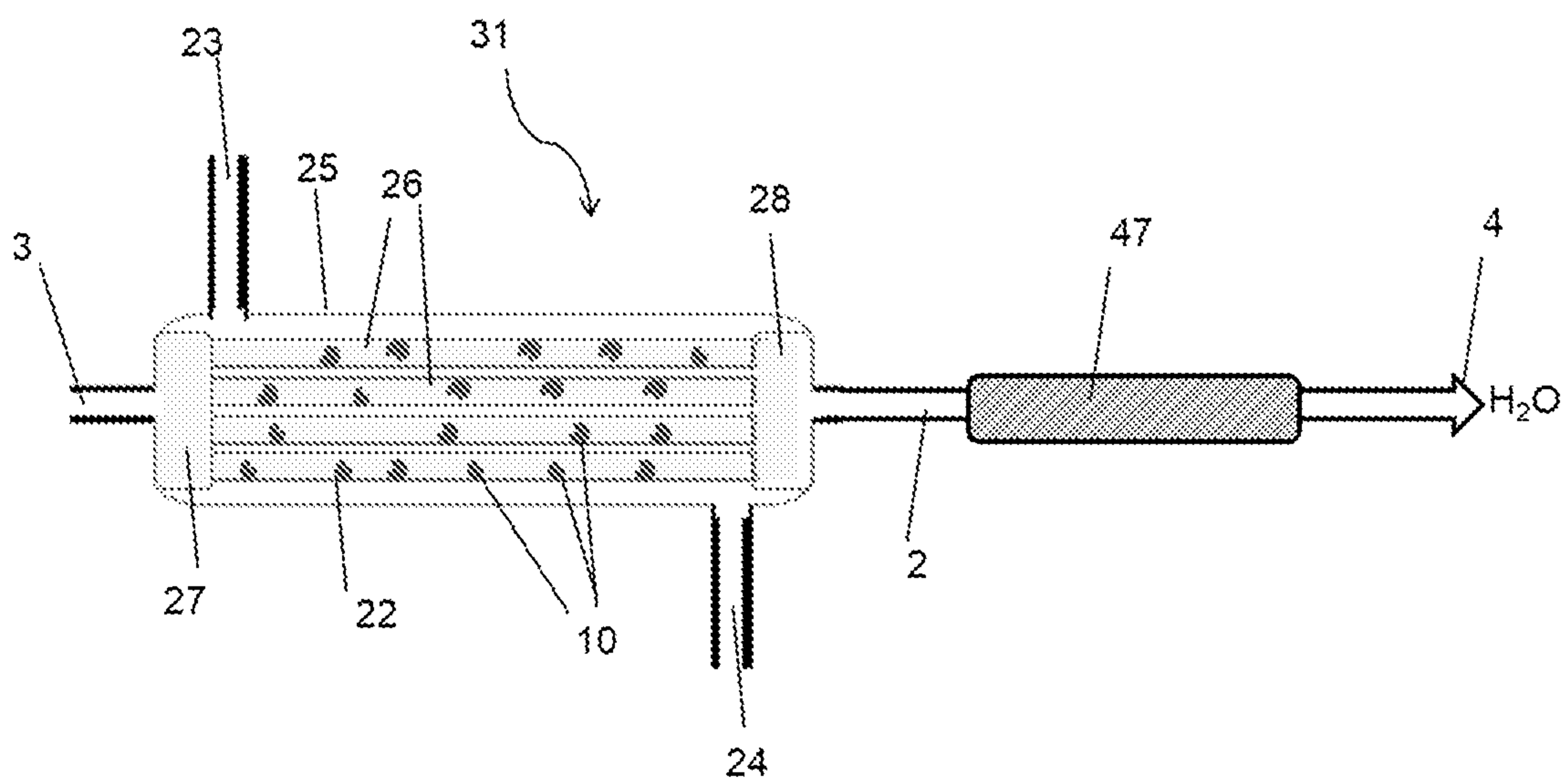


Figure 4

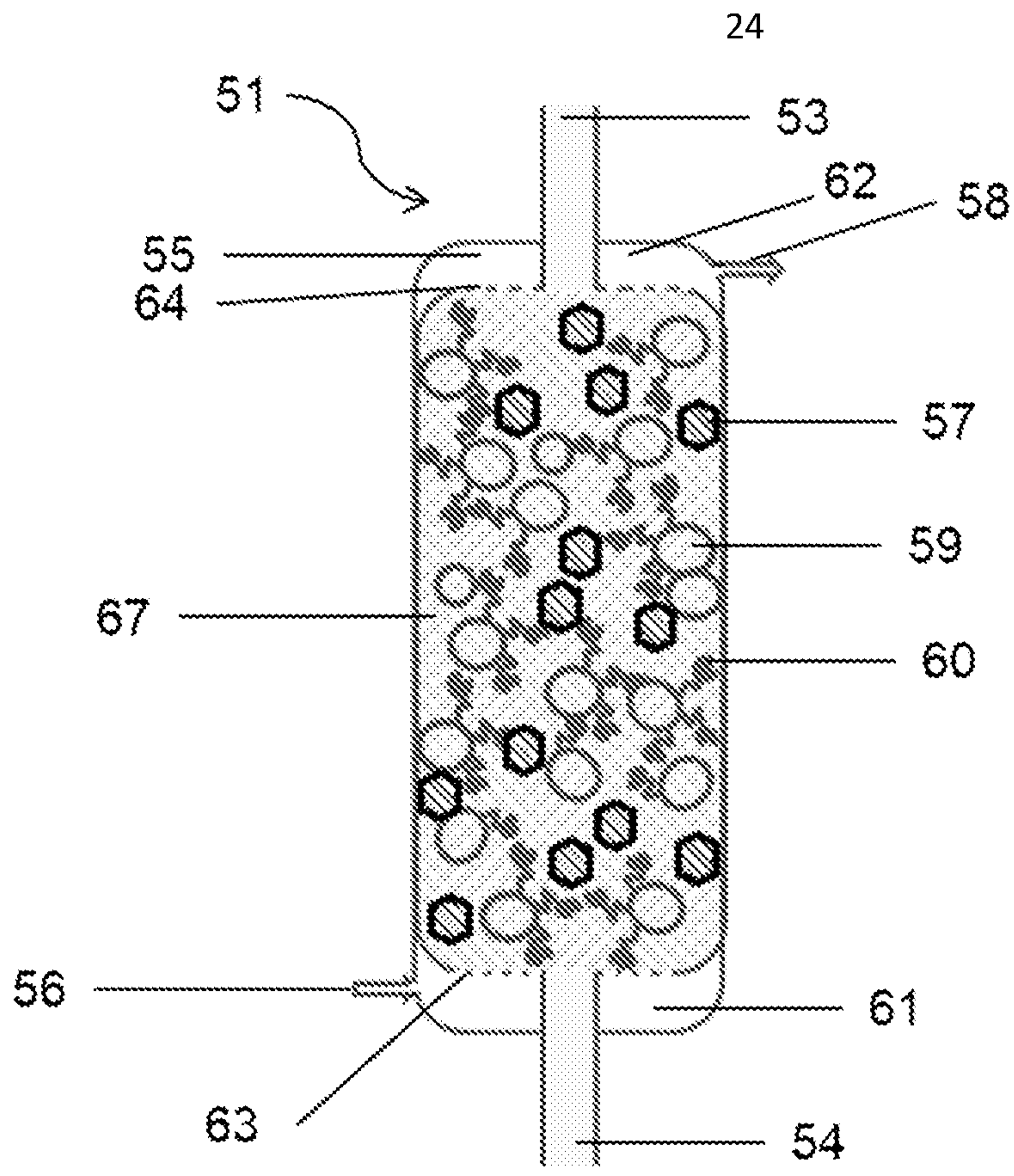


Figure 5

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ÉTABLI EN VERTU DE L'ARTICLE XI.23., §10 DU CODE DE DROIT ÉCONOMIQUE BELGE

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE	REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE PAT80858BE01
Demande nationale belge n° 201905240	Date du dépôt 11-04-2019
	Date de priorité revendiquée 14-12-2018
Déposant (Nom) FLAMINGO HOLDING SA	
Date de la requête d'une recherche de type international 04-05-2019	Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international SN73624
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous) Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB C02F1/66;C02F1/68;C02F3/34	
II. DOMAINES RECHERCHES	
Documentation minimale consultée	
Système de classification	Symboles de la classification
IPC	C02F
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés	
III. <input type="checkbox"/> IL A ÉTÉ ESTIMÉ QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	
IV. <input type="checkbox"/> ABSENCE D'UNITÉ DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE À L'ÉTENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

BE 201905240

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C02F1/66 C02F1/68 C02F3/34 ADD.		
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 réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	CN 1 101 626 A (HU YUANQIANG [CN]) 19 avril 1995 (1995-04-19) * le document en entier * -----	1-15
A	JP H09 38476 A (MITSUBISHI RAYON CO) 10 février 1997 (1997-02-10) * figure 1 * -----	1-15
A	KR 2014 0023600 A (RES INST IND SCIENCE & TECH [KR]) 27 février 2014 (2014-02-27) * le document en entier * -----	1-15
A	JP H09 29268 A (MITSUBISHI RAYON CO) 4 février 1997 (1997-02-04) * figures 2,3 * -----	1-15
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
° Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt 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, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt 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 de type international a été effectivement achevée 2 août 2019		Date d'expédition du rapport de recherche de type international
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Châtellier, Xavier

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n

BE 201905240

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 1101626	A	19-04-1995	AUCUN

JP H0938476	A	10-02-1997	AUCUN

KR 20140023600	A	27-02-2014	AUCUN

JP H0929268	A	04-02-1997	AUCUN



OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN73624	Date du dépôt (<i>jour/mois/année</i>) 11.04.2019	Date de priorité (<i>jour/mois/année</i>) 14.12.2018	Demande n° BE201905240
Classification internationale des brevets (CIB) INV. C02F1/66 C02F1/68 C02F3/34			
Déposant FLAMINGO HOLDING SA			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- Cadre n° I Base de l'opinion
- Cadre n° II Priorité
- Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- Cadre n° VI Certains documents cités
- Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Formulaire BE237A (feuille de couverture) (Janvier 2007)	Examineur Châtellier, Xavier
--	---------------------------------

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201905240

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - un listage de la ou des séquences
 - un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - sur papier
 - sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - remis ultérieurement
3. De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande internationale telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201905240

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications	1-15
	Non : Revendications	
Activité inventive	Oui : Revendications	
	Non : Revendications	1-15
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications	1-15
	Non : Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Cadre n° VII Irrégularités dans la demande

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande, ont été constatées :

voir feuille séparée

Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

voir feuille séparée

Ad point V

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration

- 1 Il est fait référence aux documents suivants :
- D1 CN 1 101 626 A (HU YUANQIANG [CN]) 19 avril 1995
- D2 JP H09 38476 A (MITSUBISHI RAYON CO) 10 février 1997
- D3 KR 2014 0023600 A (RES INST IND SCIENCE & TECH [KR]) 27 février 2014
- D4 JP H09 29268 A (MITSUBISHI RAYON CO) 4 février 1997
- 2 La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications 1-15 n'impliquant pas d'activité inventive au vu du document D1 [voir les revendications 1 et 3 et la description, en particulier le second mode de réalisation].
- 2.1 Le document D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet des revendications 1, 5, 9 et 10, divulgue un procédé de minéralisation d'eau selon lequel :
- on fait circuler de l'eau déminéralisée dans un canal à l'intérieur duquel sont immobilisées l'enzyme "anhydrase carbonique" pour catalyser la réaction du dioxyde de carbone et de l'eau pour former du bicarbonate,
 - on introduit du dioxyde de carbone dans le canal, et
 - on introduit dans l'eau une quantité prédéterminée de minéraux solides comprenant du carbonate de calcium/magnésium.
- Le document D1 décrit aussi le système correspondant.
- 2.2 Selon D1, il semble que les minéraux solides sont ajoutés dans un réacteur sous agitation.

Par conséquent, le procédé des revendications 1, 5 et 9 diffère de ce procédé connu en ce qu'il s'agit d'un procédé "en ligne", les minéraux solides étant introduits dans l'eau "circulant"; il est donc nouveau. De même le système de la revendication 10 est nouveau car il décrit que les moyens d'introduction des minéraux solides sont agencés "le long du canal".

2.3 Il est important de noter que l'idée essentielle de la présente demande est décrite dans D1, qui insiste sur le fait que l'anhydrase carbonique permet de faciliter la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau et d'accélérer ainsi la dissolution des minéraux. Il n'y a donc pas d'effet technique pour le procédé des revendications 1, 5 et 9 ou le système de la revendication 10 par rapport au procédé/système de D1 en terme de rapidité de dissolution des minéraux.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme étant de proposer un procédé/système alternatif pour ce qui concerne la façon dont les minéraux solides sont dissous dans l'eau.

3 La solution proposée dans les revendications 1, 5, 9 et 10 de la présente demande ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive pour les motifs suivants, car un traitement en ligne du flux d'eau représente une alternative évidente pour l'homme de métier. Utiliser une colonne minérale à travers laquelle l'eau circule serait par exemple une option évidente pour résoudre le problème posé (voir par exemple le document D2 [Figure 1]).

L'objet des revendications 1, 5, 9 et 10 n'est donc pas inventif au vu de D1.

4 L'objet des revendications 2-4, 6-8 et 11-15 n'est pas non plus inventif, car il n'est pas clair (revendication 3) ou car il semble aussi représenter des détails triviaux pour l'homme de métier qui souhaiterait sélectionner un mode spécifique de dissolution des minéraux alternatif de celui de D1.

En lien avec les revendications 2, 6, 13 et 14, les documents D2 [Figure 1] et D4 [Figure 2] décrivent l'introduction de minéraux dans l'eau après un ajout de CO₂ à l'aide d'une colonne minérale.

En lien avec les revendications 4 et 11 le document D3 décrit un procédé/système en ligne d'addition de dioxyde de carbone et d'anhydrase carbonique dans lequel le CO₂ passe à travers une membrane le long du canal dans lequel l'eau circule [voir l'ensemble du document et en particulier les Figures

représentant le canal de traitement d'eau en ligne avec l'entrée 101 et la sortie 102, la membrane 301 dans l'élément 104, à travers laquelle passe le CO₂ introduit par le canal 106, et les enzymes 303].

En lien avec les revendications 4, 11 et 12, le document D4 [Figures 2 et 3] décrit un module à fibres creuses pour dissoudre du CO₂ dans l'eau.

Ad point VII

Certaines irrégularités relevées dans la demande

- 5 L'article "la" à la ligne 20 de la page 1 devrait être remplacé par "le".
- 6 L'état de la technique pertinent cité dans le rapport de recherche devrait être présenté dans la discussion.
- 7 La description n'est pas parfaitement adaptée aux revendications (e.g. le terme "instantané" à la page 2, lignes 17 et 27, n'est pas présent dans la revendication 1 et pourrait être supprimé de la description).

Ad point VIII

Certaines observations relatives à la demande

- 8 L'homme de métier qui souhaiterait mettre en oeuvre l'invention sur l'ensemble du champ des revendications 1 et 10 ne saurait comment mettre en oeuvre l'invention que lorsque l'enzyme est de l'anhydrase carbonique. Il n'aurait aucune autre indication lui permettant de savoir quelles autres enzymes pourraient remplir la même fonction. Il semble donc que l'invention n'est pas suffisamment décrite sur l'ensemble du champ des revendications 1 et 10. Pour surmonter cette objection il est recommandé d'inclure les caractéristiques de la revendication 5 dans les revendications 1 et 10.

- 9 Les revendications 2, 6 et 13-15 ne sont pas claires car les revendications 1 et 10 indiquent qu'une quantité "prédéterminée" de minéraux est ajoutée, ce qui est impossible lorsque l'eau circule à travers une colonne minérale. En effet on ne peut alors déterminer la quantité de minéraux ajoutée car on ne contrôle pas précisément la quantité de minéraux qui se dissout dans l'eau.
- 10 La revendication 3 n'est pas claire: en effet, quelque soit la quantité de dioxyde de carbone introduite et quelque soient la nature et la quantité d'enzymes, une certaine valeur de pH est obtenue. On ne peut pas savoir si cette valeur de pH était "prédéterminée" ou non. Les caractéristiques de la revendication 3 font référence à des étapes qui peuvent être purement mentales et dont on ne peut démontrer si elles ont réellement lieu ou non. Le champ de la revendication 3 ne se distingue donc pas clairement de celui de la revendication 1 et il en résulte que la revendication 3 n'est pas claire. Il semble que cette revendication devrait être supprimée.