

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **719 465 A2**

(51) Int. Cl.: **E03B 11/00** (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 000205/2022

(22) Date de dépôt: 01.03.2022

(43) Demande publiée: 15.09.2023

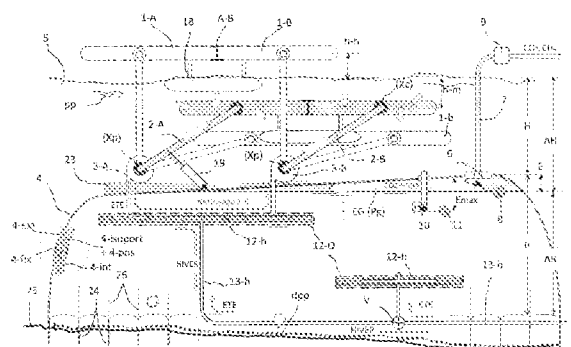
(71) Requéérant:
William van Sprolant, Route de Sous-Lachat 166
74380 Bonne (FR)

(72) Inventeur(s):
William van Sprolant, 74380 Bonne (FR)

(74) Mandataire:
CvS Energies Sàrl, Boulevard Helvétique 36
1207 Genève (CH)

(54) **Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique.**

(57) L'invention concerne un dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique, constitué d'au moins une crépine d'aspiration (4) avec deux compartiments munis chacun d'un filtre auto-escamotable et auto-nettoyable, reliés chacun par un conduit articulé (2-A/B) à une pompe individuelle (3-A/B) et à une rampe commune d'injection/extraction (12-h) au sommet d'un réservoir (4) autoportant par son isolation en verre cellulaire et ancré (24) au fond lacustre ou marin (25). Ce dispositif permet de capter, dans la partie supérieure du milieu aquatique (5), de l'eau chauffée par le soleil et contenant éventuellement du phytoplancton excédentaire (PP) pour les stocker dans le réservoir (4). Un orifice (6) sommital permet de récupérer le biogaz de décomposition du phytoplancton, tandis qu'un conduit permet des échanges bidirectionnels d'eau tempérée avec des réseaux urbains énergétiques ou d'alimentation d'eau potable déglacée. Le réservoir (4) situé en mer peut également stocker de l'eau douce.



Description

[0001] La présente invention est relative à une installation combinée de captage et de stockage subaquatique lacustre ou marin d'eau tempérée et potentiellement menacée d'eutrophisation, afin énergétiques, environnementaux et au besoin curatif ou prophylactique du milieu en question.

[0002] L'eutrophisation des milieux aquatiques, lacustre et marin est caractérisée par une croissance excessive des plantes et des algues due à la forte disponibilité des nutriments. Le phytoplancton, qui se développe grâce à ces substances nutritives, absorbe de grandes quantités d'oxygène lorsqu'il meurt et se décompose. Sa prolifération provoque l'appauvrissement en oxygène nécessaire puis la mort par „asphyxie“ de l'écosystème aquatique présent.

[0003] La problématique de l'eutrophisation aquatique, est due notamment par les apports excessifs d'azote et de phosphate, issues des nitrates de l'agriculture, des eaux usées et de la pollution automobile. La situation est exacerbée par l'ensoleillement, la température et le réchauffement climatique.

[0004] La limitation de cette eutrophisation aquatique passe d'une part par la limitation de ces apports nutritionnels (ex. avec l'interdiction de phosphate dans la lessive, limitation des engrais, etc.) et d'autre part par l'élimination fastidieuse des algues et plantes en question (ex. nettoyage des plages des marées vertes, etc.).

[0005] L'idée d'un réservoir de stockage subaquatique d'eau tempérée a été suggérée le 09.09.1996 par un poster au 10^e Congrès général de la Société Européenne de Physique (EPS) à Séville et est consigné en page 106 du recueil des résumés des contributions (abstracts of contributed papers), sous le titre : „Proposal for the corsaire energy project as part of a sustainable développement effort“. L'auteur est aussi l'inventeur de la présente invention.

[0006] Ce réservoir sous-lacustre se limitait au stockage saisonnier de l'eau de refroidissement du CERN en provenance du lac Léman, tempéré naturellement par le rayonnement solaire, et destinée exclusivement pour le déglacage hivernal du réseau public d'eau potable du canton de Genève.

[0007] Cette suggestion „EPS“ ne divulgue pas une réalisation concrètement possible d'un réservoir subaquatique. D'autre part, elle n'aborde pas le problème ou l'opportunité d'un système de captage optimal de l'eau et l'injection dans un tel réservoir, ni celui du phytoplancton.

[0008] Généralement la prise d'eau pour des usages divers (eau potable, eau de refroidissement et/ou de chauffage hydrothermique) se fait près du fond (zone hypolimnion) pour bénéficier d'une température basse et plus stable que dans la partie supérieure du milieu aquatique (zone épilimnion).

[0009] Normalement le maillage et la surface des crépines d'aspiration d'installations de pompage d'eau limite la vitesse d'aspiration à un maximum d'une vingtaine cm/s pour que des petits poissons puissent s'échapper (NYSDEC, 1998).

[0010] Le nettoyage, de la grille de filtration (maillage d'environ 8 mm) des débris et autres moules, ce fait généralement annuellement par jets d'eau sous pression. En outre, le nettoyage des crépines implique le recours à des plongeurs expérimentés et, à défaut, des manoeuvres conséquentes de démontage et de relevage à l'air libre des crépines.

[0011] L'aspiration d'eau (sans autre) dans la partie supérieure du plan d'eau (épilimnion) en semestre d'été, précisément en pleine zone de croissance privilégiée du phytoplancton, accélérerait le problème d'encrassement de la crépine d'aspiration et, de là, nécessiterait un nettoyage encore plus régulier et fastidieux.

[0012] D'autre part, l'introduction de phytoplancton dans le réservoir de stockage, privé de lumière vitale meurt et décante vers le fond où il est décomposé par les bactéries hétérotrophes, d'abord les aérobies qui consomment l'oxygène libre dans l'eau (O₂) en produisant du dioxyde de carbone (CO₂), puis dans le milieu devenu progressivement anoxique les bactéries anaérobies en produisant principalement du gaz de méthane (CH₄).

[0013] L'accumulation du biogaz migrant vers le sommet du réservoir, en repoussant l'eau par l'ouverture du bas hors du réservoir, fait augmenter dangereusement la poussée d'Archimède résultante et la force d'arrachement sur ses ancrages.

[0014] Réduire ce risque sur l'ancrage du réservoir en limitant l'intrusion du phytoplancton ou simplement, pour maintenir la concentration de phytoplancton du milieu, par une filtration accrue au niveau de la crépine d'aspiration, accentuerait encore plus le problème de son encrassement (colmatage) mais annulerait ipso facto l'opportunité de pouvoir extraire le phytoplancton du milieu aquatique „libre“ (hors du réservoir) et la production utile de biogaz à des fins énergétiques.

Buts de la présente invention

[0015] Le but général de la présente invention est de résoudre simultanément les problèmes complexes et intriqués précités ; d'une part en facilitant grandement le captage d'eau tempérée en zone épilimnion, tout en rétablissant ou maintenant l'état trophique du milieu aquatique.

[0016] D'autre part, en optimisant la température de captage de l'eau, tempérée par le rayonnement solaire et la température de l'air, ainsi que celle de la quantité de phytoplancton captée pour la production de méthane ; ces deux afin énergétiques et de réduction des Gaz à Effet de Serre (GES).

[0017] La présente invention a aussi pour but de faciliter l'entretien de la crépine d'aspiration à l'air libre ainsi que son autonettoyage périodique sous l'eau, condition indispensable de la faisabilité du dispositif combiné de traitement prophy-

lactique ou curatif du milieu aquatique et de sa double exploitation énergétique (stockage d'énergie-chaleur et production de méthane).

[0018] Enfin, la présente invention propose concrètement une composition et une réalisation possible d'un grand réservoir subaquatique autoportant, de plusieurs millions de m³ de volume unitaire, indispensable pour pouvoir stocker et traiter des quantités significatives d'eau et de phytoplancton.

[0019] Le dispositif de l'invention est constitué d'au moins une crépine d'aspiration, compartimentée en deux parties (ou une paire de crépines séparées fonctionnant en tandem), mobiles et réglables en hauteur par articulation des conduits de liaison aux pompes placées et raccordées directement au sommet d'un réservoir subaquatique autoportant et où est injecté l'eau tempérée en présence éventuelle de phytoplancton.

[0020] Cette configuration originale constitue également une réalisation compacte du dispositif d'aspiration et d'injection placé directement sur le réservoir subaquatique.

[0021] La présente invention constitue une solution originale au problème de l'eutrophisation des lacs et des mers, en les traitant „in situ“, sans sortir directement l'excédent de nutriments et de phytoplancton délétères du milieu aquatique.

[0022] L'utilisation de l'eau tempérée du réservoir pour déglacer en hiver le réseau public d'eau potable permet de réduire le besoin d'énergie dans l'usage final de l'eau potable du secteur du bâtiment (voir [0006]). Un nouvel usage proposé dans la présente invention de l'eau tempérée en question est de fournir une source froide à plus haute température aux réseaux urbain de chauffage et de climatisation utilisant une source hydrothermique lacustre et marine. Elle augmente ipso facto le coefficient de performance (COP) des pompes à chaleur (PAC) ainsi que la quantité d'énergie extraite par unité de volume ou réduction du débit d'eau pompée depuis le réservoir et circulant dans lesdits réseaux hydrothermiques (réduction de l'énergie de pompage).

[0023] L'ultime application du réservoir autoportant de la présente invention est aussi le stockage d'eau douce dans la mer, grâce à la densité moindre de l'eau douce par rapport à celle salée de la mer. Cette application a principalement pour objectif de pouvoir stocker de l'eau douce en tant que „matière“ afin domestiques, alimentaires ou d'irrigation et moins pour son éventuel contenu „énergétique“. Il va de soi que dans ce cas la crépine de captage d'eau de mer est alors déportée dans la zone de captage ou de production d'eau douce (p. ex. usine de désalinisation d'eau de mer).

Description détaillée du dispositif de la présente invention

[0024] Les dessins annexés illustrent, schématiquement et à titre d'exemple, une forme d'exécution non limitative de la présente invention. Ces dessins illustratifs et explicatifs sont les suivants :

[0025] - La figure 1 est une vue en plan longitudinal du dispositif qui montre les différentes positions ou configurations de fonctionnement de la crépine d'aspiration 1 qui est mobile par rapport au réservoir autoportant 4 et au plan d'eau 5. Elle montre aussi l'alternance du flux d'eau entre les deux parties de la crépine 1-A et 1-B pour en permettre l'autonettoyage alternatif par contre-courant. En l'occurrence, la figure 1 montre l'eau aspirée par la partie „A“ qui transite par la rampe 12-h et est envoyée vers la partie „B“ pour être nettoyé à contre-courant (nettoyage de 1-B).

[0026] - La figure 2 est une vue en plan transversal et en coupe du dispositif qui montre plus en détail la crépine d'aspiration 1, le filtre escamotable F en liaison avec le groupe motopompe d'aspiration 16-3, l'obturateur de liaison 27-28 ainsi que les actionneurs de positionnement 18, 19.

[0027] - La figure 3 est une vue en coupe transversale de la crépine d'aspiration 1 qui montre les filtres F escamotés par une rotation de 90°, laissant libres les orifices d'aspiration.

[0028] - La figure 4 est une vue en coupe transversale de la crépine d'aspiration 1 similaire à la figure 3 pour ce qui concerne le filtre F mais dont la position basse de la crépine 1 a pour effet de basculer le conduit de liaison 2 proche de l'horizontale, ce qui occulte l'ouverture d'aspiration 28 par sa rotation de 90° dans le tube 27.

[0029] - Les figures 5 et 6 sont des vues plus détaillées de l'enveloppe du réservoir autoportant 4.

[0030] Sur ces figures 1 à 6, le rapport réel entre la taille des différents éléments constitutifs du dispositif n'est pas respecté afin de pouvoir représenter certains éléments de façon plus visible. Typiquement la taille du dispositif mobile de la crépine d'aspiration est largement agrandie par rapport à celle du réservoir autoportant. D'autre part, certains éléments ne sont pas représentés sur les figures pour ne pas les surcharger inutilement.

[0031] Dans la présente invention, illustrée à la figure 1, le dispositif combiné de captage et de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique comprend au moins une crépine d'aspiration mobile 1 qui est compartimentée en deux parties A-B. Chaque partie 1-A/B est munie d'une Grille G de distanciation et d'un double filtre F et est reliée chacun via un conduit 2-A/B, à double articulation Xc, Xp, à une pompe d'aspiration individuelle 3-A/B située au sommet d'un réservoir autoportant sous-lacustre ou -marin 4. Ceci permet d'y injecter à l'abri de la lumière de l'eau captée dans la partie supérieure du milieu aquatique 5 chauffée ou tempérée par le soleil et éventuellement en présence de phytoplancton excédentaire pp.

[0032] Les filtres F de micro-organismes (phytoplancton) sont escamotables par télécommande, soit par translation soit par rotation (à 90° sur les figures 3 et 4) autour de l'axe longitudinal de la crépine 1. Ceci permet de placer au besoin les

filtres F devant les orifices d'aspiration et ainsi de réguler la quantité de phytoplancton captée par unité de volume d'eau aspirée. L'actionneur télécommandé, par exemple de type vérin ou autre, n'est pas représenté pour ne pas surcharger inutilement le dessin.

[0033] Pour la clarté des figures 2, 3 et 4, les orifices d'aspiration dans la crépine d'aspiration 1, de forme tubulaire, sont orientés par paire verticalement (entrées d'eau en haut et en bas), mais rien ne s'oppose à les orienter horizontalement (entrées d'eau à gauche et à droite de la crépine). Une orientation horizontale de l'aspiration d'eau se fait avantageusement dans une strate thermique plus étroite.

[0034] De plus, la crépine mobile 1 est réglable en hauteur (h) par l'inclinaison des conduites de liaison 2-A/B allant d'une position basse (h-b), en passant par la zone de captage optimal d'hauteur (h-m), à une position haute (h-h) qui fait sortir la crépine 1 hors de l'eau permettant son entretien à l'air libre.

[0035] En outre, les conduits articulés 2-A/B forment un parallélogramme déformable (géométrie variable) qui maintient la crépine mobile et longitudinale 1 dans une position horizontale quelle que soit sa hauteur (h) vis-à-vis du plan d'eau 5.

[0036] La rampe de d'injection/extraction haute 12-h est munie d'un obturateur télécommandable 12-O des orifices, ce qui permet notamment d'envoyer alternativement de l'eau d'une pompe 3-A/B vers l'autre compartiment de la crépine 1-B/A mise à l'arrêt pour son autonettoyage à contre-courant, éventuellement complétée d'une injection d'air comprimé de décolmatage. La pompe qui est à l'arrêt présente alors qu'une faible perte de charge au contre-courant d'eau qui le traverse. Accessoirement, elle peut être contournée par une vanne by-pass non représentée sur les figures.

[0037] L'action de positionnement de la hauteur (h) de la crépine d'aspiration 1 peut être réalisée à l'aide d'un réservoir-ballast 18, 18' qui fournit une poussée d'Archimède modulable sur le dispositif. Ce réservoir-ballast 19 peut être fixé directement sous la crépine d'aspiration 18 ou à toutes autres parties mobiles 18', qui en assureraient l'action de positionnement. Le réglage de la poussée du réservoir-ballast est alors assuré par la variation du ratio des volumes à l'intérieure d'eau et d'air comprimée alimenté de l'extérieure 20.

[0038] Une alternative ou une aide complémentaire à ce réservoir-ballast 18 de positionnement serait par exemple un vérin pneumatique 19 dont l'intensité de la force d'action de levage serait classiquement produite par la pression de l'air comprimé 20 sur le piston intérieur du vérin. Cette solution n'influe que peu sur le poids apparent de la partie mobile et évite éventuellement la nécessité d'un système de blocage du positionnement. C'est la pression de l'air dans le vérin qui détermine la force du piston à l'équilibre avec celle de réaction due au poids du mobile en fonction de sa position. Un contre poids déporté ou un ressort de rappel peut éventuellement classiquement compléter le mécanisme en question.

[0039] Par ailleurs, les moteurs 16-A/B des pompes 3-A/B sont électriques ou pneumatiques (à air comprimé) et sont alimentés 17 par un source génératrice correspondante terrestre distante.

[0040] Les groupes motopompes 16-3-A/B sont immergés et placés sur le dôme du réservoir 4 par l'intermédiaire d'un cadre 23 de fixation répartissant la charge de l'ensemble et sont munis selon les besoins de sustentateurs à faible densité, p.ex. en verre cellulaire (non représentés sur les figures).

[0041] De plus, ces groupes motopompe 16-3-A/B sont logés dans une enceinte étanche (21) et pressurisée à l'air comprimé 22 pour repousser l'introduction parasite d'eau.

[0042] Dans le cas d'un moteur électrique, le refroidissement par l'évacuation de la chaleur en dehors de l'enceinte 21 est encore facilité par la densité supérieure de l'air comprimé de pressurisation.

[0043] L'enceinte 21, remplie d'air, procure une poussée d'Archimède complémentaire qui réduit ladite charge due au poids des groupes motopompes sur le dôme du réservoir 4.

[0044] La sortie des pompes d'aspiration 3 débouche directement dans la partie sommitale du réservoir autoportant 4 sur une rampe d'injection/extraction haute 12-h de répartition horizontale commune aux deux parties 1-A et 1-B de la crépine d'aspiration 1.

[0045] Illustré plus en détail sur les Figures 2, 3 et 4, un dispositif obturateur rotatif 27, fixé transversalement dans la crépine 1 au niveau des articulations Xc, vient couvrir l'ouverture dans le tube 28 de passage de l'eau lorsque la crépine 1 descend dans sa position basse ou de repos (Fig. 4). Ainsi quand les deux pompes 3 sont à l'arrêt, cela évite une remontée d'eau indésirable vers la crépine 1 venant du réservoir 4 via la rampe de distribution 12-h, alors que cette rampe reste opérationnelle pour l'extraction ou l'introduction d'eau du/dans le réservoir 4 depuis le réseau d'adduction 13. L'obturateur 27 étant fixé à la crépine et le tube 28 étant fixé co-axialement au coude supérieur du conduit de liaison 2, ensemble ils forment le palier rotatif de l'articulation Xc.

[0046] Pour équilibrer les forces de torsions sur les articulations, les conduits 2-A/B avec leurs pompes 3-A/B sont montés de part et d'autre des côtés de la crépine 1. Les groupes motopompes 16-3-A/B peuvent aussi être montés co-axialement, ce qui nécessite alors un coude à 90° sur leur entrée d'aspiration pour relier à l'articulation inférieure Xp des conduits de liaison 2-A/B.

[0047] Un dispositif (non représenté dans les figures), par exemple, au moyen d'un frein ou un cran d'arrêt déverrouillable entre les deux tubes obturateurs 27, 28 permet, si nécessaire 18, un blocage/déblocage télécommandé de l'articulation et donc de la position en hauteur de la crépine 1.

[0048] La rampe d'injection/extraction haute 12-h est reliée aux conduits 13-h et 13-b pour permettre le soutirage d'eau sommitale, qui est alors clarifiée après la décantation du phytoplancton mort dpp, pour des usages ultérieurs énergétiques ou autres.

[0049] Dans une variante de réalisation, pour minimiser la perte „exergétique“ due aux mélanges d'eaux à des températures différentes, la rampe d'injection/extraction 12-h d'eau à l'intérieure du réservoir peut également être mobile en hauteur selon le même principe que la crépine d'aspiration 1. Ceci par une paire secondaire de conduites de liaisons articulés et parallèles entre la sortie des pompes 3-A/B et la rampe en question 12-h. Ainsi pour maintenir au maximum la stratification thermique dans le réservoir, la position de la rampe d'injection/extraction d'eau 12-h est ajustée de façon à ce que l'injection d'eau d'une certaine température se fait alors à une hauteur dans le réservoir où la température est la plus proche. Toutefois, cette variante, somme toute sophistiquée, n'est pas illustrée par un dessin, tant cette seconde liaison mobile de la rampe d'injection/extraction 12-h à l'intérieure du réservoir est alors très similaire à celle de la crépine d'aspiration 1.

[0050] Grâce à l'importante taille du dit réservoir, la déperdition thermique est proportionnellement limitée et permet un stockage saisonnier du contenu énergétique de l'eau tempérée captée en semestre d'ETE. En semestre d'HIVER, l'extraction sommitale de l'eau tempérée du réservoir se fait depuis une Station de Pompage (STAP) terrestre conventionnelle (non représentée sur les figures). Durant cette période hivernale il n'y a pas d'aspiration d'eau dans la zone Epilimnion de surface, de même qu'il n'y a pas ou peu de phytoplancton. Selon la figure 4, la crépine 1 est alors au repos en position basse et hydrauliquement coupée du réservoir 4.

[0051] A l'inverse en semestre d'ETE (hors de besoin d'eau de chauffage), le conduit 13-b peut servir pour l'introduction dans le réservoir 1, via la rampe d'injection basse 12-b et depuis ladite STAP, de l'eau de refroidissement (rejets de chaleur fatale de climatisation, datacenters, industrielle etc.). Entre ces deux modes (ETE/HIVER indiqués sur la Fig. 1), le flux d'eau respectivement d'injection ou d'extraction est dirigé via la vanne V située à la jonction des conduits 12-b, 13-h-b.

[0052] Par ailleurs, et c'est une des nombreuses originalités de la présente invention, la rampe d'injection/extraction haute 12-h ainsi que la rampe basse 12-b sont pourvues d'un obturateur 12-O tubulaire télécommandable permettant de fermer, par translation ou rotation, les orifices latéraux de passage de l'eau. Ceci permet aussi à la rampe sommitale 12-h de fonctionner en conduit de liaison entre les deux pompes 3-A/B pour renvoyer alternativement le flux d'eau vers la moitié de la crépine 1-A/B, dont la pompe correspondante est alors arrêtée. Ceci permet de nettoyer (par le contre-courant venant de l'autre pompe) la partie du filtre colmaté F-A/B et la grille G-A/B.

[0053] Le décolmatage des filtres peut encore être amélioré par une injection simultanée d'air comprimé dans le compartiment concerné de la crépine, comme cela se fait couramment dans des bassins de filtration. L'efficacité de l'air comprimé pour décolmater le filtre est meilleure dès lors que le filtre se trouve au-dessus du flux vertical d'eau et d'air. A ce titre, l'orifice d'aspiration de la crépine peut avantageusement pour le besoin basculer à la verticale avec le filtre à nettoyer (Fig. 2).

[0054] Compte tenu encore de l'importante taille d'un réservoir celui-ci peut être équipé de plusieurs crépines aspiration mobile réparties sur son sommet. De cette manière, la taille unitaire de chaque crépine avec sa paire de motopompes est réduite ainsi que la zone de captage mieux répartie sur une plus grande surface. Ceci améliore aussi une réparation plus uniforme via plusieurs rampes 12-h de l'injection/extraction d'eau dans ledit réservoir et minimise ainsi le brassage de couches d'eau et maintient mieux la stratification thermique dans le réservoir.

[0055] Illustré à la figure 1, la courbure du sommet du réservoir 4 associée à son inclinaison et le contrôle de l'orifice d'extraction 6 au point le plus haut du dit réservoir créent un Espace de Dégazage ED où migre naturellement le biogaz (CO_2 , CH_4 thiols) qui est produit lors de la décomposition par les bactéries du phytoplancton mort dpp privé de lumière dans le réservoir.

[0056] Le niveau d'eau ΔR dans le réservoir 4 et donc le volume de l'Espace de Dégazage ED sont conditionnés par la pression P_g du biogaz à l'intérieure. Cette pression P_g est contrôlée par un régulateur de pression 9 et correspond principalement à la pression hydrostatique de la colonne d'eau ($P_h = p \cdot g \cdot \Delta H$) avec la surface du plan d'eau et additionnée de la pression d'Archimède P_A .

[0057] Par exemple, avec un sommet du réservoir à 10 mètres sous la surface, la pression hydrostatique P_h est de 1 kg/cm^2 ou 1 bar. La pression différentielle d'Archimède ($P_A = \Delta p \cdot g \cdot \Delta R$) résulte quant à elle de la différence de densité Δp entre l'eau à l'intérieur et l'extérieur du réservoir 4 sur la hauteur de la colonne d'eau ΔR et est induite par l'écart de température intérieure-extérieure (ΔT_{i-e}). Par exemple, avec $\Delta T_{i-e} = 15^\circ\text{C}$, $\Delta p = 1.8 \text{ kg/m}^3$, et $\Delta R = 50 \text{ m} \Rightarrow P_A = \Delta p \cdot g \cdot \Delta R \approx 9 \text{ g/cm}^2 \approx 9 \text{ mbar}$, soit de l'ordre du centième de P_h .

[0058] De plus, toujours illustré à la figure 1, l'orifice 6 muni d'une vanne d'obturation à flotteur (8), qui maintient un minimum d'Espace de Dégazage ED, empêche aussi l'eau de s'introduire dans le conduit 7 du réseau de transport des gaz.

[0059] Par ailleurs, un clapet de dégazage de sécurité 10 muni d'un flotteur 11, situé à une hauteur inférieure E_{max} , limite le volume maximum de l'espace de dégazage ED. Ceci pour limiter la poussée d'Archimède sur le réservoir autoportant 4. A mesure que le volume de l'espace de dégazage augmente, une partie des pavés d'isolation et de portance (4-isoport) au sommet n'est plus immergée et ne subit donc plus de poussée d'Archimède. Toutefois ceci est négligeable par rapport à celle de l'espace de dégazage ED.

[0060] Compte tenu de l'important volume total de stockage nécessaire, il peut être réparti sur plusieurs réservoirs 4 disposés en réseau. La taille unitaire de ces réservoirs peut être de plusieurs millions de m³. La forme générale d'un réservoir s'approche d'un héli-cylindre allongé mais de section frontale hyperbolique et dont le rayon de courbure R moyen est de plusieurs dizaines de mètres (typiquement de 40 à 50 m) et dont la longueur est de plusieurs centaines de mètres. Les extrémités du réservoir sont également de forme bombée. La résultante des poussées d'Archimède sur l'enveloppe semi-rigide du réservoir donne sa section transversale caractéristique bombée.

[0061] Le sommet du réservoir, situé à une profondeur H d'une dizaine de mètres, est hors de portée (tirant d'eau) des bateaux qui peuvent sans autre passer par-dessus et avoir une hauteur de positionnement suffisamment variable et optimum de la crépine d'aspiration mobile.

[0062] A titre d'exemple, compte tenu du rayon R de courbure transversale du réservoir, additionné de la distance moyenne de quelques mètres de la base horizontale du réservoir vis-à-vis du fond 25 lacustre ou marin (possiblement incliné), ainsi que de la profondeur H du sommet du réservoir, la profondeur totale du site d'implantation aquatique est typiquement de l'ordre de 50 à 70 m.

[0063] Le réservoir subaquatique autoportant 4 est principalement constitué d'une enveloppe semi-rigide formant une poche concave avec l'ouverture orientée vers le bas et fixée près du fond 25 du plan d'eau au moyen d'un ancrage 24 ad hoc. Il se comporte comme une „montgolfière aquatique“ remplie d'eau à une température supérieure et donc moins dense que le milieu aquatique environnant.

[0064] Illustré à la figure 5, L'enveloppe du réservoir autoportant 4 est munie d'une isolation thermique autoportante 4-isoport constituée de „pavés“ juxtaposés en verre cellulaire (p. ex. type FOAMGLAS). Le verre cellulaire a une faible densité (100 à 200 kg/m³), résiste à une pression hydrostatique de 5 à 10 kg/cm² et est totalement hydrophobe. Outre le fait de réduire la déperdition thermique, ces pavés assurent, par leur faible densité vis-à-vis de l'eau, la stabilité structurelle indispensable du réservoir autoportant même lorsque celui-ci ne contient que de l'eau froide identique à celle environnante !

[0065] La configuration en pavés rigides juxtaposés mais indépendants est requise pour donner la mobilité globale (semi-rigide) et la forme de l'enveloppe du réservoir. Les pavés suivent la courbure de l'enveloppe et ont entre eux une inclinaison variable de quelques degrés.

[0066] La déperdition thermique du réservoir autoportant 4 est relativement limitée par le rapport favorable entre la surface de son enveloppe et son très important volume. L'épaisseur des pavés en verre cellulaire est donc limitée à quelque centimètres (p. ex. à 4 cm) et peut éventuellement varier selon la profondeur. Ceci permet d'optimiser la quantité de verre cellulaire nécessaire, par une épaisseur supérieure vers le sommet (température plus élevée) et par une masse volumique supérieure vers le fond (résistance accrue vis-à-vis de la pression hydrostatique).

[0067] Illustré aux figures 5 et 6, l'enveloppe est composée d'une triple couche de textile technique, 4-ext, 4-pos, 4-int, en fibre de verre type „E“ (p. ex. KlevoGlass de KLEVERS), et qui est également hydrophobe, inorganique, minéral et inerte vis-à-vis du milieu aquatique.

[0068] Lesdits pavés, d'isolation thermique et de portage 4-isoport, sont pris en „sandwich“ entre la couche externe de textile 4-ext et la couche interne 4-int. Les pavés sont maintenus en place (contre la poussée ascensionnelle d'Archimède) par une couche de textile intermédiaire de positionnement 4-pos et par des rosasses de fixation 4-fix qui reprennent l'ensemble avec des croisillons intercalaires aux angles des pavés. Outre les rosasses de fixation, le textile intermédiaire de positionnement des pavés est solidarisé, avec le textile interne 4-int ou externe 4-ext, au moyen de coutures, agrafes ou rivets, formant ainsi une sorte de poche horizontale dans laquelle sont introduit et tenu en place lesdits pavés.

[0069] Des bourrelets ou feutres aiguilletés en fibre de verre 4-bour sont intercalés entre les pavés. Ils réduisent aux interfaces la déperdition (pont) thermique ainsi que la fuite d'eau. Cette dernière est induite par la pression d'Archimède sur l'enveloppe et la perméabilité des couches de textile. Avantagusement, les couches de textiles (non étanches) sont pressées contre les pavés et donc hydrauliquement obstruées par l'imperméabilité des pavés en verre cellulaire.

[0070] Pour éviter des fuites de biogaz au travers de l'enveloppe, situés au sommet du réservoir (principalement aux jonctions des pavés), on peut prévoir dans cette zone un enduit imperméabilisant sur la face intérieure des couches de textile.

[0071] Illustré à la figure 6, les différentes sections de l'enveloppe du réservoir sont disposées en larges bandes d'arches transversales qui sont reliées entre eux par serrage dans des „mâchoires symétriques“ de jonction 27. Plus précisément, au bord de ces bandes, les trois couches de textiles, 4-ext, 4-pos, 4-int, entourent un câble en acier inoxydable 26 qui ensemble sont serrés et maintenus dans lesdites mâchoires de jonction. Ces mâchoires de jonction ont la même longueur que la hauteur des pavés, de façon à suivre la courbure de l'enveloppe. Pour en réduire le pont thermique, une bande étroite composée de pavés isolants 28 est placée devant et fixée par les boulons de serrage 29.

[0072] Le bord inférieur des bandes transversales de l'enveloppe est également maintenu par un câble en acier inoxydable 26 et par un système similaire d'accrochage par mâchoire 27. Les câbles 26 sont reliés aux ancrages 24 en pieux visés à faible impact (type Marineflex Screw Anchor Technology) ou à des lests posés sur le fond 25.

[0073] Finalement, l'ultime mais pas le moindre des usages du réservoir autoportant de la présente invention est de pouvoir stocker de l'eau douce dans la mer. Ceci n'est possible que par la densité moindre de l'eau douce par rapport

à celle salée de la mer. Pour éviter la diffusion osmotique de l'eau douce vers l'eau salée et aussi le mélange dilutif par des courants de convection thermique interne dans le dit réservoir, une membrane complémentaire et mobile suit la séparation horizontale entre les deux eaux en fonction du taux de remplissage du dit réservoir. La crépine d'aspiration est alors déplacée dans la zone de captage de l'eau douce (rivière ou autre) soit reliée à une installation de désalinisation d'eau de mer.

Revendications

1. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une crépine d'aspiration mobile (1) a deux compartiments (1-A/B) ou formant une paire de crépines mobiles (1-A et 1-B) reliés chacun par un conduit (2-A/B) articulé (X-c/p) à une pompe individuelle (3-A/B) et débouchant sur une rampe commune d'injection/extraction (12-h) au sommet d'un réservoir autoportant de stockage sous-lacustre ou -marin (4), ceci permettant de capter dans la partie supérieure du milieu aquatique (5) de l'eau chauffée par le soleil et pouvant contenir du phytoplancton excédentaire, afin énergétiques et environnementales ainsi qu'au besoin curatif ou prophylactique dudit milieu (5).
2. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la crépine d'aspiration mobile (1) avec les conduits (2-A/B) forment par les liaisons articulées (X-c/p) un parallélogramme déformable qui maintient la crépine (1) dans une position horizontale quelle que soit sa hauteur (h) vis-à-vis du plan d'eau et dans une position haute (h-h) qui fait sortir la crépine (1) hors de l'eau permettant son entretien à l'air libre.
3. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la crépine (1) est munie pour chacun de ses compartiments (1-A/B) de filtres à micro-organismes (F) escamotables télécommandés permettant de réguler le rapport entre les volumes aspirés de phytoplancton et d'eau tempérée.
4. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la rampe d'injection/extraction haute (12-h) est munie d'un obturateur télécommandé (12-0) de ses orifices, permettant d'envoyer alternativement l'eau d'une pompe (3-A/B) vers l'autre compartiment de la crépine (1-B/A) mise à l'arrêt pour son autonettoyage à contre-courant.
5. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'autonettoyage à contre-courant de la crépine (1) est complété par une injection ciblée d'air comprimé.
6. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un obturateur (27-28) dans chaque compartiment (A/B) de la crépine (1) empêche le reflux d'eau lorsqu'elle est en position basse (h-b) tout en maintenant opérationnelle la rampe d'injection/extraction haute (12-h) avec un conduit (13-h-b) pour l'introduction ou le soutirage sommital d'eau tempérée dans ou du réservoir (4).
7. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que via le conduit (13-h-b) et par la rampe d'injection/extraction - haute (12-h) et ou - inférieure (12-b) permet d'introduire dans ou extraire du réservoir (4) de l'eau de refroidissement ou de rejet de chaleur fatale d'origines diverses.
8. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'eau tempérée issue du réservoir (4) sert à alimenter ou constitue la source froide de la pompe à chaleur d'un réseau de chauffage à distance.
9. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un orifice de captage (6) situé au sommet du réservoir (4) est relié à un conduit d'évacuation et de transport (7) pour récolter le biogaz produit dans le dit réservoir.
10. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'orifice (6) est muni d'un clapet d'obturation à flotteur (8) qui maintient un minimum d'espace de dégazage (EG) sommital et empêche l'eau de s'introduire dans le conduit (7) du réseau de transport des gaz.
11. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un clapet de dégazage (10) muni d'un flotteur (11), situé à une hauteur inférieure (Emax), limite le volume maximum de l'espace de dégazage (ED et la poussée d'Archimède correspondante sur le réservoir (4).
12. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les groupes motopompe (16-3-A/B) sont électriques ou pneumatiques (air comprimé), sont immergés, logés dans une enceinte étanche (21) et pressurisé à l'air comprimé (22) pour

repousser au dehors l'introduction parasite d'eau et procurant une poussée d'Archimède complémentaire allégeant la charge de l'ensemble.

13. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un réservoir-ballast (18, 18') fournit une poussée d'Archimède réglable, par variation du rapport des volumes à l'intérieure eau/air alimenté et régulé de l'extérieure (20), pour positionner la hauteur de la crépine d'aspiration (1).
14. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la position de la hauteur de la crépine d'aspiration (1) est contrôlée par au moins un vérin pneumatique.
15. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le réservoir (4) est constitué d'une enveloppe multicouches en textiles souples de fibres de verre, munie de pavés rigides (4-isoport) en verre cellulaire juxtaposés entre des joints souples en bourrelets et/ou en feutres aiguilletés de fibres de verre (4-bour), rendant ainsi ladite enveloppe semi-souple par le positionnement angulaire que lesdits pavés prennent entre eux en suivant la courbure de ladite enveloppe et produisant par la poussée d'Archimède desdits pavés la propriété d'autoportance permanente dudit réservoir.
16. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pavés (4-isoport) sont pris en „sandwich“ entre un textile externe (4-ext) et un textile intérieur en fibres de verre souple (4-int) ainsi qu'un textile intermédiaire fixé ensemble et formant des poches de positionnement (4-pos) desdits pavés.
17. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les différentes sections de l'enveloppe du réservoir (4) sont reliées entre eux par serrage le long de leurs bords chacun entre un câble (26) et des mâchoires symétriques de jonction (27).
18. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enveloppe du réservoir (4) est fixé au fond (25) du plan d'eau par l'intermédiaire de câbles (26) à un ancrage (24) ou un lestage ad hoc.
19. Dispositif combiné de captage mobile de stockage d'eau tempérée et de méthanisation subaquatique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le réservoir (4) situé dans la mer est rempli d'eau douce, et selon besoin séparée à l'intérieure du dit réservoir par une membrane anti-osmose et anti-mélange suivant l'interface horizontale eau douce / eau de mer.

ရန်

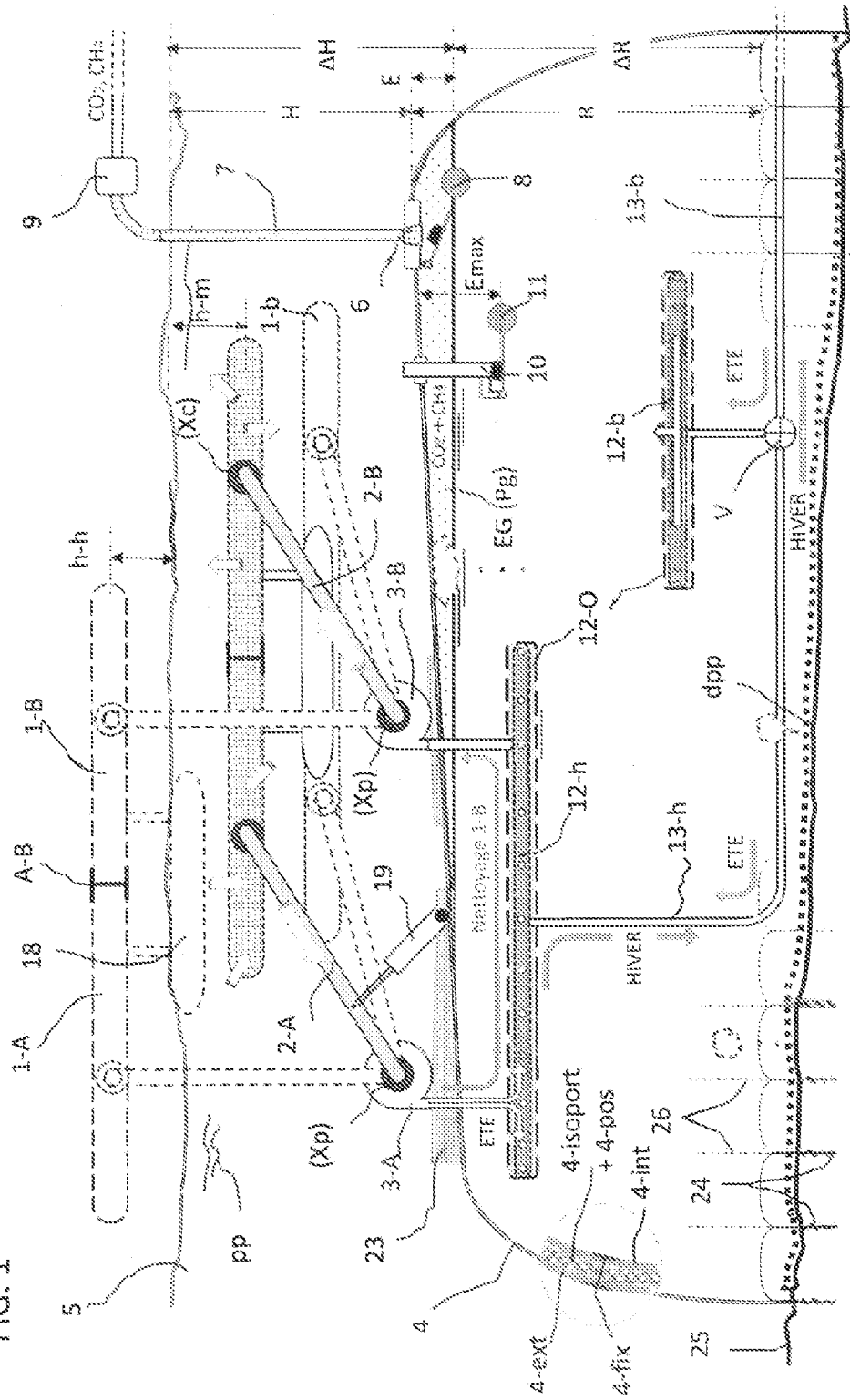
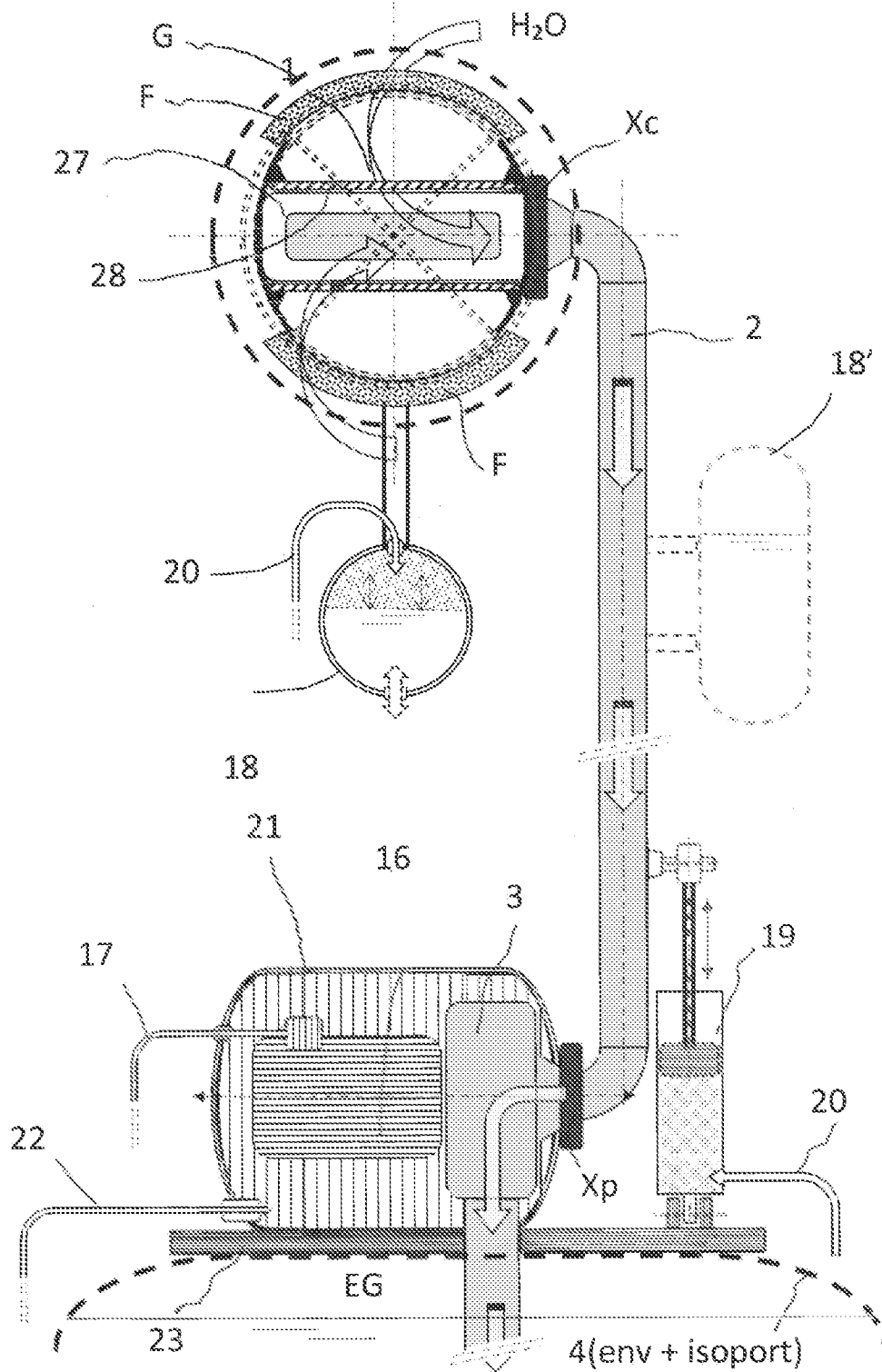


FIG. 2



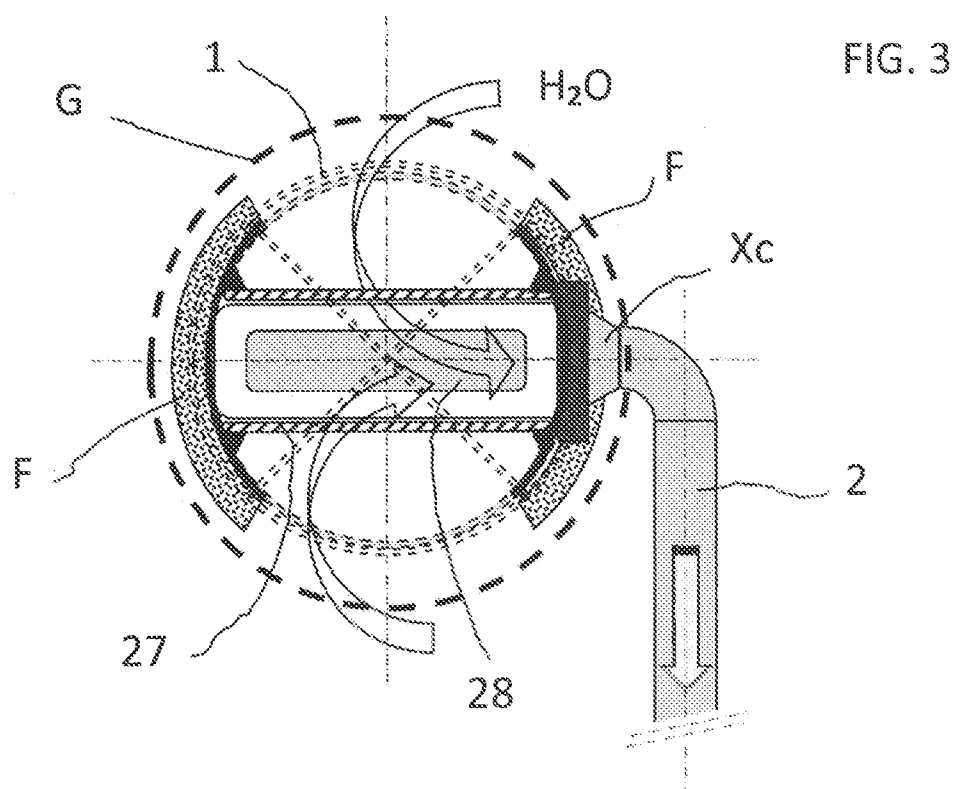
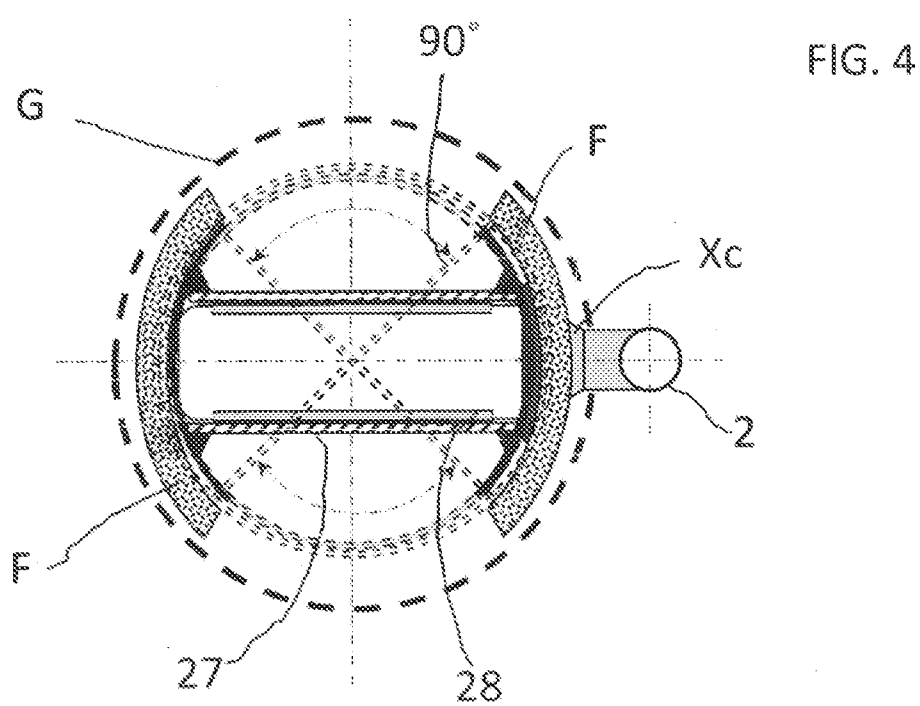


FIG 5

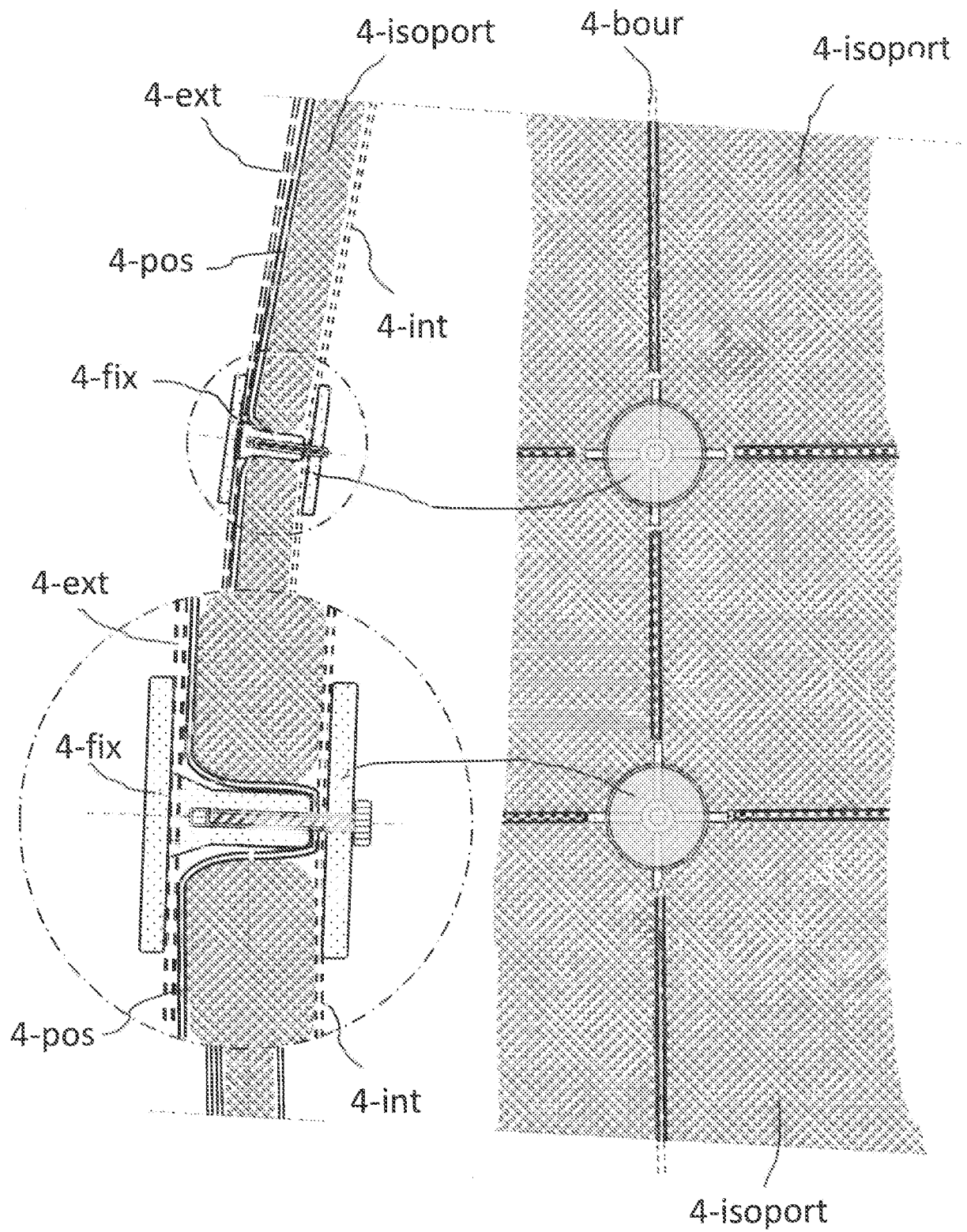


FIG. 6

