



(51) Classification internationale des brevets :
B01D 19/00 (2006.01) F03B 13/08 (2006.01)
F03B 11/00 (2006.01) E02B 9/00 (2006.01)
F03B 3/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/050094

(22) Date de dépôt international :
22 janvier 2010 (22.01.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
09 50419 23 janvier 2009 (23.01.2009) FR
09 50421 23 janvier 2009 (23.01.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
ALSTOM Hydro France [FR/FR]; 3 Avenue André
Malraux, F-92300 Levallois Perret (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) :
TOULOUSE, Paul [FR/FR]; 66, cours Jean Jaurès,
F-38000 Grenoble (FR).

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

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : FACILITY FOR CONVERTING WATER POWER INTO MECHANICAL OR ELECTRICAL ENERGY

(54) Titre : INSTALLATION DE CONVERSION D'ÉNERGIE HYDRAULIQUE EN ÉNERGIE MÉCANIQUE OU ÉLECTRIQUE

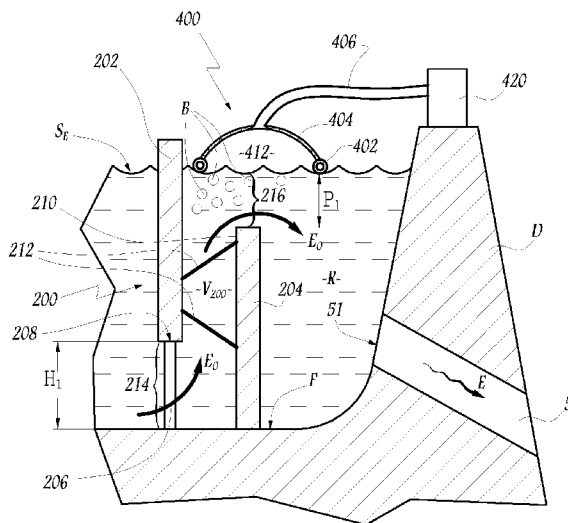


Fig.2

(57) Abstract : The invention relates to a facility for converting water power into mechanical or electrical energy, including at least one hydraulic turbine, a water reservoir (R), and a pipe (5) for supplying the turbine with water (E) from the water reservoir. The facility also includes a device (200) submerged in the water reservoir and suitable for imposing an ascending movement on a water flow (E0) moving in the water reservoir (R) towards the opening (51) of the supply pipe (5), and a gas-collecting means (400), arranged above a portion (V200) of the device (200) in which the ascending movement of the water flow (E0) takes place.

(57) Abrégé : Cette installation de conversion d'énergie hydraulique en énergie mécanique ou électrique comprend au moins une turbine hydraulique, une retenue d'eau (R) et une conduite d'alimentation (5) de la turbine en eau (E) provenant de la retenue d'eau. L'installation comprend également un dispositif (200) immergé dans la retenue d'eau et apte à imposer un mouvement ascendant à un flux d'eau (E0) progressant dans la retenue d'eau (R), en direction de l'embouchure (51) de la conduite d'alimentation (5) et des moyens (400) de collecte de gaz, disposés au-dessus d'une partie (V200) du dispositif (200) dans laquelle a lieu le mouvement ascendant du flux d'eau (E0).

Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

INSTALLATION DE CONVERSION D'ENERGIE HYDRAULIQUE EN ENERGIE MECANIQUE OU ELECTRIQUE

La présente invention a trait à une installation de conversion d'énergie hydraulique en énergie mécanique ou électrique, une telle installation comprenant une turbine hydraulique destinée à être traversée par un écoulement forcé d'eau provenant d'une retenue d'eau, telle qu'un réservoir de barrage ou équivalent.

Dans certaines conditions, un barrage hydroélectrique peut être une source de gaz à effet de serre. En effet, par exemple en milieu tropical, la décomposition de la matière organique d'origine végétale ou géologique qui est immergée dans la retenue d'eau peut conduire à la formation de méthane (CH_4), de dioxyde de carbone (CO_2) ou d'autres gaz. Un tel phénomène se produit notamment dans les retenues d'eau bordées de forêts ou lorsque la retenue d'eau a été créée au dessus d'une forêt pré-existante. Le méthane se forme principalement dans les zones du réservoir pauvres en oxygène, c'est-à-dire au voisinage du fond et des rives stagnantes du réservoir. Le dioxyde de carbone se forme principalement en surface. Le méthane a un effet de serre plus important que le dioxyde de carbone.

Les gaz ainsi formés peuvent être rejetés dans l'atmosphère par différentes voies. Ils sont émis par diffusion et par ébullition, ces phénomènes pouvant être repartis sur la totalité de la surface de la retenue d'eau et ne pouvant, en pratique, pas être évités. Ces gaz sont également émis au niveau des turbines du barrage dans la mesure où, en traversant les turbines, l'eau subit une forte chute de pression. En effet, avant de traverser la turbine, l'eau est à une pression élevée qui dépend de la profondeur de la prise d'eau de la conduite d'alimentation dans la retenue d'eau, de sorte qu'une quantité importante de chaque gaz a pu dissoute dans l'eau. En sortie de turbine, l'eau est à pression relativement basse, c'est-à-dire à une pression proche de la pression atmosphérique, de sorte que l'eau est moins susceptible de contenir du gaz dissous. Une quantité relativement importante de méthane et d'autres gaz dissous dans l'eau est donc susceptible d'être libérée par ébullition du fait de l'abaissement de la pression de l'eau résultant de son passage à travers la ou les turbines d'un barrage.

Dans certaines installations, telles que celles connues de l'article « Mitigation and recovery of methane emissions from tropical hydroelectrics

dams » de L. Bambace, F. Ramos, I. Lima et R. Rosa, paru dans ENERGY (vol. 32, n°6), il est connu d'installer dans une retenue d'eau des boîtes en métal qui empêchent l'eau proche du fond de pénétrer dans une conduite d'alimentation d'une turbine. Ceci évite le dégazage dans la turbine mais ne permet pas de traiter l'eau chargée en gaz qui reste au fond de la retenue. Des systèmes supplémentaires indépendants des boîtes en métal, avec pompes et rotors de pulvérisation, doivent être utilisés, pour dégazer l'eau, ce qui est consommateur d'énergie et complexe à mettre en place et à faire fonctionner.

C'est à ce problème qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant de limiter l'émission des gaz à effet de serre dans les installations hydrauliques, telles que les barrages, et ce, sans perturber le fonctionnement de ces installations.

A cet effet, l'invention concerne une installation de conversion d'énergie hydraulique en énergie mécanique ou électrique, cette installation comprenant au moins une turbine hydraulique, une retenue d'eau et une conduite d'alimentation de la turbine en eau provenant de la retenue d'eau. Cette installation est caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un dispositif immergé dans la retenue d'eau et apte à imposer un mouvement ascendant à un flux d'eau progressant dans la retenue d'eau en direction de l'embouchure de la conduite d'alimentation et
- des moyens de collecte de gaz disposés au-dessus d'une partie de ce dispositif dans laquelle a lieu le mouvement ascendant du flux d'eau.

Grâce à l'invention, le dispositif permet de faire remonter l'eau qui se dirige vers la conduite d'alimentation, de telle sorte que cette eau subit une décompression de nature à libérer, par ébullition, les gaz qu'elle contient, tels que le méthane. Ces gaz s'échappent jusqu'à la surface de la retenue d'eau, au voisinage du dispositif. Les moyens de collecte de gaz permettent alors de récupérer ces gaz avant qu'ils ne se dissipent dans l'atmosphère. L'invention permet que l'eau dirigée vers la ou les turbines soit relativement peu chargée en gaz dissous, de sorte que la détente qui se produit lors du passage de l'écoulement forcé dans la turbine génère peu de bulles de gaz en sortie de turbine.

Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention pris dans toute combinaison techniquement admissible, l'installation peut incorporer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- Le dispositif comprend au moins deux panneaux disposés dans la retenue d'eau et définissant entre eux un volume de circulation ascendante du flux d'eau.

- Parmi ces deux panneaux, un premier panneau est situé en amont du deuxième panneau, selon le sens général d'écoulement de l'eau dans la retenue d'eau, et le premier panneau s'étend à distance du fond de la retenue d'eau, un passage d'entrée du flux d'eau dans le volume de circulation ascendante étant ménagé entre un bord inférieur du premier panneau et le fond de la retenue d'eau. Avantageusement, le premier panneau dépasse de la surface de l'eau dans la retenue.

- Le deuxième panneau s'étend jusqu'au fond de la retenue d'eau et un passage de sortie du flux d'eau par rapport au volume de circulation ascendante est ménagé entre un bord supérieur du deuxième panneau et la surface de la retenue d'eau.

- Les panneaux sont fixes. En variante, les panneaux sont au moins en partie mobiles verticalement, ce qui permet d'adapter leur fonctionnement à la hauteur de la retenue d'eau qui peut varier selon les saisons.

- Les moyens de collecte de gaz comprennent une chambre de collecte de gaz formée par une structure concave dont la concavité est tournée vers une partie du dispositif et qui est ouverte vers le bas.

- La structure concave est flottante à la surface de la retenue d'eau. Elle peut être disposée sensiblement au-dessus du volume de circulation ascendante et du bord supérieur du deuxième panneau.

- Il est prévu un conduit d'évacuation d'un écoulement d'eau en aval de la turbine, ainsi qu'au moins une chambre de collecte de gaz, en communication fluidique avec le volume interne du conduit.

- Au moins une chambre de collecte de gaz est en communication fluidique avec une zone supérieure du volume interne du conduit, dans une partie sensiblement horizontale du conduit, alors que la ou les chambre(s) est ou sont reliée(s) au volume interne du conduit par une ou plusieurs ouvertures qui sont réparties parallèlement à un axe longitudinal de la partie sensiblement horizontale

du conduit et alors que la chambre est délimitée par une coque rapportée sur la partie supérieure d'une paroi du conduit et qui y est raccordée de façon étanche.

- La chambre est unique et reliée au volume interne du conduit par plusieurs ouvertures.

5 - Plusieurs chambres sont réparties sur la longueur de la partie sensiblement horizontale du conduit et reliées chacune par au moins une ouverture au volume interne du conduit.

10 - Un premier rapport entre la distance, prise parallèlement à un axe central de la partie horizontale du conduit, entre, d'une part, l'axe de rotation de la roue de la turbine hydraulique et le bord amont de l'ouverture la plus amont de la chambre de collecte de gaz et, d'autre part, le diamètre de la roue est supérieur à 1, notamment égal à 2, et un deuxième rapport entre la distance, prise parallèlement à l'axe central, entre l'axe de rotation de la roue et le bord aval de l'ouverture la plus aval de la chambre de collecte de gaz et, d'autre part, le diamètre de la roue,
15 est supérieur à 2, notamment égal à 3 lorsque le premier rapport est égal à 1.

- La chambre est reliée par un conduit à une cuve d'accumulation de gaz, éventuellement amovible, ou à une unité de traitement des gaz collectés dans la chambre.

20 - La chambre de collecte de gaz est raccordée à des moyens d'évacuation ou de traitement du ou des gaz collecté(s).

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre de plusieurs modes de réalisation d'une installation conforme à son principe, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans
25 lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique de principe, en section axiale selon l'axe de rotation de la roue d'une turbine, d'une installation conforme à l'invention ;

30 - la figure 2 est une vue à plus grande échelle du détail II à la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue à plus grande échelle du détail III à la figure 1 ;

- la figure 4 est une section selon la ligne IV-IV à la figure 3 ;

- la figure 5 est une vue analogue à la figure 2, pour une installation conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et

- la figure 6 est une vue analogue à la figure 3 pour une installation conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention.

L'installation I représentée aux figures 1 et 2 comprend une turbine 1 de type Francis dont la roue 2 est destinée à être mise en rotation, autour d'un axe vertical X_2 , par un écoulement forcé E provenant d'une retenue d'eau R délimitée par une digue D. Un arbre 3 solidaire de la roue 2 est couplé à un alternateur 4 qui délivre un courant alternatif à un réseau non représenté, en fonction de la rotation de la roue 2. L'installation I permet donc de convertir l'énergie hydraulique de l'écoulement E en énergie électrique.

L'installation I peut comprendre plusieurs turbines 1 alimentées à partir de la retenue d'eau R.

En variante, l'arbre 3 peut être couplé à un ensemble mécanique, auquel cas l'installation I convertit l'énergie hydraulique de l'écoulement E en énergie mécanique.

Une conduite d'alimentation 5 permet d'amener l'écoulement E à la roue 2 et s'étend entre la retenue d'eau R et une bêche 6 équipée de directrices 61 qui permettent de réguler l'écoulement E.

Un conduit 8 est prévu en aval de la turbine 1 pour évacuer l'écoulement E et le renvoyer vers le lit d'une rivière ou d'un fleuve à partir de laquelle ou duquel est formée la retenue R.

Une unité de commande 10 est prévue pour piloter la turbine 1 en fonction, notamment, des besoins en électricité du réseau alimenté à partir de l'alternateur 4. L'unité 10 est capable de définir plusieurs points de fonctionnement de l'installation I et d'adresser, respectivement à l'alternateur 4 et aux directrices 61, des signaux de commande S_1 et S_2 .

Un dispositif 200 est immergé dans la retenue d'eau R pour imposer à l'eau se dirigeant vers l'embouchure 51 de la conduite 5 un mouvement ascendant. On note E_0 l'écoulement d'eau dans la retenue d'eau R, en direction de l'embouchure 51. Cet écoulement a lieu globalement en direction de la digue D.

Le dispositif 200 comprend un premier panneau 202 qui s'étend sur sensiblement toute la largeur de la retenue d'eau R, c'est-à-dire la dimension de cette retenue d'eau parallèle à la digue D. Le dispositif 200 comprend également

un deuxième panneau 204 sensiblement parallèle au premier panneau 202 et qui s'étend également sur sensiblement toute la largeur de la retenue d'eau R.

Par rapport au sens d'écoulement de l'eau dans la retenue d'eau R, le panneau 202 est en amont du panneau 204.

5 Dans le cas d'une retenue d'eau R de grande largeur, les panneaux 202 et 204 peuvent s'étendre sur une partie seulement de la largeur de la retenue d'eau, pour autant que toute l'eau destinée à pénétrer dans la conduite 5 transite entre ces panneaux. Pour ce faire, des cloisons perpendiculaires à la digue D peuvent être prévues afin d'isoler l'embouchure 51 d'une partie de la retenue d'eau R.

10 Le panneau 202 est supporté par des pieds 206 qui sont régulièrement espacés, sur la longueur du panneau, de telle sorte que le bord inférieur 208 du panneau 202 s'étend à une hauteur H_1 non nulle par rapport au fond F de la retenue d'eau R. Les hauteurs des pieds 206 et du panneau 202 sont choisies telles que celui-ci dépasse de la surface S_E de l'eau dans la retenue d'eau R.

15 Le panneau 204 repose, quant à lui, sur le fond F et son bord supérieur 210 est immergé dans la retenue d'eau R, à une profondeur P_1 qui dépend du niveau de l'eau dans la retenue R.

Des tiges de contreventement 212 sont installées entre les panneaux 202 et 204, ce qui confère une bonne stabilité au dispositif 200.

20 On note V_{200} le volume défini entre les panneaux 202 et 204.

Comme le panneau 204 est en appui sur le fond F de la retenue d'eau R, l'écoulement E_0 qui se dirige vers l'embouchure 51 de la conduite 5 doit nécessairement passer au dessus du bord supérieur 210 du panneau 204. Pour ce faire, l'écoulement E_0 doit avoir un mouvement ascendant dans le volume V_{200} .

25 Comme le panneau 202 dépasse de la surface S_E , l'écoulement E_0 doit nécessairement passer sous ce panneau et pénétrer dans le volume V_{200} où il a nécessairement le mouvement ascendant précité.

30 L'écoulement E_0 pénètre entre les panneaux 202 et 204 en passant à travers un premier passage 214 défini, en hauteur, entre le bord 208 et le fond F et, en largeur, entre deux au moins des pieds 206. A partir du passage 214, l'écoulement E_0 a un mouvement ascendant, à l'intérieur du volume V_{200} , jusqu'à se déverser vers la partie aval de la retenue R, entre le panneau 204 et la digue D, pour s'engager dans la conduite 5. Ce déversement de l'écoulement E_0 a lieu à

travers un passage 216 défini entre le bord supérieur 210 du panneau 204 et la surface S_E .

Ce mouvement ascendant de l'écoulement E_0 , dans le volume V_{200} et vers le passage 216, est obtenu sans mise en œuvre d'une pompe ou d'un autre matériel de mise en mouvement de l'eau. Il résulte de l'écoulement naturel de l'eau dans la retenue (R).

Du fait du mouvement ascendant de l'écoulement E_0 dans le volume V_{200} , l'eau constituant cet écoulement est soumise à une pression décroissante. En effet, la pression d'eau est importante au voisinage du fond F, alors qu'elle diminue sensiblement au voisinage de la surface S_E , puisque cette pression est proportionnelle à la profondeur de l'eau. Ainsi, le mouvement ascendant de l'écoulement E_0 dans le volume V_{200} a pour effet de diminuer la pression à laquelle est soumis l'écoulement E_0 , au point que des bulles B de méthane ou d'autres gaz se forment dans l'écoulement E_0 , à proximité de la surface S_E . En d'autres termes, le fait d'imposer à l'écoulement E_0 un mouvement vertical ascendant, dans le volume V_{200} , avant de pénétrer dans l'embouchure 51 de la conduite 5 a pour effet de libérer, par ébullition, le méthane et les autres gaz présents dans cet écoulement.

Des moyens de collecte et de récupération des bulles de méthane ainsi libérées sont prévus sous la forme d'un radeau 400 flottant sur la surface S_E et immobilisé au-dessus du volume V_{200} et du panneau 204. Ce radeau 400 comprend un boudin 402 assurant sa flottaison, ainsi qu'une coiffe 404 de forme concave, dont la concavité est tournée vers la surface S_E . Ainsi, des bulles B de méthane et/ou d'autres gaz qui parviennent à la surface de la retenue d'eau R, à l'intérieur du boudin 402, peuvent être récupérées par une chambre de collecte 412 formée par la coiffe 404.

La coiffe 404 est reliée par un conduit souple 406 à une cuve 420 supportée par la digue D et dans laquelle sont stockés les gaz récupérés dans la chambre 412. La cuve 420 peut être amovible, afin d'être remplacée lorsqu'elle est pleine.

En pratique, l'écoulement E_0 peut comprendre plusieurs gaz et des bulles B peuvent être des mélanges de gaz différents, ces différents gaz étant collectés par le radeau 400 et acheminé à la cuve 420.

Les panneaux 202 et 204 peuvent être réalisés en métal, en béton ou en matériau composite ou synthétique. Ils sont immobilisés à l'intérieur de la retenue d'eau R par des moyens non représentés tels que, par exemple, des plots d'ancrage et/ou des jambes de forces prenant appui sur la digue D.

5 Le conduit 8 comprend une partie amont 81 sensiblement verticale, tronconique et centrée sur l'axe de rotation X_2 de la roue 2. Le conduit 8 comprend également une partie aval 82 centrée sur un axe X_{82} sensiblement horizontal. Au sens de la présente demande, l'axe X_{82} est sensiblement horizontal en ce sens qu'il forme avec un plan horizontal un angle inférieur à 20° . En pratique, l'axe X_{82} peut être légèrement ascendant dans le sens de l'écoulement E. Un coude 83, à 10 90° , relie les parties 81 et 82 du conduit 8. La valeur de l'angle formé par le coude 83 peut être inférieure à 90° . On note V_8 le volume interne du conduit 8.

Une chambre 12 est ménagée au-dessus de la partie 82 du conduit 8 et communique avec le volume V_8 au moyen de plusieurs ouvertures 14 pratiquées 15 dans la paroi 16 du conduit 8, en partie supérieure de cette paroi. Les ouvertures 14 sont réparties sur la longueur de la partie 82, le long de l'axe X_{82} .

Ainsi, lorsque des bulles B de méthane se forment dans l'écoulement E, en sortie de la turbine 1, du fait de l'abaissement de la pression de cet écoulement E résultant du passage de l'écoulement à travers la roue 2, ces bulles migrent vers 20 la partie supérieure S_8 du volume V_8 dans sa partie aval 82 et traversent les ouvertures 14, comme représenté par les flèches F_1 aux figures 2 et 3, de telle sorte que la chambre 12 collecte une partie du gaz présent dans l'écoulement E.

La chambre 12 permet donc de récupérer une partie substantielle du méthane libéré par l'écoulement E, évitant ainsi que ce méthane ne se propage 25 vers l'atmosphère.

La chambre 12 est reliée par un tuyau 18 à une cuve 20 dans laquelle peut être accumulé le méthane. Un robinet 22 permet de contrôler la circulation du méthane de la chambre 12 vers la cuve 20. L'unité 10 commande le robinet 22 par un signal S_3 .

30 En pratique, la chambre 12 permet de collecter les différents gaz qui sont libérés du fait de la chute de pression de l'écoulement E dans la turbine 1 et, lorsqu'on mentionne le méthane ci-dessus, ceci concerne également les autres gaz.

La cuve 20 peut être amovible, afin d'être remplacée lorsqu'elle est pleine.

A la place d'une cuve 20 de stockage du ou des gaz collectés dans la chambre 12, on peut prévoir une unité de traitement de ces gaz, afin de les rendre moins nocifs par rapport à l'atmosphère ambiante. Cette unité peut comprendre un brûleur qui permet de produire des calories.

On note d_1 la distance, prise parallèlement à l'axe X_{82} , entre l'axe X_2 et le bord amont 121 de la chambre 12. On note d_2 la distance, prise parallèlement à l'axe X_{82} , entre l'axe X_2 et le bord aval 122 de la chambre 12. Les bords 121 et 122 forment respectivement le bord amont de l'ouverture 14 la plus amont et le bord aval de l'ouverture 14 la plus aval. Pour une installation dont la roue 2 a un diamètre D_2 de 5 mètres environ, la distance d_1 est supérieure à 5 mètres, de préférence égale à 10 mètres environ, alors que la distance d_2 est supérieure à 10 mètres, de préférence égale à 15 mètres environ. On peut considérer que le rapport d_1/D_2 est supérieur à 1, par exemple égal à 2, alors que le rapport d_2/D_2 est supérieur à 2, par exemple égal à 3 lorsque d_1/D_2 vaut 2. Ces valeurs sont indicatives et peuvent être adaptées à la configuration du conduit 8, notamment en cas de réhabilitation d'un barrage existant.

La chambre 12 est délimitée par une coque 24 en acier qui est rapportée sur la partie supérieure 161 de la paroi 16 et y est raccordée de façon étanche, par exemple par soudage. La coque peut être réalisée dans un matériau différent de l'acier, notamment en matériau synthétique ou en béton.

La construction relativement simple de l'ensemble formé des pièces 18 à 24 permet d'envisager de modifier des installations existantes afin de récupérer les gaz à effet de serre, tel que le méthane. Bien entendu, l'installation peut également être mise en œuvre avec des installations neuves.

Selon un mode de réalisation non représenté de l'invention, la chambre 12 peut être remplacée par plusieurs chambres individuelles réparties le long de la partie 82 du conduit 8, chacune de ces chambres étant reliées par une ou plusieurs ouvertures au volume intérieur V_8 du conduit 8.

La ou les chambres 12 complètent l'action du dispositif 200 et du radeau 400 pour récupérer les bulles de gaz qui se forment dans l'installation I. L'usage de ces chambres 12 n'est toutefois pas obligatoire.

Dans le second mode de réalisation de l'invention représenté à la figure 5, les éléments analogues à ceux du premier mode de réalisation portent des références identiques.

Dans ce mode de réalisation, le panneau aval 204 est formé d'une partie fixe 2042 immobilisée dans la retenue d'eau R et d'une partie mobile 2044 commandée par un vérin 2046 monté sur la partie fixe 2042. La partie mobile 2044 est susceptible de mouvement verticaux par rapport à la partie fixe, comme représenté par la double flèche F_1 , ce qui permet d'ajuster la position du bord supérieur 210 du panneau 204 par rapport à la surface de l'eau S_E , de telle sorte que le passage de sortie 216 du volume V_{200} peut conserver une hauteur pré-établie. En d'autres termes, la profondeur P_1 à laquelle se trouve le bord 210 peut être réglée grâce au vérin 2046.

Ceci permet de tenir compte de la hauteur d'eau dans la retenue R, cette hauteur pouvant varier en fonction des précipitations. Plus la profondeur P_1 est faible, plus l'écoulement E_0 doit passer près de la surface E_0 et plus le phénomène de formation des bulles B est accentué. Toutefois, la valeur de P_1 est conservée supérieure à une valeur minimale, afin de ne pas provoquer de turbulence pouvant nuire au rendement de l'installation.

Le panneau amont 202 est fixe et son bord supérieur dépasse de la surface de l'eau S_E . Il définit avec le panneau aval 204 un volume V_{200} dans lequel un mouvement ascendant est imposé par le dispositif 200 à un écoulement E_0 destiné à pénétrer dans l'embouchure 51 de la conduite forcée 5, ce qui induit la formation de bulles de gaz B, comme dans le premier mode de réalisation.

Le radeau 400 utilisé dans ce mode de réalisation est immobilisé au-dessus du volume V_{200} et équipé d'une torchère 418 montée sur sa coiffe 404, ce qui permet de brûler les gaz, tel que le méthane, qui migrent sous forme de bulles B vers la chambre 412 définie par la coiffe 404. Ces gaz sont alors détruits par combustion et les gaz résultant de cette combustion, essentiellement du CO_2 , ont une moindre influence sur l'effet de serre que le méthane.

Selon une variante non représentée de l'invention, le panneau 202 peut également être prévu au moins en partie mobile verticalement. Par exemple, les pieds 206 peuvent être télescopiques ou le panneau 202 peut être flottant et guidé

verticalement par un cadre fixé sur le fond F. Son bord supérieur dépasse toutefois toujours au dessus de la surface S_E .

Dans les deux modes de réalisation décrits, les moyens non représentés, tels que des amarres fixées sur le panneau 202, sont prévus pour retenir le radeau 400 au-dessus du volume 200 et du passage 216.

Selon une variante non représentée de l'invention, des moyens de collecte des bulles de gaz créées par le mouvement ascendant de l'écoulement E_0 dans le dispositif 200 peuvent être supportées par la partie supérieure du panneau 202, de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'avoir recours à un radeau.

Dans le troisième mode de réalisation de l'invention représentée à la figure 6, les éléments analogues à ceux du premier mode de réalisation portent les mêmes références.

Dans ce qui suit, on ne décrit que ce qui distingue ce mode de réalisation du précédent.

Dans ce mode de réalisation, trois chambres 12, 12' et 12'' sont réparties sur la longueur de la partie aval 82 du conduit 8, le long de l'axe X_{82} . Ces chambres sont chacune reliée par une ouverture 14, 14', 14'' à la partie supérieure S_8 du volume intérieur V_8 du conduit d'évacuation 8 de l'installation, de telle sorte qu'elles permettent de collecter les bulles B de méthane ou d'autres gaz à effet de serre qui se forment dans ce conduit.

Chaque chambre 12 est délimitée par une coque 24 en acier rapportée, de façon étanche, sur la partie supérieure 161 de la paroi 16 du conduit 8.

Les différentes chambres sont connectées entre elles par des portions, d'un conduit 18 qui les relie collectivement à une cuve, telle que la cuve 20 du premier mode de réalisation, ou à une unité de traitement des gaz collectés.

Comme dans le premier mode de réalisation, on note d_1 et d_2 les distances prises parallèlement à l'axe X_{82} entre l'axe de rotation de la roue de la turbine et, respectivement, le bord amont 121 de la chambre 12 et le bord aval 122 de la chambre 12. Avec les mêmes notations que pour le premier mode de réalisation, le rapport d_1/D_2 est supérieur à 1 alors que le rapport d_2/D_2 est supérieur à 2 et à d_1/D_2 .

Selon un mode de réalisation non représenté, chacune des chambres 12, 12' ou 12'' peut être reliée au volume intérieur V_8 du conduit 8 par plusieurs ouvertures, elles-mêmes réparties selon l'axe X_{82} .

Quel que soit le mode de réalisation considéré, la structure du dispositif 200 et du radeau 400 est relativement simple à mettre en œuvre, de sorte qu'elle peut être utilisée non seulement pour des installations neuves mais également pour la réhabilitation d'installations existantes.

L'invention n'est pas limitée aux installations comprenant une turbine Francis. Elle peut être mise en œuvre dans toutes les installations comprenant une turbine d'un autre type, par exemple une turbine Kaplan ou une turbine bulbe, dans lesquelles un ou des gaz dissous dans l'eau peuvent être libérés du fait du passage d'un écoulement d'eau forcé à travers la turbine.

D'autres variantes peuvent également être envisagées. Ainsi, la chambre 412 peut être supportée par un radeau flottant, tout en étant immergée dans la retenue d'eau, ce qui la rend moins sensible au vent et aux vagues que la chambre de la figure 2. Pour cela, il suffit de placer les flotteurs 402 sur le dessus de la coiffe 404. En outre, dans le cas d'une installation à réhabiliter, le conduit d'évacuation existant peut être prolongé pour permettre la mise en place de la chambre de collecte du gaz. En variante, la chambre de collecte de gaz peut être formée par un dispositif de type « cloche » disposé à la sortie du conduit d'évacuation, par exemple sur un radeau flottant à la surface du cours d'eau, en aval de l'installation, ou accroché à l'extrémité aval du conduit d'évacuation.

Les caractéristiques techniques des différents modes de réalisation et variantes envisagés peuvent être combinées entre elles dans le cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Installation (I) de conversion d'énergie hydraulique en énergie mécanique ou électrique, cette installation comprenant au moins une turbine hydraulique (1), une retenue d'eau (R) et une conduite (5) d'alimentation de la turbine en eau (E) provenant de la retenue d'eau, caractérisée en ce que l'installation comprend :

- un dispositif (200) immergé dans la retenue d'eau et apte à imposer un mouvement ascendant à un flux d'eau (E_0) progressant dans la retenue d'eau (R) en direction de l'embouchure (51) de la conduite d'alimentation (5) et
- des moyens (400) de collecte de gaz disposés au-dessus d'une partie (V_{200}) du dispositif dans laquelle a lieu le mouvement ascendant du flux d'eau (E_0).

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif comprend au moins deux panneaux (202, 204) disposés dans la retenue d'eau (R) et définissant entre eux un volume (V_{200}) de circulation ascendante du flux d'eau (E_0).

3. Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce que parmi les deux panneaux, un premier panneau (202) est situé en amont du deuxième panneau (204), selon le sens général d'écoulement (E_0) de l'eau dans la retenue (R), et en ce que le premier panneau s'étend à distance (H_1) du fond (F) de la retenue d'eau, un passage (214) d'entrée du flux d'eau dans le volume de circulation ascendante (V_{200}) étant ménagé entre un bord inférieur (208) du premier panneau et le fond (F) de la retenue d'eau.

4. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que le premier panneau (202) dépasse de la surface (S_E) de l'eau de la retenue (R).

5. Installation selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisée en ce que le deuxième panneau (204) s'étend jusqu'au fond (F) de la retenue d'eau (R) et en ce qu'un passage (216) de sortie du flux d'eau par rapport au volume de circulation ascendante (V_{200}) est ménagé entre un bord supérieur (210) du deuxième panneau (204) et la surface (S_E) de la retenue d'eau.

6. Installation selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que les panneaux (202, 204) sont fixes.

7. Installation selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que les panneaux (202, 204) sont au moins en partie (204) mobiles verticalement (F_1).

8. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les moyens de collecte de gaz comprennent une chambre (412) formée par une structure concave (404) dont la concavité est tournée vers une partie du dispositif (200) et qui est ouverte vers le bas.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que la structure concave est flottante (400) à la surface (S_E) de la retenue d'eau (R).

10. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend également un conduit (8) de circulation d'un écoulement d'eau (E) en aval de la turbine (1) et en ce qu'au moins une chambre (12) de collecte de gaz est en communication fluidique avec le volume interne (V_8) de ce conduit (8).

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'au moins une chambre (12 ; 12', 12'') de collecte de gaz est en communication fluidique avec une zone supérieure (S_8) du volume interne (V_8) du conduit (8), dans une partie sensiblement horizontale (82) du conduit, en ce que la ou les chambre(s) est ou sont reliée(s) au volume interne du conduit par une ou plusieurs ouvertures (14 ; 14', 14'') qui sont réparties parallèlement à un axe longitudinal (X_{82}) de la partie sensiblement horizontale (82) du conduit (8) et en ce que la chambre (12) est délimitée par une coque (24) rapportée sur la partie supérieure (161) d'une paroi (16) du conduit (8) et qui y est raccordée de façon étanche.

12. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la chambre (12) est unique et reliée au volume interne du conduit par plusieurs ouvertures (14).

13. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que plusieurs chambres (12, 12', 12'') sont réparties sur la longueur de la partie sensiblement horizontale (82) du conduit (8) et reliées chacune par au moins une ouverture (14, 14', 14'') au volume interne (V_8) du conduit (8).

14. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'un premier rapport (d_1/D_2) entre la distance (d_1), prise parallèlement à un

axe central (X_{82}) de la partie horizontale (82) du conduit (8), entre, d'une part, l'axe (X_2) de rotation de la roue (2) de la turbine hydraulique (1) et le bord amont (121) de l'ouverture (14) la plus amont de la chambre (12) de collecte de gaz et, d'autre part, le diamètre (D_2) de la roue est supérieur à 1, notamment égal à 2, et en ce qu'un deuxième rapport (d_2/D_2) entre la distance (d_2), prise parallèlement à l'axe central (X_{82}), entre l'axe (X_2) de rotation de la roue (2) et le bord aval (122) de l'ouverture (14) la plus aval de la chambre (12) de collecte de gaz et, d'autre part, le diamètre (D_2) de la roue, est supérieur à 2, notamment égal à 3 lorsque le premier rapport est égal à 1.

15. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la chambre (12) est reliée par un conduit (18) à une cuve (20) d'accumulation de gaz, éventuellement amovible, ou à une unité de traitement des gaz collectés dans la chambre.

16. Installation selon l'une des revendications 8 à 15, caractérisée en ce que la chambre (12, 412) est raccordée à des moyens (20, 418, 420) d'évacuation ou de traitement du ou des gaz collectés.

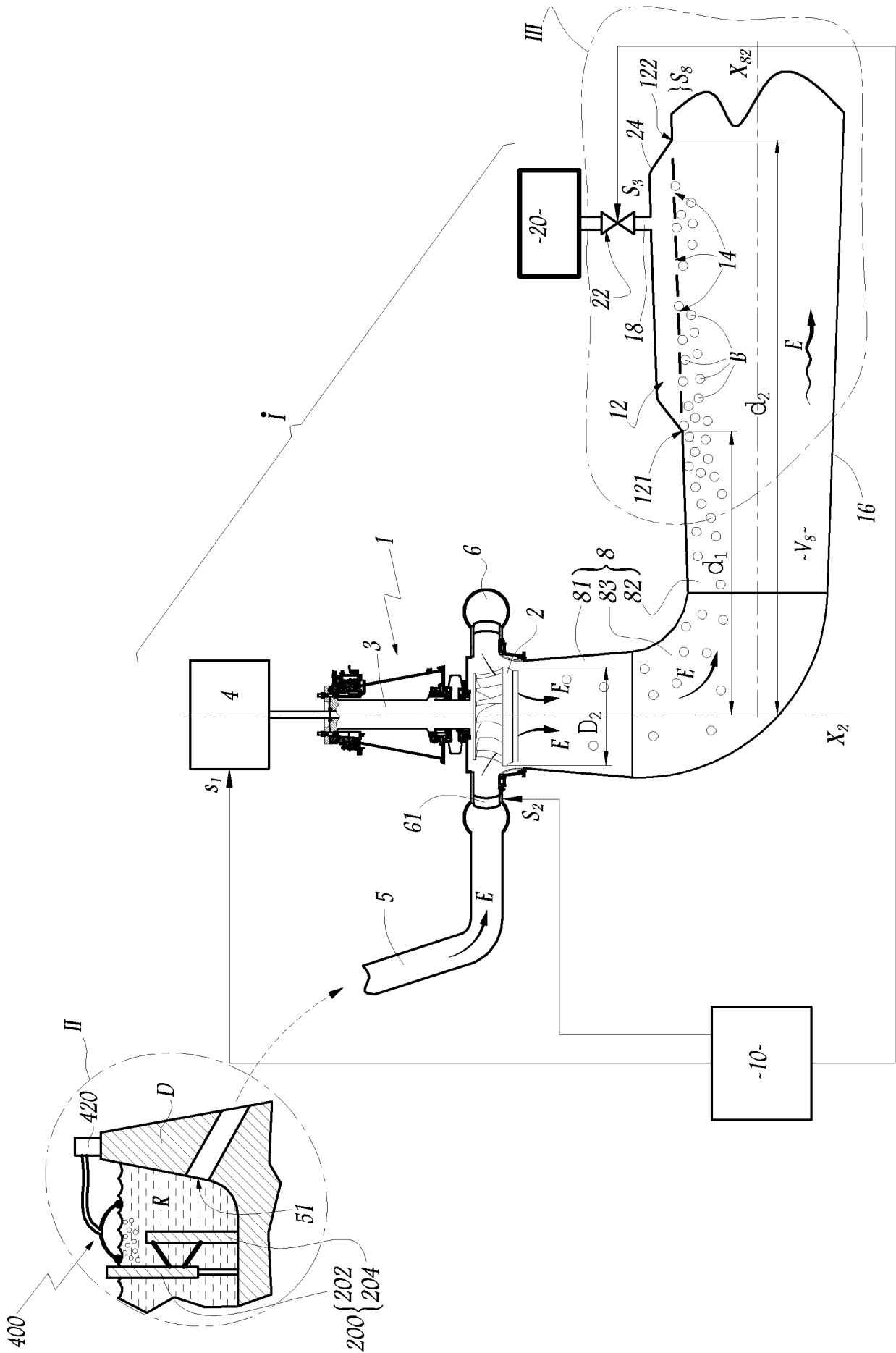


Fig. 1

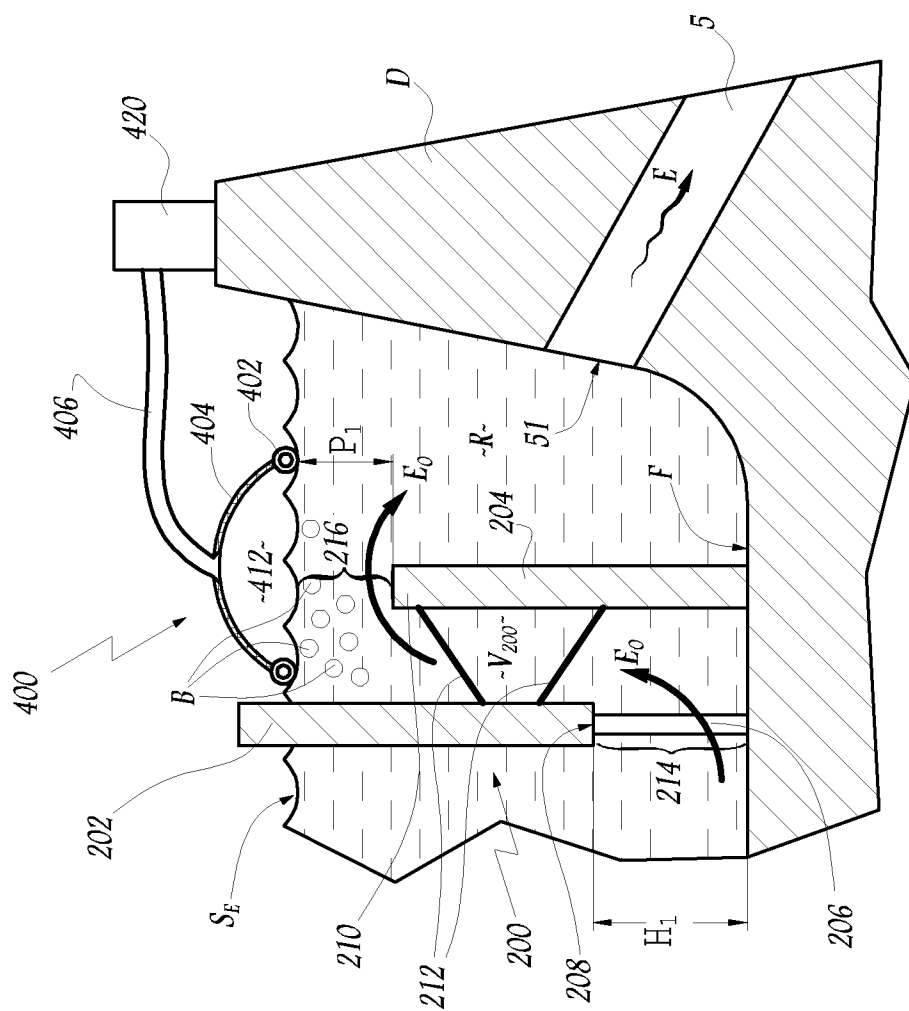


Fig. 2

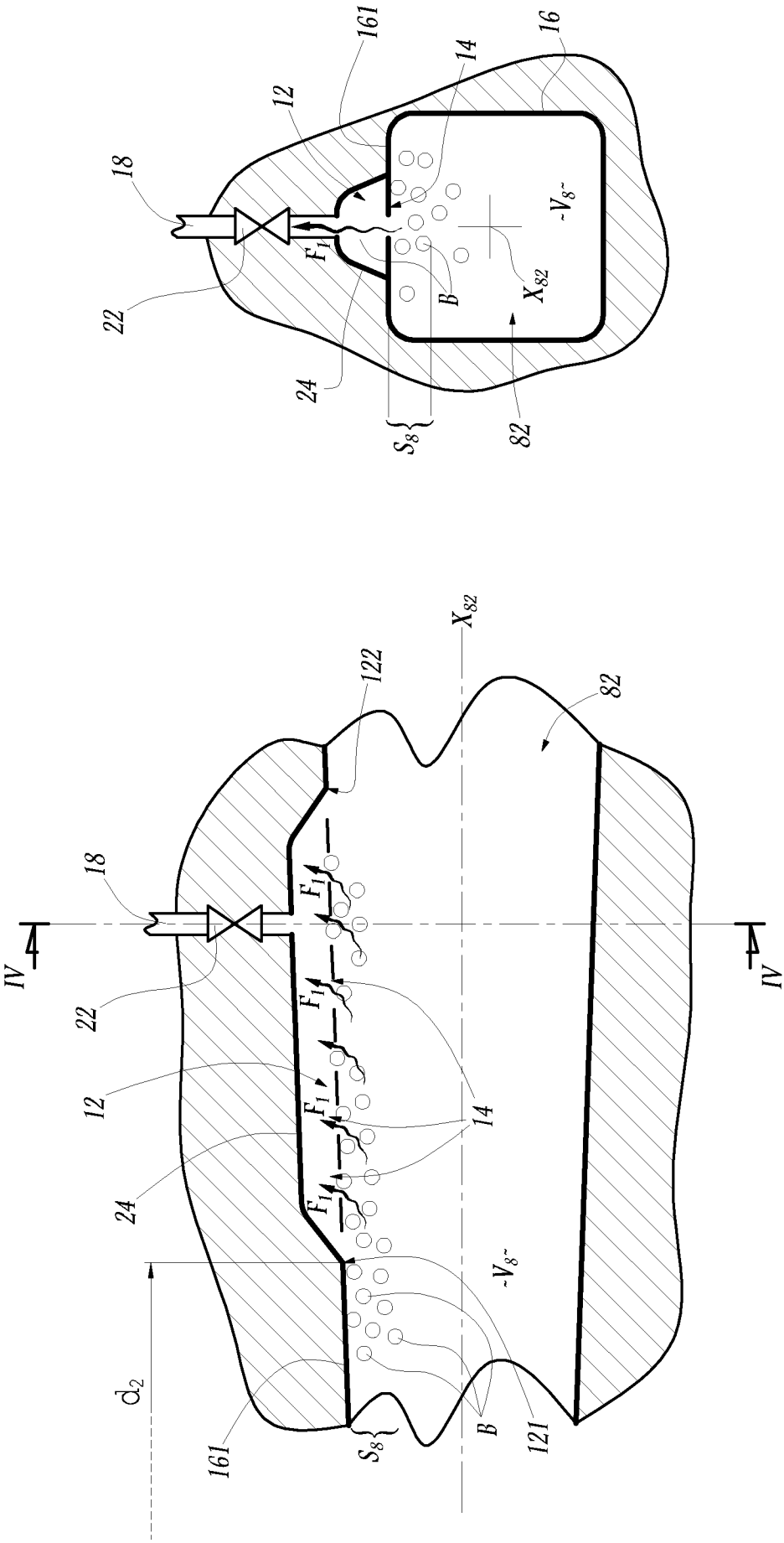


Fig. 4

Fig. 3

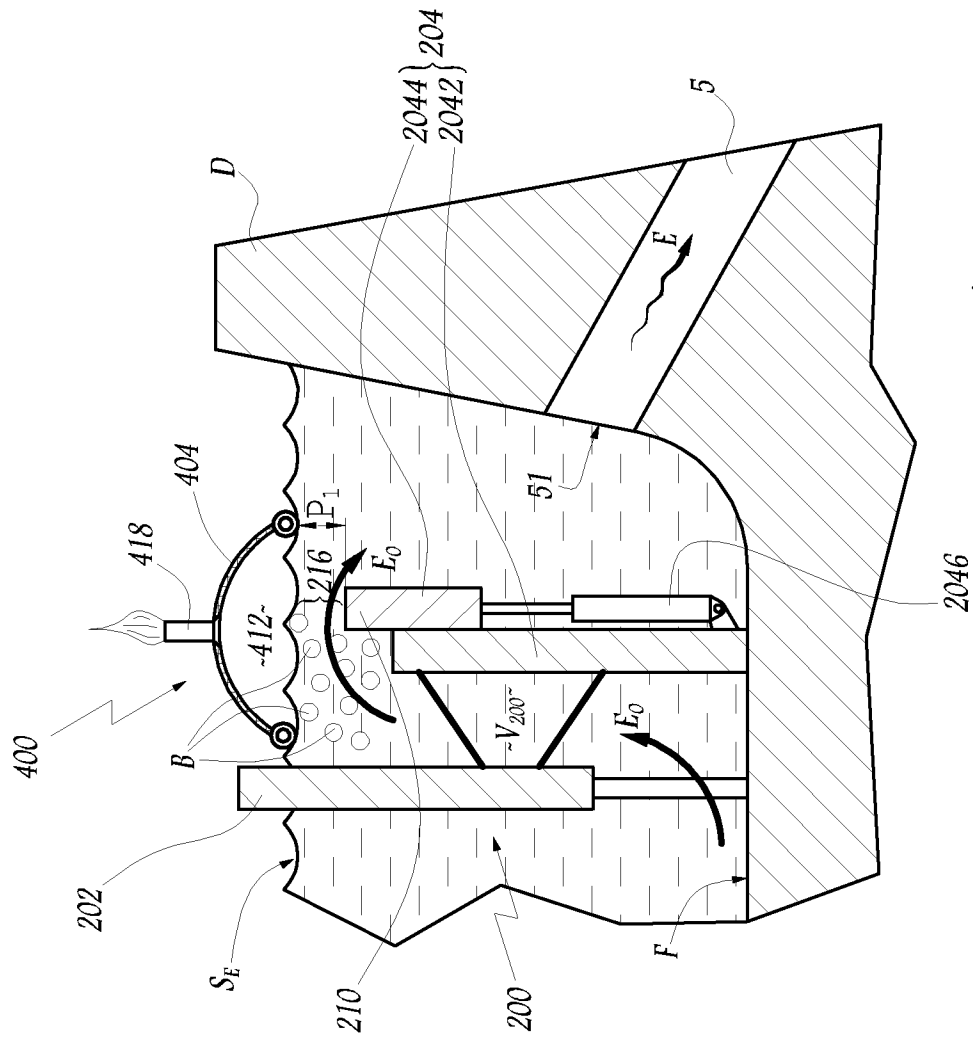


Fig. 5

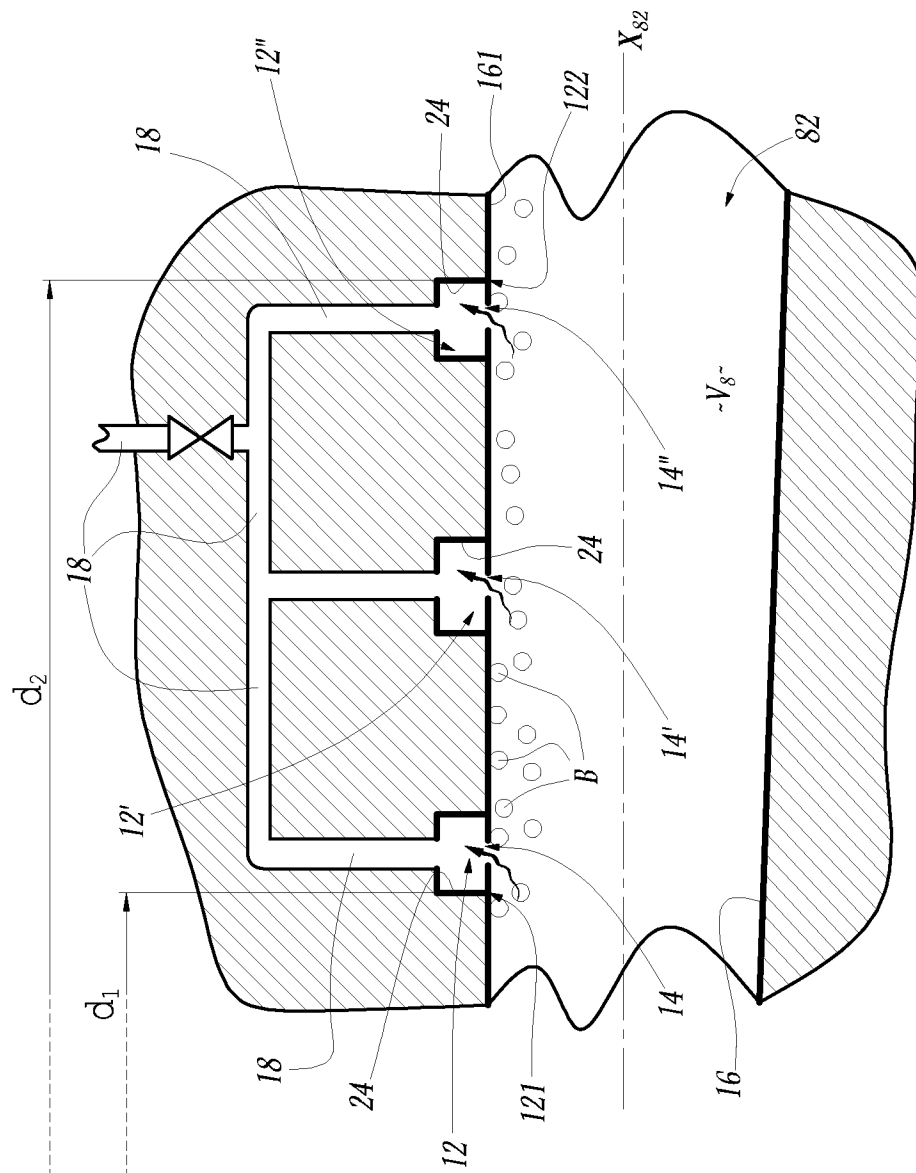


Fig. 6