

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 466 570

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 21143**

(54) Dispositif de transformation de l'énergie des vagues à enceinte souple.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). E 02 B 9/08; F 03 B 13/12.

(22) Date de dépôt..... 2 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Grande-Bretagne, 3 octobre 1979, n° 79 34366.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 15 du 10-4-1981.

(71) Déposant : FRENCH Michael Joseph et CHAPLIN Robert Valentine, résidant en Grande-Bretagne.

(72) Invention de : Michael Joseph French et Robert Valentine Chaplin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Simonnot,
49, rue de Provence, 75442 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne les dispositifs de transformation de l'énergie des vagues, mettant en oeuvre une enceinte à parois souples, du type décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 164 383.

5 Lorsqu'un tel dispositif a de longs conduits de circulation de gaz, ceux-ci régularisent le débit du gaz transmis à l'organe de transformation d'énergie (habituellement une turbine) qui transforme ce courant en une énergie d'une forme plus commode. Cependant, la pression du
10 gaz présente encore des pulsations considérables étant donné le nombre irrégulier de crêtes et de creux sur la longueur de l'enceinte et étant donné aussi les fluctuations importantes de la hauteur des vagues.

L'invention concerne la commande d'un tel dispositif destiné à améliorer le rendement d'extraction de l'énergie du courant de gaz lorsqu'il présente des variations pulsées très importantes de pression.

Une autre caractéristique de ce type de dispositif est que sa pente a un caractère bistable, le dispositif tendant à prendre une position dans laquelle l'avant ou l'arrière est abaissé, seule la partie médiane de l'enceinte à parois souples travaillant dans ces conditions.

L'invention concerne aussi le réglage du déphasage de l'inclinaison afin que la capture d'énergie par le
25 dispositif soit améliorée.

Plus précisément, l'invention concerne un dispositif de transformation de l'énergie des vagues, comprenant une enceinte allongée ayant une paroi souple d'une matière imperméable, l'enceinte étant divisée en plusieurs
30 compartiments contenant chacun du gaz, un conduit de sortie et un conduit de retour de gaz, chaque compartiment étant relié aux conduits de circulation de gaz par des clapets de retenue destinés à permettre un passage unidirectionnel du gaz du compartiment au conduit de sortie
35 et un passage unidirectionnel du gaz du conduit de retour au compartiment, une structure allongée de support à laquelle la matière de l'enceinte souple est fixée, le dis-

positif, lors du fonctionnement, étant disposé dans de l'eau de manière que la partie supérieure de l'enceinte souple dépasse de la surface ou se trouve juste au-dessous de celle-ci si bien que, lorsque les vagues passent le 5 long du dispositif, chaque compartiment est soumis à son tour à une pression externe alternative, le gaz étant pompé du compartiment vers le conduit de sortie lorsque la pression externe est élevée et revenant du conduit de retour au compartiment lorsque la pression externe est faible, un 10 dispositif de conversion d'énergie destiné à produire du travail par détente du gaz provenant du conduit de sortie et renvoyé au conduit de retour, un détecteur de la hauteur des vagues occupant au moins un emplacement le long du dispositif, et un dispositif de réglage de débit de gaz 15 commandé par le détecteur de hauteur de vagues et destiné à régler le rétrécissement du circuit de circulation de gaz dans le dispositif de transformation d'énergie, suivant une relation prédéterminée de la hauteur détectée des vagues.

Dans un mode de réalisation avantageux, l'enceinte allongée est formée d'une matière imperméable et souple et les compartiments sont formés par une série de cloisons elles aussi formées d'une matière imperméable et souple. Cependant, il faut noter qu'un système technique- 20 mandé par le détecteur de hauteur de vagues et destiné à régler le rétrécissement du circuit de circulation de gaz dans le dispositif de transformation d'énergie, suivant une relation prédéterminée de la hauteur détectée des vagues.

Le dispositif de transformation ou de conversion de l'énergie comporte avantageusement une turbine et le dispositif de réglage de débit comporte une tuyère d'entrée 25 de la turbine, munie d'ailettes et ayant une ouverture réglable, par exemple par rotation des ailettes autour d'un axe radial.

L'invention concerne aussi un dispositif de transformation de l'énergie des vagues, comprenant une enceinte allongée ayant une paroi souple et une matière imperméable, 30 l'enceinte étant divisée en plusieurs compartiments contenant chacun du gaz, un conduit de sortie et un conduit de

retour de gaz, chaque compartiment étant relié aux conduits par des clapets de retenue destinés à permettre la circulation unidirectionnelle du gaz du compartiment au conduit de sortie et un passage unidirectionnel du gaz du conduit 5 de retour au compartiment, une structure allongée de support sur laquelle est fixée la matière souple de l'enceinte, le dispositif, lors du fonctionnement, étant placé dans de l'eau de manière que la partie supérieure de l'enceinte souple dépasse en partie de la surface ou se trouve juste 10 au-dessous de celle-ci si bien que, lorsque les vagues passent le long du dispositif, chaque compartiment est soumis à une pression externe alternative, le gaz étant pompé du compartiment au conduit de sortie lorsque la pression externe est élevée et revenant du conduit de retour au compartiment lorsque la pression externe est faible, au moins 15 deux circuits de circulation de gaz étant formés, un dispositif de conversion d'énergie destiné à produire du travail par détente du gaz provenant du conduit de sortie vers le conduit de retour, les circuits de circulation de gaz étant disposés de part et d'autre du point médian du dispositif et ayant des dispositifs indépendants de réglage de débit de gaz si bien que la commande règle l'inclinaison du dispositif, et un dispositif de détection de l'inclinaison du dispositif de transformation d'énergie autour de son 20 point médian, le dispositif de commande du débit de gaz étant lui-même commandé par le dispositif de détection de l'inclinaison afin que le rétrécissement opposé à la circulation du gaz dans chacun des circuits de circulation puisse être réglé et tende à réduire l'inclinaison du dispositif de transformation d'énergie.

Dans un mode de réalisation avantageux de l'invention, le circuit de circulation de gaz ou chaque paire de circuits de circulation de gaz est connecté en croix, sous forme du chiffre 8, autour du point médian, un conduit de sortie de gaz étant alimenté par les compartiments à parois souples qui se trouvent d'un côté du point médian, le gaz renvoyé après circulation dans le dispositif de

conversion d'énergie, circulant vers le conduit de retour de gaz qui alimente les compartiments qui se trouvent de l'autre côté du point médian, ces derniers compartiments débouchant à leur tour dans l'autre conduit de sortie de la paire, le gaz de retour de ces compartiments parvenant aux compartiments qui se trouvent du premier côté du point médian. Il faut noter que cette disposition accroît l'efficacité du réglage de l'inclinaison par réglage du rétrécissement opposé à la circulation du gaz dans chacun des circuits de circulation. Par exemple, si le dispositif a tendance à soulever l'avant, l'augmentation du rétrécissement dans le circuit de circulation qui est alimenté par les compartiments de l'extrémité arrière et qui parvient au conduit de retour des compartiments de l'extrémité avant provoque un manque de gaz à l'extrémité avant et s'oppose à l'expulsion du gaz par les compartiments souples de l'extrémité arrière. De cette manière, la flottaison de l'extrémité arrière augmente alors que celle de l'extrémité avant diminue et la tendance de l'avant à se soulever est ainsi contrecarrée.

De préférence, le dispositif de transformation comporte aussi un détecteur de hauteur des vagues et le dispositif de réglage de débit de gaz est en outre commandé afin qu'il règle le rétrécissement opposé à la circulation du gaz dans chacun des circuits en fonction de la hauteur détectée des vagues, le réglage du rétrécissement opposé à la circulation en fonction de la hauteur des vagues étant de même sens dans tous les circuits de circulation de gaz alors que le réglage du rétrécissement en fonction de la détection de l'inclinaison réduit le débit dans l'un des circuits, sur la partie du dispositif ayant tendance à s'enfoncer, et augmente le débit dans l'autre circuit, dans la partie du dispositif qui tend à se soulever.

D'autres caractéristiques et avantages d'un moyen de réalisation de dispositif de transformation d'énergie des vagues selon l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins

annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une perspective schématique d'un dispositif de transformation d'énergie selon l'invention ;
- les figures 2A à 2D sont des coupes schématiques 5 du dispositif, représentant différents stades du cycle de fonctionnement ;
- la figure 3 représente schématiquement des circuits de circulation de gaz du dispositif ; et
- 10 - la figure 4 est un diagramme synoptique des différents éléments électriques du circuit de commande.

Le dispositif de transformation d'énergie comporte une longue poutre rigide 11 qui, lors du fonctionnement, est dirigée vers la mer et est maintenue à flot par des sacs pneumatiques souples 12a, 12b fixés le long de la partie supérieure de la poutre 11.

La poutre 11 est formée de béton précontraint et elle a à peu près la forme d'une poutre rectangulaire dont l'intérieur est divisé en quatre et forme deux conduits 13, 14 de circulation de gaz et deux jeux de réservoirs 20 15, 16 de lest d'eau. La poutre 11 a une longueur de 190 m environ dans l'exemple considéré, mais certaines caractéristiques montrent qu'un dispositif plus court peut être plus rentable.

Les sacs souples pneumatiques sont formés par 25 du caoutchouc armé et forment deux rangées 12a et 12b ayant chacune 80 m de longueur environ, avec un couvercle externe continu divisé en 10 sacs séparés par des membranes transversales. Chaque sac communique avec le conduit 14 de sortie par l'intermédiaire d'un clapet 18 de retenue et avec le conduit 13 de retour par un clapet 17 de 30 retenue.

Lors du fonctionnement, lorsqu'une crête d'une vague s'élève autour d'un sac, la pression extérieure agissant sur le sac finit par dépasser la pression dans 35 le sac et provoque l'écrasement latéral de celui-ci si bien que l'air du sac est chassé par l'intermédiaire du clapet 18 vers le conduit 14 de sortie (figure 2B). Lors-

que le niveau de l'eau retombe, le sac se remplit à nouveau de l'air du conduit 13 de retour par l'intermédiaire du clapet 17 (figure 2D).

On note ainsi que le gaz, avantageusement l'air, 5 dans le conduit 14 de sortie a une pression élevée alors que le gaz du conduit 13 de retour a une basse pression. Ces expressions sont relatives, la différence correspondant à une hauteur d'eau égale à la moitié environ de la hauteur des vagues.

10 Chaque sac souple 12a, 12b fonctionne de manière plus ou moins indépendante comme un soufflet simple pompant l'air de la basse pression à la pression élevée. On peut visualiser ce fonctionnement en considérant que les 15 sacs s'affaissent dans une crête de vague et ont une hauteur réduite et se dilatent dans un creux et ont tendance à remplir le creux.

Le circuit de circulation de gaz est complété par des turbines pneumatiques dans lesquelles l'air du conduit 14 de sortie se détend vers le conduit 13 de retour.

20 Le circuit de circulation de gaz est divisé en deux parties dans l'exemple considéré afin que l'inclinaison puisse être réglée. La rangée 12a de sacs de l'extrême avant alimente un conduit de sortie 14a (figure 3) alors que la rangée 12b de l'extrême arrière alimente un 25 conduit séparé 14b de sortie. Un conduit commun 13 de retour à basse pression est utilisé. Deux turbines 19, 21 à air à un seul étage, montées sur un même arbre, sont alimentées par les deux conduits 14a, 14b de sortie et refoulent dans le conduit commun 13 de retour. Les turbines 30 19, 21 entraînent une génératrice 22. Le courant de gaz dans les turbines est réglé par des tuyères à ailettes ayant une ouverture réglable dont la dimension détermine le rétrécissement opposé à la circulation du gaz par la tuyère. Le réglage des ailettes de la tuyère est commandé 35 par des servomoteurs 23 et 24 (figure 3).

Deux conditions principales sont contrôlées lors de la création des signaux de réglage des ailettes de la

tuyère, à savoir la hauteur des vagues et l'inclinaison du dispositif. Cette inclinaison est mesurée avec un accéléromètre dans l'exemple considéré mais un pendule ou un gyromètre indicateur peut être utilisé. On mesure la hauteur 5 des vagues par détection des pressions hydrostatiques à l'avant et à l'arrière et par correction en fonction de la mesure d'inclinaison, afin que la hauteur réelle de la surface de l'eau au-dessus de la valeur moyenne soit déterminée.

Les servomoteurs 23, 24 sont réglés afin qu'ils 10 assurent le réglage de l'ouverture de la tuyère des deux turbines 19, 21, tout en optimisant l'extraction d'énergie pour la hauteur détectée des vagues et ils permettent la compensation de l'inclinaison du dispositif par un effet différentiel. On peut représenter ce comportement par dé- 15 finition des paramètres de réglage de l'ouverture de la tuyère par les références $(a + b)$ pour la turbine 19 et $(a - b)$ pour la turbine 21. Le paramètre a est fonction de la hauteur des vagues et augmente pour les petites vagues et diminue pour les grandes vagues. Le paramètre b 20 est fonction de l'inclinaison réelle passée, mesurée par l'accéléromètre et de la variation de la hauteur des vagues au cours du temps.

Si l'on appelle θ l'inclinaison (abaissement de l'avant) et si on désigne les réglages de l'ouverture de 25 la tuyère mesurée sous forme de l'angle des ailettes par $(a + b)$ pour la turbine 19 (alimentée par les sacs 12a de l'extrémité avant), et par $(a - b)$ pour la turbine 21 (alimentée par les sacs 12b de l'extrémité arrière), une forme simple du paramètre b est égale à $-K\theta$ dans laquelle 30 K est une constante dont la valeur est de l'ordre de 3 à 5° par degré. Sous une forme plus élaborée, le paramètre K peut être un opérateur linéaire comprenant des termes différentiel, proportionnel et intégral.

Une forme simple du paramètre a est $a = a_m - Hh_B$, 35 a_m étant le réglage moyen des ailettes de la tuyère, h_B étant la hauteur des vagues à l'avant, après correction d'après l'inclinaison, et H qui est par exemple d'environ

3° par mètre lorsqu'il s'agit d'une constante, a en général trois termes (comme la forme plus élaborée du paramètre K indiquée précédemment). La valeur de a_m repose sur le dernier maximum du paramètre h_B .

5 Ainsi, le paramètre K a la forme générale $C_1 D + C_2 + C_3 D^{-1}$ et le paramètre H a la forme générale $C_4 D + C_5 + C_6 D^{-1}$, C_1, \dots, C_6 étant des constantes, D représentant la dérivée par rapport au temps du paramètre sur lequel elle opère (l'inclinaison θ dans le cas du paramètre K et la hauteur corrigée des vagues à l'avant h_B dans le cas du paramètre H), D^{-1} représentant l'intégrale de ce paramètre.

15 Les constantes C_1 à C_6 doivent être adaptées au dessin particulier du dispositif de transformation d'énergie et aux conditions prévues de mer à l'emplacement de fonctionnement prévu. Ces constantes sont choisies afin qu'elles assurent la stabilité dans toutes les conditions de mer et qu'elles optimisent l'extraction d'énergie. Cette dernière caractéristique implique les opérations suivantes :

20 (a) le contrôle de la capacité de la turbine afin qu'elle corresponde à chaque vague qui passe, de manière que le débit moyen d'air reste grossièrement constant lorsque la chute de pression augmente dans le cas des vagues plus importantes, et inversement,

25 (b) le contrôle du déphasage entre les vagues et l'inclinaison, ayant peu d'effet à certaines longueurs d'onde moyennes mais provoquant des gains importants pour d'autres longueurs d'onde, notamment à celles qui sont sensiblement égales à la longueur du dispositif de transformation.

30 La figure 4 représente schématiquement les différents éléments du circuit de commande.

Un détecteur 33 de hauteur des vagues à l'avant et un détecteur 34 de hauteur des vagues à l'arrière donnent des indications hydrostatiques sur le niveau de la mer à l'avant et à l'arrière. Ces signaux sont combinés dans des circuits 35 et 36 de correction à des signaux

provenant du détecteur 37 d'inclinaison afin que des signaux corrigés de hauteur des vagues h_B et h_S soient formés. Cette correction est ensuite affinée dans cet exemple, par référence au signal de sortie d'un détecteur 31 de houle.

- 5 Les différents signaux sont combinés dans des générateurs 39, 41 qui créent les signaux de commande a et b respectivement, par mise en oeuvre des opérateurs K et H décrits précédemment. Les signaux de sortie a et b sont additionnés dans un circuit 42 et soustraits dans un circuit 43 afin 10 que les signaux de sortie (a + b) et (a - b) soient transmis aux servomoteurs 23, 24.

Les valeurs des constantes C_1 à C_6 donnant une énergie optimale sont différentes pour différents états de la mer. Un contrôleur 32 d'état de la mer est donc 15 incorporé afin qu'il tire une indication à plus long terme de l'état de la mer et règle en conséquence les constantes C_1 à C_6 . Par exemple, lorsque la mer est plus dure que la normale, la réduction de la constante C_5 peut être souhaitable.

20 Par exemple, le contrôleur 32 comporte un appareillage de traitement de signaux qui, à partir des capteurs d'inclinaison et de hauteur des vagues, forme des signaux numérisés représentant l'état de la mer par formation de la moyenne, sur de longues périodes, de caractéristiques telles que la fréquence de passage à zéro et une 25 mesure de la hauteur des vagues. D'après des relations déterminées empiriquement, l'information est transformée par un microprocesseur afin que les valeurs des constantes C_1 à C_6 soient modifiées, les opérateurs H et K utilisés 30 dans les générateurs 39 et 41 étant réglés en conséquence.

On peut adopter plusieurs variantes de configuration de turbine, de conduit de gaz à haute pression et de conduit de gaz à basse pression. Ainsi, la figure 3 représente un dispositif ayant un conduit commun de gaz à 35 basse pression et deux conduits à pression élevée. Une variante met en oeuvre deux conduits de gaz à basse pression et un conduit commun à pression élevée. Une autre variante

met en oeuvre deux circuits séparés ayant chacun sa propre turbine, son propre conduit à haute pression et son propre conduit à basse pression.

Une autre variante met en oeuvre deux circuits séparés ayant chacun sa propre turbine, son propre conduit à haute pression et son propre conduit à basse pression, mais le conduit à haute pression d'un circuit est alimenté par la rangée 12a de sacs qui se trouve à l'extrémité avant du dispositif alors que le conduit à basse pression de ce circuit alimente les sacs 12b à l'extrémité arrière du dispositif. De manière correspondante, le conduit à haute pression du second circuit est alimenté par les sacs de la rangée 12b de l'extrémité arrière alors que le conduit de retour à basse pression de ce second circuit alimente les sacs de la rangée 12a de l'extrémité avant.

Ce dernier dispositif, en forme de 8, présente des avantages par rapport aux autres variantes. L'un des avantages est que les corrections appliquées à une turbine concernent à la fois les parties avant et arrière du dispositif mais évidemment en sens opposés, si bien que l'efficacité des corrections est accrue.

Alors que la figure 3 représente des turbines séparées 19 et 21, dans chaque circuit de gaz, une seule turbine peut être utilisée pourvu que l'admission soit convenablement divisée et que les ailettes de la tuyère, aux différentes entrées, soient réglables indépendamment. Un tel arrangement à une seule turbine convient bien à la configuration à conduit commun à basse pression, du type représenté sur la figure 3.

L'invention n'est pas limitée aux détails indiqués. On a décrit en référence à la figure 4 un circuit de commande électrique mais ce circuit et les servomoteurs peuvent aussi être de type pneumatique ou hydraulique le cas échéant. Dans l'arrangement de la figure 3 et dans ses variantes, on a décrit deux circuits de circulation de gaz. Il faut noter que, le cas échéant, plusieurs paires de circuits de circulation de gaz peuvent être utilisées, chacun

avec son propre circuit de réglage du débit. Cependant, il est probable que la souplesse de commande obtenue n'est pas très intéressante compte tenu de la complexité accrue.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de transformation de l'énergie des vagues, du type qui comprend une enceinte allongée ayant une paroi souple d'une matière imperméable, l'enceinte étant divisée en plusieurs compartiments contenant chacun un gaz, un conduit de sortie de gaz et un conduit de retour de gaz, chaque compartiment étant raccordé aux conduits de gaz par l'intermédiaire de clapets de retenue destinés à permettre le passage unidirectionnel du gaz du compartiment au conduit de sortie et le passage unidirectionnel du gaz du conduit de retour au compartiment, une structure allongée de support à laquelle la matière souple de l'enceinte est fixée, le dispositif, lors du fonctionnement, étant placé dans de l'eau avec la partie supérieure de l'enceinte souple qui dépasse en partie de la surface ou qui se trouve juste au-dessous afin que, lorsque les vagues passent le long du dispositif, chaque compartiment soit soumis à une pression externe alternative, du gaz étant pompé du compartiment au conduit de sortie lorsque la pression externe est élevée et le gaz revenant du conduit de retour au compartiment lorsque la pression externe est faible, et un dispositif de conversion d'énergie destiné à produire du travail par détente du gaz provenant du conduit de sortie vers le conduit de retour, ledit dispositif de transformation d'énergie étant caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (33, 34) de détection de la hauteur des vagues au moins à un emplacement le long du dispositif, et un dispositif de réglage de débit de gaz commandé par le dispositif (33, 34) de détection de la hauteur des vagues et destiné à régler l'étranglement opposé à la circulation du gaz dans le circuit passant par le dispositif de conversion d'énergie (19, 21) suivant une relation prédéterminée de la hauteur détectée des vagues.
- 35 2. Dispositif de transformation d'énergie des vagues, du type qui comprend une enceinte allongée ayant une paroi souple de matière imperméable, l'enceinte étant di-

visée en plusieurs compartiments contenant chacun du gaz, un conduit de sortie et un conduit de retour de gaz, chaque compartiment étant raccordé aux conduits par des clapets de retenue destinés à permettre le passage unidirectionnel du gaz du compartiment au conduit de sortie et le passage unidirectionnel du gaz du conduit de retour au compartiment, une structure allongée de support à laquelle la matière souple de l'enceinte est fixée, le dispositif de transformation d'énergie, lors du fonctionnement, étant placé dans l'eau de manière que la partie supérieure de l'enceinte souple dépasse en partie de la surface où se trouve juste au-dessous si bien que, lorsque les vagues passent le long du dispositif, chaque compartiment est soumis à une pression extérieure variant alternativement, le gaz étant pompé du compartiment au conduit de sortie lorsque la pression extérieure est élevée et le gaz revenant du conduit de retour au compartiment lorsque la pression externe est faible, et un dispositif de conversion d'énergie destiné à produire du travail par détente du gaz d'un conduit de sortie vers un conduit de retour, ledit dispositif de transformation d'énergie étant caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux circuits de circulation de gaz (14a, 19, 13 ; 14b, 21, 13), ces circuits étant disposés de part et d'autre du point médian du dispositif de transformation d'énergie et ayant des dispositifs indépendants de réglage de débit si bien que le réglage du débit de gaz provoque le réglage de l'inclinaison du dispositif de transformation, et un dispositif de détection d'inclinaison (37) du dispositif autour du point médian, le dispositif de réglage de débit étant commandé par le dispositif de détection d'inclinaison (37) afin qu'il règle le rétrécissement opposé à la circulation du gaz dans chacun des circuits de circulation de gaz (14a, 19, 13 ; 14b, 21, 13) afin que l'inclinaison du dispositif de transformation ait tendance à diminuer.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé

en ce que le circuit de circulation de gaz ou chaque paire de circuits de circulation de gaz est raccordé en croix, en forme de 8 autour du point médian, un conduit de sortie de gaz étant alimenté par les compartiments à parois souples (12a) d'un premier côté du point médian, le gaz revenant après circulation dans le dispositif de conversion d'énergie par le conduit de retour qui alimente les compartiments à parois souples (12b) de l'autre côté du point médian, ces derniers compartiments alimentant l'autre conduit de sortie de la paire de circuits, le gaz de retour provenant de ces compartiments alimentant le conduit de retour des compartiments (12a) du premier côté du point médian.

4. Dispositif selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (33, 34) de détection de hauteur des vagues, et les dispositifs de commande de débit sont en outre commandés afin qu'ils règlent le rétrécissement opposé à la circulation du gaz dans chacun des circuits de circulation (14a, 19, 13 ; 14b, 21, 13) suivant une relation prédéterminée de la hauteur détectée des vagues, le réglage du rétrécissement opposé à la circulation du gaz en fonction du dispositif (33, 34) de détection de hauteur des vagues s'effectuant dans le même sens dans chacun des circuits de circulation de gaz alors que le réglage du rétrécissement opposé à la circulation du gaz en fonction du dispositif (37) de détection d'inclinaison réduit le débit dans le circuit qui se trouve dans la partie du dispositif qui a tendance à s'enfoncer et augmente le débit dans le circuit qui se trouve dans la partie du dispositif qui a tendance à remonter.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enceinte allongée est formée par une matière imperméable souple, et les compartiments (12a, 12b) sont formés par une série de cloisons de séparation formées aussi d'une matière souple et imperméable.

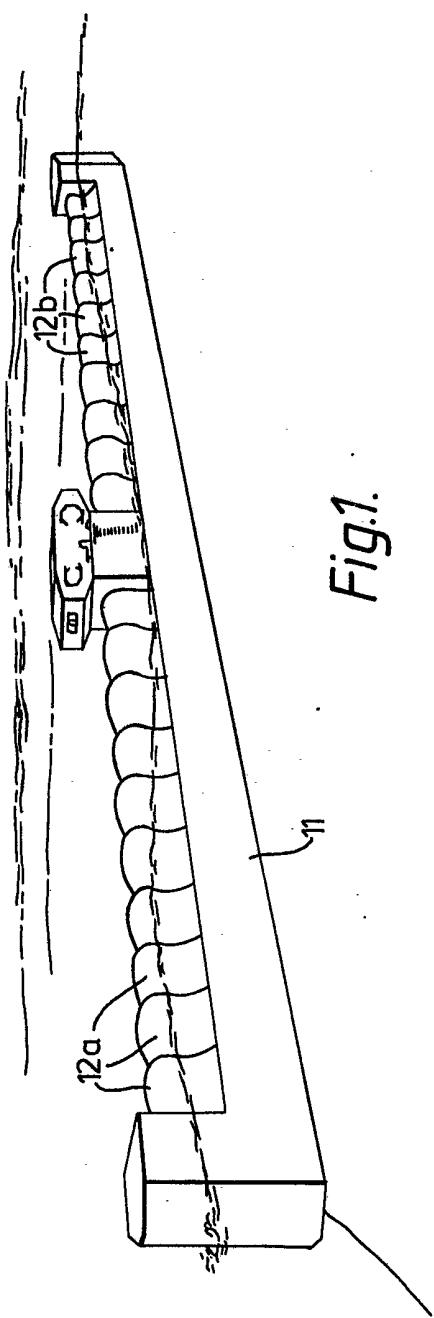


Fig.1.

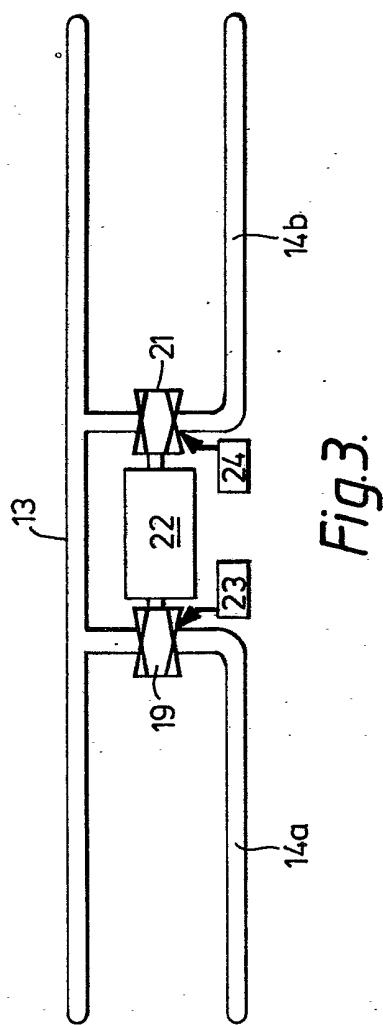


Fig.3.

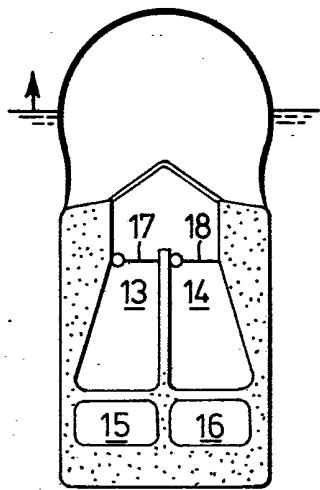


Fig.2A.

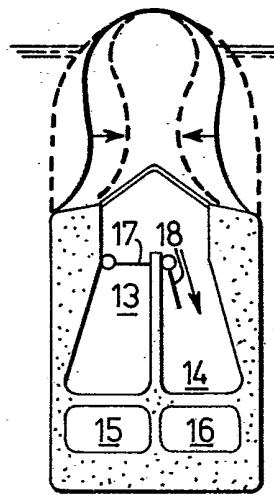


Fig.2B.

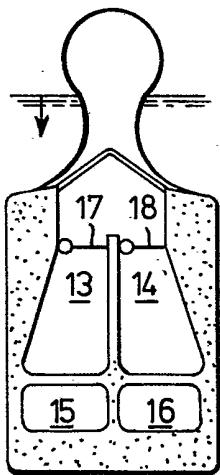


Fig.2C.

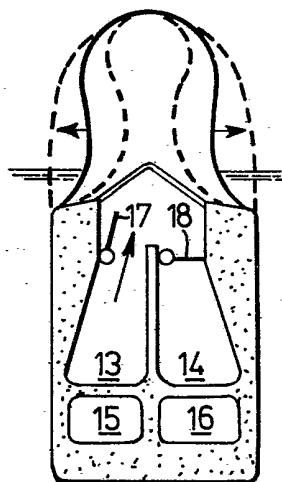


Fig.2D.

Fig.4.

