

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

**2 556 785**

②1 N° d'enregistrement national :

**83 20167**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : F 03 G 7/04; F 01 K 7/16.

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16 décembre 1983.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPi « Brevets » n° 25 du 21 juin 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : ALEXANDROFF Georges, ALEXAN-  
DROFF Jeanne Marie, née BUCHERE (de) et LIEBARD  
Alain. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Georges Alexandroff, Jeanne Marie  
Alexandroff, née de Buchère, et Alain Liebard.

⑦3 Titulaire(s) :

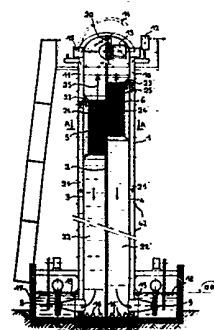
⑦4 Mandataire(s) : Alain Liebard.

⑤4 Module énergétique à cycle ouvert utilisant des sources naturelles d'eaux chaude et froide.

⑤7 L'invention concerne une machine modulaire industrialisable permettant de réaliser des installations énergétiques de 10 kW à 10 MW électriques de puissance installée, du type Energie Thermique des Mers (ETM) à cycle ouvert, fonctionnant à terre ou en mer à partir de sources d'eau chaude et froide à des températures inférieures à 100 °C et de qualités quelconques.

Elle est constituée d'une colonne verticale 1 dans laquelle sont ménagés des cloisonnements verticaux 2 à 7 délimitant des espaces de circulation des fluides chauds et froids ascendants et descendants de façon à créer un espace d'évaporation « flash » et un espace de condensation par mélange, tous deux à volumes variables, mis en relation par au moins un orifice 20 dans lequel est placé l'ensemble turbomachine et alternateur blindé 13 fournissant l'énergie électrique.

Des pompes d'extraction 8 et 9 situées au pied de la colonne 1 assurent les débits nécessaires et régulent la variation du volume des chambres 25 et 25'.



FR 2 556 785 - A1

La présente invention concerne une machine modulaire permettant de réaliser des installations énergétiques de 10 kW à 10 MW électrique de puissance installée, du type Energie Thermique des Mers (E.T.M.) à cycle ouvert, fonctionnant à terre ou en mer à partir de sources d'eau chaude et d'eau froide à des températures inférieures à 100°C et de qualités quelconques.

Dans les brevets français N° 79 04789 du 26 février 1979, N° 81 20506 du 2 novembre 1981 et N° 82 16885 du 8 octobre 1982, les inventeurs ont déjà décrit plusieurs machines, dispositifs et modes de réalisation visant les mêmes objectifs. Il leur est apparu, au cours de leurs recherches, que des configurations différentes, objets de la présente invention, pouvaient également résoudre avec succès et à moindre coût les problèmes posés.

Dans leurs configurations récentes, les enceintes basse pression restent volumineuses et lourdes, et sujettes à l'entartrage et aux dépôts minéraux et organiques sur l'ensemble de leurs plateaux horizontaux de grandes surfaces. Certaines propositions divisent l'installation en plusieurs modules de façon à diminuer le diamètre des disques turbines, mais la surface totale des plateaux horizontaux restent sensiblement constantes puisqu'ils sont proportionnels aux débits de vapeur nécessaire.

D'autre part, il n'y a pas de possibilité de faire varier les surfaces d'évaporation et de condensation durant le fonctionnement proportionnellement à la puissance électrique appelée et ainsi les volumes des chambres d'évaporation et de condensation restent constantes. Ces régulations ne peuvent donc se faire que sur le degré de vide ou sur le couple température/débit des circulations d'eau, mais dans les deux cas, ces opérations consomment des énergies d'annexes importantes.

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients et propose comme solution de mettre en oeuvre des machines de type E.T.M. sous forme de colonnes modulaires industrialisables, moins volumineuses, d'une construction plus simple, d'un entretien plus facile, permettant des fonctionnements régulables et donc plus proches des rendements théoriques et peu sensibles à la perte d'horizontalité en mer due aux effets de la houle.

Selon une caractéristique principale de l'invention les modules énergétiques sont constitués d'une ou plusieurs colonnes verticales abritant de préférence l'ensemble des dispositifs de circulation, d'évaporation, de condensation, de dégazage, la turbomachine et son alternateur blindé.

Selon l'invention, on organise les circulations des fluides sous gros débits mais à faible vitesse dans l'enceinte générale constituée par la colonne verticale de telle façon que l'ascension des eaux soit due uniquement à l'évacuation de l'air et des gaz dissous dans les eaux aspirées, cette opération d'extraction de gaz se trouvant réalisée sensiblement en partie haute de la colonne, la dite colon-

ne se trouvant ainsi sensiblement remplie lorsque la quasi totalité des gaz a été évacuée, et que la descente des eaux soit due à l'action de pompes extractrices situées sensiblement en partie basse de la colonne.

Selon l'invention ces dispositions impliquent que la colonne, module énergétique de base, s'élève sensiblement à 10 m soit au-dessus du niveau des eaux contenues dans des bacs inférieurs si l'installation est à terre soit au-dessus du niveau de la mer si l'installation est marine.

Ainsi toujours selon l'invention, les volumes respectifs du bouilleur et du condenseur sont créés dynamiquement par extraction continue des eaux en partie inférieure de la colonne, les dits volumes étant ainsi variables et pouvant à tout moment être avantageusement ajustés aux conditions les plus optimas du fonctionnement, et ceci par simple variation du débit des pompes d'extraction pouvant être du type centrifuges immergées à palettes.

Selon une caractéristique importante de l'invention, l'abaissement des niveaux des eaux en partie haute de la colonne, met à jour au moins un chemisage périphérique sensiblement vertical, perforé d'un grand nombre de trous ou fentes de diamètre ou de surfaces appropriées au débit et permettant de diviser en des centaines ou milliers de jets minces les eaux chaude et froide. La division des eaux en multiples jets à l'intérieur des chambres à volume variable permet d'obtenir des rendements d'évaporation "flash" et de condensation par mélange extrêmement élevés.

Sans sortir du domaine de l'invention, de multiples configurations et agencements à l'intérieur de la colonne peuvent voir le jour, selon les puissances installées, les lieux d'installation à terre ou en mer, la nature des sources chaudes et froides utilisées, la nécessité de récupérer la vapeur condensée sous forme d'eau douce, ou non, ce qui entraînera la présence d'un échangeur complémentaire, ou pas.

Non limitativement et à titre explicatif, la présente invention et sa mise en oeuvre apparaitront plus clairement à l'aide de la description détaillée qui va suivre faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente une coupe verticale sur l'axe d'un module type selon l'invention.
- la figure 2 représente une coupe horizontale selon AA.
- la figure 3 représente une coupe verticale sur l'axe d'un module type avec échangeur intégré pour la production d'eau douce.
- la figure 4 montre une vue en plan d'une machine selon l'invention associée à un bassin solaire à gradients thermiques inversés pour la production des sources chaude et froide.
- la figure 5 montre une vue en plan, partiellement coupée, de 34 modules énergétiques mis en batterie à bord d'un bateau.

## 3.

- La figure 6 représente une coupe verticale longitudinale de la figure 5.
- La figure 7 montre une coupe verticale transversale de la figure 5.

Comme on le voit sur l'ensemble des figures, une caractéristique principale de l'invention est de réaliser des machines du type E.T.M. à cycle ouvert, sous forme d'une ou plusieurs colonnes verticale 1 présentant un certain nombre de cloisons verticales internes 2 à 7 permettant des agencements appropriés, et à l'exclusion de surfaces et plateaux horizontaux.

Selon une caractéristique de l'invention, comme on le voit particulièrement sur les figures 1 et 2, la colonne 1 qui est placée sensiblement verticalement a une élévation minimum de 10.00 m et est séparée sensiblement selon le plan médian par une cloison verticale 2, pouvant être isolée thermiquement et délimitant ainsi un volume général "chaud" et un volume général "froid" communiquant entre eux par au moins un orifice 20 de passage de la vapeur. Chacun des volumes "chaud" et "froid" se trouve lui-même agencé de façon à ménager une section de passage des eaux ascendantes 21 et 21' et des eaux descendantes 22 et 22'. Ces sections de passage des eaux sont réalisées, outre par la cloison médiane 2, par les tubages coaxiaux 3 et 4. Ces tubages coaxiaux 3 et 4 peuvent avantageusement être reliés à l'enveloppe extérieure 1 de la colonne par des contreforts 7 de façon à raidir l'ensemble de l'enveloppe et présenter une grande résistance à la pression atmosphérique et rendre ainsi la colonne indéformable.

Au sommet des volumes 21 et 21' se trouvent les dégazeurs 11 et 10 de gaz dissous respectivement des eaux chaudes et froides, les dits gaz dissous se trouvant extraits par la pompe à vide à palettes 12. Après dégazage, les eaux débordent par les orifices 23 et 23' ménagées sensiblement en partie haute des cloisons 3 et 4 et les eaux se trouvent ainsi avantageusement canalisées dans les chemisages 5 et 6 réalisés par des parois pouvant être métalliques, perforées de trous ou fentes. L'eau est ainsi divisée en multiples jets 24 et 24' améliorant considérablement les rendements d'évaporation et de condensation.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les pompes d'extraction 8 et 9 situées en partie basse de la colonne 1 assurent la circulation des eaux chaude et froide et ménagent par variation de leurs débits des volumes variables 25 et 25' des chambres d'évaporation et de condensation. Ces pompes 8 et 9 sont avantageusement du type à palettes, immergées dans les bacs inférieurs 17 et 18 respectivement chaud et froid, l'introduction des eaux les plus chaudes et les plus froides se faisant respectivement par les orifices 16 et 16'.

L'ensemble de la colonne 1 est maintenue et fixée verticale par les contreforts 19 situés au bas de celle-ci et reliés à la fondation 25. La colonne 1 peut être réalisée en fer noir ou acier inoxydable rendue plus résistante par des fers en U ou des cornières 42 plus nombreuses vers le haut de la colonne, ou réalisée en béton armé d'une âme métallique générale assurant l'étanchéité à l'air.

L'ensemble turbo-machine et alternateur blindé 13 est situé dans la veine de vapeur à l'orifice 20, et on peut accéder facilement à son entretien par l'ouverture du dôme bombé 14 dont l'étanchéité est assurée en position fermée par l'anneau liquide 15. L'ouverture de ce dôme bombé résistant 14 fermant l'extré-  
5 mité supérieure de la colonne 1 peut être réalisée par des palans, verins.

Toujours selon l'invention, la figure 3 représente une machine pouvant produire simultanément de l'électricité et de l'eau douce grâce à un échangeur de chaleur 30, vapeur d'eau/eau saumâtre froide placé au condenseur et situé à l'intérieur même de l'enceinte sous vide 31. Ainsi la colonne 1 n'abrite ici que le  
10 bouilleur, les eaux ascendantes donc les plus chaudes sont véhiculées dans le volume 26 qui entoure avantageusement la conduite centrale 27 de descente de la vapeur. De cette manière, aucune condensation ne se produit sur le parcours. La descente des eaux chaudes refroidies s'effectue par le volume le plus extérieur 28.

15 Selon une des possibilités de l'invention, la colonne 1 peut présenter en partie haute un accroissement de son diamètre 29, de manière à ménager un volume utile pour l'évaporation et/ou pour la condensation plus importante si cela était nécessaire.

Dans cet agencement l'ensemble turbo-machine/alternateur blindé 13 se trouve  
20 situé dans la veine de vapeur mais sensiblement au niveau du sol, immédiatement en amont du condenseur 30 qui peut être du type à plaques ou à tuyaux à ailettes par exemple en cupro-nickel disposés horizontalement à l'intérieur de l'enceinte 31 résistant à la pression atmosphérique. L'ensemble de cette enceinte 31 pourra être avantageusement immergée dans le bac de pompage d'eau froide saumâtre  
25 18 et les circulations d'eaux chaudes et froides se faisant alors comme il a été décrit plus haut. Dans cette solution l'extraction des gaz dissous au condenseur est effectuée en 32 et l'extraction de l'eau douce condensée en 33.

La figure 4 représente une application terrestre de l'invention par cou-  
plage de la machine objet de l'invention et d'un bassin solaire à gradients ther-  
30 miques salins inversés dont le principe est connu dans l'art antérieur. Selon l'invention ce bassin 34 sera avantageusement de forme annulaire ou bouclé sur lui-même de façon à ce que les eaux chaudes profondes et les eaux froides superficielles "tournent" et présentent un cycle de rotation sensiblement égal à celui de l'usage dans la machine et par exemple une rotation par 24 h.

35 Le parcours du bassin solaire bouclé 34 pourra avantageusement présenter un rétrécissement 35 de façon à augmenter la vitesse à un endroit donné. Précisément à cet endroit, on pourra positionner un échangeur immergé 36, l'augmentation de la vitesse de l'eau froide saumâtre augmentant son rendement d'échange. Cet échangeur 36 sera avantageusement du type tuyaux plastique insen-  
40 sible aux corrosions et ne présentant pas de risque de pollution pour l'eau douce

condensée véhiculée à l'intérieur des tuyaux. Les dits tuyaux de plastique pourront être positionnés et maintenus par tout moyen d'espacement ou de supports tels supports plastique ou parpaings de ciment à encoches.

Dans ce bassin solaire 34 les eaux profondes les plus chaudes sont captées en amont du rétrécissement 35 par la conduite perforée 37 et rejetées en aval du rétrécissement 35 par la conduite perforée 38 après avoir été utilisées dans la machine 39 située immédiatement à proximité du bassin 34.

En ce qui concerne les eaux froides de surface saumâtres, la circulation dans le bassin solaire 34 est réalisée par la pompe immergée 40 située en amont de l'échangeur 36. L'espace central 41 de l'anneau 34 peut être utilisé pour la production et le stockage de sels à partir de marais salants.

Les figures 5, 6 et 7 caractérisent non limitativement un bateau affrété de 34 modules énergétiques conformes à l'invention. Ces modules peuvent avoir une puissance énergétique unitaire par exemple de 300 kW électrique net, la puissance totale de ce bateau "énergie des mers" serait ainsi de 10 MW.

Conformément à l'invention, le bateau dispose d'un faux fond général sensiblement divisé sur la longueur en quatre compartiments 43, 44, 45, et 46. Deux de ces compartiments 43 et 44 servent à alimenter en eaux chaudes et froides les machines babord et les deux compartiments 45 et 46 servent à alimenter les machines tribord.

Par dépression, selon le principe conforme à l'invention décrit précédemment, l'eau chaude de surface est aspirée par les orifices 47 alors que l'eau froide du fond est aspirée par un tuyau central 48 dont l'extrémité est immergée à la profondeur nécessaire.

Selon une caractéristique de l'invention chaque machine nécessite ici deux colonnes 49 et 50 verticales pour son fonctionnement. En effet, les puissances supérieures à quelques dizaines de kW sont obtenues en dédoublant les colonnes. Ainsi les colonnes 49 servent de bouilleur et disposent d'un tubage coaxiale 51 pour assurer le double espace nécessaire aux eaux ascendantes d'une part et descendantes d'autre part. Egalement les colonnes 50 associées aux colonnes 49, servent de condenseur et disposent également d'un tubage permettant de ménager les volumes pour la circulation des eaux ascendantes et descendantes.

Les eaux chaudes et froides sont respectivement extraites par les pompes 53 et 54, chaque colonne disposant ici de sa propre pompe d'extraction. Les eaux chaudes sont rejetées latéralement au bateau par les orifices 55, alors que les eaux froides sont rejetées en deux endroits sous le bateau à la poupe et à la proue en 57 et 56.

Les alternateurs sont ici extérieurs aux colonnes sous vide et surmontent chaque colonne "chaude" 49. Ils sont co-axiaux aux groupes turbines 59 à axes verticaux.

Le chateau 60 du bateau est placé à la proue. En câle, entre les groupes turbo-alternateurs de babord et de tribord se trouvent d'une part, à la poupe la salle des machines 61 et sur le restant un large espace technique 62 permettant d'accueillir les machines de transformation utilisant l'énergie électrique produite et par exemple des congélateurs d'eau de mer pour fabriquer de la glace douce, ou toute autre machine de transformation.

Le pont 63 est surmonté d'un derrick 64 avec palan afin d'immerger et d'assembler la conduite d'eau froide 65 qui pourra atteindre des dimensions de plusieurs kilomètres. Les tronçons 65 sont stockés horizontalement sur le pont 63.

10 A l'extrémité haute de la conduite 48 des flotteurs 66 peuvent permettre au bateau de se désamarrer de sa conduite d'eau froide 48 immergée, et de laisser l'extrémité haute flotter hors de l'eau afin de la retrouver, et ainsi de rejoindre un port.

On voit que l'invention peut trouver de multiples applications en production d'énergie électrique et/ou d'eau douce en de nombreux lieux de la planète sur terre comme sur mer et que les simplifications qu'elle apporte aux dispositifs connus à ce jour sont sources d'augmentations importantes de rendement et d'abaissement de coût considérable.

## REVENDECATIONS

1) Machine du type à cycle ouvert E.T.M. produisant de l'électricité et/ou de l'eau douce à partir de sources d'eau chaude et froide à des températures inférieures à 100°C et de qualité quelconque, du type comprenant un bouilleur "flash" avec son dégazeur, un condenseur à mélange avec son dégazeur, une turbo-  
5 machine, des moyens de circulation des fluides et d'extraction des gaz, des moyens de régulation, la dite machine étant caractérisée en ce que son enceinte est essentiellement constituée d'au moins un cylindre sensiblement vertical, d'une hauteur sensiblement égale à 10 mètres, le dit cylindre ne comportant que des moyens de cloisonnements verticaux à l'exclusion de tout plateau ou cloisonnement hori-  
10 zontaux.

2) Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dit cylindre vertical comporte au moins une cloison verticale générale sensiblement médiane et sur toute sa hauteur, séparant les volumes chauds des volumes froids, la dite cloison ayant au moins un orifice dans sa partie haute permettant le passage de  
15 la vapeur.

3) Machine selon les revendications 1 et 2, caractérisée en ce que le dit cylindre vertical comporte des chemises, tubages ou double- parois verticales de façon à assurer à l'intérieur même du cylindre les circulations ascendantes et descendantes des fluides.

20 4) Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les différentes cloisons verticales séparant les différents volumes à l'intérieur du cylindre général, sont elles-mêmes reliées entre elles par des entretoises, contreforts ou liaisons placées elles aussi verticalement dans le sens d'écoulement des fluides et ne nuisant pas à leur circulation, les dites liaisons rendant  
25 l'ensemble des cloisonnements et de l'enveloppe du cylindre solidaire et incompressible.

5) Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le dit cylindre vertical est sensiblement rempli d'eau jusqu'à son plus haut niveau lorsque la machine est en état de fonctionnement mais sans  
30 production.

6) Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le dit cylindre vertical est fermé à sa partie supérieure par un dôme bombé résistant à joint étanche et pouvant se soulever dans l'objectif d'accéder à l'ensemble des organes internes.

35 7) Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que les circulations respectives des fluides chaud et froid sont assurées par au moins deux pompes travaillant à l'extraction sur les dits fluides et respectivement placées du côté chaud et du côté froid à la base du cylindre.

8) Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'au moins deux chambres relativement vides d'air sont créées en partie haute du dit cylindre par l'intermédiaire de l'action des pompes d'extraction des eaux chaude et froide.

5 9) Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que les deux chambres sont à volumes variables réglables en fonction des débits d'extraction des pompes.

10 10) Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'il existe au moins un chemisage ou double parois vertical percé d'un grand nombre de trous, fentes ou orifices permettant la division de la circulation des eaux en multiples jets.

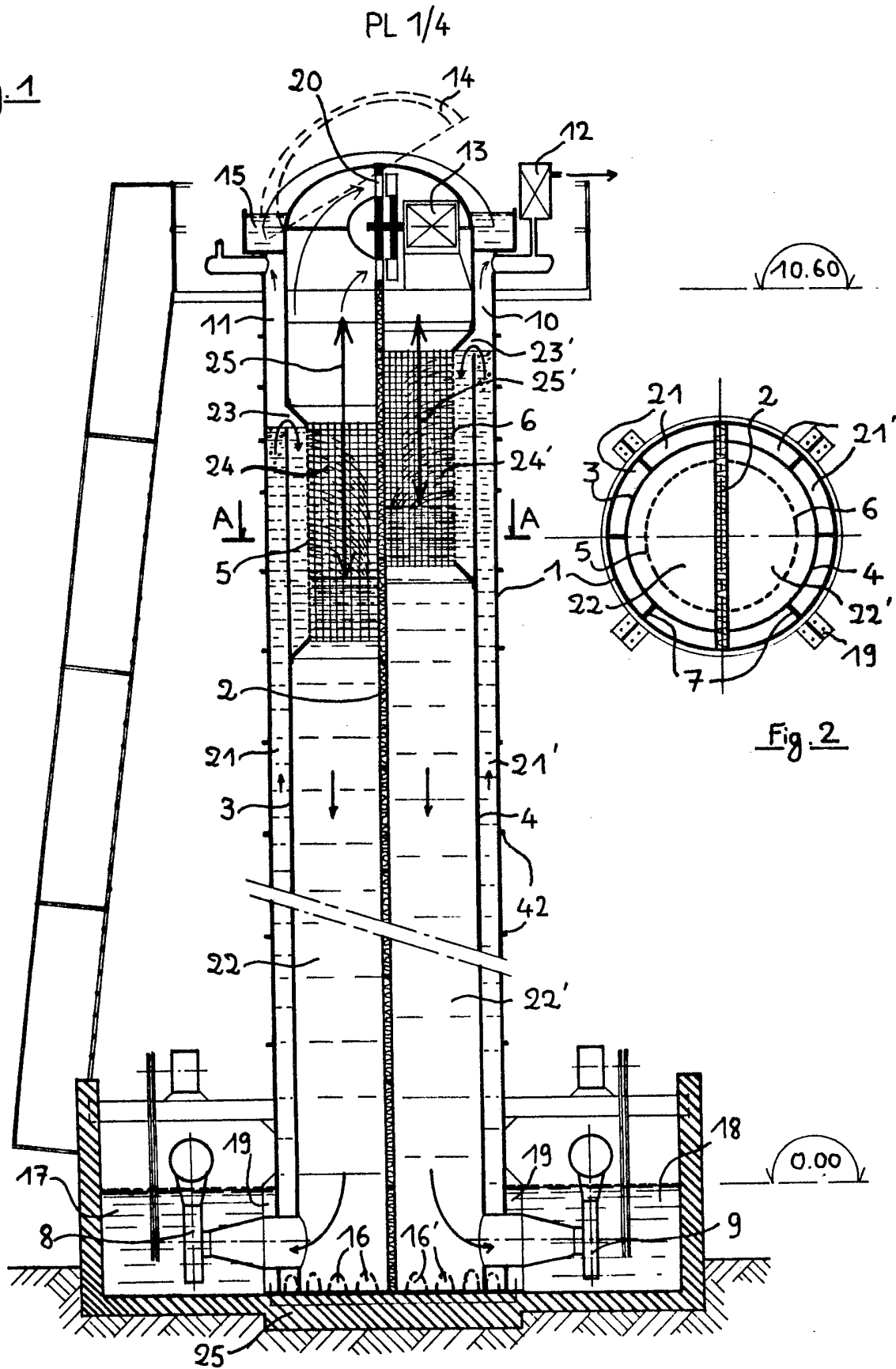
15 11) Machine selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que les eaux chaude et froide nécessaires à son fonctionnement proviennent d'au moins un bassin solaire du type à gradients thermiques inversés, le dit bassin ayant une forme sensiblement annulaire ou bouclé sur lui-même.

12) Machine selon la revendication 11 caractérisée en ce que le bassin solaire dispose d'un resserrement de sa forme à un endroit quelconque du parcours de l'eau, de façon à augmenter à cet endroit la vitesse de la dite eau.

20 13) Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 caractérisée en ce que plusieurs unités sont mises en batterie et fonctionnent à bord d'un bateau ou sur une côte et utilisent les eaux marines comme sources chaude et froide.

25 14) Mode de réalisation d'une machine selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'on utilise pour sa construction au moins un cylindre préfabriqué en béton armé d'une âme métallique pleine continue.

Fig. 1



PL 2/4

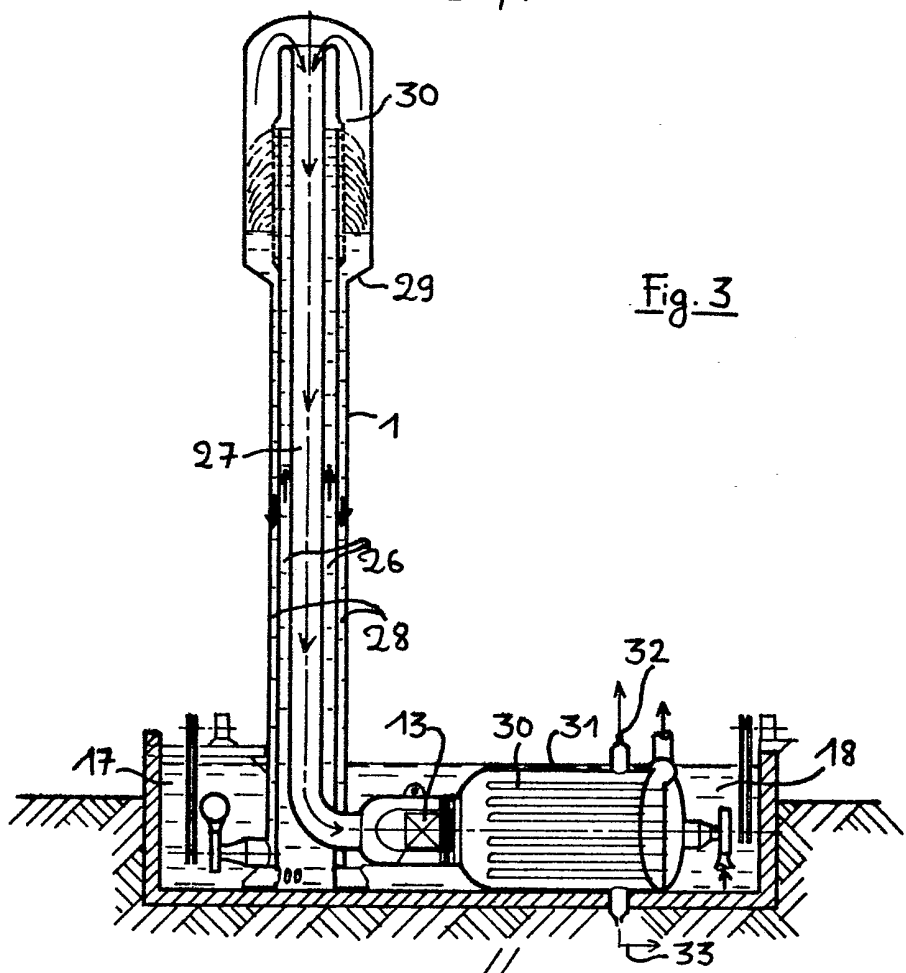
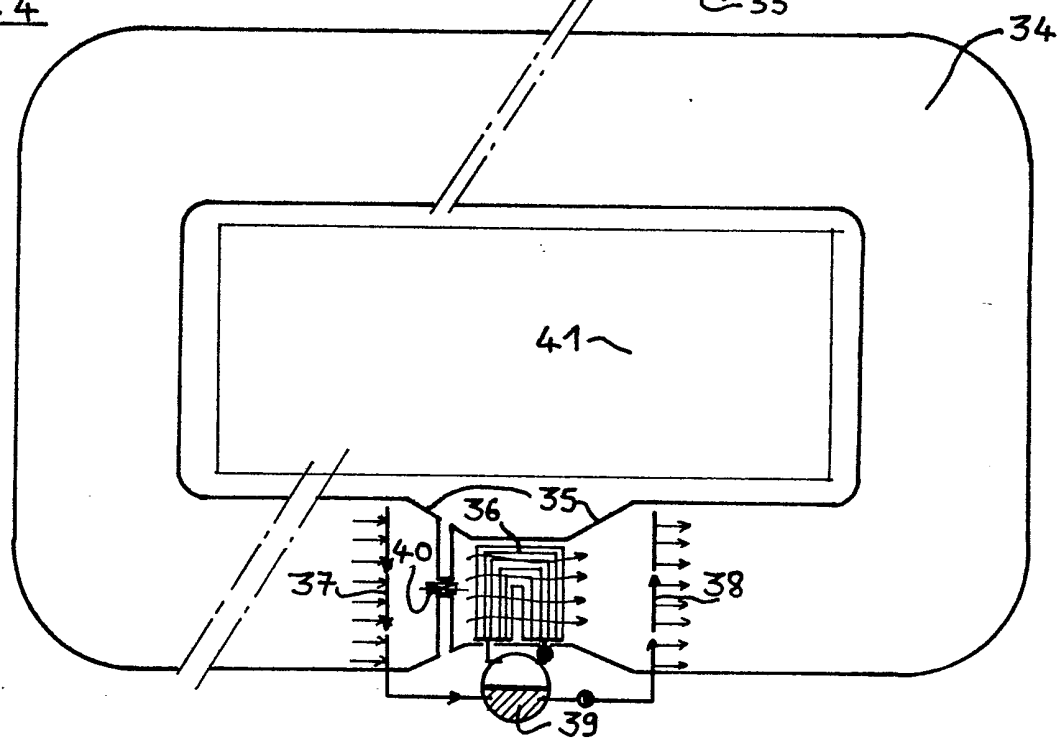
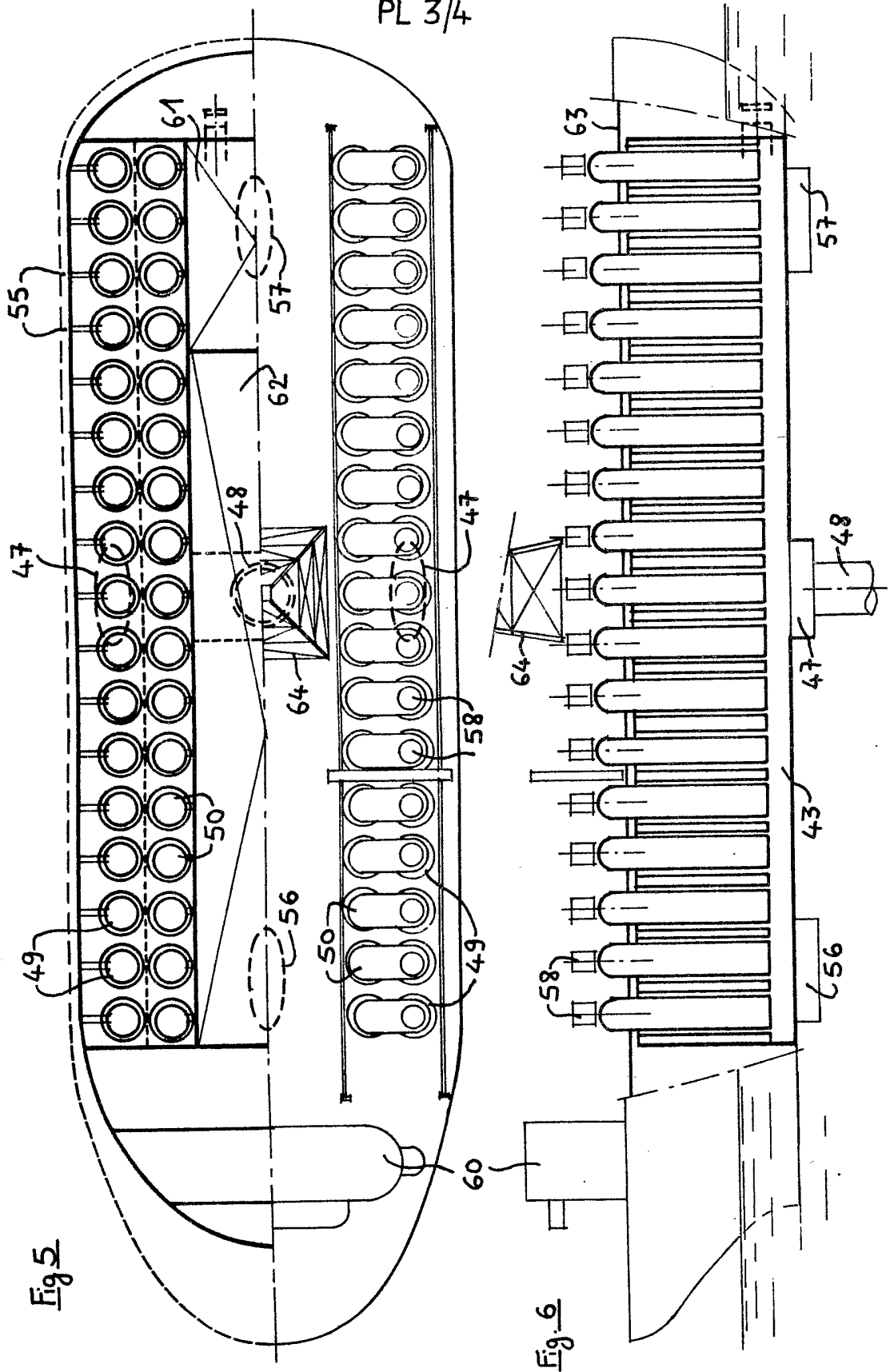


Fig. 3

Fig. 4



PL 3/4



PL 4/4

Fig. 7

