

FASCICULE DEBREVET D'INVENTION

21 Numéro de dépôt:1201300231

22 Date de dépôt :05/06/2013

30 Priorité(s) :

24 Délivré le :30/05/2014

45 Publié le : 16.10.2015

73 Titulaire(s) :

TAGATSING FOTSING Maurice,
DCO/FS/UYI, B.P. 812, YAOUNDE (CM)

72 Inventeur(s) :

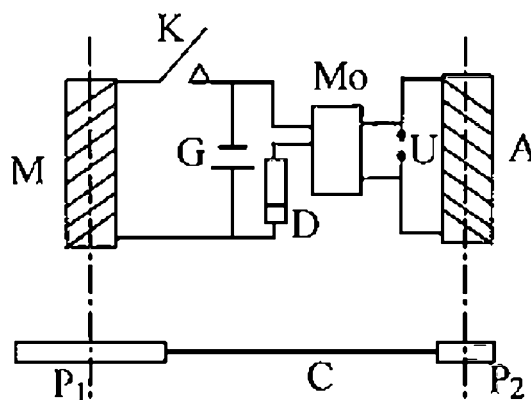
TAGATSING FOTSING Maurice (CM)

74 Mandataire :

54 Titre :Dispositif de production de l'énergie électrique par un système à fonctionnement autonome.

57 Abrégé :

La présente invention porte sur un dispositif de production de l'énergie électrique en circuit fermé par deux moteurs électriques fonctionnant de manière autonome et continue en remplacement des moteurs à carburant généralement contenus dans les groupes électrogènes nécessaires à leur fonctionnement. Le montage bien fait permet d'avoir de l'énergie électrique suffisante pour l'usage domestique et pour des unités de production industrielle tout en respectant l'environnement et l'écosystème.



- M : Moteur électrique à courant continu 12 V
A : Alternateur à courant alternatif de tension de sortie 220 V et de puissance suffisante
P₁ : Poulie n° 1 de diamètre D₁
P₂ : Poulie n° 2 de diamètre D₂ (D₁ > D₂)
G : Générateur électrique (batterie d'accumulateurs)
U : Tension alternative
D : Diode
Mo : Module de redressement et de lissage du courant alternatif (convertisseur électrique de 220 V alternatif en 12V continu)
C : Courroie de transmission
K : Interrupteur

SYSTEME DE POMPAGE

L'état de la technique:

- 5 Les différentes méthodes de pompages artificiels existant aujourd'hui présentent tous un point commun en ce qui leur faut une source d'énergie mécanique, électrique, solaire, éolienne ou hydrodynamique pour pouvoir transférer un liquide d'un point à un autre. Il existe des pompes électriques (submersibles ou axial avec le moteur électrique en surface) qui, comme le nom l'indique, ont besoin de l'énergie électrique pour pouvoir pomper un liquide
- 10 d'un point à un autre. Il y a également des pompes à pistons à motricités humaines utilisées pour l'équipage de forages d'eau. Ces pompes nécessitent continuellement la motricité humaine pour fonctionner. Il y a également des pompes de type Glockeman qui fonctionnent aussi de façon continue mais *nécessitent une chute ou source naturelle* pour être capable de fonctionner de manière autonome.

- 15 L'état de la technique en matière de pompes présente de nombreux problèmes. Par exemple les différents systèmes de pompage connus nécessitent un apport d'énergie externe car ils ont besoin de *mouvement mécanique pour fournir* l'énergie hydraulique nécessaire au déplacement de liquides.

- 20 Un autre problème réside dans le fait que les systèmes de pompage sont sujets à des usures mécaniques de composants qui font que plus ils sont utilisés plus leur durée de fonctionnement diminue. Les pompes manuelles qui équipent presque la totalité des forages des villages dans le tiers monde ont une durée de vie limitée du fait de leur usure assez rapide.

- 25 Un autre problème réside dans le fait que la plus performante de ces pompes atteint difficilement la profondeur de 100 m, ce qui les rend impraticables dans certaines zones de socles où la nappe d'eau est au-delà de 100 m. On fait alors recours au système de pompes immergées utilisant des panneaux solaires ou encore de groupes électrogènes.

- 30 Un autre problème réside dans le fait que le débit maximum de pompage de ces pompes manuelles diminue fortement avec la profondeur. La plupart de ces pompes ont un débit horaire moyen de 750 litres rendant difficiles l'accès à l'eau potable dans les villages. Cela occasionne de longues files d'attente. Aussi ces systèmes de pompage ne sont pas facilement applicables dans la plupart des pays en voie de développement surtout quand il s'agit de l'irrigation ou la distribution efficace d'eau potable.

- 35 L'un des problèmes crucial de notre ère aujourd'hui est la production d'énergie non nocive à l'environnement. Aujourd'hui tous les systèmes de production d'énergie les plus utilisés sont

à base de carburants fossiles. Il y a des centrales thermiques qui nécessitent du carburant fossile pour produire de l'électricité. La combustion de ces carburants produit du gaz carbonique et autres gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique. Ces centrales thermiques utilisent des moteurs dits à combustion qui au démarrage tournent un

5 axe qui entraîne l'alternateur qui a son tour génère de l'électricité.

Les centrales nucléaires utilisent du matériel fissile pour chauffer de l'eau dont la vapeur est orientée sous haute pression vers des turbines et provoque leur rotation. La rotation de ces turbines entraîne alors un alternateur qui produit de l'énergie électrique lors de son mouvement de rotation. Les centrales nucléaires ne produisent pas de gaz à effet de serre

10 mais cependant, ils en sortent beaucoup de déchets radioactifs très difficiles à gérer. Les centrales nucléaires, peu importe où ils sont, présentent de dangers globaux en cas d'accident à l'exemple de la centrale de Tchernobyl. Leur coût d'investissement et la compétence requise pour gérer ces centrales nucléaires sont énormes et de ce fait beaucoup de pays dans le monde ne peuvent se permettre de rêver d'une telle technologie.

15 De nos jours beaucoup d'effort sont conjugués vers les énergies renouvelables telles que le solaire, l'énergie éolienne, l'énergie des sources géothermales, etc.

L'énergie solaire utilise des rayons solaires pour exciter des plaques photovoltaïques qui fournissent à la sortie de l'énergie électrique. C'est une énergie non polluante et gratuite cependant le coût des équipements solaires restent toujours exorbitant et aussi les perturbations climatologiques ou saisonnières affectent la performance des systèmes photovoltaïques. Cela les rend peu attractives et applicables pour une consommation

20 à l'échelle des agglomérations. L'énergie éolienne est largement exploitée dans beaucoup de pays développés mais encore il faudra du vent pour créer cette énergie. Les systèmes éoliens ne sont pas sous contrôle humain. Ils sont tributaires du cycle de vent. Ils ne peuvent servir que d'appoint pour supporter d'autres systèmes de production d'énergie.

25 Dans le cas de l'énergie éolienne, c'est le vent qui entraîne une hélice qui a son tour fait tourner l'alternateur qui produit de l'électricité.

Tous les systèmes cités ci-dessus transforment de l'énergie reçue en un mouvement de rotation qui entraîne un alternateur et permettant ainsi la production d'électricité. Le cas idéal

30 est celui des centrales hydroélectriques qui exploitent une chute continue d'eau pour produire une quantité assez importante d'énergie. Les barrages hydroélectriques sont les meilleurs systèmes parce qu'ils ne polluent, ne nécessitent pas d'apport de carburant et ne produisent pas de gaz à effet de serre. Seulement ces barrages hydroélectriques ne peuvent être construits que là où il y a une chute naturelle d'eau avec une hauteur de chute assez

35 grande pour permettre de fonctionner. Cela limite géographiquement leur utilisation, on ne peut pas créer de centrales hydroélectriques. On peut construire des centrales hydroélectriques sur des sites dont l'étude technique montre une potentialité. Beaucoup de

gens avaient pensé construire une centrale hydroélectrique à boucle fermée. C'est-à-dire un central constitué d'un réservoir en hauteur et un autre réservoir en dessous. L'idée était de faire chuter de l'eau à partir du réservoir en hauteur, cette chute va entraîner une turbine en rotation pour produire de l'électricité. Une pompe sera installée dans le réservoir de récupération en bas pour repomper l'eau dans le réservoir érigé en hauteur. Mais un tel système est impossible à réaliser parce que la turbine va déjà dissiper une partie de l'énergie potentielle de l'eau en chute à cause du frottement et deuxièmement l'énergie totale absorbée par la pompe n'est pas convertie à 100% en énergie hydraulique pour renvoyer l'eau dans le réservoir initial. Un système hydroélectrique fermé est impossible. D'où la nécessité de trouver une chute d'écoulement naturelle.

La présente invention, définie par les revendications jointes concerne une pompe
L'invention résout le problème précédemment mentionné de l'apport d'énergie externe en utilisant des dépressions ou des détentes successives, dénommées par la suite
« dépressions sérielles autonomes », permettant de pomper de façon autonome – et donc avec un niveau de consommation d'énergie réduit - et continue tout liquide au contact du système.

De fait le système ne comporte aucune pompe immergée ou un piston mécanique et requiert un apport d'énergie externe limité pour pouvoir fonctionner continuellement.

DESCRIPTION DES DESSINS

25 Planche 1/10 :

Cette planche renferme les figures 1 et 2. La figure 1 est un système thermodynamique ayant deux compartiment A et B dans lesquels existent de gaz à de pressions différentes. Les deux compartiments sont séparés par un bouchon fixe [101] de poids négligeable retenu à l'aide de goupille [100]. La figure 2 est le même système auquel on a retiré les goupilles.
Le gaz du compartiment 2 se détend en fournissant un travail capable de déplacer le bouchon. A l'équilibre la pression dans les deux compartiments est égale.

Planche 2/10

Les figures 3 et 4 représentent un système tel que décrit dans les figures 1 et 2 sauf que les deux compartiments communiquent par un tube [106] muni d'une vanne permettant de les isoler ou de les mettre en communication. Ici le bouchon est remplacé par un liquide pouvant monter dans le tube [106] selon que le gaz du compartiment B se met en extension ou pas.

Planche 3/10

La figure 5 représente la pompe à dépression ou compression sérielle constituée d'un empilement en série de *dispositifs comme décrit dans la planche 2/10*.

- 5 La figure 6 montre une autre manière de disposer les tubes permettant de mettre en communication les compartiments thermodynamiques.

Planche 4/10

La figure 7 montre une colonne motrice nécessaire pour la création de la dépression permettant d'activer la dépression sérielle.

Planche 5/10

- 10 La figure 8 montre la colonne motrice et la pompe à dépression sérielle montées ensemble.

Planche 6/10

La figure 9 montre la configuration permettant de pomper un fluide quelconque dans un puits.

Planche 7/10

- 15 La figure 10 décrit un système permettant de produire de l'énergie électrique d'une manière autonome. Il comprend un réservoir, la pompe autonome, une turbine, un alternateur et un tuyau collecteur.

Planche 8/10

La figure 12 montre une configuration horizontale pour le transport de liquide en surface.

- 20 **Planche 9/10**

La figure 11 décrit une station de production d'énergie électrique autonome, avec une combinaison de plusieurs pompes autonomes mises en parallèles.

Planche 10/10 La figure 13 montre la pompe en utilisant la compression sérielle autonome.

- 25

Description de l'invention : la dépression sérielle autonome

Le principe de la dépression sérielle est basé sur le fait qu'un gaz contenu dans un système fermé non isolé peut recevoir du travail du milieu extérieur ou en fournir au milieu extérieur.

- 30 Un système thermodynamique fermé non isolé est un système qui n'échange pas de matière avec le milieu extérieur mais peut échanger toute sorte d'énergie avec le milieu extérieur (par exemple la chaleur, force mécanique, déplacement etc....).

La présente invention exploite donc la situation où c'est le système fermé qui fournit du travail au milieu extérieur. Ici il est question principalement de fluides compressibles.

- 35 Prenons le cas d'un fluide compressible, par exemple l'air, contenu dans un tube isolé du milieu extérieur par un bouchon de poids négligeable et pouvant se glisser sans friction sur la paroi du tube. Si on amène la pression du milieu extérieur en dessous de la pression qui

règne à l'intérieur du système, le bouchon va se déplacer sous l'effet de l'expansion du fluide compressible se trouvant à l'intérieur du système. On dit que le système fournit du travail.

La figure 1 représente deux enceintes séparées par un bouchon imperméable de poids négligeable. Le bouchon est sécurisé par deux goupilles [100] pour maintenir le bouchon en place contre les pressions différentielles. Soit V_1 et P_1 respectivement le volume et la pression dans le compartiment B et P_{ex} la pression dans le compartiment A tels que $P_{ex} \ll P_1$. Lorsque qu'on enlève les deux goupilles [100], le bouchon [101] est repoussé vers le haut à cause de l'expansion du gaz comme le montre la figure 2. Ceci est le résultat du travail du gaz contenu dans l'enceinte [B].

- 10 Le travail effectué par le système se traduit par une augmentation de volume [103] ce qui correspond à l'équation :

$$w = -P_{ex} dV \quad (\text{Equation 1})$$

- 15 Avec P_{ex} la pression régnant dans le milieu extérieur et dV la variation du volume [103]

Reprenons la même expérience mais au lieu d'avoir un bouchon pouvant glisser sans frottement sous l'effet de l'expansion ou la détente du gaz, nous le remplaçons par un bouchon [104] complètement fixé par soudure ou collage à la paroi du tube. Ce bouchon ne peut donc pas se mouvoir lors de l'expansion du gaz. Remplissons alors le compartiment B d'un liquide [107] incompressible. Faisons traverser le bouchon [104] entre le compartiment A et B par un tube [106]. Ce tube [106] pénètre d'une profondeur de façon à éviter tout échange de gaz entre le compartiment B et le compartiment A. Ce système est donc un système thermodynamique fermé non isolé dans lequel le bouchon flottant est remplacé par un liquide incompressible. Le tube [106] qui traverse les deux compartiments est isolé par une valve [105]. Lorsque la valve [105] est fermée comme le montre la figure 3, les deux compartiments A et B sont thermodynamiquement fermés et isolés.

Maintenons la pression du Gaz dans le compartiment A, P_{ex} , inférieure à la pression P_1 du gaz [110] régnant au dessus du liquide se trouvant dans le compartiment B. Si on maintient la valve [105] fermée, les deux compartiments sont donc isolés l'un de l'autre comme le montre la figure 3. Dans cette condition rien ne se passe dans le compartiment B. Si on ouvre [lentement] la valve [105], du fait que la pression P_{ex} du compartiment A est inférieure à la pression du gaz [110] du compartiment B, ce gaz va commencer une détente isotherme qui va donc pousser le liquide [107] du compartiment B à remonter dans le tube [106] comme le montre la figure 4. Cette remontée de liquide s'accompagne d'une augmentation du volume de gaz [110] dans le compartiment. Cette augmentation de volume [108] est le

résultat du travail effectué par le gaz [110] du compartiment B. L'augmentation de volume sans échange de matière dans le compartiment B s'accompagne donc d'une baisse de la pression P_1 du gaz [110].

Le travail total effectué par le gaz [110] lors de sa détente est donc exprimé par la relation suivante :

$$w = -Pdv - mgh = -P_{ex}dV \quad (\text{Equation 2})$$

Avec P - la pression du gaz dans le compartiment B, dv la variation du volume [108] du gaz [110] de la figure 4, m la masse du liquide, g la pesanteur et h la hauteur [111] du liquide incompressible [107] dans le tube [106]. P_{ex} est la pression externe au compartiment B régnant dans le compartiment A, dV est la variation de volume [103] de la figure 2.

La condition pour que le liquide [107] remplisse complètement le tube [106] est que le travail fourni par l'expansion ou la détente du gaz [110] soit suffisante pour fournir le travail requis, ce qui est lié directement à la magnitude de la pression P_{ex} du compartiment A. Dans le dispositif expérimental de la figure 3 et la figure 4 le travail nécessaire à fournir pour que le liquide [107] remplisse totalement la longueur du tube [106] est décrite par la formule ci-dessous établie en tenant compte des dispositifs de l'expérience :

$$W = -\frac{P_1 V_1}{(V_1 + V_t)} \ell^{-\frac{\rho g V_t^2 \sin \alpha}{RTV_{tsp}}} \iiint dv - \frac{\rho g dv^2}{V_{tsp}} \sin \alpha \quad / \quad (\text{Equation 3})$$

P_1 et V_1 sont respectivement la pression et le volume du gaz [110] à l'état initial, c'est-à-dire avant l'ouverture de la valve [105] ; ρ est la densité du liquide [107] ; g est la pesanteur, R est la constante de gaz ; T est la température du gaz ; V_t le volume total du tube [106] ; V_{tsp} est le volume spécifique du tube [106] ; α est l'angle entre le système et le plan horizontal.

La pression du gaz [110] dans le compartiment B lorsque le travail effectué est assez grand pour que le liquide [107] monte jusqu'à la hauteur du tube [106] est exprimée par l'équation décrite par l'équation 4. Cette pression est appelée *pression critique*, P_c , au dessus de laquelle le liquide [107] va déborder le tube et se déverser dans le compartiment A. Elle est exprimée par l'expression suivante :

$$P_c = \frac{P_1 V_1}{V_1 + V_t} \ell^{-\frac{\rho g V_t^2 \sin \alpha}{RTV_{tsp}}} \quad (\text{Equation 4})$$

Le travail total fourni par la détente isotherme du gaz [110] s'exprime donc par la relation ci-dessous qui est la solution de l'équation 3 :

$$W = -\frac{P_1 V_1}{(V_1 + V_t)} \ell^{\left(-\frac{\rho g V_t^2 \sin \alpha}{RT V_{up}} + \ln V_t\right)} - \frac{\rho g V_t^2}{V_{isp}} \sin \alpha \quad (\text{Equation 5})$$

La diminution de la pression du gaz [110] du compartiment B du fait de l'expansion de ce dernier peut être exploitée comme pression externe d'un autre système fermé non isolé semblable au système des figures 3 et 4. Ceci revient à disposer ces simples dispositifs du modèle étudié dans les figures 3 et 4 en série en les empilant les uns sur les autres comme le montre la figure 5. Ce dispositif est donc réalisé d'une série de systèmes thermodynamiques fermés et isolés en ce qui concerne le gaz emmagasiné au dessus du liquide de chaque système. Le nombre de mole de ces gaz reste une constante parce qu'il n'y pas d'échange de matière avec les autres systèmes. Cependant du point de vue thermodynamique, le liquide incompressible se comporte comme dans un système ouvert puisqu'il y a possibilité de transfert de liquide d'un système à un autre. C'est donc cette combinaison de système entre le liquide et le gaz qui sera donc crucial pour le fonctionnement du système entier comme présenté dans la figure 5. L'expansion du gaz qui se trouve dans un système fermé et isolé va fournir le travail nécessaire pour transporter le liquide qui se trouve dans un système ouvert d'un système à un autre.

Dans le dispositif de la figure 5, si on applique une pression inférieure au gaz du premier système [112] ceci va provoquer l'expansion du système [114] se trouvant en dessous et cette « détente ou dépression en série ou sérielle » va se propager jusqu'au dernier système [115] dépendant de la pression créée au niveau du premier système [112]. Le dernier système [115] est lié directement par un tube [117] au milieu extérieur - système extérieur [116] contenant du liquide au dessus duquel existe une pression P pouvant être la pression atmosphérique dans la plupart des cas ou une pression différente si ce système externe est lui aussi fermé à l'atmosphère. Cette pression P est plus ou moins égale aux pressions initiales des gaz de chaque système du dispositif de la figure 5. Si la pression appliquée au premier système [112] est assez suffisante pour provoquer l'expansion du gaz contenu dans le dernier système [115]. Cette expansion va provoquer à son tour une diminution de la pression du système [115]. Cela va créer une différentielle de pression entre la pression ambiante du système extérieur [115] ce qui aura pour conséquence la montée du liquide contenu dans le système [115] dans le tube [117]. L'arrivée du liquide dans le système [112] va augmenter la pression du gaz de ce système ce qui provoquera une autre montée du

liquide du système [112] vers le système situé au dessus. Cette montée va se dérouler de manière sérielle, on parle « d'écoulement sériel » jusqu'à ce que ce liquide atteigne le premier système et s'y dépose [113]. Si on maintient la pression du premier système constante, cette dépression sérielle suivie de l'écoulement sériel ne va jamais se terminer.

- 5 Lorsque la dépression créée au niveau du premier système [112] est suffisamment grande pour que la pression du dernier système [115] soit égale à la pression critique, la pression P_i du gaz contenu dans chaque système i peut être décrite ou évaluée par l'équation suivante :

$$P_i = P_{ex} l^{\left(\frac{\rho g V_i^2 \sin \alpha}{RTV_{isp}}\right)_i} \quad (\text{Equation 6})$$

10

Avec i le rang du système en descendant et P_{ex} la pression absolue appliquée au premier système.

- Pour une dépression P_{ex} créée au niveau du premier système [112] le nombre maximal n de systèmes thermodynamiques à disposer en série de façon à ce que la pression du gaz du
15 dernier système soit égale à la pression critique P_c est calculé par l'équation suivante :

$$n = -\frac{RTV_{isp}}{(\rho g V_i^2 \sin \alpha)} \ln\left(\frac{P_{ex}(V_1 + V_i)}{P_1 V_1}\right) - 1 \quad (\text{Equation 7})$$

- D'après l'équation 7 le nombre de systèmes à mettre en série tend vers une constante lorsque l'angle α tend vers 90 degré, c'est-à-dire en position verticale. La grandeur de n est limitée par le carré du volume du tube, en d'autres termes la masse m du liquide à cause du
20 travail ($-mgh$) à fournir pour faire monter l'eau dans le tube.

- Cependant si l'angle α tend vers zéro, le nombre total de systèmes n tend vers plus l'infini, ce qui voudra dire que si on installe ce système dans le plan horizontal c'est-à-dire couché à la surface du sol, la longueur du système tend vers plus l'infini. Ce qui fait de ce système le pipeline idéal pour le transport de liquide d'un point à un autre. Aussi les pertes de pression
25 dues à la friction sont négligeables et peuvent être considérées comme nulles d'autant plus que ces pertes ne se limitent qu'aux pertes tout au long du tube [106] de chaque système seulement, ces pertes de charges ne s'additionnent pas. Cela permet donc d'avoir une longueur énorme du dispositif comme présenté par la figure 5. La disposition des tubes n'a aucune influence sur le système. Les tubes peuvent être présentés sous plusieurs variantes
30 comme par exemple la figure 6.

Aussi connaissant le nombre total de systèmes montés en série, on peut calculer la dépression P_{exR} nécessaire à créer au niveau du premier système [112] pour permettre

d'atteindre la pression critique P_c au niveau du dernier système en appliquant l'équation suivante :

5

La condition pour que l'écoulement *sériel continue jusqu'au réservoir* dépend de la pression différentielle entre la pression au-dessus du liquide [116] et la pression du gaz à l'intérieur du dernier système [115]. Cette différentielle doit être suffisamment grande pour faire monter le

10

liquide [125] à la hauteur du tube [117] et le déverser dans le dernier système [115]. Aussi pour que ce système fonctionne continuellement, il est important de noter que la pression du gaz [110] doit être *supérieure à la pression d'ébullition*. Pression en dessous de laquelle les gaz dissouts vont se gazéifier et vont combler la différence de pression dans le système adjacent au premier système. Les gaz provenant de la phase liquide vont donc faire

augmenter la pression du gaz au-dessus du liquide, ce qui ne va pas permettre l'activation de la dépression sérielle autonome. La pression critique P_c et la pression du premier système P_{ex} doivent impérativement être *au-dessus de la pression d'ébullition*. Pour l'eau, la pression d'ébullition même à 50 degrés Celsius est suffisamment basse (0.123 bar) et peut être estimée pour toute température comprise entre 5 et 140 degrés Celsius par l'équation

20

suivante :

$$\ln p_{sat} = 13,7 - \frac{5120}{T} \quad (\text{Equation 9})$$

Avec T la température en Rankine et P_{sat} la pression saturante en atmosphère.

25

Le dispositif de la figure 5 est donc capable d'une dépression sérielle autonome suivie d'un écoulement sériel autonome. Ce fonctionnement sera continu à condition que le système externe ne s'épuise pas en liquide et que la dépression créée au niveau du premier système [112] soit maintenue constante. Pratiquement cela peut être fait en utilisant une pompe à vide connectée sur le système [112], l'écoulement sera continu. Utiliser une pompe à vide

30

voudra dire utilisation de *l'énergie d'une source externe (électrique ou mécanique)*.

On va utiliser donc une des propriétés bien connues de la mécanique des fluides pour créer la dépression nécessaire au niveau du système [112] pour assurer le fonctionnement continu du système. Prenons un dispositif comme décrit dans la figure 7. Il est composé

d'un tuyau rempli de liquide jusqu'à une hauteur [119]. Au-dessus de la surface du liquide règne une pression normale pouvant être égale à la pression ambiante du gaz milieu

35

externe. Le tuyau a un orifice de vidange [122] fermé par une valve [121]. Lorsque la valve [121] est ouverte, l'eau s'écoule de l'orifice sous l'effet de son poids. Cet écoulement provoque une augmentation du volume du gaz [123], semblable à une expansion mais une expansion forcée par l'écoulement du liquide. Ceci a pour conséquence la diminution de la pression du gaz [123]. Si on connecte l'extension [124] de la figure 7 au premier système [112] de la figure 5 comme le montre la figure 8, la dépression du gaz [123] va créer une diminution de pression requise au niveau du premier système [112] pour activer la dépression sérielle autonome. Et si cette pression P_{ex} au niveau du système [112] est égale à la pression décrite par l'équation 8, la dépression sérielle autonome sera suivie de l'écoulement sériel autonome.

L'écoulement au niveau de l'ouverture [122] s'arrêtera à une hauteur minimale décrite par l'équation suivante :

$$H_{\min} = \frac{P_{atm} - P_{ex}}{\rho g} \quad (\text{Equation 10})$$

Avec P_{atm} la pression externe correspondant à la pression atmosphérique dans un système ouvert à l'atmosphère. Si le raccordement de l'extension [124] se fait à la base [125] du système [112], l'écoulement sériel fera augmenter le niveau du liquide qui s'écoulera donc à travers l'extension [124] de la colonne motrice de la figure 7.

La hauteur de cette colonne motrice doit être assez haute de sorte que lorsque le niveau du liquide atteint la hauteur minimale H_{min} à laquelle l'écoulement s'arrête au niveau du robinet [122], la pression P_{ex} gaz soit égale à la pression nécessaire P_{exR} pour activer la dépression sérielle autonome et l'écoulement sériel autonome.

25 *Compression sérielle autonome*

Aussi le même système tel que décrit ci-dessus utilisant le principe de la dépression sérielle autonome peut être utilisé en créant une compression sérielle autonome. Pour réaliser cela, il suffit d'immerger la pompe d'une profondeur suffisante pour provoquer la compression du gaz contenu au dessus du liquide. Le but principal est de créer une compression de sorte qu'il y ait un différentiel de pression avec la pression externe ou ambiante. En même temps que la compression se déroule et du fait que le liquide est ouvert au système se trouvant au-dessus à une pression inférieure, le gaz en compression va fournir un travail qui fera monter le liquide du système dans le compartiment supérieur. La compression du gaz se fait par l'entrée du liquide à partir de sa partie immergée. L'entrée du liquide dans le système réduit

donc le volume de l'air d'où l'augmentation de sa pression. La pression de compression est égale à la pression hydrostatique du liquide dans lequel est immergée la pompe. La figure 13 montre la pompe en fonctionnement en mode compression sérielle autonome. Le travail total reçu et produit par le gaz est décrit par la relation suivante :

$$5 \quad w = P_h dv_h - \sum_{i=1}^{n-1} p_i dv + \sum_{i=1}^{n-1} p_i dv - \sum_{i=1}^n mgh_i - p_n dv = 0$$

Où P_h est la pression hydrostatique à l'immersion dans le liquide, dv_h est le volume de gaz comprime, P la pression du gaz après son extension, dv le volume gagné par le gaz lors de sa détente, et dV la variation totale du volume du gaz lorsqu'il est contenu dans un système isolé auquel P_h est appliqué.

- 10 La résolution de l'équation 11 donne l'expression suivante décrivant la pression du gaz pendant l'activation de la compression sérielle autonome dans chaque système en fonction de la pression hydrostatique P_h . Elle représente la pression nécessaire pour provoquer la montée du liquide jusqu'à la hauteur du tube ht :

$$P_i = P_h \ell^{-(\frac{\rho g V_i^2 \sin \alpha}{RTV_{isp}})_i} \quad (\text{Equation 12})$$

- 15 Dans le système de compression sérielle autonome, il n'y a pas besoin de colonne motrice. La différentielle de pression entre le système et le milieu extérieur est donc suffisante pour permettre l'écoulement sériel lorsque la profondeur d'immersion est suffisante pour activer la compression sérielle. L'équation 12 est valide lorsque la pression de compression est inférieure ou égale à 1 bar. Au-delà, l'assomption selon laquelle la compression suit la loi
20 des gaz parfait n'est plus valide. Il faudra tenir compte des effets de gaz réels impliquant d'autres paramètres.

DOMAINE D'APPLICATION

25 **Forage et puits d'eau**

- Cette invention peut être appliquée dans le domaine de l'eau. Elle peut remplacer tous les systèmes d'exhaures utilisés aujourd'hui pour la production de l'eau. La profondeur pouvant être atteinte par le système est au-delà de plusieurs centaines de mètres. Une simplification de cette application est représentée par la figure 9. La colonne motrice correspond à la tête
30 de forage. La hauteur de cette colonne motrice doit être conçue pour satisfaire la condition nécessaire pour déclencher la dépression et l'écoulement sériel lorsque que le robinet [128] sera ouvert. Si la capacité de l'aquifère [129] à produire de l'eau est assez suffisante, la

hauteur de la tête [127] peut être augmentée de façon à avoir une charge suffisante. Le robinet [128] peut être remplacé par une série de borne-fontaines pour permettre de servir un grand nombre d'individus à la fois. La conception de cette pompe doit tenir compte du débit maximum que l'aquifère [129] peut délivrer de façon à éviter d'assécher le forage ou puits. Le débit de la pompe doit donc être inférieur au débit maximum d'affluence de l'eau dans le puits ou forage. Avec cette pompe, un château se trouvant à une hauteur H du sol peut être rempli directement. Il suffit de faire sortir la pompe du puits à une hauteur permettant au robinet [128] de déverser son eau directement dans le château. A part le souci de faire de réserve d'eau, cette pompe peut fonctionner sans un château. Elle peut alimenter directement des réseaux de distribution de l'eau d'un village ou d'une ville. Le facteur limitant sera le débit d'affluence de l'aquifère.

Production Autonome d'Electricité

Cette pompe a résolu le problème impossible de centrale hydroélectrique fermée comme décrit précédemment dans le paragraphe de l'état technique. permet donc de réaliser un système de production d'énergie hydroélectrique en boucle comme le montre la figure 10. Ce dispositif se compose d'un réservoir [138] contenant de l'eau [139]. La pompe à dépression sérielle autonome [131] y est installée et recouverte au niveau de sa partie apicale d'une colonne motrice [132] contenant de l'eau. La colonne motrice est reliée au réservoir par un tuyau collecteur [133]. Au bout de ce collecteur on connecte une turbine [134] qui est liée à son tour à un alternateur électrique. Des câbles électriques [136] sont connectés à l'alternateur. Lorsqu'on ouvre la vanne [140], l'eau de la colonne motrice [132] coule dans le tuyau collecteur [133] et fait tourner la turbine qui entraîne alors l'alternateur pour produire de l'électricité. La diminution de l'eau dans la colonne motrice provoque une extension du gaz [141] régnant au-dessus de l'eau. Cette expansion crée donc une dépression qui active les phénomènes de la dépression et écoulement sériel à travers la pompe [131]. Celle-ci aspire de l'eau dans le réservoir [138] et la déverse dans la colonne motrice.

La conception du système doit satisfaire les conditions nécessaires pour que cette centrale hydroélectrique fermée fonctionne. La puissance électrique générée par un tel système est décrite par la relation suivante :

$$P_{kw} = \rho Q h g \quad (\text{Equation 13})$$

$$h = H - \frac{P_{atm} - P_{ex}}{\rho g} \quad (\text{Equation 14})$$

Avec Q le débit d'écoulement, h la hauteur effective de chute et H la hauteur [142] de l'eau dans la colonne motrice par rapport à l'axe de la turbine [134]. Ce type de centrale peut être construit à partir d'une petite échelle (alimentation d'une maison) à une grande échelle (alimentation d'une ville en énergie). D'après l'équation 13, la puissance électrique dépend de la hauteur de chute h et le débit d'écoulement Q. Ces deux paramètres sont sous contrôle de la conception donc on peut construire des systèmes pouvant générer des magnitudes de puissance possible en ajustant le débit et la hauteur. Pour augmenter le débit Q, on peut envisager une conception mettant en parallèle plusieurs pompes à dépression sérielle autonome comme le montre la figure 11. Dans ce cas l'équation 13 devient :

$$P_{kw} = \rho g h \sum_{j=1}^k Q_j \quad (\text{Equation 15})$$

Avec k le nombre de pompes sérielles mises en parallèle et Q_j le débit de chaque pompe.

Pipeline de transport de liquide

Dans l'équation qui décrit la dépression dans chaque système (équation 6) on note l'importance de l'influence qu'a l'inclinaison sur la performance de la pompe. Lorsque l'angle α tend vers zéro, c'est-à-dire vers le plan horizontal, la dépression dans tous les systèmes thermodynamiques qui constitue la pompe est la même. Ce qui veut dire qu'on peut utiliser cette dépression sérielle autonome pour transporter du liquide sur des distances énormes sans fournir de l'énergie externe. Cette propriété permettra l'application dans des irrigations de grandes surfaces. La distribution d'eau potable dans des agglomérations et aussi bien que d'autres liquides non liés à l'eau. La gestion des ressources en eau sera simplifiée. La figure 12 montre la configuration pouvant permettre de passer du plan vertical à l'horizontal.

Réalisation des œuvres d'arts

Ces principes peuvent être utilisés pour réaliser des fontaines publiques autonomes ou des œuvres d'art de diverses natures.

Ainsi, l'invention propose un procédé de pompage d'un fluide caractérisé en ce qu'il est basé sur les principes de la dépression et/ou compression sérielle autonome et sur un système permettant de pomper le fluide de façon autonome.

Ce procédé peut comprendre les caractéristiques suivantes :

- Ce procédé ne comporte pas une pompe immergée ou un piston mécanique ;

- Ce procédé est basé sur le fait qu'il exploite la situation où c'est l'expansion ou la détente d'un gaz enfermé dans un système fermé qui fournit du travail au milieu extérieur. Le dit gaz peut être en dépression ou en surpression par rapport à la pression du milieu extérieur ;

5 - Dans ce procédé, la dépression ou la compression créée dans un compartiment du système pris comme module simple fait passer le fluide dans un autre compartiment dudit module ;

- Ce procédé consiste à disposer les simples dispositifs ou modules en série par empilement des uns sur les autres ;

10 - La compression peut être générée par une colonne motrice ;

- La dépression ou la surpression peut être maintenue constante par utilisation d'une pompe ;

- La même dépression ou surpression créée en surface peut être utilisée dans des modules plus bas par l'intermédiaire d'un tube ;

15 - La dépression ou la surpression est créée par un dispositif comprenant une colonne contenant du liquide et fermée par une valve qui, une fois ouverte engendre la dépression ; cette même dépression ou surpression peut être relayée à d'autres compartiments plus éloignés par l'intermédiaire d'un tuyau ;

20 - La colonne motrice peut être remplacée par une immersion partielle du système dans le liquide pour fournir de la pression nécessaire à l'activation de l'écoulement sériel autonome ;

- Ledit fluide peut faire tourner une turbine.

25 On peut utiliser le système de pompage de fluide en vue de la production d'énergie hydro électrique ou hydrodynamique.

Ainsi, l'invention propose, en outre, un système de pompage en vue de la production d'énergie hydroélectrique comportant les équipements suivants : un réservoir contenant le liquide, une ou plusieurs pompes sérielles autonome, une colonne motrice et un tuyau collecteur et une turbine.

30 La pompe sérielle peut être utilisée pour transporter des fluides sur de grandes distances.

On peut utiliser le système de pompage pour l'alimentation en eau potable à partir d'un forage ou puits ou par un transport en surface.

35 On peut utiliser le système de pompage pour l'irrigation dans le domaine de l'agriculture.

On peut utiliser le système de pompage pour la construction et création d'oeuvres d'art or d'ornement.

L'énergie produite par le système est utilisée pour le déplacement d'engin sur terre, sur mer ou dans l'air.

REVENDECATIONS

5 1. Pompe munie d'un système (112, 114, 115) comprenant un gaz enfermé mis en contact avec un liquide interne, ledit gaz enfermé pouvant être mis en dépression ou en surpression par rapport à la pression d'un milieu extérieur audit système par des variations de niveau dudit liquide, caractérisée en ce que:

 Ladite pompe comprend une pluralité d'autres systèmes (112, 114, 115) dont
10 les milieux liquides respectives sont reliés de façon continue de telle sorte que la compression ou la dépression du gaz enfermé dans un système (112, 114, 115) entraîne des variations successives des niveaux de liquide dans les autres systèmes (112, 114, 115), suite à des mises en surpression ou en dépression successives des gaz compris dans chacun de ces systèmes (112, 114, 115), de façon à permettre un
15 pompage d'un liquide externe en contact avec le liquide interne d'un desdits systèmes (112, 114, 115).

 2. Pompe selon la revendication 1 caractérisée en ce qu'il consiste à disposer les systèmes (112, 114, 115) de façon séquentielle en empilant verticalement ces
20 systèmes (112, 114, 115) les uns sur les autres.

 3. Pompe selon les revendications 1 et 2 caractérisée en ce qu'une dépression ou une surpression est maintenue dans au moins un des systèmes par utilisation d'une pompe ou d'une colonne motrice.

25 4. Pompe selon revendication 3 caractérisée en ce que la dépression ou la surpression est créée par un dispositif comprenant une colonne contenant du liquide.

 5. Pompe selon revendication 4 caractérisée en ce qu'elle comprend, en outre,
30 des moyens pour relayer ladite dépression ou surpression à d'autres systèmes plus éloignés.

 6. Pompe selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle présente une immersion partielle dans le liquide extérieur pour fournir de la pression
35 nécessaire à l'activation de l'écoulement sériel autonome.

7. Dispositif de production d'électricité caractérisé en ce qu'il comprend une pompe conforme à l'une des revendications 1 à 6, et une turbine destinée à être mis en mouvement par le liquide pompé par ladite pompe.

5 **8. Dispositif de production selon la revendication 7 caractérisé en ce qu'il comporte les équipements suivants: un réservoir contenant de l'eau, une ou plusieurs pompes conformes à l'une des revendications 1 à 5, une colonne motrice et un tuyau collecteur et une turbine.**

10 **9. Utilisation d'une pompe conforme à l'une des revendications 1 à 6 pour au moins une des applications suivantes : transporter des fluides sur de grandes distances, alimenter une population en eau potable à partir d'un forage ou d'un puits ou par un transport en surface, construire et créer des ouvrages d'art ou d'ornement, générer de l'énergie utilisée pour le déplacement d'engin sur terre, sur mer ou dans**
15 **l'air.**

20

PLANCHES

Planche 1/10

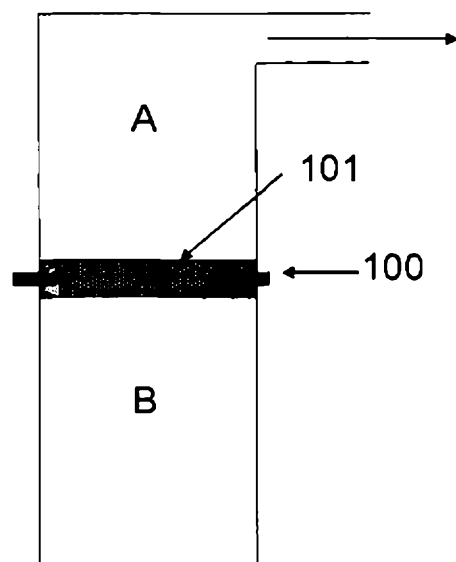


Fig 1

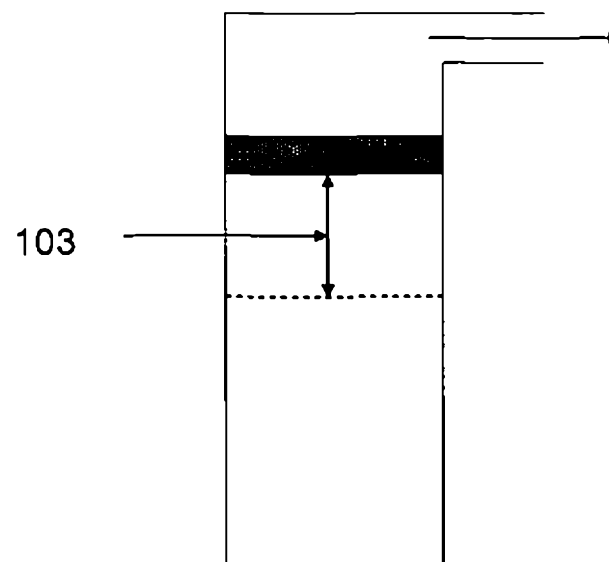


Fig 2

Planche 2/10

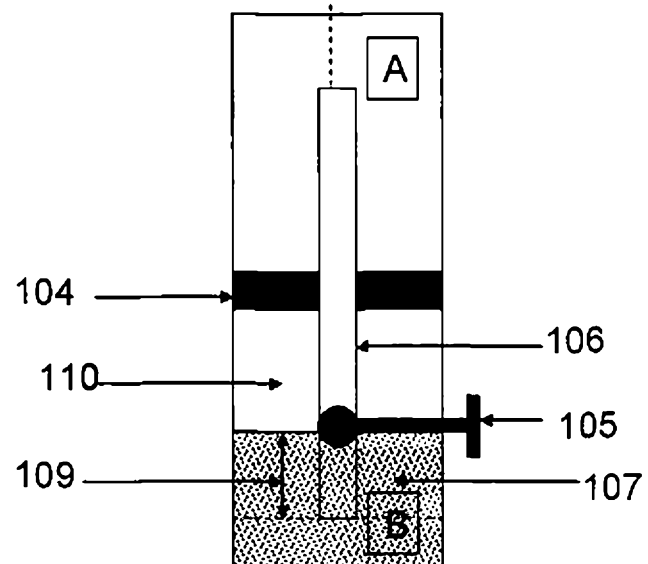


Fig 3

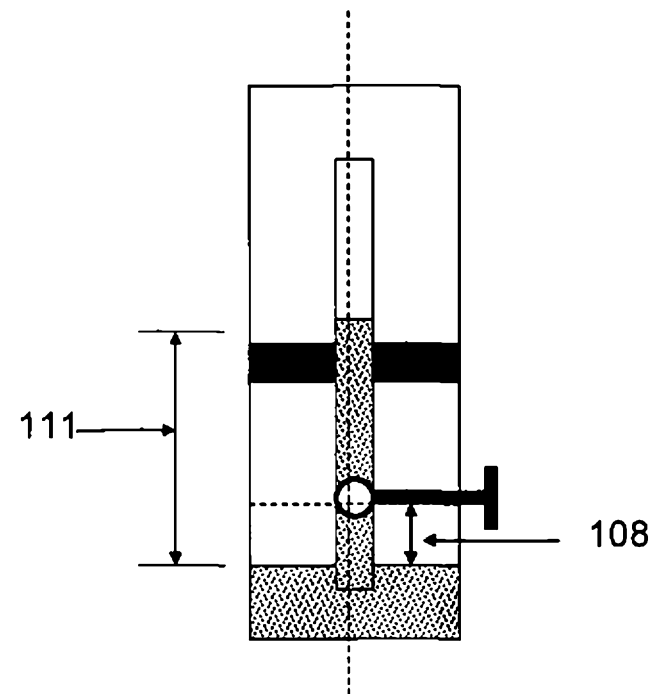


Fig 4

Planche 3/10

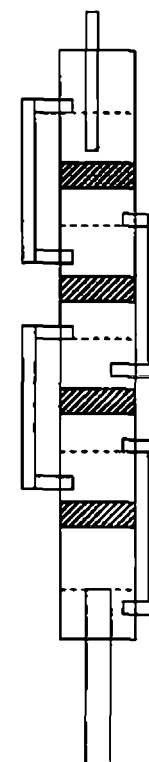
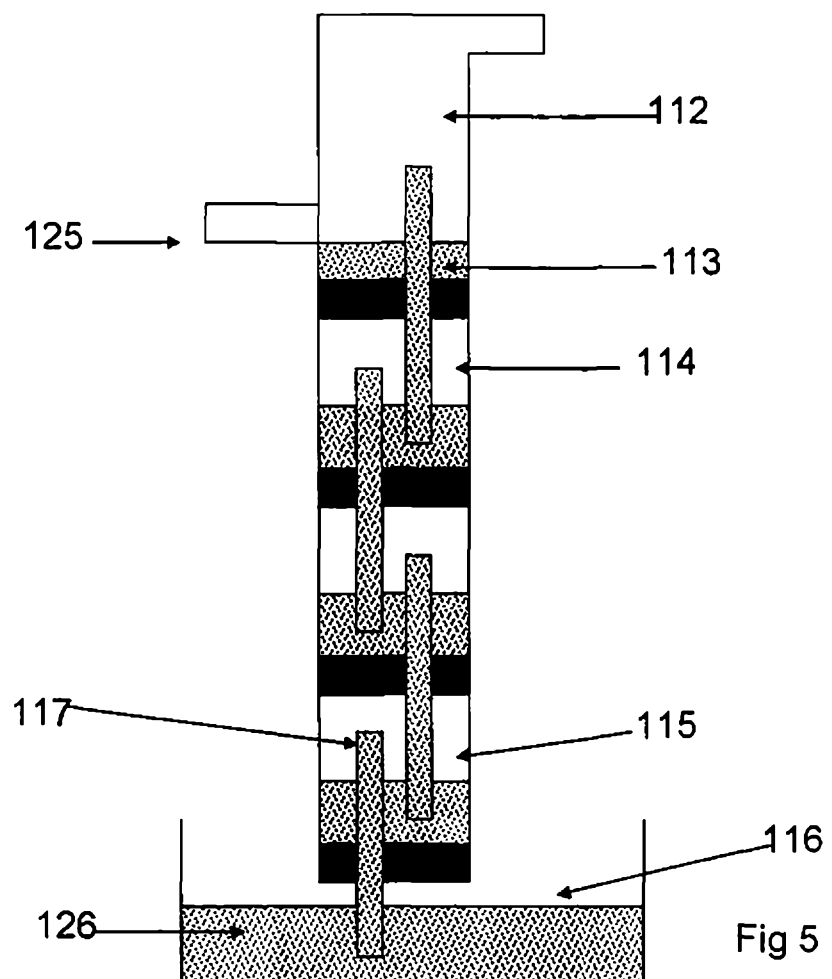


Fig 6

Planche 4/10

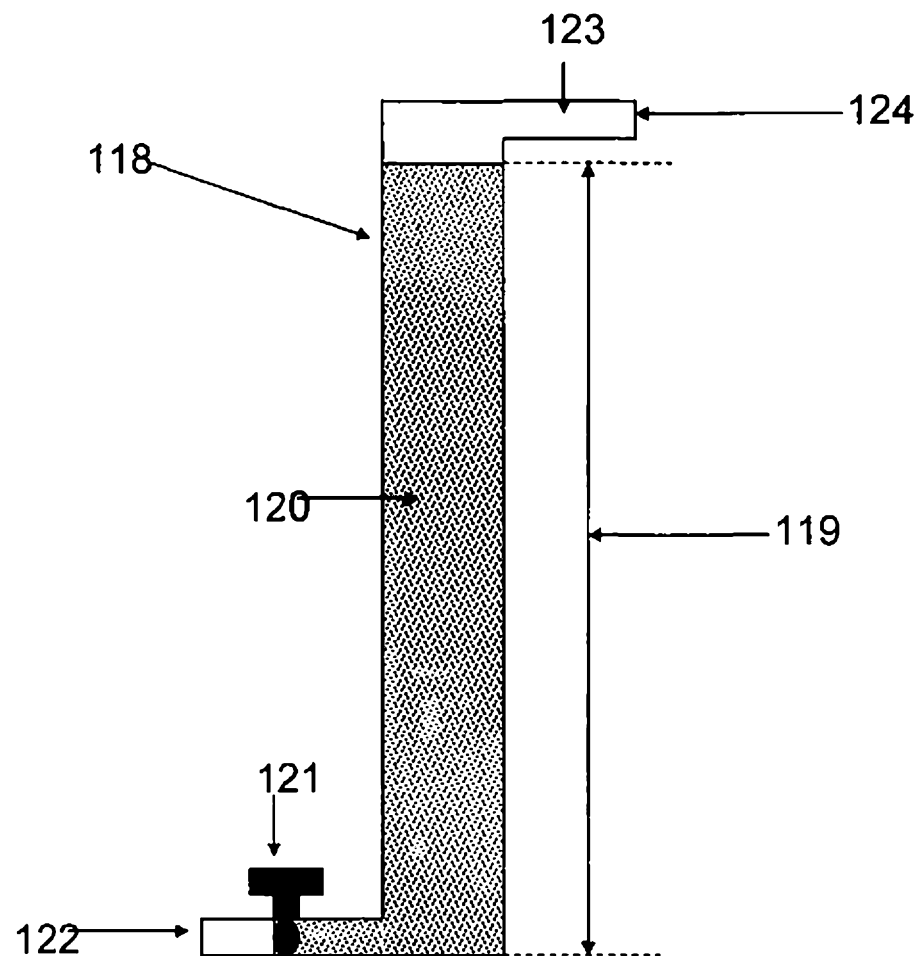


Fig 7

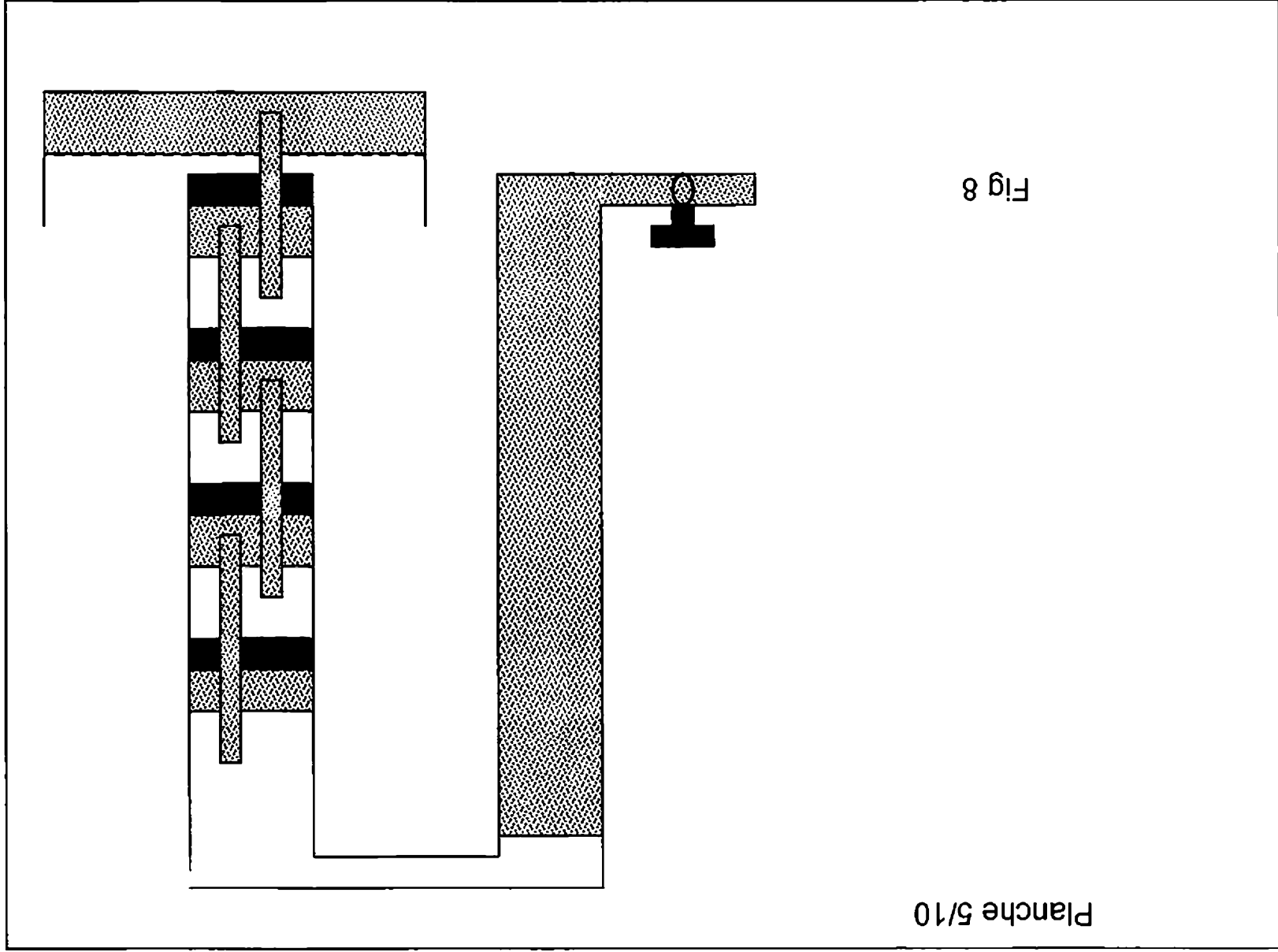


Planche 6/10

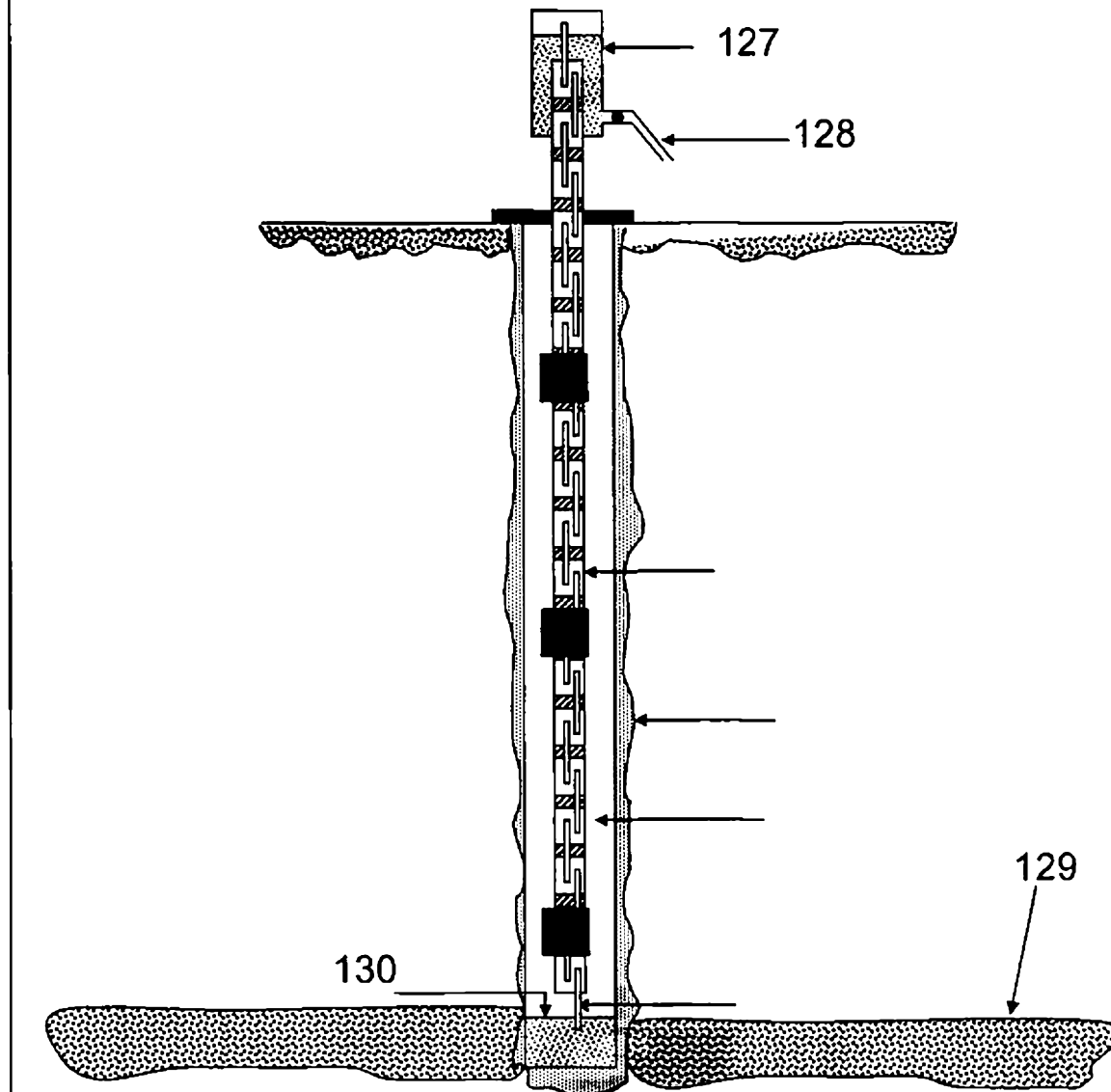


Fig 9

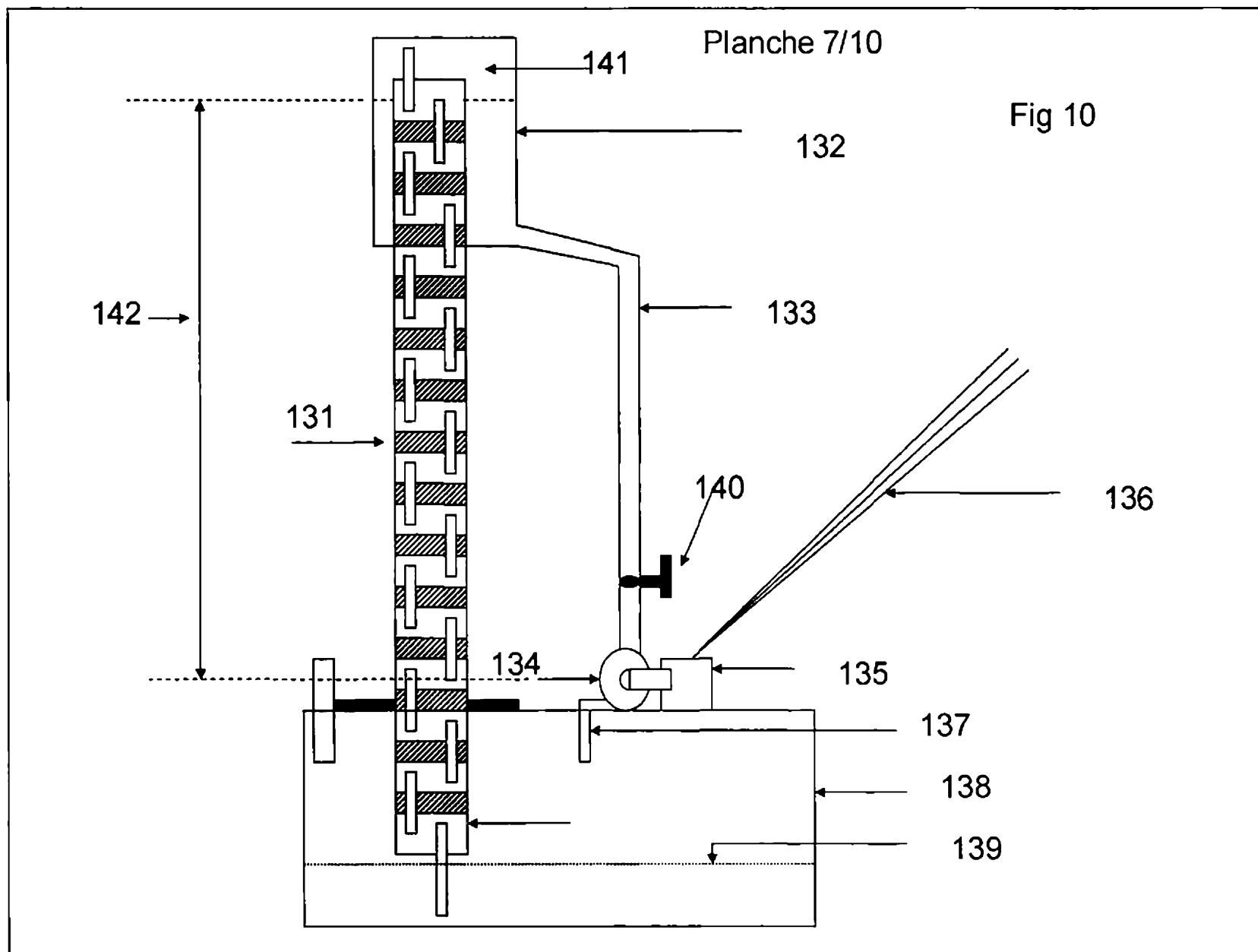


Planche 8/10

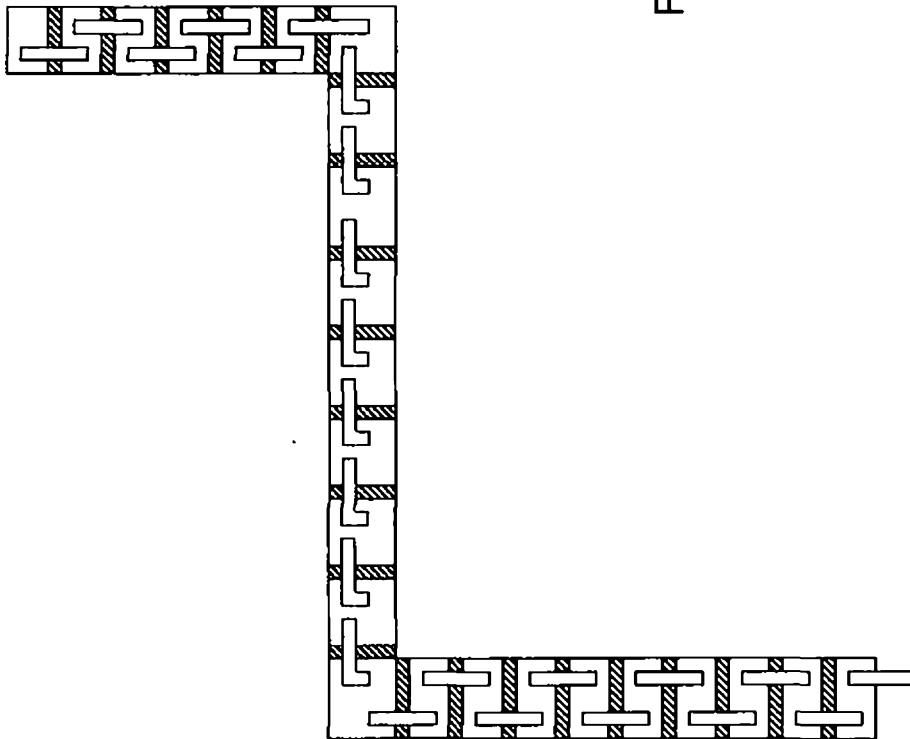


Fig 12

Planche 9/10

Fig 11

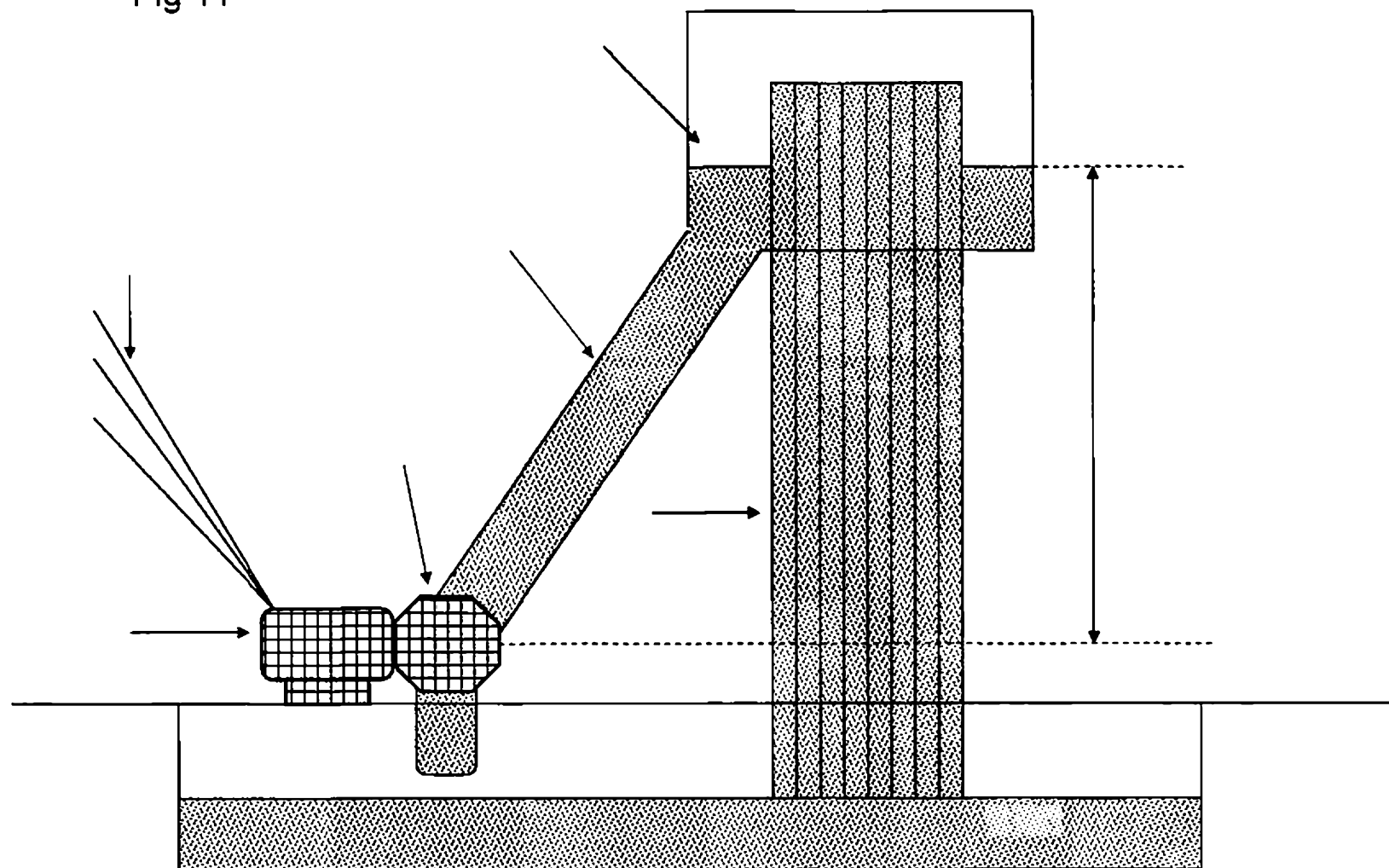


Planche 10/10

Figure 13

