



FR

EXAMEN EUROPÉEN DE QUALIFICATION 2024

Épreuve A

Cette épreuve contient :

- | | | |
|---|-------------------|-----------------|
| * | Lettre du client | 2024/A/FR/1-6 |
| * | Dessins du client | 2024/A/FR/7-8 |
| * | Document D1 | 2024/A/FR/9-10 |
| * | Document D2 | 2024/A/FR/11-14 |

Lettre du client

À l'attention de : Greg Simon, Conseil en brevets

Aberdeen, Écosse, Royaume-Uni

5

Cher Greg,

[001] Les puits sont des canaux créés dans le sol. Un puits typique comporte une
enveloppe métallique extérieure qui confère une intégrité structurelle au puits afin
10 d'éviter que la formation de terre environnante s'effondre dans le canal créé. De
nombreux puits inactifs sont reconvertis en puits géothermiques, où les liquides chauds
à l'intérieur des puits alimentent des générateurs permettant de récupérer de l'énergie
renouvelable. Cependant, de nombreux puits ont été créés il y a plus de cinquante ans
et un problème connu est l'apparition de petites fractures dans l'enveloppe métallique.
15 Cela peut avoir une incidence sur l'intégrité du puits, en particulier si la fracture s'élargit
au fil du temps, ce qui rend le puits inadapté à une reconversion géothermique.

[002] En utilisant notre nouveau dispositif, nous souhaitons appliquer une colle sur de
telles fractures pour rendre ces vieux puits adaptés à un usage géothermique.

20

[Contexte]

[003] Les dispositifs pour déployer de l'acide dans un puits sont connus. Un tel
dispositif D' est représenté dans D1 et illustré à l'intérieur d'un puits W dans une
25 formation rocheuse R, le puits W ayant une enveloppe métallique C.

[004] Le dispositif D' comprend un récipient 1, compartimenté et étanchéifié par un
piston mobile 4 pour former un réservoir à acide 2 et un réservoir à gaz à très haute
pression 3. Pour déployer l'acide du réservoir à acide 2 dans le puits W, une soupape 9
30 est ouverte et le gaz à très haute pression dans le réservoir 3 entraîne le piston 4 vers
une buse 5, expulsant ainsi l'acide de l'intérieur du récipient 1 à travers la soupape 9 et
la buse 5 vers l'extérieur du récipient 1 et ainsi dans le puits.

[005] Toutefois, en raison du poids du liquide dans un puits, les pressions à l'intérieur du puits sont habituellement bien supérieures à celles qui règnent à la surface. Alors que la pression ambiante à la surface est d'environ 1 atmosphère (100 kPa), dans un puits, la pression augmente progressivement avec la profondeur, et à une profondeur

5 d'exploitation courante, elle peut être de 10 atmosphères (1 000 kPa). Par conséquent, le réservoir 3 dans le récipient 1 de D1 doit être mis sous pression à une pression très élevée (pression supérieure à 10 atmosphères (1 000 kPa)) pour entraîner l'acide hors du récipient 1 et contrecarrer la haute pression à l'intérieur du puits. La manipulation de tels récipients sous pression à la surface avant leur déploiement dans un puits est très

10 dangereuse, car s'ils entrent en collision avec d'autres objets à la surface et/ou présentent des fuites, ils peuvent exploser.

[Invention]

15 [006] Nous souhaitons déposer une demande de brevet pour notre dispositif qui évite de telles pressions très élevées et qui peut être utilisé pour appliquer de la colle ou d'autres liquides sur une enveloppe métallique ou ailleurs dans un puits. Il convient de noter que certains de nos concurrents fabriquent des dispositifs pour puits dans des pays de l'UE où il n'y a pas de puits. Nous souhaitons donc que notre demande de

20 brevet vise à protéger le dispositif en tant que tel, et non pas seulement le procédé de traitement d'un puits avec le dispositif.

[007] Comme la figure 1a dans D1, les figures 1a et 2 sont des vues en coupe d'un dispositif cylindrique D, comme illustré par la coupe X de la figure 1b. La figure 1a illustre notre dispositif contenant de la colle dans son état avant utilisation. Pour éviter la haute

25 pression à l'intérieur du dispositif avant son déploiement celui-ci est muni d'un réservoir étanche 23 contenant du gaz (habituellement de l'air) à une pression de surface ambiante qui est d'environ 1 atmosphère (100 kPa). Cela permet une manipulation sûre du dispositif à la surface. La différence de pression entre la pression plus élevée régnant dans le puits et la pression relativement plus faible dans la chambre 23 peut entraîner le

30 piston mobile 14, 15 afin d'expulser un liquide, comme expliqué ci-dessous.

[008] Notre récipient 11 est divisé en trois parties : un premier réservoir d'entrée 21, un deuxième réservoir 22 pour le liquide et un troisième réservoir 23 pour le gaz. Le piston mobile comprend une tête de piston 14 et une colonne 15. La tête du piston 14 compartimente et étanchéifie le premier réservoir d'entrée 21 par rapport au deuxième réservoir 22 pour le liquide. La colonne 15 est fixée à la tête du piston 14 et s'étend à partir de là à travers un disque statique 17. La colonne 15 s'engage dans le disque statique 17 et l'étanchéifie. Le disque statique 17 compartimente et étanchéifie le deuxième réservoir 22 pour le liquide par rapport au troisième réservoir 23 pour le gaz.

10 [009] Le piston mobile 14, 15 se déplace si des pressions non équilibrées s'exercent sur la surface supérieure 14U et la surface inférieure 14L de la tête du piston 14.

[010] Les soupapes 19 et 29 sont nécessaires pour permettre ou empêcher le passage de liquide et l'égalisation de la pression entre l'extérieur du dispositif D et l'intérieur des premier et deuxième réservoirs 21, 22, respectivement. La soupape 19 est disposée entre l'intérieur du premier réservoir d'entrée 21 et l'extérieur du récipient 11, et la soupape 29 est disposée entre l'intérieur du deuxième réservoir 22 pour le liquide et l'extérieur du récipient 11. Une buse 35 au niveau de la soupape 29 est de préférence prévue pour permettre à la colle ou à un autre liquide d'être appliqué plus précisément à partir du deuxième réservoir 22 pour le liquide.

20 [011] Pour utiliser notre dispositif, nous

- (1) étanchéifions le gaz dans le troisième réservoir 23 pour le gaz à une pression donnée, habituellement proche de 1 atmosphère (100 kPa)
- (2) ajoutons le liquide à appliquer dans le deuxième réservoir 22 pour le liquide
- (3) déployons le dispositif au moyen d'une ligne L vers une zone d'application dans le puits
- 25 (4) ouvrons les soupapes 19, 29.

[012] La pression environnante plus élevée du puits agit alors sur les deux côtés 14L, 14U de la tête du piston 14 à travers la colle dans le réservoir 22 et les fluides du puits dans le réservoir 21. La figure 1c est un schéma indicatif représentant les forces agissant sur la tête du piston 14 - des flèches plus longues indiquant des pressions plus élevées. Comme nous
5 pouvons le voir sur la figure 1c, la surface sur le côté inférieur 14L de la tête du piston, exposée à la pression du puits est plus petite que la surface sur le côté supérieur 14U de la tête du piston, à cause de la colonne 15. L'extrémité opposée de la colonne 15 est au contraire exposée à la basse pression (comparée à la pression du puits environnante) dans le réservoir 23. Par conséquent, la force entraînant le piston 14, 15 vers le bas (comme
10 dessiné) est supérieure à la force agissant sur le piston 14, 15 et entraînant le piston mobile vers le haut (comme dessiné). Par conséquent, lorsque les soupapes 19, 29 sont ouvertes, la force nette sur le piston mobile 14, 15 est dirigée vers le bas (comme dessiné). La tête du piston 14 descend donc, comprime le réservoir 22 pour le liquide, et expulse ainsi la colle à travers la buse 35 pour finir dans une position de colle expulsée comme représenté sur la
15 figure 2.

[013] De cette manière, nous pouvons expulser de la colle de notre dispositif sans nécessiter de récipient haute pression. Dans des modes de réalisation préférés, la pression dans le réservoir à gaz 23 est la même que la pression ambiante à la surface -
1 atmosphère (100 kPa) +/- 10 %, si bien que la manipulation à la surface est sûre. La
20 pression est alors relativement faible par rapport à la haute pression dans le puits, par exemple 10 atmosphères (1 000 kPa). Les pressions exactes utilisées ne sont pas si importantes, mais pendant l'utilisation, nous nécessitons une différence de pression d'au moins 5 atmosphères (500 kPa) entre l'emplacement de déploiement dans le puits et le réservoir 23 pour le gaz afin que le dispositif fonctionne de manière adéquate. Dans nos
25 expériences à ce jour, nous avons constaté que des différences de pression de 7 à 9 atmosphères sont optimales pour appliquer la colle. Nous y parvenons habituellement en prévoyant que l'emplacement de déploiement soit suffisamment profond et qu'il présente donc une pression suffisamment élevée (la pression augmente avec la profondeur), mais nous pouvons également, dans une certaine mesure, réduire la pression dans le
30 réservoir 23 avant le déploiement.

[014] L'orientation du dispositif n'est pas importante. En fonction des obstructions dans le puits, nous pouvons déployer le dispositif dans une orientation inversée par rapport à celle illustrée.

5 [015] Bien que notre principal objectif soit d'utiliser ce dispositif pour appliquer de la colle, nous souhaitons également l'utiliser pour appliquer d'autres liquides tels que de l'acide. Pour s'adapter aux conditions dans le puits, le récipient 11 est formé à partir d'un métal ou d'un alliage métallique tel que l'acier.

10 [016] Notre colle préférée est disponible dans le commerce sous la marque SUBSEA-GLUE™. Elle a la composition suivante :

- résine époxy bisphénol A (30-60 % en poids) ;
- un polymère sulfone ayant un poids moléculaire moyen de 50 000 à 100 000 g/mol (30-40 % en poids) ;

15 - un agent de renforcement comprenant un caoutchouc polysulfure liquide (5-15 % en poids) ;
- un agent de durcissement comprenant des amines (5-15 % en poids) ;
- optionnellement des additifs polymères

20 [017] Pour la colle, une composition préférée peut être formulée, par exemple : 40 % en poids de résine époxy bisphénol A, 40 % en poids de polymère sulfone, 10 % en poids d'agent de renforcement et 10 % en poids d'agent de durcissement.

[018] Le polymère sulfone a de préférence un poids moléculaire moyen de 60 000 à 25 90 000 g/mol. Nous avons constaté que lorsque des antioxydants phénoliques, une classe bien connue d'additifs polymères, sont ajoutés à la colle, la colle est plus résistante à la dégradation thermique.

[019] La capacité en liquide du deuxième réservoir 22 pour le liquide lorsque le piston 30 mobile est dans sa position de départ, est de préférence de 5 à 10 litres. Le volume total du récipient est de préférence de 15 à 50 litres.

[020] Pour traiter une longue fracture s'étendant verticalement, nous positionnons le dispositif en haut de la fracture, nous l'activons comme décrit ci-dessus, puis nous faisons descendre le dispositif en déroulant la ligne L (nous pourrions sinon commencer en bas et enrouler la ligne L).

5

[021] Afin d'augmenter la force entraînant du piston, nous utilisons une colonne relativement large, ayant un diamètre de 10 cm, mais nous escomptons qu'une colonne ayant un diamètre de 5 à 15 cm fonctionne bien.

10 [022] Nous joignons ici un extrait d'un glossaire (D1 tel que décrit ci-dessus) et D2 que nous avons trouvé lors d'une recherche brevet.

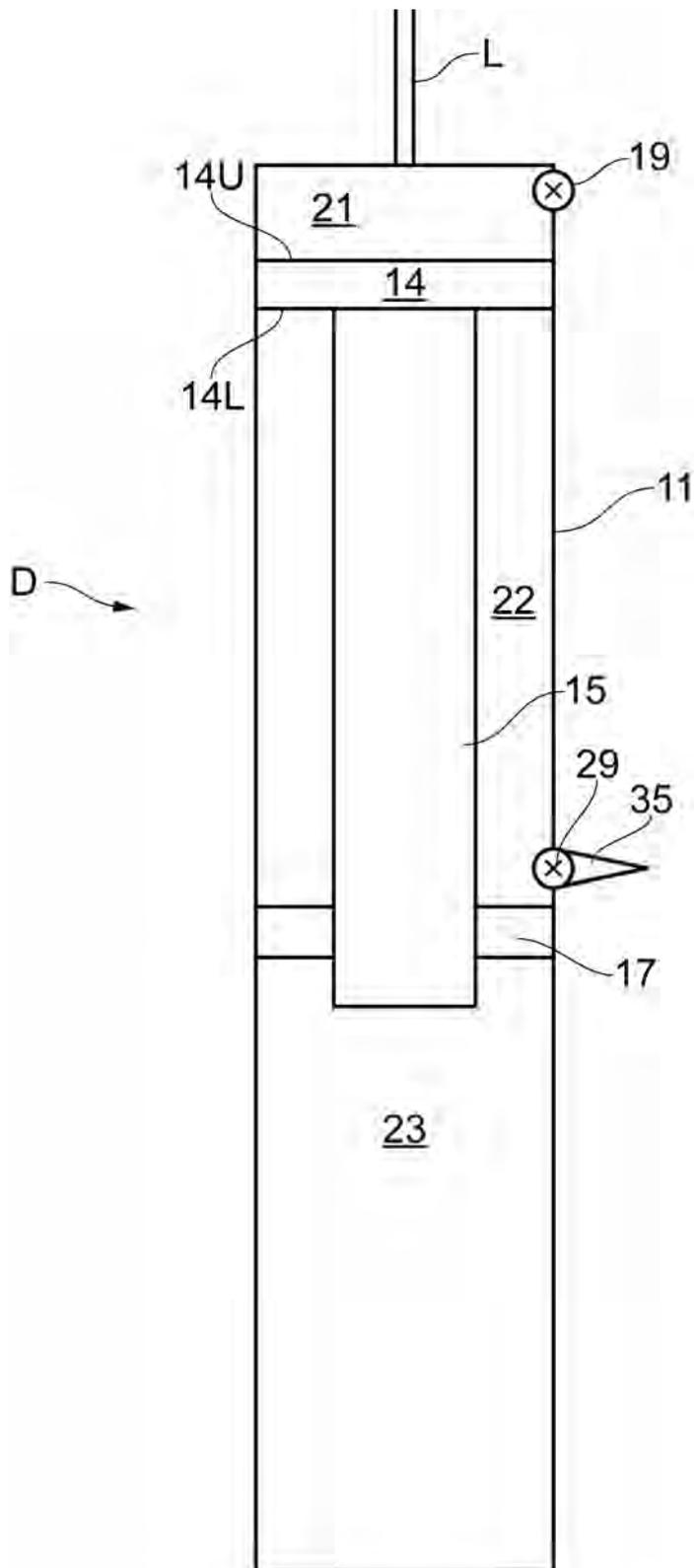
[023] Il convient de noter que l'unité SI pour la pression est le pascal et non l'atmosphère. Nous avons indiqué la pression en kilopascals (kPa) ci-dessus. De
15 même, la masse moléculaire moyenne du polymère sulfone susmentionné est une masse moléculaire moyenne *en poids*. Cependant, elle ne doit pas être confondue avec la masse moléculaire moyenne *en nombre* qui est une métrique différente. En fonction de la méthode de mesure, les valeurs mesurées peuvent varier fortement. Dans nos expériences, la masse moléculaire moyenne en poids a été mesurée par
20 diffusion de la lumière selon la méthode standard ASTM D4001-20.

[024] Je vous saurais gré de rédiger un jeu de revendications et une partie introductive de la description pour une demande de brevet européen visant à protéger notre invention. Les dessins accompagnant la présente lettre doivent être considérés comme
25 faisant partie de la demande. Nous n'avons malheureusement pas de budget pour des taxes de revendication ou d'autres demandes de brevet.

Sincères salutations,

Anna Watt

Dessins du client



(Invention)
FIG. 1a

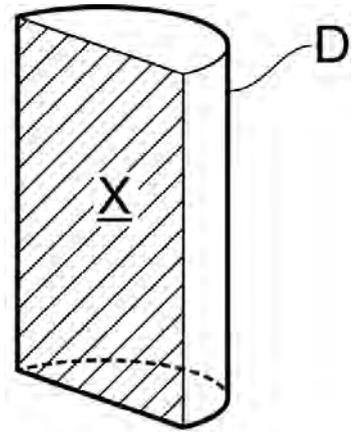


FIG. 1b

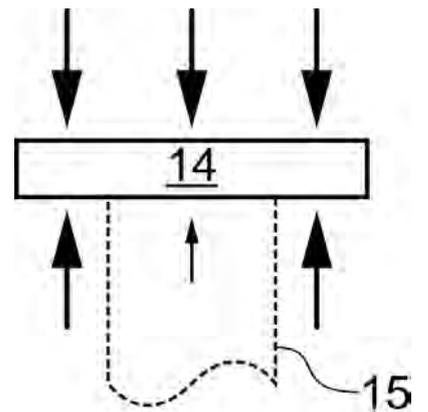
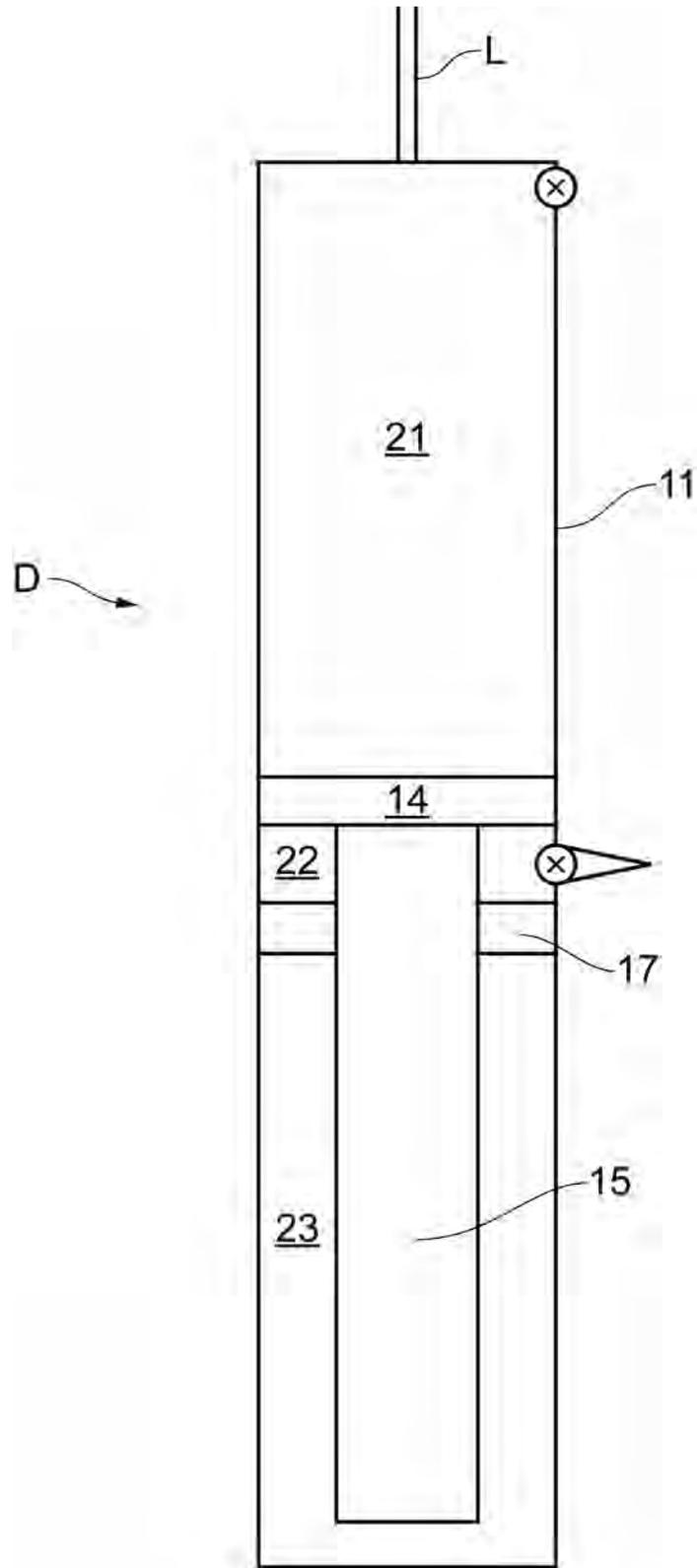


FIG. 1c



(Invention)
FIG. 2

L'art antérieur D1

Extrait d'un glossaire pétrolier

Traitement acide

5 [001] Le traitement acide d'un puits peut servir à éliminer les débris qui perturbent l'écoulement de fluide dans le puits. Un récipient sous pression est déployé dans la cavité du puits et entraîne un piston pour délivrer de l'acide dans le puits. Voir les figures 1a et 1b qui représentent un dispositif D' à l'intérieur d'un puits W dans une formation rocheuse R, le puits W ayant une enveloppe métallique C.

10

[002] Le dispositif D' est de forme cylindrique, comme représenté sur la figure 1b. La figure 1a représente la coupe X prise à travers le dispositif de forme cylindrique D'. Le dispositif D' comprend un récipient 1, compartimenté et étanchéifié par un piston mobile 4 pour former un réservoir à acide 2 et un réservoir à gaz à très haute pression 3. Pour 15 délivrer l'acide du réservoir 2 dans le puits W, une soupape 9 est ouverte et le gaz à très haute pression dans le réservoir 3 entraîne la tête du piston 4 vers une buse 5, expulsant ainsi l'acide de l'intérieur du récipient 1 à travers la soupape 9 et la buse 5 vers l'extérieur du récipient 1 et ainsi dans le puits. Ce dispositif peut être utilisé pour éliminer les solides qui bloquent les trajets d'écoulement dans le puits.

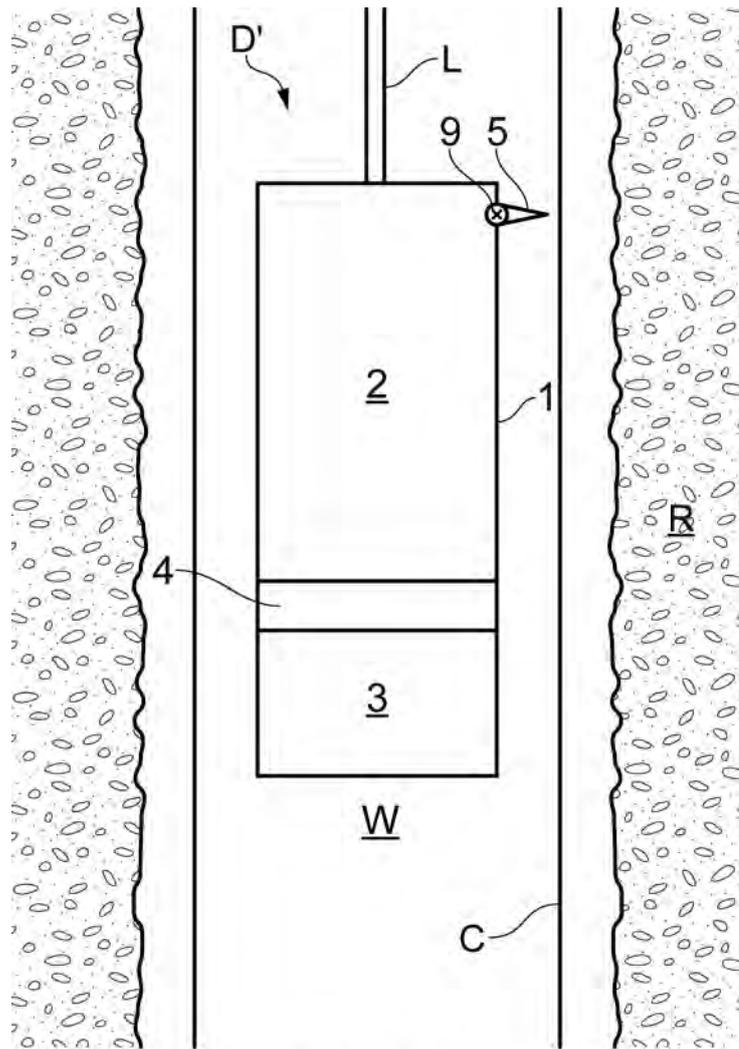


FIG. 1a (art antérieur)

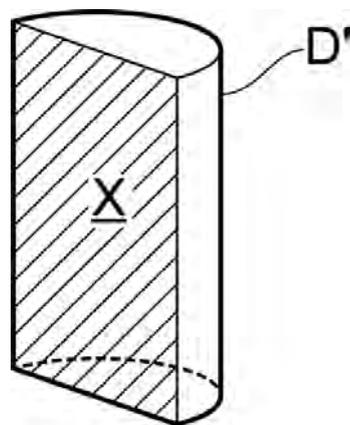


FIG. 1b

D2 Description

[001] La figure 1a est un appareil à turbine pour produire de l'électricité dans un puits. Les émetteurs de données dans un puits nécessitent de l'électricité. Bien que des
5 batteries puissent être utilisées, celles-ci se détériorent rapidement en raison des températures élevées souvent trouvées dans les puits. Nous proposons plutôt un dispositif de turbine D'' sous la forme d'un récipient cylindrique 101 ayant un premier réservoir d'entraînement 121, un deuxième réservoir à liquide 122 et un troisième réservoir à basse pression 123 pour le gaz. Le réservoir d'entraînement 121 est ouvert
10 sur le puits environnant via une ouverture 119 qui peut être de n'importe quelle taille.

[002] Un piston 114, 115 se déplace dans le récipient 101 en fonction des pressions relatives qui agissent dessus. La tête du piston 114 sépare le réservoir d'entraînement 121 du réservoir contenant le liquide 122 et les étanchéfie l'un par rapport à l'autre.
15

[003] Un disque statique 117 délimite de manière générale le deuxième réservoir à liquide 122 par rapport au troisième réservoir basse pression 123, mais comporte un col 142 avec une soupape 143 qui relie le deuxième réservoir à liquide 122 et le troisième réservoir basse pression 123 pour le gaz lorsque la soupape 143 est ouverte
20 et qui les étanchéfie l'un par rapport à l'autre lorsque la soupape 143 est fermée. Le col 142 comprend également une turbine 141 avec des pales de turbine.

[004] Avant déploiement, nous évacuons le réservoir basse pression pour qu'il soit à une pression de 0,5 atmosphère (50 kPa). Pour un résultat avantageux, la pression à la
25 profondeur de déploiement dans le puits devrait être au moins 8 fois la pression atmosphérique (800 kPa).

[005] Lorsque de l'électricité est requise, la soupape 143 est ouverte et la pression environnante élevée du puits, comparée à la pression bien inférieure dans le réservoir
30 basse pression 123 pour le gaz, entraîne le piston 114 vers le bas et le fluide à travers la turbine 141 et la soupape 143. La rotation de turbine qui en résulte génère de l'électricité, qui peut être stockée par un condensateur 146 et utilisée selon les besoins par un émetteur 145 pour renvoyer des signaux à la surface.

[006] Le piston 114, 115 continue vers le bas en direction de la turbine 141 jusqu'à ce qu'une commande mécanique sous la forme d'une tige 115 s'étende entre les pales de turbine pour arrêter leur rotation et empêcher la décharge-retour du condensateur 146 vers la turbine 141. La tige 115 ensuite à travers la soupape 143 dans le réservoir basse
5 pression 123 pour le gaz afin de garantir qu'elle reste ouverte lorsque l'appareil est retiré ultérieurement du puits. La figure 1b représente la tige 115 entre les pales de la turbine 141 dans le col 142. La tête du piston 114 vient finalement en butée contre le col, comme représenté sur la figure 1b. La tige doit avoir un diamètre inférieur à 7 cm pour passer à travers la soupape et entre les pales de turbine.

10

[007] L'appareil est alors épuisé et ne peut plus produire d'électricité. Il peut être récupéré à la surface. Lorsqu'il est épuisé, l'appareil peut encore renfermer des fluides à une pression élevée similaire à celle à laquelle il fonctionnait dans le puits. Pendant la
15 récupération de l'appareil à la surface, la pression environnante du puits est plus basse à des profondeurs moins importantes et encore plus basse à la surface. La manipulation de récipients haute pression à la surface est dangereuse. Par conséquent, pendant le transit hors du puits, une soupape 129 peut être ouverte pour permettre aux fluides d'être expulsés du récipient et réduire la pression intérieure lorsqu'il passe à travers les parties à plus basse pression/moins profondes du puits.
20 Grâce au montage lâche de la tige 115 dans le col 142, l'ancien réservoir basse pression 123 pour le gaz peut également se dépressuriser en passant la soupape 143 et la turbine 141 dans le col 142.

[008] Le liquide utilisé dans le réservoir à liquide 122 peut être de l'huile, de l'eau, de la
25 saumure ou un acide.

[009] Dans un autre mode de réalisation, une soupape de commande peut être prévue à la place de l'ouverture 119 pour commander l'entrée de fluide dans le réservoir
d'entraînement 121.

30

[010] L'appareil à turbine peut être utilisé dans différents puits, par exemple des puits de production, des puits d'injection ou des puits géothermiques.

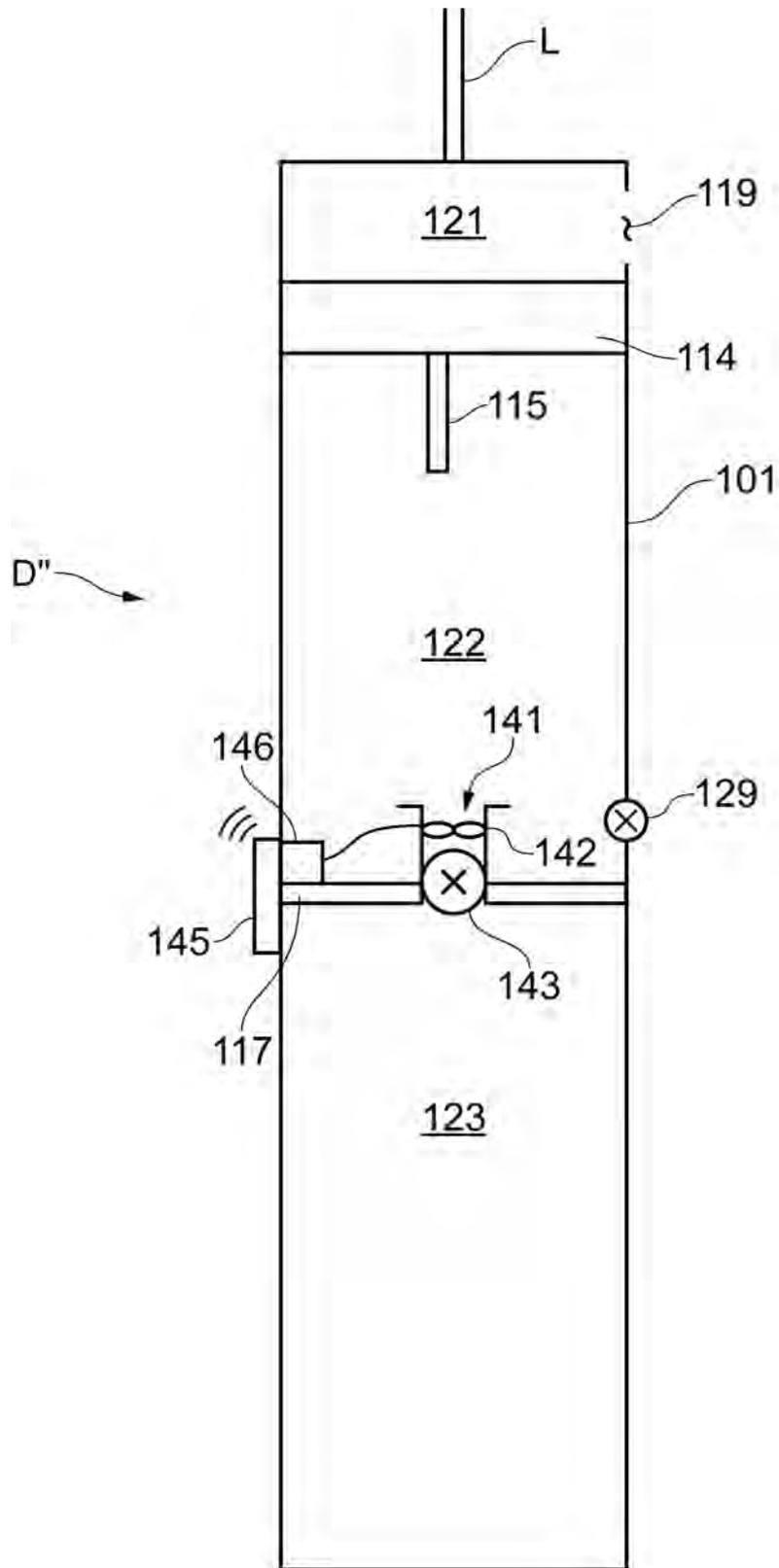


FIG. 1a

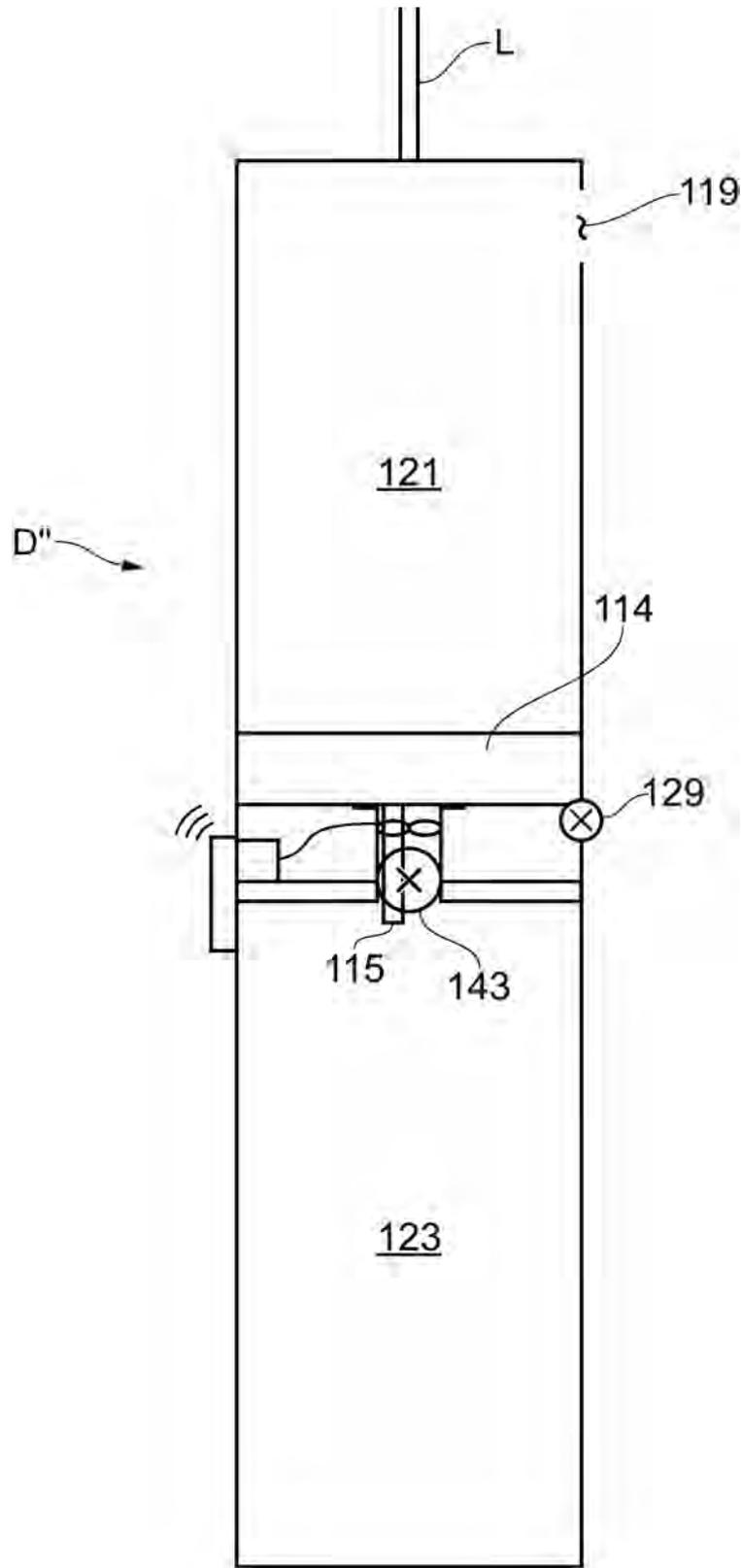


FIG. 1b