



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
07.09.2016 Bulletin 2016/36

(51) Int Cl.:
E02D 19/10^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16158051.9**

(22) Date de dépôt: **01.03.2016**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

(72) Inventeurs:
• **GRESS, Jean-Claude**
71150 FONTAINES (FR)
• **GRESS, Jean-Baptiste**
21200 LEVERNOIS (FR)

(74) Mandataire: **Koelbel, Caroline**
Cabinet Nithardt et Associés
14 Bld A. Wallach
CS 91455
68071 Mulhouse Cedex (FR)

(30) Priorité: **05.03.2015 FR 1551854**

(71) Demandeur: **Hydro Geotechnique**
71150 Fontaines (FR)

(54) **DISPOSITIF POUR DRAINER UN SOL EN PROFONDEUR**

(57) L'invention concerne un dispositif (1) pour drainer un sol en profondeur au moyen de drains (2) fermés pourvus chacun d'un tronçon crépiné (24) en profondeur pour communiquer avec le sol. Chaque drain (2) est équipé d'une pompe pneumatique (43) asservie électriquement par un détecteur de niveau d'eau. La pompe (43) comporte un corps de pompe (44, 45) s'étendant à l'intérieur du tronçon crépiné (24) du drain, et un piston (46) coulissant dans le corps de pompe (44, 45) sous l'action d'air comprimé provenant d'un circuit d'air comprimé (A), entre une première position, dans laquelle le piston (46) n'a pas d'action sur l'eau contenue dans le drain, et une seconde position, dans laquelle le piston (46) chasse l'eau contenue dans le drain (2) par un conduit d'évacuation (54) en direction d'un exutoire (20'). Le drain (2) peut avantageusement être raccordé à une pompe à vide créant une dépression dans le volume intérieur du drain et améliorant ainsi l'efficacité du drain.

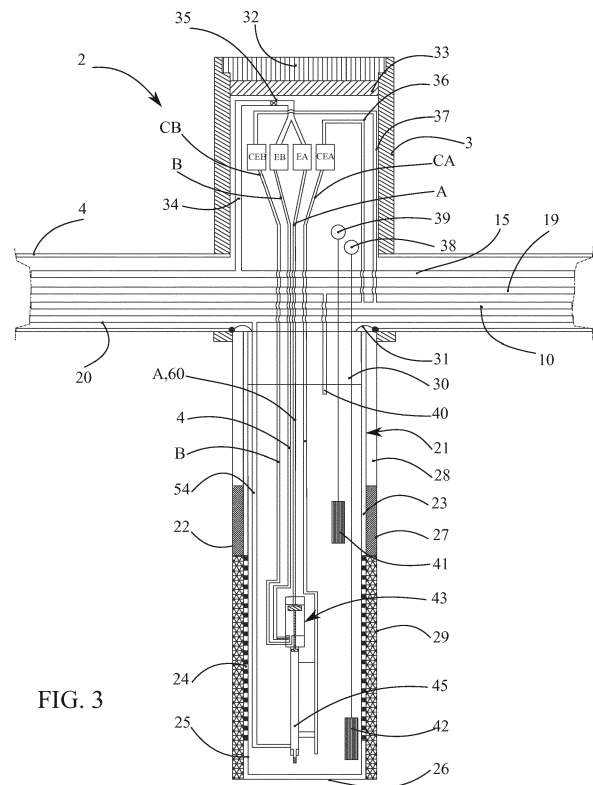


FIG. 3

Description

Domaine technique :

[0001] La présente invention concerne un dispositif pour drainer un sol en profondeur comportant au moins un drain agencé pour être positionné dans un forage ménagé dans le sol, ledit drain comportant au moins un tube fermé en partie haute et en partie basse, ce tube étant pourvu d'un tronçon de tube crépiné en profondeur pour communiquer avec le sol, ledit drain comportant également des moyens pour détecter le niveau de l'eau contenue dans son volume intérieur et des moyens pour évacuer cette eau en direction d'un exutoire dès que le niveau d'eau atteint un niveau prédéterminé.

Technique antérieure :

[0002] Dans le but de réaliser des fouilles de terrassement, de stabiliser des glissements de terrain, de prévenir d'un risque de liquéfaction des sols, de protéger des ouvrages enterrés, il existe aujourd'hui déjà un certain nombre de techniques permettant de drainer des sols de perméabilité moyenne à faible.

[0003] La base de ces techniques de drainage consiste à installer dans le sol, soit des tubes lancés ou battus munis d'une crépine, soit des drains disposés dans des forages verticaux ou inclinés, pour créer une ligne ou une ceinture de drainage en amont ou autour de la zone à stabiliser et à drainer.

[0004] Ces dispositifs de drainage permettent de rabattre les aquifères, comme par exemple une nappe d'eau, c'est-à-dire abaisser le niveau d'eau dans les aquifères par exemple pour les assainir. Ils comportent classiquement des aiguilles filtrantes encore appelées « Well-Point » ou « Vacuum Pump », des pompes éjecteurs encore appelées « Ejector », « Venturi » ou « Eductor », et enfin des pompes électropneumatiques.

[0005] Le rabattement d'une nappe d'eau souterraine par aiguilles filtrantes consiste à mettre en place des cannes ou des drains en parallèle et à connecter les têtes des cannes ou des drains à une pompe à vide par un tuyau et des raccords. L'inconvénient majeur de cette technique de drainage réside dans un rabattement limité à 6-8m par rapport au positionnement en altitude de la pompe à vide, soit une profondeur de drainage limitée.

[0006] Le drainage par une pompe éjecteur utilise un venturi qui peut être localisé en surface ou en fond de drain. Dans le premier cas, les inconvénients d'un rabattement limité similaires à ceux d'un drainage par aiguilles filtrantes apparaissent. Dans le deuxième cas, l'alimentation et l'exutoire du venturi se font soit par deux tuyaux séparés, soit par deux tuyaux concentriques et il peut être efficace jusqu'à 25m de profondeur. Dans la conception actuelle, les venturis sont alimentés en série, et ne fonctionnent donc pas indépendamment les uns des autres. Par conséquent, certains venturis peuvent être sollicités, alors qu'il n'y a pas d'eau à pomper, ce qui

risque de les endommager et d'être consommateur d'énergie inutile.

[0007] Le drain électropneumatique, appelé encore pompe électropneumatique, fait l'objet du brevet européen EP 1 182 355 appartenant à la demanderesse. Il comporte une chambre, fermée en partie supérieure, dotée en partie inférieure d'un clapet anti-retour et d'une crépine, et actionnée par une arrivée d'air comprimé en provenance d'une bonbonne, dotée latéralement d'une clarinette de vannes et rechargée à une pression de service par un compresseur. Un détecteur de niveaux disposé à l'intérieur de la chambre du drain permet d'envoyer de l'air comprimé dans la chambre quand elle est pleine et d'arrêter l'arrivée d'air comprimé quand la chambre est vide. La vidange du drain se fait par un tuyau qui remonte à la surface et qui est branché en partie inférieure de la chambre ; le drain est doté d'un clapet anti-retour en partie inférieure.

[0008] Les limites du drainage par ce drain électropneumatique résident dans le fait qu'il ne peut extraire que de l'eau gravitaire des sols traversés par le drain, et qu'il est limité en profondeur par l'efficacité du compresseur, quantifiée par sa pression utile de sortie.

Exposé de l'invention :

[0009] La présente invention vise à pallier ces inconvénients en proposant un dispositif de drainage au moyen d'un drain électropneumatique perfectionné permettant d'améliorer l'efficacité du drain en profondeur, d'attirer vers le drain mis en dépression l'eau gravitaire dans des niveaux aquifères où l'eau à drainer est libre, d'extraire une partie de l'eau liée dans les niveaux aquifères où l'eau à drainer n'est pas libre mais liée aux particules du sol, ce dispositif pouvant fonctionner dans des drains aussi bien verticaux qu'inclinés et ce dans tout type de milieux quelle que soit la pression d'air environnante.

[0010] Dans ce but, l'invention concerne un dispositif de drainage du genre indiqué en préambule, caractérisé en ce que les moyens pour évacuer l'eau contenue dans le volume intérieur dudit drain comportent au moins une pompe asservie par les moyens pour détecter le niveau de l'eau, ladite pompe étant pourvue d'un corps de pompe s'étendant à l'intérieur dudit tronçon crépiné et d'un piston coulissant dans ledit corps de pompe, sous l'action d'un fluide de travail provenant d'un premier circuit de fluide de travail, entre au moins une première position, dans laquelle le piston n'a pas d'action sur l'eau contenue dans le drain, et une seconde position, dans laquelle le piston chasse l'eau contenue dans le drain en direction de l'exutoire.

[0011] Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, le dispositif de drainage comporte des moyens de mise sous vide d'air au moins partiel dudit drain, comportant au moins une pompe à vide disposée dans un local technique et raccordée au drain par au moins une vanne de départ et un tuyau de mise sous vide débou-

chant dans le volume intérieur du drain. Un manomètre peut être prévu pour contrôler la pression d'air dans le volume intérieur du drain.

[0012] Dans une première forme de réalisation de l'invention, la pompe peut comporter deux cylindres superposés, dont un cylindre supérieur raccordé au premier circuit de fluide de travail par au moins une arrivée de fluide haute et dans lequel coulisse une masse supérieure dudit piston, et un cylindre inférieur raccordé à son point bas au volume intérieur du drain par au moins un clapet anti-retour et dans lequel coulisse une masse inférieure dudit piston. Les deux cylindres du corps de pompe peuvent avoir des diamètres égaux ou différents.

[0013] Le cylindre inférieur comporte avantageusement en partie haute un évent protégé par un clapet anti-retour agencé pour permettre à l'air de s'évacuer du cylindre inférieur et à l'eau de monter dans ledit cylindre, en évitant la pénétration d'eau et d'air, venant de l'extérieur du cylindre.

[0014] Dans cette première forme de réalisation de l'invention, les moyens pour détecter le niveau de l'eau comportent au moins trois contacts électriques disposés dans le cylindre inférieur à des niveaux différents et couplés électriquement à au moins une unité de commande d'une électrovanne raccordée au premier circuit de fluide de travail pour générer la descente dudit piston de sa première position à sa seconde position et ce dès que l'eau atteint le niveau prédéterminé pour évacuer cette eau à travers au moins un orifice de sortie disposé en partie basse du cylindre inférieur et raccordé à un conduit d'évacuation au moyen d'un clapet anti-retour en direction dudit exutoire.

[0015] La pompe peut comporter en outre des moyens de commande pour faire remonter le piston de sa seconde position à sa première position. Ces moyens comportent avantageusement un second circuit de fluide de travail débouchant dans le cylindre supérieur de ladite pompe par une arrivée de fluide basse et des contacts électriques disposés respectivement en partie basse du cylindre supérieur et sous la masse supérieure du piston et couplés électriquement à au moins une unité de commande d'une électrovanne raccordée au second circuit de fluide de travail pour générer la remontée du piston dans sa première position dès que le piston a atteint sa seconde position détectée par la fermeture desdits contacts électriques.

[0016] Cette pompe peut également comporter des moyens pour stabiliser la première position dudit piston, sous la forme d'au moins un aimant coopérant avec un disque métallique prévus l'un sur la masse haute dudit piston et l'autre sous le sommet du cylindre supérieur dudit corps de pompe.

[0017] Dans une seconde forme de réalisation de l'invention, la pompe peut comporter deux cylindres superposés, dont un cylindre inférieur raccordé audit premier circuit de fluide de travail par au moins une arrivée de fluide basse et dans lequel coulisse une masse inférieure dudit piston, et un cylindre supérieur raccordé à son point

haut au volume intérieur du drain par au moins un clapet anti-retour et dans lequel coulisse une masse supérieure dudit piston.

[0018] Au moins le cylindre supérieur comporte avantageusement en partie haute un évent protégé par un clapet anti-retour et agencé pour permettre à l'air de s'évacuer dudit cylindre supérieur et à l'eau de monter dans ledit cylindre supérieur, en évitant la pénétration d'eau et d'air, venant de l'extérieur dudit cylindre supérieur.

[0019] Dans cette seconde forme de réalisation de l'invention, les moyens pour détecter le niveau de l'eau comportent au moins trois contacts électriques disposés dans ledit cylindre supérieur à des niveaux différents et couplés électriquement à au moins une unité de commande d'une électrovanne raccordée audit premier circuit de fluide de travail pour générer la montée dudit piston de sa première position à sa seconde position et ce dès que l'eau atteint le niveau prédéterminé pour évacuer cette eau à travers au moins un orifice de sortie disposé en partie haute dudit cylindre supérieur et raccordé à un conduit d'évacuation au moyen d'un clapet anti-retour en direction dudit exutoire.

[0020] Dans cette variante, la masse basse dudit piston est avantageusement agencée pour faire retomber ledit piston de sa seconde position à sa première position en l'absence d'air comprimé.

[0021] De manière préférentielle, la pompe est une pompe pneumatique, le fluide de travail est de l'air comprimé et le dispositif comporte à cet effet au moins un compresseur disposé dans ledit local technique et raccordé au drain par au moins une vanne de départ et un tuyau d'air comprimé pour alimenter en air comprimé le premier et le second circuits de fluide de travail par l'intermédiaire des électrovannes.

[0022] Le dispositif de drainage selon l'invention comporte une alimentation électrique qui peut être également disposée dans le local technique et raccordée au drain par au moins un faisceau de câbles électriques pour alimenter au moins les unités de commande des électrovannes.

[0023] Le drain est avantageusement protégé par un regard de visite fermé et agencé pour abriter au moins les électrovannes et les unités de commande. Il est ainsi raccordé d'une part au local technique par au moins un conduit de protection abritant au moins le tuyau d'air comprimé, le tuyau de mise sous vide et le faisceau de câbles électriques, et d'autre part à l'exutoire par au moins un tuyau d'évacuation d'eau.

[0024] Dans la pratique, le dispositif de drainage selon l'invention comporte une pluralité de drains raccordés respectivement au local technique d'une part et à l'exutoire d'autre part par le conduit de protection.

Descuption sommaire des dessins :

[0025]

La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description suivante d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 illustre un exemple d'implantation en vue de dessus du dispositif de drainage selon l'invention mettant en oeuvre plusieurs drains électropneumatiques,
- la figure 2 est une vue schématique du contenu de la chambre technique du dispositif de drainage de la figure 1,
- la figure 3 est une vue en coupe axiale d'un drain électropneumatique selon l'invention,
- la figure 4 est une vue en coupe axiale de la pompe électropneumatique contenue dans le drain de la figure 3, et
- la figure 5 est une vue en coupe axiale d'une variante simplifiée d'une pompe électropneumatique pouvant équiper le drain de la figure 3.

Illustrations de l'invention et différentes manières de la réaliser :

[0026] Le dispositif de drainage 1 selon l'invention fonctionne en général en réseau de plusieurs drains 2. Chaque tête de drain 2 est protégée par un regard de visite 3 fermé de manière étanche. Et les regards de visite 3 sont reliés entre eux par un conduit de protection 4, notamment en matière synthétique tel qu'en PVC, polyéthylène ou similaire, et à un local technique 5.

[0027] Ce local technique 5 est alimenté en courant électrique par le réseau électrique 6 et/ou par des panneaux photovoltaïques, une éolienne ou tout autre moyen équivalent. Il est représenté plus en détail à la figure 2. Le circuit électrique comporte, dans le cas d'une alimentation par le réseau, un disjoncteur 7, un panneau de fusibles 8 et un transformateur 9 pour alimenter en très basse tension les électrovannes prévues dans les drains 2 par un faisceau de câbles électriques 10. Dans le cas d'une alimentation par des panneaux photovoltaïques ou une éolienne, ce circuit électrique est également adapté. Ce local technique 5 peut être fermé de manière étanche et régulé en température par un climatiseur 11 alimenté électriquement par le panneau de fusibles 8 et raccordé à l'environnement extérieur par au moins une entrée d'air 11a et une sortie d'air 11b ménagées dans une paroi du local technique 5.

[0028] Ce local technique 5 abrite au moins un compresseur 12 régulant les niveaux d'air comprimé dans une bonbonne d'air comprimé 13, équipée d'une vanne de départ 14 alimentant chaque drain 2 par un tuyau d'alimentation général en air comprimé 15. Pour des questions de sécurité de fonctionnement, ce compresseur 12 peut être doublé par un compresseur de secours (non représenté). Il abrite également une pompe à vide 16 régulant les niveaux de vide dans une bonbonne à vide 17, équipée d'une vanne de départ 18 alimentant

chaque drain 2 par un tuyau de mise sous vide 19. Egalement pour des questions de sécurité de fonctionnement, cette pompe à vide 16 peut être doublée par une pompe à vide de secours (non représentée).

[0029] Le conduit de protection 4 abrite notamment le faisceau de câbles électriques 10 pour l'alimentation du circuit de commande des électrovannes, le tuyau d'air comprimé 15, et le tuyau de mise sous vide 19. Il abrite également un tuyau d'évacuation 20 qui recueille les eaux drainées par chaque drain 2 et les achemine vers un exutoire 20'.

[0030] En référence plus particulièrement à la figure 3, chaque drain 2 est constitué d'un tube 21, réalisé de préférence en matière inoxydable, PVC ou polyéthylène, logé dans un forage 22 et pourvu en partie haute d'un tronçon de tube plein 23, suivi d'un tronçon de tube crépiné 24, puis terminé en partie basse par un tronçon de tube plein 25, le fond du drain 2 étant fermé par un bouchon de fond 26. Au-dessus du tronçon de tube crépiné 24 du drain 2 est placé un obturateur gonflable 27, par exemple constitué d'un sac en matière géo-synthétique ou similaire, gonflé par un coulis bentonite-ciment ou similaire. Cet obturateur gonflable 27 est gonflé, rempli de coulis, pour former une étanchéité pérenne entre le tronçon de tube plein 23 du drain 2 et la paroi du forage 22. L'espace entre le tronçon de tube plein 23 du drain 2 et la paroi du forage 22 est ensuite scellé par un coulis d'étanchéité 28. Il est conseillé de réaliser cette partie cimentée sur une hauteur d'au moins 5m. Le tronçon de tube crépiné 24 du drain 2 est entouré sur toute sa hauteur d'un dispositif filtrant 29 tel qu'un filtre en gravette ou qu'un complexe géo-synthétique drainant. Le complexe géo-synthétique drainant est constitué de deux nappes de géotextiles à caractère drainant, écartées par une structure plastique alvéolaire formant une entretoise. Il est donné à ce complexe une forme cylindrique entourant le tronçon de tube crépiné 24 du drain 2. La partie haute du drain 2 est équipée d'un bouchon de tête 30 hermétique fermé par un système de verrouillage 31.

[0031] Le regard de visite 3 de chacun des drains 2 est fermé hermétiquement par un tampon 32 complété d'une plaque 33 de matière isolante. Le tampon 32 est calé au voisinage du sol. Chaque regard de visite 3 abrite un conduit de distribution 34 d'air comprimé terminé par un Y surmonté d'une vanne manuelle 35, et raccordé en dérivation sur le tuyau d'air comprimé 15 pour distribuer l'air comprimé provenant du compresseur 12 à l'intérieur du drain 2 par l'intermédiaire de deux électrovannes EA, EB. Une première électrovanne EA est dédiée à un premier circuit d'air comprimé A et une seconde électrovanne EB est dédiée un second circuit d'air comprimé B. Elles sont pilotées chacune par une unité de commande CEA et CEB, en fonction de signaux provenant de capteurs de niveau d'eau décrits plus loin et véhiculés par des câbles électriques CA et CB correspondants aux circuits d'air comprimé A et B. Les unités de commande CEA, CEB sont alimentées électriquement par des câbles électriques 36, 37 raccordés en dérivation sur le

faisceau de câbles électriques 10. Chaque regard de visite 3 abrite également un manomètre de pression d'eau 38 et un manomètre de pression d'air 39.

[0032] Chaque drain 2 peut être connecté à la bonbonne à vide 17 par le tuyau de mise sous vide 19 qui provient du local technique 5 et traverse le bouchon de tête 30 du drain 2 par un conduit de mise sous vide 40 débouchant en partie supérieure du drain 2 juste en dessous du bouchon de tête 30. Le tuyau de mise sous vide 19 peut être commun aux différents drains 2, ou être individualisé pour chacun des drains 2. Dans ce cas, le branchement sur la bonbonne à vide 17 se fait par une clarinette de vannes de départ 18. A l'intérieur du drain 2 sont placés un capteur de niveau de vide 41 connecté au manomètre de pression d'air 39 et un capteur de pression d'eau 42 connecté au manomètre de pression d'eau 38.

[0033] Les tuyaux A, B et câbles CA, CB issus des équipements abrités dans le regard de visite 3 ainsi que le tuyau 40 de mise sous vide, traversent le bouchon de tête 30 du drain 2 par des presses étoupes (non représentées). Le verrouillage 31 sert à assurer l'étanchéité à l'air du bouchon de tête 30 du drain 2, notamment lorsqu'il est connecté à la bonbonne à vide 17.

[0034] L'avantage de la mise sous vide du drain 2 est d'attirer l'eau gravitaire vers le drain 2, mais également l'eau liée. La dépression hydrostatique, créée à l'intérieur du drain 2 attire l'eau classiquement vers le drain 2, mais de manière partielle. Un vide d'air dans le drain 2, même partiel, attire l'eau vers le drain 2 de manière systématique. L'attraction est d'autant plus élevée que la dépression hydrostatique est associée à une dépression atmosphérique forte. En effet, l'eau située dans l'environnement du drain 2 est chargée à sa partie supérieure par la pression atmosphérique, alors qu'un vide est créé dans le drain. La charge hydrostatique expliquant le déplacement de l'eau vers le drain 2 est égale à la somme de la charge hydrostatique (différence de niveaux d'eau entre l'environnement initial du drain et l'intérieur du drain) et de la dépression atmosphérique.

[0035] Chaque drain 2 est équipé d'une pompe pneumatique 43 asservie électriquement pour pomper l'eau attirée dans le drain 2 et l'évacuer vers l'exutoire 20'. Dans l'exemple illustré à la figure 4, cette pompe pneumatique 43 comporte un corps constitué de deux cylindres 44, 45 superposés dont les diamètres sont soit égaux, soit différents, et dans lequel un piston 46 coulisse axialement. Le diamètre du cylindre inférieur 45 est, dans l'exemple représenté, plus petit que le diamètre du cylindre supérieur 44. Le cylindre inférieur 45 comporte, dans sa partie inférieure, une crépine 47 communiquant avec un clapet anti-retour 48 par exemple à boule flottante ou tout autre clapet anti-retour équivalent, une butée basse 49 de préférence cylindrique avec amortisseur 50, un orifice de sortie 51 latéral dans lequel débouche un conduit d'évacuation 54 de l'eau pompée et une butée haute 52 dotée d'un amortisseur 53. Ce conduit d'évacuation 54, raccordé en dérivation sur le tuyau d'évacuation 20 abrité par le conduit de protection 4 et débouchant

dans l'exutoire 20', est équipé en partie inférieure d'un clapet anti-retour 55. Le cylindre inférieur 45 comporte, en outre, trois contacts électriques C, D, E disposés à des niveaux différents à l'intérieur dudit cylindre pour former un détecteur de niveau d'eau. Ces trois contacts électriques C, D, E sont reliés extérieurement à trois fils électriques réunis dans le câble électrique CA rejoignant l'unité de commande CEA de l'électrovanne EA dans le regard de visite 3. Enfin, le cylindre inférieur 45 comporte en partie haute un évent 56 latéral, protégé par un clapet anti-retour 57, qui permet la sortie d'air du cylindre inférieur 45, mais pas l'entrée d'eau ni l'entrée d'air.

[0036] Le cylindre supérieur 44 de la pompe pneumatique 43 comporte, dans sa partie supérieure, un bouchon de tête 58 pourvu en partie inférieure d'un aimant 59 centré sur l'axe dudit cylindre, ainsi qu'une arrivée d'air comprimé haute 60 provenant du circuit d'air comprimé A passant par l'électrovanne EA pilotée par l'unité de commande CEA et placée dans le regard de visite 3. La partie inférieure périphérique du bouchon de tête 58 constitue une butée haute 61 de forme annulaire et pourvue d'un amortisseur. Ce cylindre supérieur 44 comporte, dans sa partie inférieure, une pièce de liaison 62 délimitant une première butée basse 63 de forme annulaire et pourvue de deux contacts électriques ponctuels à lamelles ou ressorts F et G, et une seconde butée basse 64 de forme annulaire concentrique et intérieure, équipée d'un amortisseur et d'un troisième contact électrique H, la seconde butée basse 64 étant située à un niveau légèrement inférieur par rapport à la première butée basse 63. Dans cette pièce de liaison 62 est ménagée une arrivée d'air basse 65 provenant du circuit d'air comprimé B passant par l'électrovanne EB pilotée par l'unité de commande CEB et placée dans le regard de visite 3. Les trois fils électriques reliés respectivement aux trois contacts électriques F, G et H sont réunis dans le câble électrique CB rejoignant l'unité de commande CEB de l'électrovanne EB.

[0037] Le piston 46 de la pompe pneumatique 43 comporte une masse haute 67 qui coulisse dans le cylindre supérieur 44 et une masse basse 68 qui coulisse dans le cylindre inférieur 45, les deux masses haute 67 et basse 68 étant reliées par une tige de liaison 66 qui coulisse dans un alésage 69 traversant la pièce de liaison 62. Des joints 70 tels que des joints toriques, des joints à lèvres, ou similaires, sont disposés autour des masses haute 67 et basse 68 et de la tige de liaison 66. La masse haute 67 comporte sur sa face supérieure un ressort doté d'un disque métallique 71 disposé en regard de l'aimant 59 et sur sa face inférieure, un plot central portant un contact électrique K et un amortisseur 72 formant une butée, entouré d'une surface annulaire portant deux autres contacts électriques I et J. Les trois contacts électriques I, J et K sont reliés entre eux à l'intérieur de la masse haute 67 par des fils électriques, le contact électrique I étant relié au contact électrique K indépendamment de la liaison du contact électrique J au contact électrique I.

[0038] Le fonctionnement du dispositif de drainage 1

selon l'invention est à présent expliqué. En fonction du type de sol à stabiliser, on positionne un ou plusieurs drains 2 dans des forages 22 verticaux ou inclinés prévus à cet effet et disposés en ligne, en arc de cercle ou autour d'une zone critique (voir figure 1). On raccorde les drains 2 au local technique 5, en faisant passer les différents tuyaux et câbles dans le conduit de protection 4 (voir figure 2). On charge les bonbonnes à air comprimé 13 et à vide 17 disposées dans le local technique 5. Les vannes 35 sont fermées et la vanne de départ 14 du compresseur 12 est ouverte pour alimenter le tuyau d'air comprimé 15 et les conduits de distribution 34. On installe les pompes pneumatiques 43 à l'intérieur des drains 2 et on ferme les drains 2 au moyen du bouchon de tête 30. La vanne de départ 18 de la bonbonne à vide 17 est ouverte pour mettre sous vide d'air au moins partiel l'intérieur de chaque drain 2 au travers du tuyau de mise sous vide 19 auquel sont raccordés en dérivation les conduits de mise sous vide 40 débouchant à l'intérieur de chaque drain 2. Le vide est contrôlé par le manomètre de pression d'air 39 disposé dans le regard de visite 3. Les vannes de départ 35 sont ensuite ouvertes pour alimenter en air comprimé tous les drains 2. La dépression qui est créée à l'intérieur des drains 2 attire l'eau contenue dans le sol qu'elle soit libre, gravitaire, liée ou similaire, qui va entrer dans la partie inférieure du drain 2 à travers les matières filtrantes 29 du forage 22 et le tronçon de tube crépiné 24 du drain 2 (voir figure 3). L'eau ainsi contenue dans le drain 2 va entrer dans le cylindre inférieur 45 de la pompe pneumatique 43 à travers la crépine 47 et le clapet anti-retour 48 (voir figure 4). L'air résiduel dans le cylindre inférieur 45 est refoulé par l'ascension de l'eau et s'évacue par l'évent latéral 56.

[0039] Dès que l'eau contenue dans le cylindre inférieur 45 passe devant le contact électrique D, elle assure la continuité électrique entre les contacts C et D qui ouvre le circuit de commande CEA. Dès que l'eau passe devant le troisième contact électrique E, la continuité électrique entre les contacts D et E ouvre l'électrovanne EA. Le circuit d'air comprimé A est alors alimenté et l'air comprimé est injecté dans la pompe pneumatique 43 par l'arrivée d'air comprimé haute 60. Pour initier le premier fonctionnement de chaque pompe pneumatique 43, les vannes 35 des conduits de distribution 34 sont ouvertes successivement. Sous la pression d'air, le piston 46 descend et sa masse basse 68 va refouler l'eau contenue dans le cylindre inférieur 45. L'eau refoulée s'évacue à travers l'orifice de sortie 51 par le conduit d'évacuation 54 puisque le clapet anti-retour 48 s'est fermé sous la pression d'eau. Quand l'eau repasse devant le contact D, le circuit de commande CEA se ferme ce qui arrête l'injection d'air comprimé et met le conduit A à la pression atmosphérique.

[0040] En parallèle, la masse haute 67 du piston 46 est entraînée vers le bas, et lorsque ses contacts électriques I et J entrent en contact avec les contacts électriques F et G, le circuit de commande CEB est ouvert. Poursuivant sa course, les contacts F et G étant défor-

mables, le contact électrique K entre en contact avec le contact électrique H. La continuité électrique entre les contacts G et H ouvre l'électrovanne EB. Le circuit d'air comprimé B est alors alimenté et l'air comprimé est injecté dans la pompe pneumatique 43 par l'arrivée d'air comprimé basse 65. Sous la pression d'air, le piston 46 remonte. Une temporisation lui permet d'atteindre le sommet du cylindre supérieur 44 de la pompe pneumatique 43 où un aimant 59 prévu sur le bouchon de tête 58 et un disque métallique 71 prévu sur la masse haute 67 du piston 46 stabilisent provisoirement le piston 46 avant qu'une autre injection d'air comprimé par le circuit d'air comprimé A ne le renvoie vers le bas. Des amortisseurs prévus sur les différentes butées 52, 61, 63, 64, 72 permettent d'amortir les chocs à l'intérieur des deux cylindres 44, 45 du corps de pompe. Les joints 70 assurent les étanchéités nécessaires entre les pièces en mouvement. Enfin, l'évent 56 est prévu au sommet du cylindre inférieur 45, protégé par un clapet anti-retour 57 favorise la sortie de l'air intérieur éventuel. L'air contenu dans le cylindre supérieur 44 est évacué par la mise à la pression atmosphérique du circuit A puis du circuit B alternativement.

[0041] La figure 5 illustre une variante de réalisation d'une pompe pneumatique 43' également destinée à équiper le drain 2 du dispositif selon l'invention. La pompe pneumatique 43' présente une conception inversée par rapport à la pompe pneumatique 43 décrite précédemment en référence aux figures 3 et 4. Le fait de retourner la pompe pneumatique 43' permet de simplifier sensiblement la construction, la mise en oeuvre et le fonctionnement du dispositif de drainage 1. En effet, ce nouvel agencement de pompe pneumatique 43' permet de supprimer le second circuit d'air comprimé B constitué de la seconde alimentation d'air comprimé assurée par le Y du conduit de distribution d'air 34, de l'électrovanne EB, de l'unité de commande CEB et des contacts électriques F, G, H, I, J, K, L nécessaires au pilotage de ce second circuit d'air comprimé B et disposés dans le cylindre supérieur 44 de la pompe pneumatique 43 précédente.

[0042] La pompe pneumatique 43' simplifiée comporte un corps constitué de deux cylindres 44', 45' superposés dont les diamètres sont soit égaux, soit différents, et dans lequel un piston 46' coulisse axialement. En référence à la figure 5, le diamètre du cylindre inférieur 45' est supérieur au diamètre du cylindre supérieur 44'. Le piston 46' de la pompe pneumatique 43' comporte une masse haute 67' qui coulisse dans le cylindre supérieur 44' et une masse basse 68' qui coulisse dans le cylindre inférieur 45', les deux masses haute 67' et basse 68' étant reliées par une tige de liaison 66' qui coulisse dans un alésage 69' traversant une pièce de liaison 62'. Cette pièce de liaison 62' reliant le cylindre supérieur 44' au cylindre inférieur 45' délimite ainsi une butée basse 63' pour la masse haute 67' du piston 46' et une butée haute 61' pour la masse basse 68' du piston 46'. Des joints 70' tels que des joints toriques, des joints à lèvres, ou similaires, sont disposés autour des masses haute 67' et basse 68'

et de la tige de liaison 66' pour assurer l'étanchéité de la pompe pneumatique 43'.

[0043] Le cylindre supérieur 44' comporte, dans sa partie supérieure, un bouchon de tête 58', dotée d'un amortisseur 53' par exemple annulaire, formant une butée haute 52' pour la masse haute 67' du piston 46'. Le bouchon de tête 58' comporte un orifice d'entrée 49' de l'eau pompée, communiquant avec le volume intérieur du drain 2 par l'intermédiaire d'un conduit d'aspiration 50' ménagé dans le bouchon de tête 58' et débouchant latéralement dans le volume intérieur du drain 2, terminé par un clapet anti-retour 48' et une crépine 47'. Le clapet anti-retour 48' est par exemple un clapet à boule flottante ou tout autre clapet anti-retour équivalent. Le bouchon de tête 58' comporte également un orifice de sortie 51' dans lequel débouche un conduit d'évacuation 54' de l'eau pompée. Ce conduit d'évacuation 54' est raccordé en dérivation sur le tuyau d'évacuation 20 abrité par le conduit de protection 4 et débouche dans l'exutoire 20'. Il est équipé en partie inférieure d'un clapet anti-retour 55'. Le cylindre supérieur 44' comporte, en outre, trois contacts électriques C', D', E' disposés à des niveaux différents à l'intérieur dudit cylindre pour former un détecteur de niveau d'eau. Ces trois contacts électriques C', D', E' sont reliés extérieurement à trois fils électriques réunis dans le câble électrique CA rejoignant l'unité de commande CEA de l'électrovanne EA dans le regard de visite 3. Enfin, le cylindre supérieur 44' comporte en partie haute un événement 56' latéral, protégé par un clapet anti-retour 57', qui permet la sortie d'air du cylindre supérieur 44', mais pas l'entrée d'eau ni l'entrée d'air.

[0044] Le cylindre inférieur 45' de la pompe pneumatique 43' comporte, dans sa partie inférieure, un bouchon de fond 59' doté d'un amortisseur 59' par exemple annulaire, formant une butée basse 64' pour la masse basse 68' du piston 46'. Le bouchon de fond 59' comporte en outre une arrivée d'air comprimé basse 60' provenant du circuit d'air comprimé A passant par l'électrovanne EA pilotée par l'unité de commande CEA et placée dans le regard de visite 3. Enfin, le cylindre inférieur 45' comporte en partie haute un événement 71' latéral, protégé par un clapet anti-retour 72', qui permet la sortie d'air du cylindre inférieur 44', mais pas l'entrée d'eau ni l'entrée d'air.

[0045] Le fonctionnement du dispositif de drainage 1 selon l'invention, équipé de la pompe pneumatique 43' simplifiée selon la figure 5, est à présent exposé. La mise en oeuvre du dispositif de drainage 1 est similaire à l'exemple décrit précédemment. Lorsque la dépression est créée à l'intérieur des drains 2 par la pompe à vide 16, les événements 56' et 71' sont ouverts, et l'eau contenue dans le sol qu'elle soit libre, gravitaire, liée ou similaire, va entrer dans la partie inférieure du drain 2 à travers les matières filtrantes 29 du forage 22 et le tronçon de tube crépiné 24 du drain 2 (voir figure 3). L'eau ainsi contenue dans le drain 2 va entrer dans le cylindre supérieur 44' de la pompe pneumatique 43' à travers la crépine 47' et le clapet anti-retour 48' (voir figure 5). L'air résiduel dans le cylindre supérieur 44' est refoulé par l'ascension de

l'eau et s'évacue par l'événement latéral 56'. Dès que l'eau contenue dans le cylindre supérieur 44' passe devant le contact électrique D', elle assure la continuité électrique entre les contacts C' et D' qui ouvre le circuit de commande CEA. Dès que l'eau passe devant le troisième contact électrique E', la continuité électrique entre les contacts D' et E' ouvre l'électrovanne EA. Le circuit d'air comprimé A est alors alimenté et l'air comprimé est injecté dans la pompe pneumatique 43' par l'arrivée d'air comprimé basse 60'. Sous la pression d'air, le piston 46' monte, chassant l'air résiduel par l'événement latéral 71', et sa masse haute 67' va refouler l'eau contenue dans le cylindre supérieur 44'. L'eau refoulée s'évacue à travers l'orifice de sortie 51' par le conduit d'évacuation 54' puisque le clapet anti-retour 48' s'est fermé sous la pression d'eau. Quand l'eau repasse devant le contact D', le circuit de commande CEA se ferme, mettant l'électrovanne EA à l'arrêt, fermant l'arrivée d'air comprimé après une temporisation préétablie permettant au piston 46' d'effectuer sa course complète jusqu'à la butée haute 52'. La dépression générée par le drain 2 sous vide d'air ouvre les événements 56' et 71' installant dans la pompe pneumatique 43' un vide d'air équivalent à celui du drain 2. Le piston 46' retombe alors par son propre poids et passe de sa seconde position (haute) à sa première position (basse). Sa masse basse 68' est en effet déterminée pour vaincre les frottements des joints 70' permettre la descente automatique du piston 46' dans sa première position (basse) définie par la butée basse 64'. Dans sa course de descente, le piston 46' est amorti par le ou les amortisseurs 60' prévus sur la butée basse 64'. Lors de la descente du piston 46', le clapet anti-retour 48' s'ouvre à nouveau pour une nouvelle séquence de remplissage de l'eau de drainage dans le cylindre supérieur 44'.

Possibilités d'application industrielle :

[0046] Il ressort clairement de cette description que l'invention permet d'atteindre les buts fixés. La mise sous vide des drains 2 a l'avantage d'attirer l'eau gravitaire à drainer des niveaux aquifères dans lesquels il y a de l'eau à drainer libre, mais aussi d'extraire une partie de l'eau liée dans les niveaux où l'eau à drainer n'est pas libre, car liée aux particules de sols. La présence d'une pompe pneumatique 43, 43' dans chacun des drains 2 du dispositif de drainage 1 a l'avantage de pouvoir fonctionner dans un milieu où la pression d'air est inférieure à la pression atmosphérique, et dans des forages qui peuvent être inclinés. La conception du corps de la pompe pneumatique 43, 43', en deux cylindres 44, 45 et 44', 45' superposés de diamètres différents, a l'avantage d'augmenter l'efficacité de la pompe pneumatique 43, 43' en terme de profondeur, grâce au rapport des sections, pour des compresseurs classiques fonctionnant au maximum à 7 bar. Bien évidemment, la pompe pneumatique 43, 43' fonctionne également dans des drains 2 laissés à la pression atmosphérique, c'est-à-dire sans être raccordés à une pompe à vide 16.

[0047] La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits mais s'étend à toute modification et variante évidentes pour un homme du métier.

Revendications

1. Dispositif (1) pour drainer un sol en profondeur comportant au moins un drain (2) agencé pour être positionné dans un forage (22) ménagé dans le sol, ledit drain (2) comportant au moins un tube (21) fermé en partie haute et en partie basse, ce tube (21) étant pourvu d'un tronçon de tube crépiné (24) en profondeur pour communiquer avec le sol, ledit drain (2) comportant également des moyens pour détecter le niveau de l'eau contenue dans son volume intérieur et des moyens pour évacuer cette eau en direction d'un exutoire (20') dès que le niveau d'eau atteint un niveau prédéterminé, **caractérisé en ce que** les moyens pour évacuer l'eau contenue dans le volume intérieur dudit drain (2) comportent au moins une pompe (43, 43') asservie par lesdits moyens pour détecter le niveau de l'eau, ladite pompe (43, 43') étant pourvue d'un corps de pompe (44, 45 ; 44', 45') s'étendant à l'intérieur dudit tronçon de tube crépiné (24), et d'un piston (46, 46') coulissant dans ledit corps de pompe (44, 45 ; 44', 45'), sous l'action d'un fluide de travail provenant d'un premier circuit de fluide de travail (A), entre au moins une première position, dans laquelle le piston (46, 46') n'a pas d'action sur l'eau contenue dans le drain, et une seconde position, dans laquelle le piston (46, 46') chasse l'eau contenue dans le drain (2) en direction dudit exutoire (20').
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens de mise sous vide d'air au moins partiel dudit drain (2).
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les moyens de mise sous vide d'air comportent au moins une pompe à vide (16) disposée dans un local technique (5) et raccordée audit drain (2) par au moins une vanne de départ (18) et un tuyau de mise sous vide (19) débouchant dans le volume intérieur dudit drain (2), et au moins un manomètre (39) agencé pour contrôler la pression d'air dans le volume intérieur dudit drain (2).
4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite pompe (43) comporte deux cylindres (44, 45) superposés, dont un cylindre supérieur (44) raccordé audit premier circuit de fluide de travail (A) par au moins une arrivée de fluide haute (60) et dans lequel coulisse une masse supérieure (67) dudit piston (46), et un cylindre inférieur (45) raccordé à son point bas au volume intérieur du drain (2) par au moins un clapet anti-retour (48) et dans lequel cou-

lisce une masse inférieure (68) dudit piston (46).

5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ledit cylindre inférieur (45) comporte en partie haute un évent (56) protégé par un clapet anti-retour (57) agencé pour permettre à l'air de s'évacuer du cylindre inférieur (45) et à l'eau de monter dans ledit cylindre, en évitant la pénétration d'eau et d'air, venant de l'extérieur du cylindre (45).
6. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les moyens pour détecter le niveau de l'eau comportent au moins trois contacts électriques (C, D, E) disposés dans ledit cylindre inférieur (45) à des niveaux différents et couplés électriquement à au moins une unité de commande (CEA) d'une électrovanne (EA) raccordée audit premier circuit de fluide de travail (A) pour générer la descente dudit piston (46) de sa première position à sa seconde position et ce dès que l'eau atteint le niveau prédéterminé pour évacuer cette eau à travers au moins un orifice de sortie (51) disposé en partie basse dudit cylindre inférieur (45) et raccordé à un conduit d'évacuation (54) au moyen d'un clapet anti-retour (55) en direction dudit exutoire (20').
7. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ladite pompe (43) comporte des moyens de commande pour faire remonter ledit piston (46) de sa seconde position à sa première position.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de commande comportent un second circuit de fluide de travail (B) débouchant dans ledit cylindre supérieur (44) de ladite pompe (43) par une arrivée de fluide basse (65) et des contacts électriques (F, G, H ; I, J, K) disposés respectivement en partie basse dudit cylindre supérieur (44) et sous la masse supérieure (67) du piston (46) et couplés électriquement à au moins une unité de commande (CEB) d'une électrovanne (EB) raccordée à un second circuit de fluide de travail (B) pour générer la remontée dudit piston (46) dans sa première position dès que le piston (46) a atteint sa seconde position détectée par la fermeture desdits contacts électriques (F, G, H ; I, J, K).
9. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ladite pompe (43) comporte des moyens pour stabiliser la première position dudit piston.
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les moyens pour stabiliser la première position dudit piston (46) comportent au moins un aimant (59) coopérant avec un disque métallique (71) prévu l'un sur la masse haute (67) dudit piston (46) et l'autre sous le sommet du cylindre supérieur (44) dudit corps de pompe.

11. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite pompe (43') comporte deux cylindres (44', 45') superposés, dont un cylindre inférieur (45') raccordé audit premier circuit de fluide de travail (A) par au moins une arrivée de fluide basse (60') et dans lequel coulisse une masse inférieure (68') dudit piston (46'), et un cylindre supérieur (44') raccordé à son point haut au volume intérieur du drain (2) par au moins un clapet anti-retour (48') et dans lequel coulisse une masse supérieure (67') dudit piston (46'). 5 10
12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**au moins ledit cylindre supérieur (44') comporte en partie haute un évent (56') protégé par un clapet anti-retour (57') et agencé pour permettre à l'air de s'évacuer dudit cylindre supérieur (44') et à l'eau de monter dans ledit cylindre supérieur (44'), en évitant la pénétration d'eau et d'air, venant de l'extérieur dudit cylindre supérieur (44'). 15 20
13. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les moyens pour détecter le niveau de l'eau comportent au moins trois contacts électriques (C', D', E') disposés dans ledit cylindre supérieur (44') à des niveaux différents et couplés électriquement à au moins une unité de commande (CEA) d'une électrovanne (EA) raccordée audit premier circuit de fluide de travail (A) pour générer la montée dudit piston (46') de sa première position à sa seconde position et ce dès que l'eau atteint le niveau prédéterminé pour évacuer cette eau à travers au moins un orifice de sortie (51') disposé en partie haute dudit cylindre supérieur (44') et raccordé à un conduit d'évacuation (54') au moyen d'un clapet anti-retour (55') en direction dudit exutoire (20'). 25 30 35
14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la masse basse (68') dudit piston (46') est agencée pour faire retomber ledit piston (46') de sa seconde position à sa première position en l'absence d'air comprimé. 40
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite pompe (43, 43') est une pompe pneumatique, **en ce que** ledit fluide de travail est de l'air comprimé et **en ce que** ledit dispositif comporte au moins un compresseur (12) disposé dans un local technique (5) et raccordé audit drain (2) par au moins une vanne de départ (14) et un tuyau d'air comprimé (15) pour alimenter en air comprimé au moins ledit premier circuit de fluide de travail (A, B) par l'intermédiaire d'au moins une électrovanne (EA, EB). 45 50 55

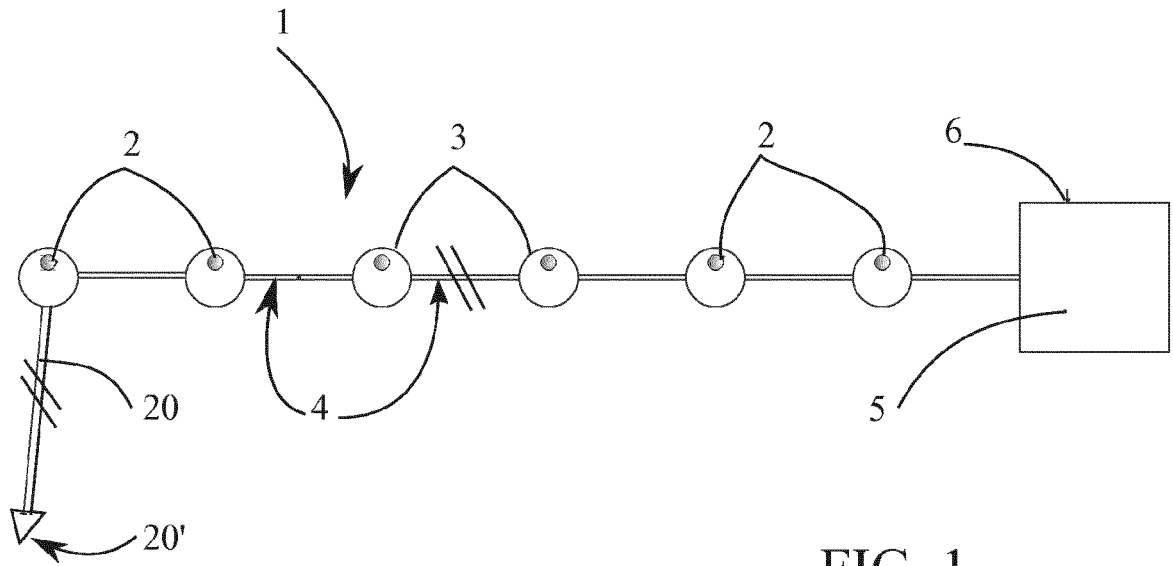


FIG. 1

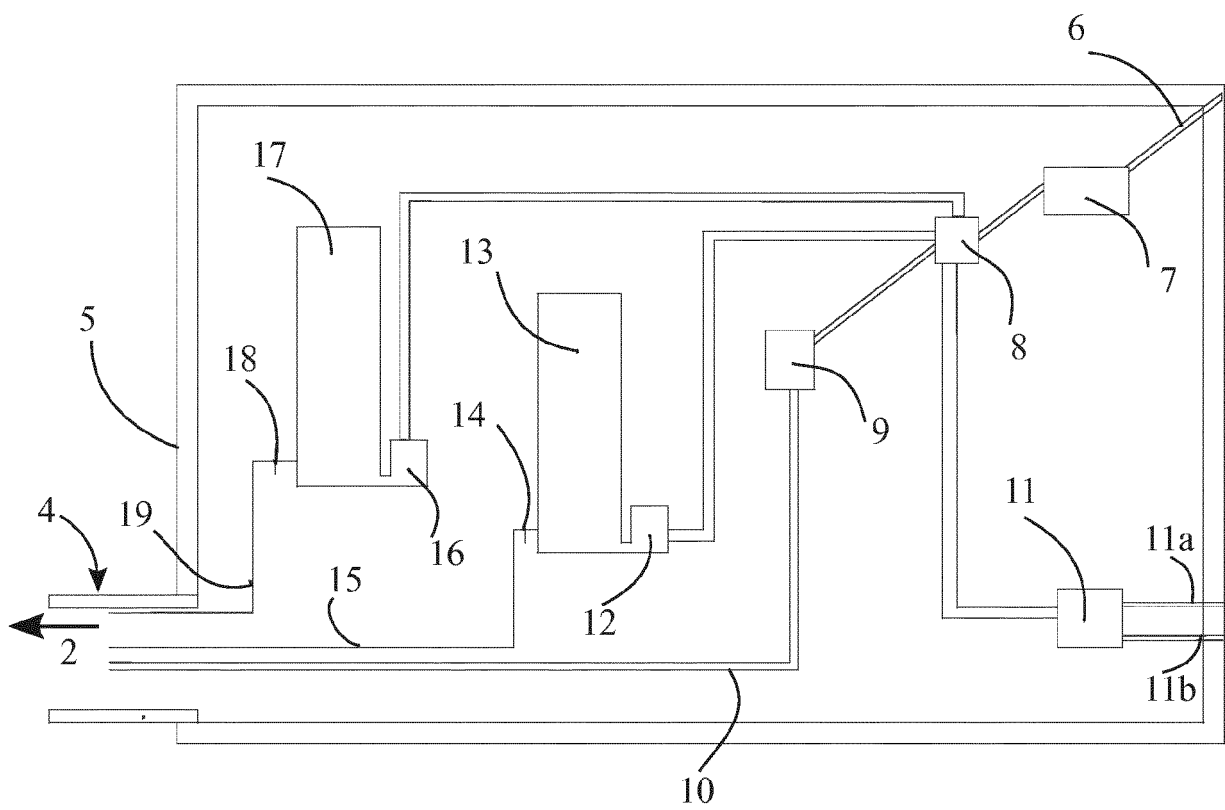
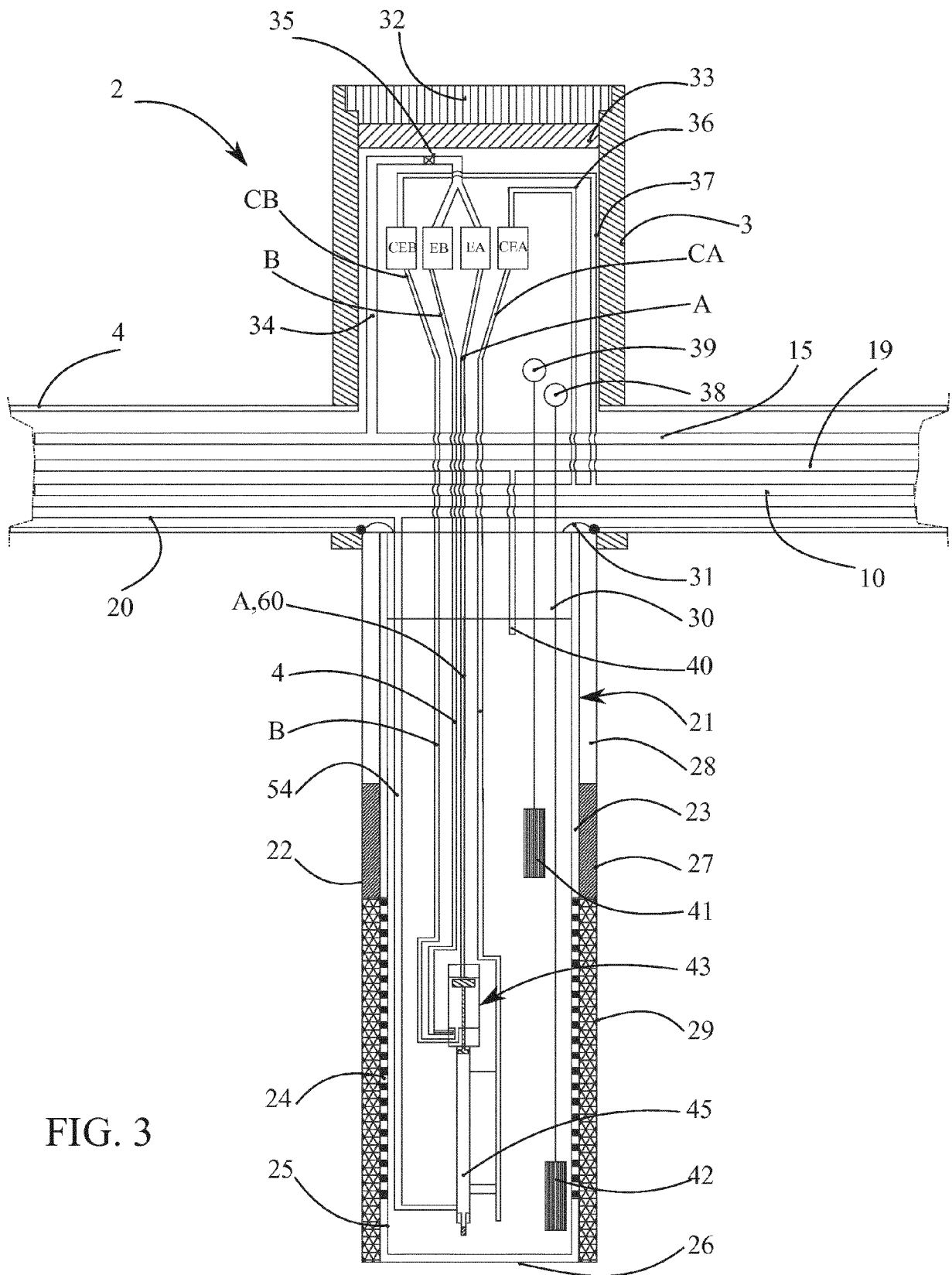
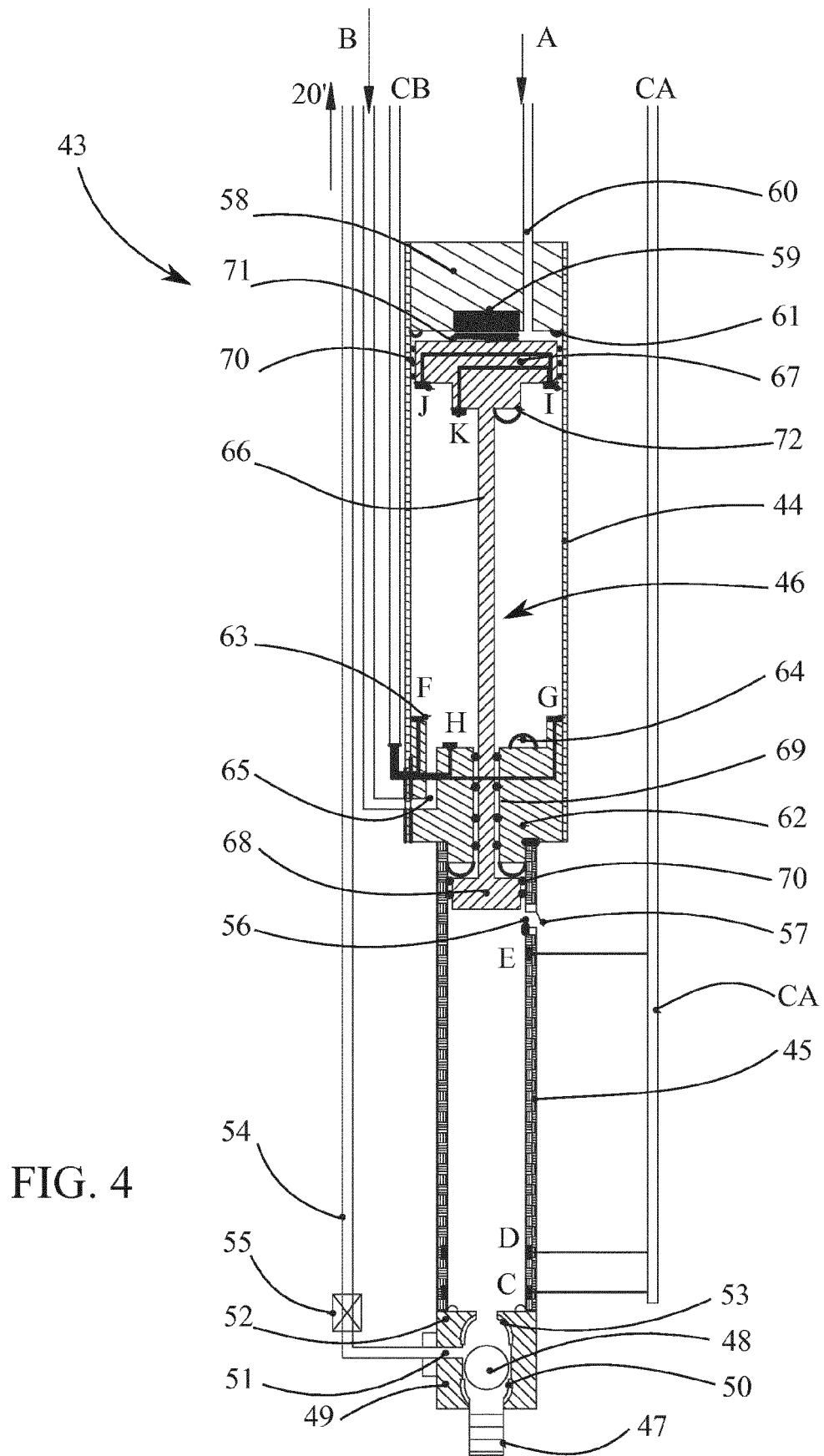


FIG. 2





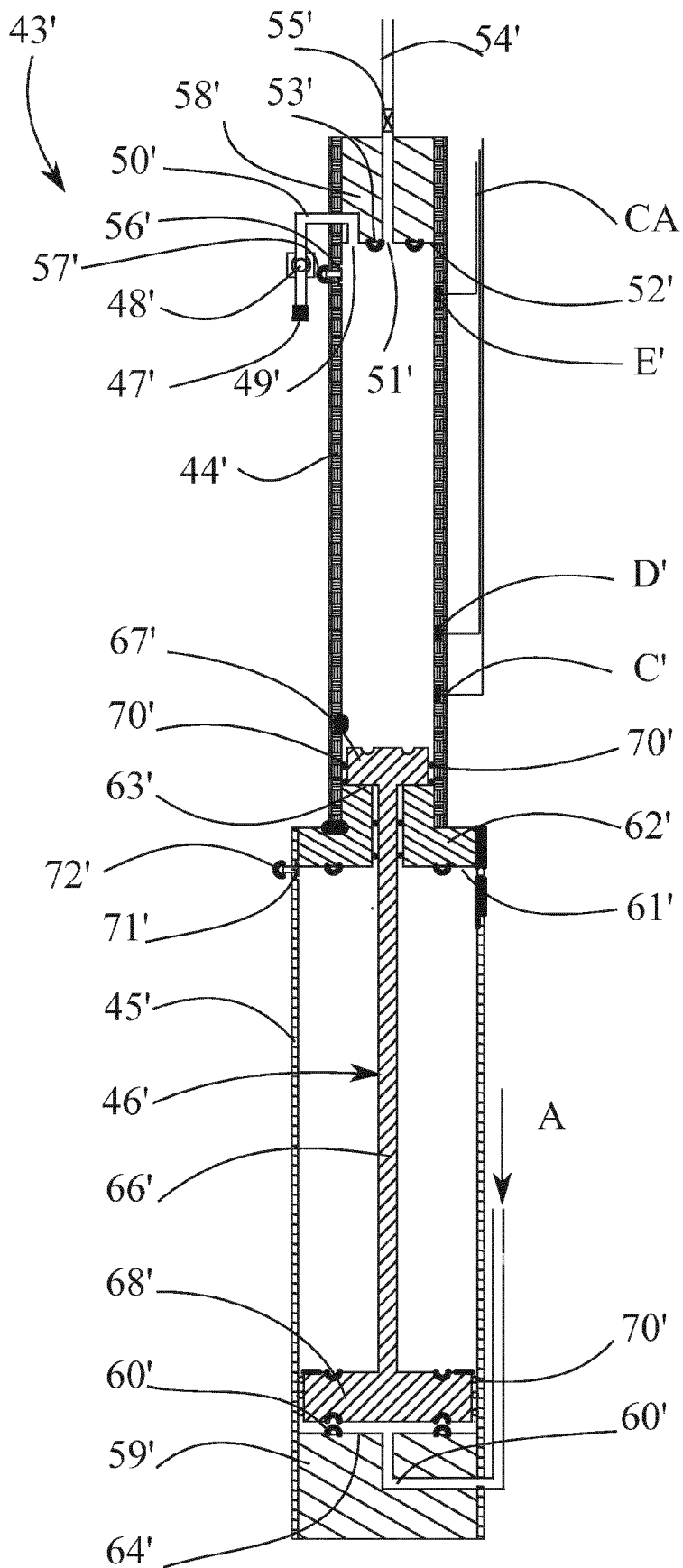


FIG. 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 15 8051

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A,D	EP 1 182 355 A1 (GROUPE RESS SARL [FR]) 27 février 2002 (2002-02-27) * abrégé * * alinéa [0036]; figures 1,2 * -----	1-15	INV. E02D19/10
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E02D E21F F04F
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 11 avril 2016	Examineur Koulo, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 16 15 8051

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

11-04-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1182355 A1	27-02-2002	AT 252689 T	15-11-2003
		DE 60101030 D1	27-11-2003
		DE 60101030 T2	08-07-2004
		EP 1182355 A1	27-02-2002
		FR 2813327 A1	01-03-2002

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1182355 A [0007]