

⑤④ DISPOSITIF SOUS-MARIN DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS.

②② Date de dépôt : 06.12.16.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public —
FR, UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER
Etablissement public FR et TOP INDUSTRIE Société
par actions simplifiée — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 08.06.18 Bulletin 18/23.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 05.11.21 Bulletin 21/44.

⑦② Inventeur(s) : CASTILLO ALAIN, GISQUET
PASCAL, CHAVAGNAC VALERIE et MERIAN
GILDAS.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦③ Titulaire(s) : CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public,
UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER
Etablissement public, TOP INDUSTRIE Société par
actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : GEVERS & ORES.



DISPOSITIF SOUS-MARIN DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS

L'invention a trait au domaine des dispositifs sous-marins de prélèvement des fonds de mer. Elle a tout particulièrement trait aux dispositifs de prélèvement
5 d'échantillons de fluide en fond marin.

Les dispositifs de prélèvements sous-marins sont connus. Ils permettent de prélever un échantillon de fluide à la surface du plancher océanique. Les expressions « plancher océanique » et « fonds marins » renvoient à la même définition à savoir les
10 fonds immergés des mers et océans. Dans le cas présent ces expressions désignent également le fond des lacs et autres étendues de fluide, les estuaires, les barrages ainsi que les fleuves et tous les cours d'eau au sens large.

Les échantillons prélevés peuvent ensuite être analysés, principalement à des
15 fins scientifiques et/ou industrielles. Dans le premier cas l'analyse de ces échantillons permet d'étudier la composition de fluide au niveau du plancher océanique pour diverses missions scientifiques, par exemple autour d'une cheminée de volcan sous-marin ou au voisinage des monts hydrothermaux. Dans le second cas, ce type de dispositif est utile à l'industrie des hydrates de gaz ou aux autorités de contrôles
20 gouvernementales. Ainsi l'échantillon prélevé peut fournir des informations sur la composition chimique autour de champs de production d'hydrates de gaz « offshore » en activité ou délaissés. Il est alors possible de déterminer l'existence de fuites autour des zones de production même de faible ampleur.

25 En pratique, une mission d'observation est envoyée par bateau à l'endroit où les analyses doivent être effectuées. Un dispositif de prélèvement est descendu au fond de la mer par diverses techniques, au moyen d'un rover par exemple ou encore au moyen d'un câble et d'un treuil. Une fois le prélèvement est effectué, l'échantillon est remonté pour être analysé. Cette opération est renouvelée plusieurs fois par an ou bien effectuée
30 une seule fois chaque année pour obtenir un suivi périodique.

Les dispositifs actuellement connus ne donnent pas entière satisfaction aux

scientifiques ou aux industriels. En effet ils ne permettent de faire qu'un prélèvement à intervalle d'une année ou pis encore de plusieurs années. Pour des raisons économiques et écologiques, les bateaux d'observation ne peuvent être déployés aussi fréquemment que souhaité. Les données collectées ponctuellement et périodiquement, ne fournissent pas un schéma fidèle des variations chimiques réelles dans les fonds océaniques. En effet des variations chimiques de courtes périodes de temps sont inévitables notamment en raison de l'activité sismique, volcanique et/ou du courant marins. Ces variations chimiques de courtes périodes sont souvent non observables et les analyses finales biaisées.

10

L'un des objectifs de l'invention est de proposer un dispositif permettant d'effectuer des prélèvements successifs de fluide afin de capturer des variations chimiques ponctuelles sur les fonds océaniques.

15

Un autre objectif est de proposer un dispositif capable d'effectuer des prélèvements successifs de fluide sur de longues périodes de temps sans requérir une présence humaine.

20

Un autre objectif est de proposer un dispositif capable d'effectuer des prélèvements automatiquement dès lors qu'un changement environnemental est détecté autour dudit dispositif.

A cet effet, il est proposé en premier lieu un dispositif sous-marin de prélèvement d'échantillons de fluide dans lequel celui-ci comprend :

25

- un corps étanche définissant une cavité étanche,
- une pluralité de réservoirs d'échantillonnage comprenant chacun une capsule d'échantillonnage apte à contenir un échantillon et une entrée de remplissage, chaque capsule d'échantillonnage étant reliée par une liaison fluidique à ladite entrée de remplissage,
- une pluralité de vannes d'ouverture, chaque vanne d'ouverture étant apte à ouvrir et fermer une liaison fluidique entre la capsule d'échantillonnage et l'entrée de remplissage d'un réservoir donné,

30

- un microcontrôleur programmable situé à l'intérieur de la cavité étanche et apte à contrôler les vannes d'ouverture.

Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues seules ou en
5 combinaison :

- chaque réservoir d'échantillonnage comprend l'une des vannes d'ouverture, ;
- le dispositif comprend une pluralité d'électrovannes contrôlées par le microcontrôleur programmable lesquelles sont aptes à commander l'ouverture et la fermeture des vannes d'ouverture ;
10
- le dispositif comprend un réservoir de fluide comprimé contenant un fluide sous pression, chaque électrovanne étant reliée de manière fluidique d'une part audit réservoir d'échantillonnage et d'autre part à la vanne d'ouverture de sorte que lorsque l'électrovanne est ouverte, le fluide sous pression du réservoir de fluide comprimé circule en direction de la vanne d'ouverture du réservoir d'échantillonnage ;
15
- le dispositif comprend un tuyau de prélèvement muni d'un collecteur, chaque entrée de remplissage étant reliée de manière fluidique au tuyau de prélèvement ;
- le corps comprend une ceinture cylindrique fermée de part et d'autre par un couvercle arrière et un couvercle avant, le corps comprenant en outre une poutre, ces éléments formant ensemble la cavité étanche ;
20
- la poutre comprend un passage longitudinal s'étendant d'un bout à l'autre de celle-ci, le tuyau de prélèvement s'étendant le long dudit passage longitudinal et faisant saillie de part et d'autre du corps ;
25
- le dispositif comprend au moins une batterie pour alimenter les électrovannes et le microcontrôleur ;
- le dispositif comprend au moins un capteur apte à détecter des variations chimique et/ou de température et/ou sismique et/ou physique, et dans lequel au moins un capteur est apte à fournir ces informations de variations au microcontrôleur.
30
-

Il est proposé en second lieu un ensemble comprenant un dispositif tel que précédemment décrit et une bouée arrimée audit dispositif, cette bouée étant destinée à flotter à la surface d'un fluide, cette bouée étant munie de moyens de géolocalisation.

5 Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues seules ou en combinaison :

- la bouée comprend des moyens de géolocalisation et/ou des moyens d'émission/réception de données reliés au microcontrôleur.

10

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront dans la description ci-après en relation avec les dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective du dispositif sous-marin de prélèvement selon l'invention ;
- 15 - la figure 2 est une autre vue en perspective du dispositif sous-marin de prélèvement selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue en section selon le plan III-III de la figure 2 où le corps étanche est représenté ;
- 20 - la figure 4 est une vue en perspective de l'intérieur du dispositif ;
- la figure 5 est une vue en coupe d'un réservoir du dispositif ;
- la figure 6 est une vue similaire à celle de la figure 3 dans laquelle le dispositif est orienté différemment ;
- la figure 7 est une vue d'un ensemble comprenant le dispositif sous-marin de
- 25 prélèvement et une bouée arrimée audit dispositif.

Sur les figures 1 et 2, est représenté un dispositif **1** sous-marin de prélèvement d'échantillons. Ce dispositif **1** comprend un corps **2** étanche définissant une cavité **2a** étanche et deux supports, respectivement un support **3** avant et un support **4** arrière.

30

Le dispositif **1** comprend une pluralité de réservoirs **5** d'échantillonnage. Ces réservoirs **5** d'échantillonnage sont aptes et destinés à contenir un échantillon. Un

échantillon est dans le cas présent, une quantité de fluide prédéterminée dans laquelle des éléments chimiques peuvent être présents sous forme dissoute par exemple.

Dans le mode de réalisation représenté sur les figures, le dispositif **1** comprend douze réservoirs **5**. Toutefois le nombre de réservoirs **5** peut varier en fonction des besoins en prélèvements.

Ainsi qu'illustré sur les figures, les réservoirs **5** sont avantageusement disposés de manière régulière et de façon circulaire autour du corps **2**.

10

Chaque support **3, 4** comprend un orifice principal **6** de maintien du corps **2** ainsi qu'une pluralité d'orifices secondaires **7** de maintien des réservoirs **5**. L'orifice principal **6** est destiné à accueillir une extrémité du corps **2** et chaque orifice secondaire **7** est destiné à accueillir une extrémité d'un réservoir **5** d'échantillonnage. Ainsi les supports **3, 4** avant et arrière supportent respectivement une extrémité avant et arrière du corps **2** et une extrémité avant et arrière des réservoirs **5**, ceci conférant avantageusement une stabilité efficace au dispositif **1**.

Chaque support **3, 4** comprend une paroi **8** inférieure faisant office de pied sur lequel repose le dispositif **1** et deux parois **9** latérales reliées entre elles par une paroi **10** supérieure, généralement arrondie et définissant alors sensiblement un arc de cercle. La forme de la paroi **10** supérieure permet avantageusement d'économiser de la matière. *A contrario*, une paroi **10** supérieure rectiligne identique à la paroi **8** inférieure nécessiterait une quantité de matériau plus importante. Une épaisseur du support **3, 4** est telle qu'elle permet au dispositif **1** d'être stable. Cette épaisseur est avantageusement de l'ordre de quelques centimètres.

En référence à la figure 3, le corps **2** comprend :

- un couvercle arrière **11**, servant de support à plusieurs éléments qui seront détaillés ultérieurement,
- un couvercle avant **12**,
- une ceinture **13** cylindrique,

30

- une poutre **14**, et
- des éléments **15** de serrage.

On définit un repère orthogonal comprenant :

- 5
- un axe X horizontal s'étendant selon une direction d'extension du corps **2**,
 - un axe Y vertical perpendiculaire à l'axe X et définissant avec celui-ci un plan YX,
 - un axe Z perpendiculaire aux axes X et Y et définissant respectivement avec ceux-ci un plan ZX et un plan ZY.

10

Le couvercle arrière **11** et le couvercle avant **12** présentent en l'occurrence une forme générale de disque et sont munis en leur centre, d'un trou **16**. Le trou **16** comprend une encoche **17** annulaire dans laquelle est logée une entretoise **18** munie d'un joint **19** d'étanchéité. Dans la présente description, l'expression « annulaire »

15 désigne une forme d'anneau.

Sur une périphérie, le couvercle arrière **11** et le couvercle avant **12** sont prolongés par une patte **20** périphérique faisant saillie selon l'axe Y. Le couvercle arrière **11** et le couvercle avant **12** comprennent également une patte **21** annulaire

20 faisant saillie selon l'axe X. Les pattes **20**, **21** périphérique et annulaire définissent ensemble une zone **22** d'accueil ouverte sur l'extérieur et sensiblement en forme de L. La patte **20** annulaire comprend un logement **23** dans lequel loge une entretoise **24** annulaire périphérique munie d'un joint **19** d'étanchéité également annulaire.

25 Le couvercle arrière **11** et le couvercle avant **12** sont munis dans la zone **22** d'accueil, au voisinage d'une jonction entre la patte **20** périphérique et la patte **21** annulaire, d'un décroché formant une marche **25**. La marche **25** permet avantageusement de maintenir la ceinture **13** cylindrique à distance de la patte **20** périphérique ainsi qu'illustré sur la figure 3. En effet, la patte **20** périphérique est munie

30 d'une pluralité d'encoches **26** de préhension destinées à collaborer avec un outil extérieur (non représenté) notamment pour le montage et le démontage du dispositif **1**.

A cet effet, l'espace entre la patte **20** périphérique et la ceinture **13** cylindrique permet de laisser libre l'accès aux encoches **26** de préhension.

Le couvercle arrière **11** comprend une pluralité d'orifices **27** d'alimentation destinés à accueillir un écrou comprenant un boulon et une vis **28** perforée. Dans ce qui suit il sera fait référence audit écrou par l'expression vis **28** perforée. La perforation pratiquée dans la vis est longitudinale et permet avantageusement à un fluide de parcourir ladite vis **28** perforée d'une extrémité à l'autre de celle-ci.

Le dispositif **1** comprend plusieurs orifices **27** d'alimentation et vis **28** perforées. Chaque orifice **27** d'alimentation accueille une vis **28** perforée.

Dans le mode de réalisation représenté sur les figures, le couvercle arrière **11** est muni de douze orifices **27** d'alimentation. De façon plus générale, le couvercle arrière **11** comprend autant d'orifices **27** d'alimentation que le dispositif **1** comprend de réservoirs **5**.

La poutre **14** se présente sous la forme d'un tube muni d'un passage **29** longitudinal s'étendant d'un bout à l'autre de celle-ci. L'échantillon prélevé circule dans la poutre **14** à travers le passage **29**. Chaque extrémité de la poutre **14** est munie d'une portion **30** de fixation. La portion **30** de fixation présente une épaisseur de matière inférieure à celle du reste de la poutre **14** de telle sorte que le diamètre de la poutre **14** est inférieure au niveau des portions **30** de fixation. Ainsi le diamètre du passage **29** longitudinal reste sensiblement constant sur toute la longueur de la poutre **14**. Les portions **30** de fixation sont munies d'une extrémité **31** filetée. Avantagement, la longueur de la portion **30** de fixation (selon l'axe X) est supérieure à l'épaisseur du couvercle arrière **11** au voisinage du trou **16**, ceci de sorte qu'une partie substantielle de la portion **30** de fixation puisse dépasser du couvercle arrière **11** lorsque la poutre **14** est insérée dans celui-ci. A noter que seule l'extrémité **31** filetée de la portion **30** de fixation dépasse du couvercle arrière **11**.

Dans le mode de réalisation représenté sur les figures, le corps **2** comprend deux éléments **15** de serrage des couvercles **11**, **12** arrière et avant. Ces éléments **15** de serrage présentent une forme cylindrique. Ils sont munis d'un perçage **32** s'étendant de part et d'autre dudit élément **15** de serrage. Le perçage **32** présente une portion **33** taraudée apte et destinée à collaborer avec une extrémité **31** filetée de la poutre **14**. Chaque élément **15** de serrage comprend au moins un trou **34** de préhension. Dans le cas présent, chaque élément **15** de serrage comprend quatre trous **34** de préhension. Ces trous **34** de préhension sont destinés à collaborer avec un outil extérieur (non représenté).

10

Ainsi que précédemment évoqué, le dispositif **1** comprend des réservoirs **5**. Ces réservoirs **5** permettent de recueillir un échantillon de fluide comprenant éventuellement des espèces chimiques dissoutes ou non. Dans ce qui suit, il sera décrit un réservoir **5** d'échantillonnage en référence à la figure 5.

15

Le réservoir **5** d'échantillonnage présente dans le cas présent une forme cylindrique. Il est muni de trois parties à savoir :

- une partie **35** supérieure comprenant notamment une vanne **36** d'ouverture,
- une partie **37** intermédiaire comprenant notamment une entrée **69** de remplissage, et
- une partie **38** inférieure.

20

La partie **35** supérieure est couplée à la partie **37** intermédiaire laquelle est à son tour couplée à la partie **38** inférieure.

25

La partie **35** supérieure est munie d'une portion **39** supérieure définissant une cavité **40** supérieure, et d'une portion **41** inférieure définissant une cavité **42** inférieure.

La partie **35** supérieure du réservoir **5** d'échantillonnage (et de ce fait la cavité **40** supérieure) est scellée de manière étanche par un couvercle **43** rapporté et fixé par une pluralité de vis **44** de fixation. Dans le mode de réalisation illustré, le couvercle **43** est fixé au moyen de quatre vis **44** de fixation.

30

La vanne **36** d'ouverture est du type « tout ou rien ». Il s'agit d'une vanne « normalement fermée », c'est-à-dire que cette vanne est entièrement fermée en l'absence d'alimentation. La vanne **36** d'ouverture loge principalement dans la partie **35**
 5 supérieure. Une partie de la vanne **36** d'ouverture s'étend toutefois sensiblement dans la partie **37** intermédiaire ainsi que ceci sera expliqué par la suite.

La vanne **36** d'ouverture comprend un châssis **45** mobile, se déplaçant entre une position basse illustrée sur la figure 5 et dans laquelle la vanne est fermée, et une
 10 position haute (non représentée) dans laquelle la vanne est ouverte. La vanne **36** d'ouverture comprend un ressort **46** de rappel. Le ressort **46** de rappel maintient le châssis **45** mobile en position basse (vanne fermée) en l'absence d'alimentation. Le ressort **46** de rappel est situé entre le châssis **45** mobile et le couvercle **43**. Ainsi le ressort **46** de rappel prend appui sur le couvercle **43** d'une part et est en contact avec le
 15 châssis **45** mobile d'autre part afin de lui transmettre son énergie potentielle élastique.

Le châssis **45** mobile est solidaire d'un pointeau **47** dont la fonction sera décrite ultérieurement.

20 La portion **41** inférieure de la partie **35** supérieure présente avantageusement un diamètre inférieure à la portion **39** supérieure. Le couplage de la partie **35** supérieure avec la partie **37** intermédiaire est effectué en insérant la portion **41** inférieure dans une zone **48** d'accueil de la partie **37** intermédiaire. Avantageusement, la zone **48** d'accueil est sensiblement une contre-empreinte de la portion **41** inférieure.

25

Un passage **49** est pratiqué dans la portion **41** inférieure de la partie **35** supérieure. Ce passage **49** permet avantageusement de laisser circuler le pointeau **47** selon un mouvement longitudinal de translation. Ainsi que précédemment évoqué, la vanne **36** d'ouverture s'étend en partie dans la partie **37** intermédiaire via ledit pointeau
 30 **47**.

Plusieurs éléments **50** de guidage permettent de guider le mouvement du pointeau **47** dans la partie **35** supérieure et dans la partie **37** intermédiaire.

La partie **37** intermédiaire est munie d'une zone **51** tampon sensiblement cylindrique. Le diamètre de la zone **51** tampon est sensiblement inférieur au diamètre du pointeau **47** ainsi que l'illustre la figure 5.

La zone **51** tampon est alimentée en fluide par un canal d'alimentation **52** primaire communiquant avec le milieu extérieur via l'entrée **69** de remplissage. L'entrée **69** de remplissage se présente sous la forme d'un orifice **27** d'alimentation dans lequel loge une vis **28** perforée. D'autre part, la zone **51** tampon alimente une capsule **53** d'échantillonnage via un canal d'alimentation **54** secondaire.

La capsule **53** d'échantillonnage est formée par deux cavités, l'une appartenant à la partie **37** intermédiaire et l'autre appartenant à la partie **38** inférieure lorsque cette dernière est couplée à la partie **37** intermédiaire.

Avantageusement, la partie **38** inférieure est munie d'un orifice **55** d'extraction et d'une vis **28** perforée. L'orifice **55** d'extraction est identique aux orifices **27** d'alimentation. La terminologie « extraction » est uniquement utilisée afin de clarifier la fonction dudit orifice. La vis **28** perforée logeant dans l'orifice **55** d'extraction est scellée au moyen d'un goujon **56**. Ainsi la capsule **53** d'échantillonnage ne communique pas avec le milieu extérieur. C'est par l'orifice **55** d'extraction que l'échantillon de fluide dans la capsule **53** d'échantillonnage est récupéré.

25

Le pointeau **47** a pour fonction d'obstruer à la fois le canal d'alimentation **52** primaire et le canal d'alimentation **54** secondaire. Ainsi une extrémité du pointeau **47** présente avantageusement une forme de cône. Lorsque la vanne **36** d'ouverture est en position basse, une pointe du cône **57** rentre sensiblement dans le canal d'alimentation **54** secondaire obstruant celui-ci. En parallèle, le pointeau **47** bloque également le canal d'alimentation **52** primaire. La capsule **53** d'échantillonnage est par conséquent hermétiquement isolée du milieu extérieur.

A noter par ailleurs que le réservoir **5** d'échantillonnage comprend une pluralité de joints **19** d'étanchéité afin de l'étanchéifier du milieu environnant.

5 Un canal **58** d'alimentation permet d'ouvrir la vanne **36** d'ouverture. Ce canal **58** d'alimentation communique avec un orifice **27** d'alimentation pratiqué dans le couvercle **43**, cet orifice **27** d'alimentation étant également muni d'une vis **28** perforée.

10 Le canal **58** d'alimentation s'étend ainsi de part et d'autre du couvercle **43** et se prolonge dans le châssis **45** mobile et communique avec un canal **59** de répartition. Le canal **59** de répartition communique à son tour avec la cavité **40** supérieure. Lorsqu'un fluide sous pression est introduit dans le canal **58** d'alimentation, ce fluide est réparti dans la cavité **42** inférieure via le canal **59** de répartition faisant translater le châssis **45** mobile et son pointeau **47** dans le sens opposé à la force exercée par le ressort **46** de
15 rappel.

 Le dispositif **1** comprend divers éléments disposés dans le corps **2**. Ainsi le couvercle arrière **11** du corps **2** comprend un réservoir **60** de fluide comprimé apte à contenir un fluide comprimé, par exemple de l'azote. Le réservoir **60** de fluide
20 comprimé est par exemple de forme sensiblement annulaire et il sera ci-après fait référence à celui-ci par l'expression réservoir **60** annulaire. La section du réservoir **60** annulaire est sensiblement rectangulaire.

 Le réservoir **60** annulaire comprend une entrée **61** afin de le remplir en fluide
25 comprimé. Une pluralité d'électrovannes **62** est disposée sur le réservoir **60** annulaire et est connectée de manière fluidique à celui-ci. Le dispositif **1** comprend douze électrovannes **62**, une pour chaque réservoir **5** d'échantillonnage.

 Ainsi que précédemment évoqué, le couvercle arrière **11** comprend une pluralité
30 d'orifices **27** d'alimentation. Dans le mode de réalisation représenté, le couvercle arrière **11** comprend douze orifices **27** d'alimentation dans lesquels loge une vis **28** perforée.

Chaque électrovanne **62** est connectée de manière fluïdique à un orifice **27** d'alimentation du couvercle arrière **11**. La vis **28** perforée, qui fait saillie vers l'extérieur du corps **2**, est reliée de manière fluïdique à la vis **28** perforée du couvercle arrière **11** d'un réservoir **5** d'échantillonnage par un tuyau **63**. Ce tuyau **63** est configuré
5 pour résister à des pressions élevées de l'ordre de plusieurs centaines de bar.

Chaque électrovanne **62** est reliée et commandée par un microcontrôleur **64** disposé dans le corps **2**. Le microcontrôleur **64** et les électrovannes **62** sont alimentées en électricité par des batteries **65**.

10

Le dispositif comprend également des moyens de prélèvement. Il s'agit plus précisément, d'un tuyau **66** de prélèvement comprenant à une extrémité, un collecteur **67**. Le tuyau **66** s'étend le long du passage **29** longitudinal de la poutre **14** et fait saillie de part et d'autre du corps **2** ainsi que ceci est représenté sur la figure 2. Le collecteur
15 **67** se situe à une extrémité du tuyau **66**, ceci permet avantageusement de positionner le dispositif **1** à distance d'une cheminée volcanique en ne laissant exposé au-dessus de ladite cheminée, que le collecteur **67**. Le flux dégagé par la cheminée est collecté par le collecteur et traverse ensuite le tuyau **66** de prélèvement. Le dispositif **1** est alors moins exposé aux agressions environnementales telles que la température et/ou l'acidité. En
20 effet, les flux dégagés par la cheminée sont canalisés par le tuyau **66** de prélèvement et le collecteur **67** et sont guidés puis éjectés à distance du corps **2** de telle sorte que ce dernier n'est que légèrement touché par le flux dégagé par la cheminée.

Chaque réservoir **5** d'échantillonnage est relié de manière fluïdique au tuyau **66**
25 de prélèvement. De manière plus concise, la vis **28** perforée de l'orifice **27** d'alimentation de la capsule **53** d'échantillonnage de chaque réservoir **5** est reliée de manière fluïdique au tuyau **66** de prélèvement par un tuyau **68** d'échantillonnage.

Le prélèvement se fait dès lors que le microcontrôleur **64** envoie un ordre à une
30 électrovanne **62** d'alimenter le réservoir **5** d'échantillonnage en fluïde. Lorsque cet ordre est envoyé, la vanne **36** d'ouverture est alimentée en azote sous pression provenant du réservoir **60** annulaire. Le châssis **45** mobile et le pointeau **47** se déplacent

et laissent libre d'accès les canaux d'alimentation **52**, **54** primaire et secondaire. La capsule **53** d'échantillonnage se remplit puis le microcontrôleur **64** donne l'ordre à l'électrovanne **62** de stopper l'alimentation en azote comprimé. La vanne **36** d'ouverture se referme sous l'effet du ressort **46** de rappel et l'échantillon est définitivement capturé
5 dans la capsule **53** d'échantillonnage.

Ainsi que précédemment évoqué, les réservoirs **5** d'échantillonnage sont disposés de manière circulaire autour du corps **2**. Ceci permet avantageusement aux échantillons prélevés de parcourir un trajet identique quel que soit le réservoir **5**
10 d'échantillonnage dans lequel ledit échantillon sera conservé.

En référence à la figure 6, plusieurs dimensions sont représentées à titre d'illustration. De manière avantageuse la ceinture **13** cylindrique, le couvercle **12** avant et le couvercle **11** arrière présentent un diamètre **D1** environ égal à 270 millimètres. Un
15 diamètre intérieur **D2** de la ceinture **13** cylindrique est environ égal à 240 millimètres, ce diamètre **D2** définissant ainsi le diamètre de la cavité **2a** étanche. Un diamètre **D3** du passage **29** longitudinal est environ égal à 20 millimètres. Une épaisseur **E1** (selon l'axe X) des éléments **15** de serrage est environ égale à 29 millimètres. Une épaisseur **E2** (selon l'axe X) s'étendant d'une extrémité distale d'un élément **15** de serrage à une
20 extrémité distale de l'autre élément **15** de serrage est environ égale à 276 millimètres. Une épaisseur **E3** (selon l'axe X) du couvercle **12** avant et du couvercle **11** arrière est environ égale à 24 millimètres. Une épaisseur **E4** (selon l'axe X) de la cavité **2a** étanche qui s'étend depuis une paroi **P1** intérieure jusqu'à une paroi **P2** intérieure est environ égale à 170 millimètres. Une épaisseur **E5** (selon l'axe X) qui s'étend d'une paroi **F1**
25 extérieure du couvercle **11** arrière à une paroi **F2** extérieure du couvercle **12** avant est environ égale à 218 millimètres. La section du réservoir **60** annulaire présente une épaisseur **E6** (selon l'axe X) environ égale 30 millimètres et une largeur **L1** (selon l'axe Y) environ égale à 38,5 millimètres.

30 Le dispositif **1** ainsi décrit présente plusieurs avantages. Un premier avantage est qu'il permet d'effectuer des prélèvements successifs de fluide, car il comprend plusieurs

réservoirs **5** d'échantillonnage pilotés distinctement les uns et des autres en fonction du programme informatique implémenté dans le microcontrôleur **64**.

Un autre avantage est que le dispositif **1** permet d'effectuer des prélèvements
 5 successifs de fluide sur de longues périodes en toute autonomie. En effet le microcontrôleur **64** peut par exemple être programmé pour déclencher un prélèvement chaque mois pendant douze mois par exemple dans la mesure où le dispositif **1** comprend douze réservoirs **5** d'échantillonnage. Ceci permet d'obtenir une analyse sur une période d'une année.

10

Dans une variante de réalisation, le dispositif **1** comprend divers moyens de mesures embarqués. Il peut s'agir par exemple d'un thermomètre pour mesurer la température du fluide autour du dispositif **1**. Il peut également s'agir de divers capteurs chimiques pour détecter la présence de divers éléments chimiques. Le dispositif **1** peut
 15 également être équipé d'un capteur sismique. Ces capteurs **73** sont reliés au microcontrôleur **64** et ce dernier déclenche un prélèvement dès qu'un élément chimique et/ou une variation de pression/température, ou une activité sismique sont détectés.

Ainsi un autre avantage du dispositif **1** est qu'il permet d'effectuer des
 20 prélèvement automatiquement dès lors qu'un changement environnemental est détecté autour du dispositif **1**. Ceci permet notamment aux missions scientifiques d'acquérir des données plus fiables et de grande valeur.

Le dispositif peut être muni de moyens pour l'accrocher à un câble de treuil. Le
 25 treuil est situé sur le navire. Ces moyens permettent d'accrocher le dispositif au câble du treuil pour pouvoir descendre et placer le dispositif lorsqu'un rover n'est pas utilisé.

Le dispositif **1** est avantageusement relié à une bouée **70** en surface munie de moyens **71** de géolocalisation et/ou de moyens **72** de réception/émission de données, ces
 30 derniers étant reliés au microcontrôleur **64**. Ainsi un utilisateur peut déclencher un prélèvement à tout instant depuis une interface informatique via des moyens de télécommunication satellitaire par exemple. A travers cette interface, l'utilisateur peut

avantageusement choisir le réservoir dans lequel il souhaite recueillir l'échantillon. Avantageusement, le dispositif peut également fournir via la bouée en surface, des informations mesurées par les différents capteurs embarqués. Avantageusement, le programme définissant le calendrier et/ou la politique de déclenchement de l'échantillonnage peut être modifié à distance. Les moyens de géolocalisation et les moyens de réception/émission de données peuvent être alimentés par des batteries situées sur la bouée.

Dans un autre mode de réalisation, la bouée 70 peut être munie de panneaux solaires afin d'alimenter les moyens de géolocalisation et/ou les moyens de réception/émission de données. Les panneaux solaires peuvent également être utilisés pour recharger les batteries situées sur la bouée ou celles embarquées dans le dispositif 1.

Le dispositif peut être fabriqué en titane. De manière plus précise, les pièces en contact avec l'eau sont avantageusement faites en Titane. Le titane présente l'avantage de résister à la corrosion et aux fortes variations de températures. Ceci permet avantageusement de ne pas contaminer les échantillons prélevés.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (1) sous-marin de prélèvement d'échantillons de fluide **caractérisé en ce que** celui-ci comprend :
 - un corps (2) étanche définissant une cavité (2a) étanche,
 - une pluralité de réservoirs (5) d'échantillonnage comprenant chacun une capsule (53) d'échantillonnage apte à contenir un échantillon et une entrée (69) de remplissage, chaque capsule (53) d'échantillonnage étant reliée par une liaison fluide à ladite entrée (69) de remplissage,
 - une pluralité de vannes (36) d'ouverture, chaque vanne (36) d'ouverture étant apte à ouvrir et fermer une liaison fluide entre la capsule (53) d'échantillonnage et l'entrée (69) de remplissage d'un réservoir (5) donné,
 - un microcontrôleur (64) programmable situé à l'intérieur de la cavité (2a) étanche et apte à contrôler les vannes (36) d'ouverture
 - un tuyau (66) de prélèvement muni d'un collecteur (67) situé à une extrémité du tuyau (66) de prélèvement, chaque entrée (69) de remplissage étant reliée de manière fluide au tuyau de (66) prélèvement.

2. Dispositif selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** chaque réservoir (5) d'échantillonnage comprend l'une des vannes (36) d'ouverture.

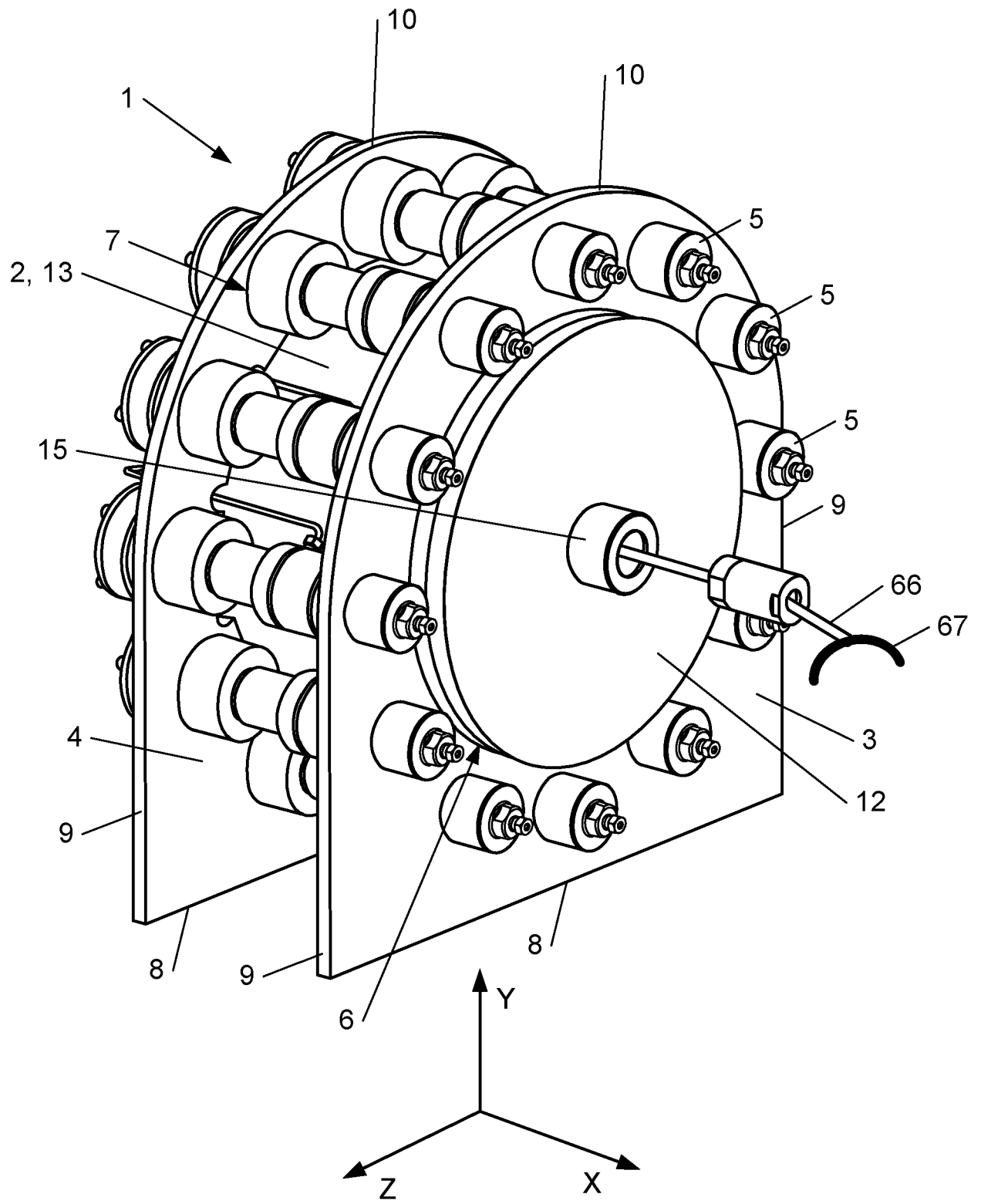
3. Dispositif selon la revendication 2 **caractérisé en ce que** celui-ci comprend une pluralité d'électrovannes (62) contrôlées par le microcontrôleur (64) programmable lesquelles sont aptes à commander l'ouverture et la fermeture des vannes (36) d'ouverture.

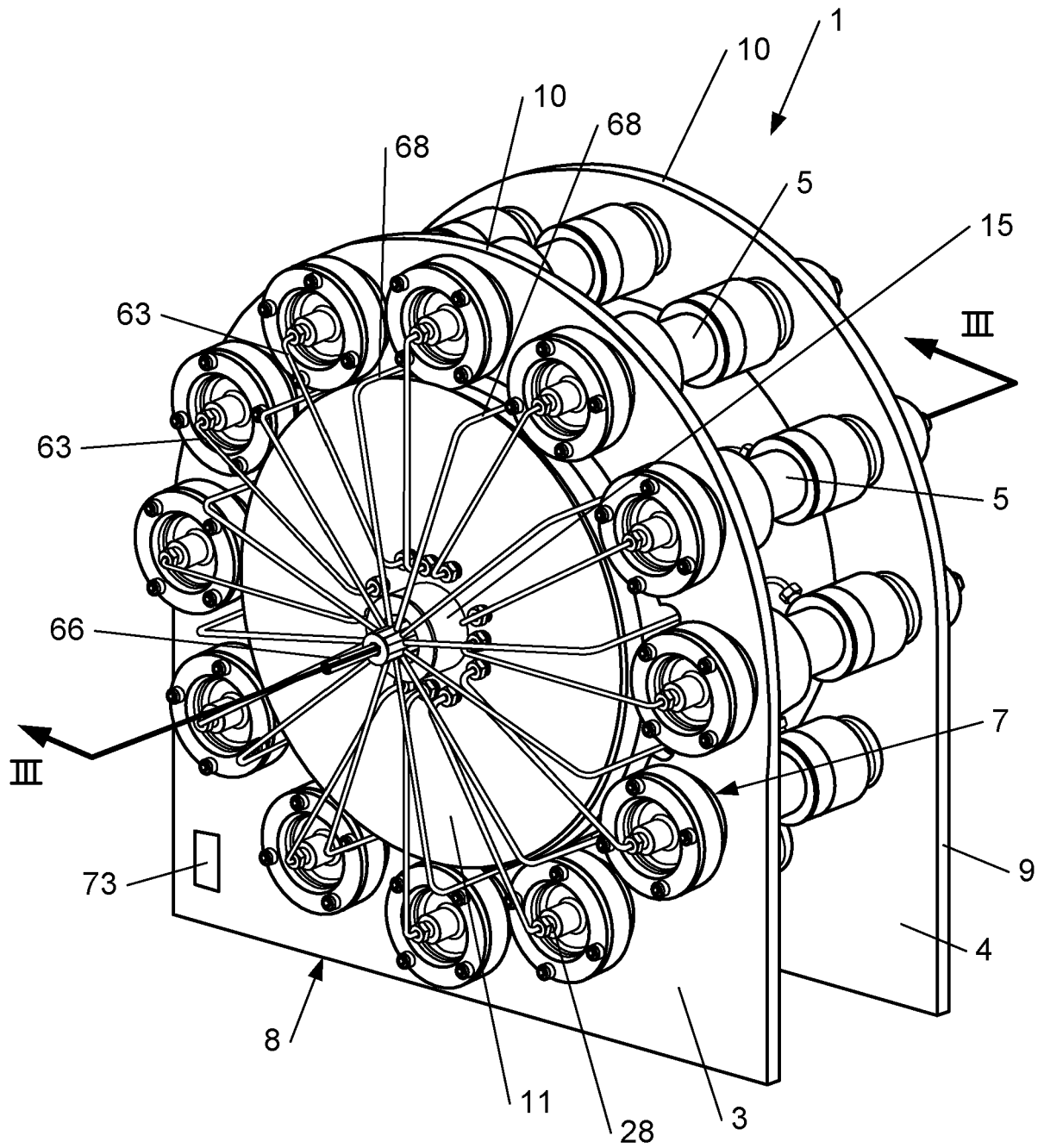
4. Dispositif selon la revendication 3 **caractérisé en ce que** celui-ci comprend un réservoir (60) de fluide comprimé contenant un fluide sous pression, chaque électrovanne (62) étant reliée de manière fluide d'une part audit réservoir (5) d'échantillonnage et d'autre part à la vanne (36) d'ouverture de

sorte que lorsque l'électrovanne (62) est ouverte, le fluide sous pression du réservoir (60) de fluide comprimé circule en direction de la vanne (36) d'ouverture du réservoir (5) d'échantillonnage.

5. Dispositif selon la revendication 4 **caractérisé en ce que** le corps (2) comprend une ceinture (13) cylindrique fermée de part et d'autre par un couvercle arrière (11) et un couvercle avant (12), le corps comprenant en outre une poutre (14), ces éléments formant ensemble la cavité (2a) étanche.
6. Dispositif selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** la poutre (14) comprend un passage (29) longitudinal s'étendant d'un bout à l'autre de celle-ci, le tuyau (66) de prélèvement s'étendant le long dudit passage (29) longitudinal et faisant saillie de part et d'autre du corps (2).
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6 **caractérisé en ce que** celui-ci comprend au moins une batterie (65) pour alimenter les électrovannes (62) et le microcontrôleur (64).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** celui-ci comprend au moins un capteur apte à détecter des variations chimique et/ou de température et/ou sismique et/ou physique, et **en ce que** au moins un capteur est apte à fournir ces informations de variations au microcontrôleur.
9. Ensemble comprenant un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes et une bouée (70) arrimée audit dispositif (1), cette bouée étant destinée à flotter à la surface d'un fluide, cette bouée (70) étant munie de moyens de géolocalisation.

10. Ensemble selon la revendication 9 **caractérisé en ce que** la bouée comprend des moyens d'émission/réception de données, reliés au microcontrôleur.

**Fig. 1**

**Fig. 2**

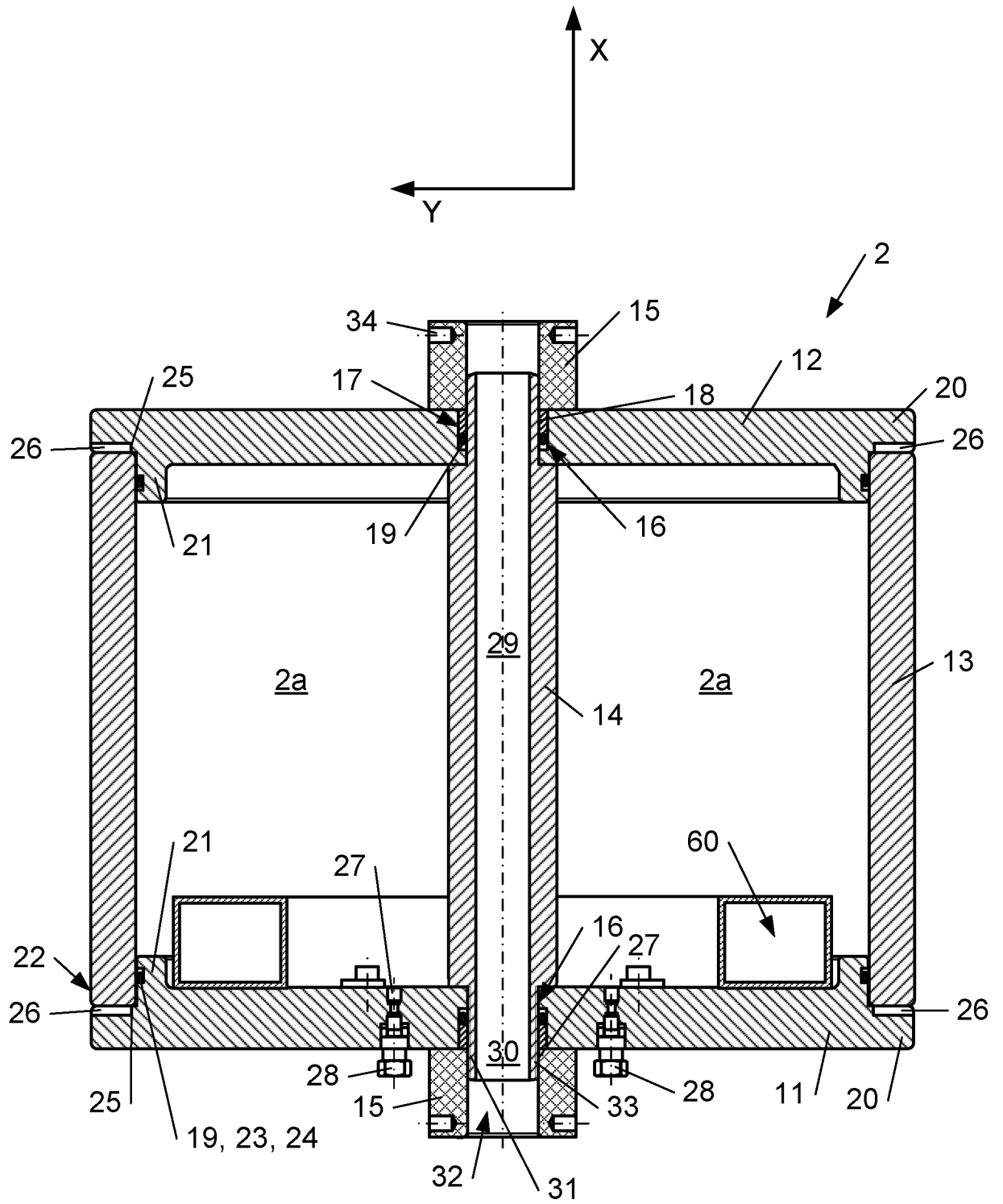
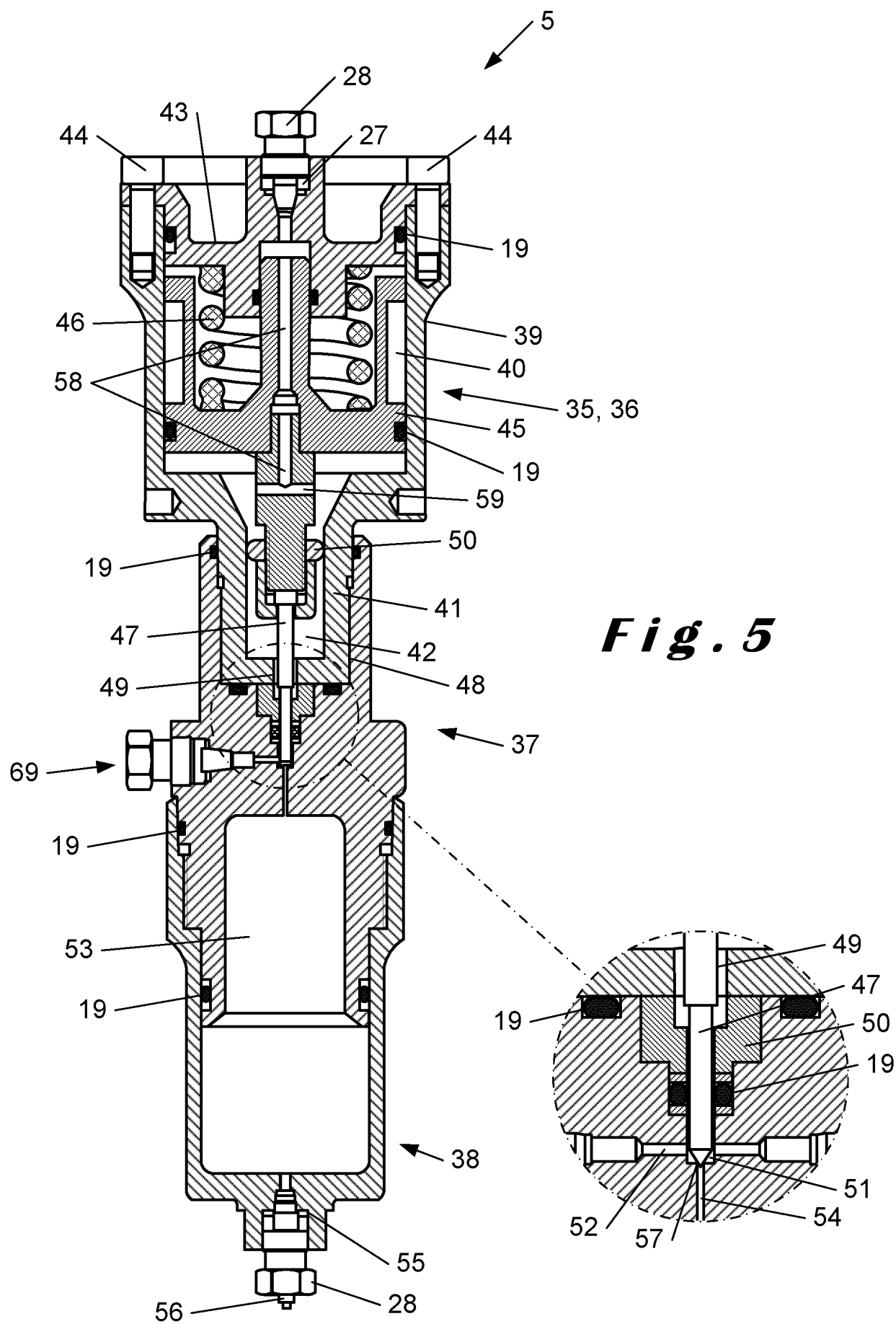
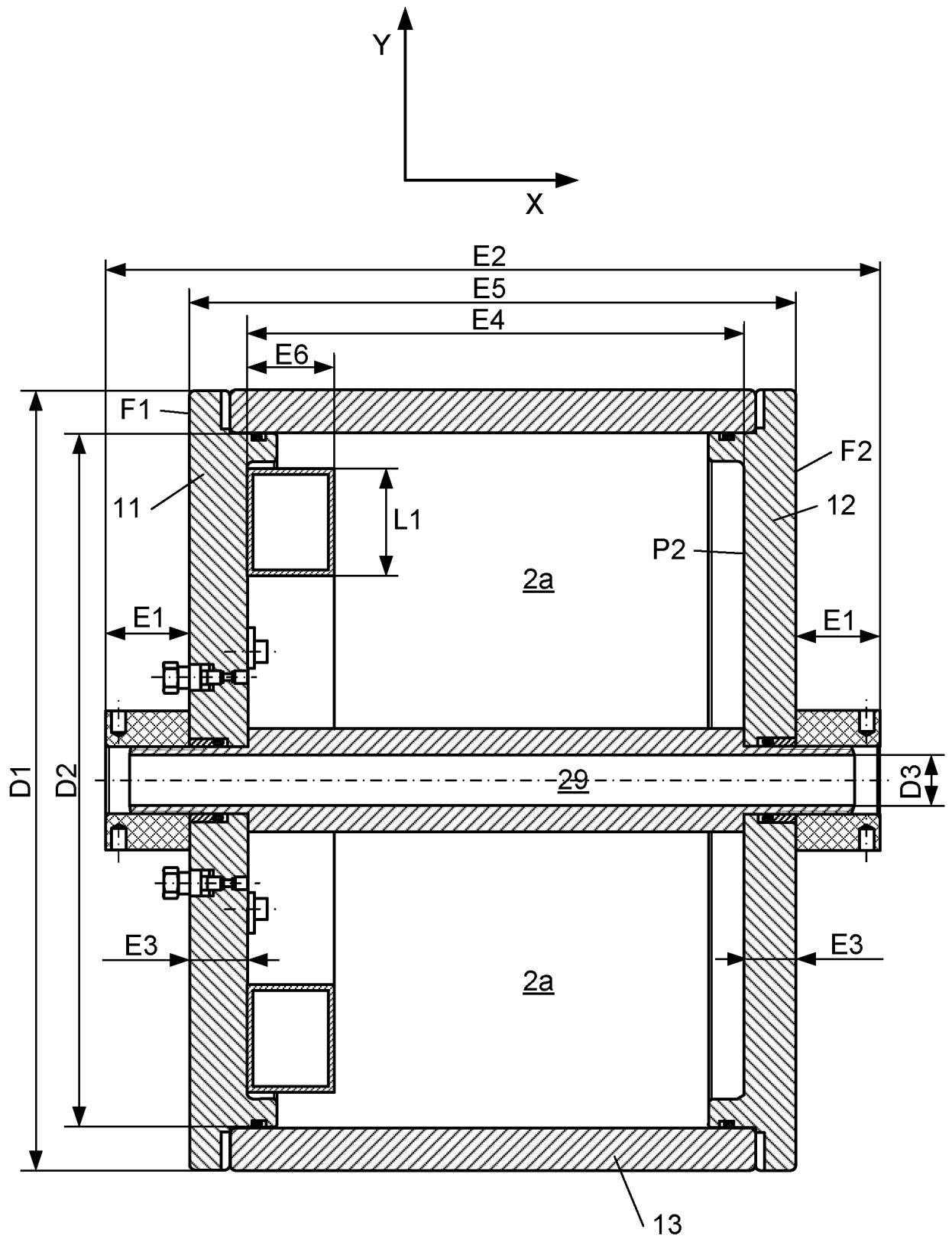
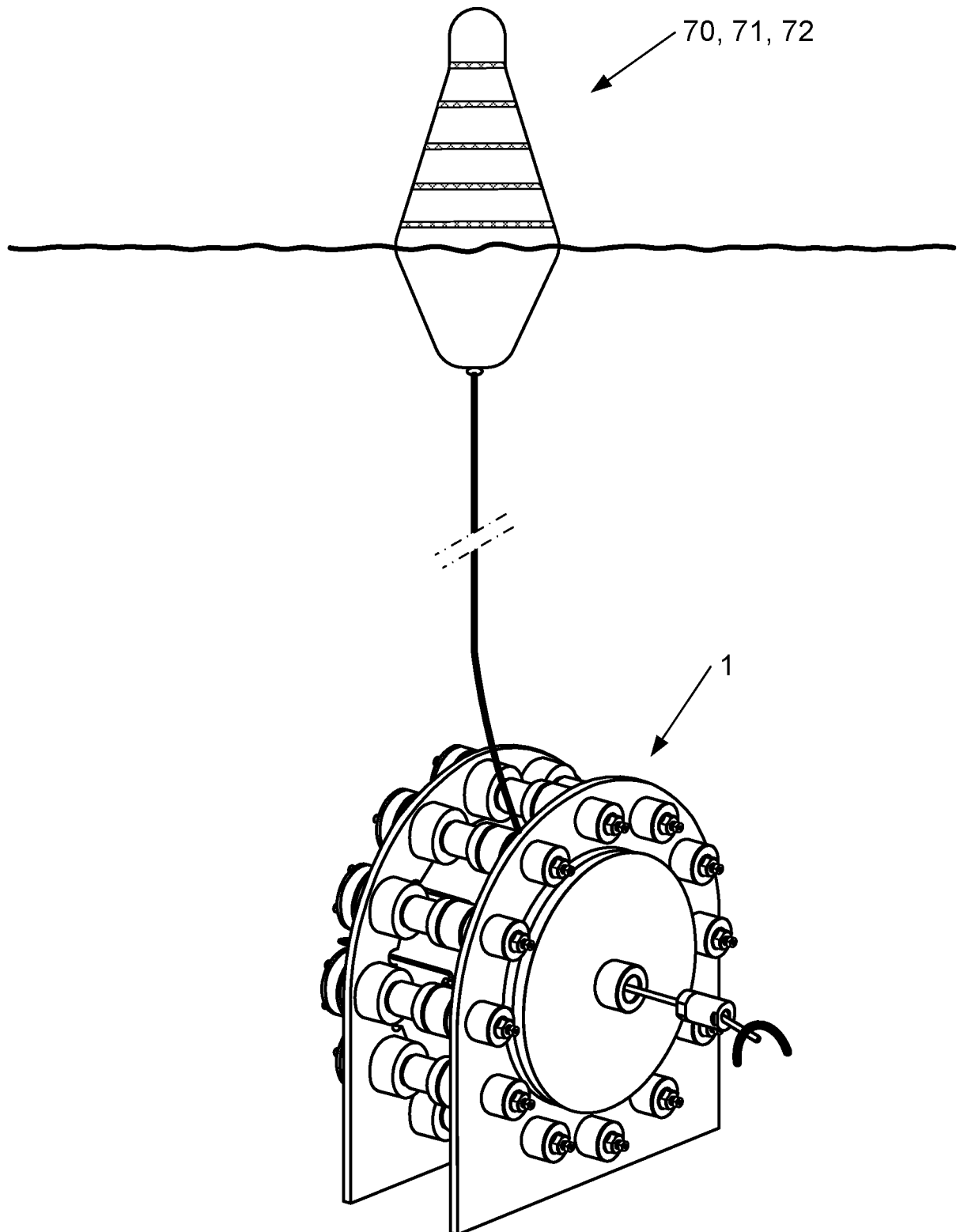
**Fig. 3**

Fig. 4



**Fig. 6**

***Fig. 7***

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 4 089 209 A (GRANA DAVID C ET AL) 16 mai 1978 (1978-05-16)

US 2015/362472 A1 (VAN MOOY BENJAMIN A S [US] ET AL) 17 décembre 2015 (2015-12-17)

EP 1 640 649 A1 (NORDSON CORP [US]) 29 mars 2006 (2006-03-29)

CN 204 286 873 U (INST YDROGEOLOGY & ENVIRONMENTAL GEOLOGY CAGS) 22 avril 2015 (2015-04-22)

WO 2009/064373 A1 (UNIV CALIFORNIA [US]; BISHOP JAMES K [US]) 22 mai 2009 (2009-05-22)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT