

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 134 400

②① N° d'enregistrement national : **22 03210**

⑤① Int Cl⁸ : **E 03 B 3/12** (2022.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 07.04.22.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.10.23 Bulletin 23/41.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *Agence nationale pour la gestion des
déchets radioactifs Etablissement public à caractère
industriel et commercial — FR.*

⑦② Inventeur(s) : Schneider Vincent et Gigleux Sylvain.

⑦③ Titulaire(s) : Agence nationale pour la gestion des
déchets radioactifs Etablissement public à caractère
industriel et commercial.

⑦④ Mandataire(s) : ALTA ALATIS PATENT Speas.

⑤④ Dispositif échantillonneur pour le prélèvement d'eaux souterraines et procédé de prélèvement associé.

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif échantillonneur (10) pour le prélèvement d'eaux souterraines, le dispositif échantillonneur (10) étant caractérisé en ce qu'il comprend une canne de prélèvement (11) suspendue par des moyens de suspension et d'extraction (100) reliés à la surface (S) et comprenant une colonne intermédiaire (12) tubulaire s'étendant suivant un axe longitudinal de référence (A) entre une extrémité supérieure (13) et une extrémité inférieure (14), et en ce que : l'extrémité supérieure (13) comprend une interface de connexion (23) connectée à un circuit (15) relié à une ou plusieurs pompe(s) (16) pour aspirer des eaux souterraines depuis l'extrémité inférieure (14), traversant la colonne intermédiaire (12) et refouler les eaux aspirées jusqu'à la surface (S); et en ce que l'extrémité inférieure (14) comprend un clapet (141) configuré pour ouvrir et fermer un canal d'écoulement (142) de sorte à ouvrir et fermer, respectivement, l'extrémité inférieure (14) de la canne de prélèvement (11).

FR 3 134 400 - A1



Description

Titre de l'invention : Dispositif échantillonneur pour le prélèvement d'eaux souterraines et procédé de prélèvement associé

Domaine technique de l'invention

- [0001] L'invention concerne, de façon générale, le domaine technique des prélèvements d'eaux.
- [0002] L'invention se rapporte plus spécifiquement à un dispositif échantillonneur pour le prélèvement d'eaux souterraines

État de la technique antérieure

- [0003] La réalisation de prélèvements d'eaux souterraines connaît des solutions diverses, chacune d'elles étant généralement adaptée à un environnement donné et/ou à la nature du prélèvement recherché.
- [0004] On connaît par exemple des dispositifs échantillonneurs passifs tels que des cannes de prélèvement ou des préleveurs. Ils permettent de faire des prélèvements de la partie superficielle de la colonne d'eau, à l'exception des préleveurs automatiques à déclenchement qui permettent de prélever en profondeur de façon généralement asservie à une ou plusieurs données extérieures. Bien que de tels dispositifs échantillonneurs passifs sont pratiques d'utilisation pour des prélèvements ponctuels ou de diagnostic, leur utilisation pour le renouvellement de la colonne d'eau est impossible en routine.
- [0005] On connaît également des dispositifs échantillonneurs actifs émergés tels que des pompes de surface ou encore des pompes péristaltiques. De tels dispositifs échantillonneurs permettent de réaliser des purges ou des prélèvements, via l'utilisation de tubes plongeurs. Leur utilisation est limitée à quelques mètres de profondeur du fait de la mise en ébullition de l'eau pour les niveaux piézométriques au-delà de 7 mètres de profondeur environ. Par ailleurs, ces types de dispositifs échantillonneurs peuvent provoquer une mise en dépression de l'échantillon, et donc potentiellement modifier les caractéristiques de l'échantillon prélevé (dégazages, fractionnements isotopiques ...).
- [0006] Des solutions de dispositifs échantillonneurs actifs immergés sont également connues, par exemple munis de pompes immergées ou à inertie, ou encore munis d'un hydrocapteur.
- [0007] Des pompes immergées par exemple permettent généralement de réaliser des purges ou des prélèvements, les limites de profondeur étant fonction du type de pompe. Leur utilisation est limitée à leur dénoyage, notamment si la productivité de l'ouvrage est insuffisante au regard du débit minimal de pompage, du fait du dénoiement du dispositif. À l'exception des dispositifs « bas débits » aussi appelés « low-flow » en jargon anglo-

saxon, leur débit minimum est souvent supérieur à 1L/min. Un inconvénient majeur de ce type de dispositifs est que le mouvement des pales des pompes employées est susceptible de casser certaines molécules, et la cavitation à leur surface peut potentiellement modifier les caractéristiques de l'échantillon (dégazages, fractionnements isotopiques ...).

[0008] S'agissant des pompes à inertie, elles sont généralement munies d'une valve à la base du tube plongeur, et permettent de prélever des échantillons dans des forages de petit diamètre, et de relativement grande profondeur. Un mouvement de va-et-vient vertical du préleveur permet, lors de la descente, de faire rentrer l'eau dans le tube plongeur, et, lors de la remontée, de fermer et d'empêcher l'eau prélevée contenue dans le tube plongeur de sortir. Cependant, le mouvement de va-et-vient créé dans le forage peut provoquer une forte remise en suspension de sédiments, nécessitant la mise en place de filtrations complémentaires, et pouvant perturber également la qualité des échantillons.

[0009] De manière générale on constate que le prélèvement d'échantillon à l'aide de pompes immergées entraîne le risque de perturber les échantillons, du fait du passage à travers des matériels constitutifs : échanges physico-chimiques entre l'eau et les matériaux (pompes, tuyaux, raccords, etc.), cavitation, passage à travers des pales des pompes, etc. De même, la réalisation de prélèvements d'eaux souterraines à l'aide d'échantillonneurs à valve ne permet pas de renouveler la colonne d'eau (échantillons non représentatifs), ni de choisir la profondeur de prélèvement, sauf en utilisant des échantillonneurs automatiques à déclenchement, ce qui est plus complexe et donc plus onéreux.

Exposé de l'invention

[0010] L'invention vise à remédier à tout ou partie des inconvénients de l'état de la technique en proposant notamment une solution permettant à la fois de renouveler l'eau d'un forage et de prélever de manière la plus représentative possible des échantillons d'eaux souterraines, non perturbés par les systèmes de pompage (dépression, cavitation, etc.), à des profondeurs déterminées, selon les recommandations en vigueur.

[0011] Un autre objectif poursuivi est de proposer une solution suffisamment simple de manière à pouvoir être utilisée en routine

[0012] Un avantage recherché de la solution est également de limiter les volumes pompés, afin de limiter le soutirage de la fraction fine de la formation, compte tenu des recommandations des autorités.

[0013] Pour ce faire est proposé, selon un premier aspect de l'invention, un dispositif échantillonneur pour le prélèvement d'eaux souterraines, le dispositif échantillonneur étant caractérisé en ce qu'il comprend une canne de prélèvement suspendue par des moyens

de suspension et d'extraction reliés à la surface et comprenant une colonne intermédiaire tubulaire s'étendant suivant un axe longitudinal de référence entre une extrémité supérieure et une extrémité inférieure, et en ce que :

- l'extrémité supérieure comprend une interface de connexion connectée à un circuit relié à une ou plusieurs pompe(s) pour aspirer des eaux souterraines depuis l'extrémité inférieure, traversant la colonne intermédiaire et refouler les eaux aspirées jusqu'à la surface ;
- l'extrémité inférieure comprend un clapet configuré pour ouvrir et fermer un canal d'écoulement de sorte à ouvrir et fermer, respectivement, l'extrémité inférieure de la canne de prélèvement.

[0014] Grâce à une telle combinaison de caractéristiques, le dispositif échantillonneur dispose d'une canne de prélèvement configurée à la fois de renouveler l'eau d'un forage dans une phase d'utilisation durant lequel il est utilisé dans la continuité du circuit relié à la pompe, c'est-à-dire montée en série avec le circuit d'aspiration des eaux souterraines, et durant une autre phase d'utilisation, de prélever de manière la plus représentative possible des échantillons d'eaux souterraines, sans avoir à traverser une pompe, l'échantillon prélevé étant alors contenu dans la canne de prélèvement fermée et peut être récupéré après avoir été extrait à la surface.

[0015] Selon un mode de réalisation, le clapet et un clapet antiretour, de préférence constitué par une bille. Une telle configuration apporte une simplicité de fonctionnement utilisant les principes physiques bien connus liés à la gravitation de la bille sans avoir à utiliser d'énergie extérieure nécessitant une source d'énergie particulière.

[0016] Selon un mode de réalisation, l'extrémité supérieure comprend une pièce de raccordement supérieure distincte de la colonne intermédiaire, la pièce de raccordement supérieure présentant une interface de raccordement avec une extrémité supérieure de la colonne intermédiaire et comprenant l'interface de connexion.

[0017] Selon un mode de réalisation, l'extrémité inférieure comprend un embout inférieur distinct de la colonne intermédiaire, l'embout inférieur présentant une interface de raccordement avec une extrémité inférieure de la colonne intermédiaire et délimitant le canal d'écoulement.

[0018] Selon un mode de réalisation, l'interface de connexion de l'extrémité supérieure et le canal d'écoulement de l'extrémité inférieure sont alignés axialement par rapport à l'axe de référence.

[0019] Selon un mode de réalisation, l'interface de raccordement et l'interface de connexion de la pièce de raccordement supérieure et/ou l'interface de raccordement et le canal d'écoulement de l'embout inférieur sont alignés axialement par rapport à l'axe de référence de la colonne intermédiaire.

[0020] Selon un mode de réalisation, le clapet est configuré pour être commandé par un ac-

tionneur accessible depuis l'extérieur, l'actionneur du clapet comportant de préférence un levier mobile, de préférence en rotation autour d'un axe orthogonal à l'axe de référence, entre une position d'ouverture et une position de fermeture du canal d'écoulement. Un tel levier est particulièrement simple à mettre en œuvre. De préférence le levier est manuel, c'est-à-dire qu'il est configuré pour être déplacé entre ses positions de fermeture et d'ouverture du canal d'écoulement par un actionnement manuel. Le levier est contraint de préférence élastiquement par des moyens d'emménagement d'énergie, par exemple un ressort de torsion, vers une position d'équilibre correspondant à la position de fermeture.

- [0021] Selon un mode de réalisation, la pièce de raccordement supérieure et/ou l'embout inférieur est(sont) fabriqué(e)(s) d'un seul tenant. Par exemple, la pièce correspondante peut être fabriquée par un procédé de fabrication additive. Dans le cas de l'embout inférieur par exemple, on obtient un levier fabriqué directement par la mise en œuvre du procédé de fabrication additive et directement positionné sur l'embout de sorte que le procédé de fabrication peut être simplifié à son maximum.
- [0022] Selon un mode de réalisation, la pièce de raccordement supérieure et l'embout inférieur sont reliés ensemble par des éléments de liaison distincts de la colonne intermédiaire, les éléments de liaison comprenant de préférence des câbles de suspension s'étendant parallèlement à l'axe de référence et autour de la colonne intermédiaire, en position assemblée. De cette manière, dans une position d'utilisation, la colonne tubulaire repose sur l'embout inférieur, lui-même suspendu à la pièce de raccordement supérieure par l'intermédiaire des éléments de liaison. En pratique, on note que des moyens d'étanchéité ne sont pas nécessaires pour permettre le fonctionnement du dispositif d'échantillonneur. Une telle construction est également simple et fiable et permet, pour une bonne maintenance, de pouvoir remplacer si besoin l'une ou l'autre des pièces telles que la pièce de raccordement supérieure, l'embout inférieur, la colonne tubulaire ou les éléments de liaison, ce qui minimise les coûts de maintenance.
- [0023] Selon un mode de réalisation, les éléments de liaison sont au moins au nombre de deux, de préférence au moins trois, répartis de façon homogène radialement autour de la canne de prélèvement, soit autour de son axe de référence. De cette manière, on assure un serrage homogène des éléments entre eux.
- [0024] Bien entendu les éléments de liaison peuvent comporter différents moyens de liaison que des câbles. Par exemple, il peut s'agir de fils ou cordes de différentes natures, voire de tiges.
- [0025] Selon un mode de réalisation, la pièce de raccordement supérieure délimite un espace intérieur à l'intérieur duquel sont logés des crochets configurés pour supporter, en position assemblée d'utilisation, une portion d'accrochage de l'extrémité supérieure de la colonne intermédiaire, la portion d'accrochage comprenant de préférence au moins

une entretoise s'étendant orthogonalement à l'axe de référence.

- [0026] Selon un mode de réalisation, la pièce de raccordement supérieure présente par rapport à l'axe de référence une première position angulaire d'assemblage avec l'extrémité supérieure de la colonne intermédiaire par un coulisement axial de l'extrémité supérieure de la colonne intermédiaire dans l'interface de raccordement de la pièce de raccordement supérieure, et une position angulaire différente d'assemblage dans laquelle, après pivotement de la pièce de raccordement supérieure par rapport à la colonne intermédiaire, les crochets dans la pièce de raccordement supérieure sont en prise avec la portion d'accrochage de la colonne intermédiaire. Une telle configuration permet de suspendre la colonne tubulaire au niveau de son extrémité supérieure en prise avec la pièce de raccordement supérieure.
- [0027] Selon un mode de réalisation, le dispositif échantillonneur comprend des moyens d'étanchéité entre la pièce de raccordement supérieure et la colonne intermédiaire et/ou entre l'embout inférieur et la colonne intermédiaire.
- [0028] Selon un autre aspect de l'invention, celle-ci a trait à un procédé de prélèvement d'eaux souterraines par un dispositif échantillonneur présentant tout ou partie des caractéristiques décrites ci-avant, le procédé de prélèvement comportant au moins les étapes suivantes :
- immersion de la canne de prélèvement (11) au moins dans des eaux souterraines, par exemple à travers un puits de forage ;
 - pompage d'eaux souterraines à travers le dispositif échantillonneur de sorte à purger la canne de prélèvement, les eaux souterraines étant aspirées par la ou les pompe(s) depuis l'extrémité inférieure, traversant la colonne tubulaire puis refoulées au moins en partie jusqu'à la surface;
 - arrêt du pompage ;
 - fermeture du clapet de sorte à bloquer l'échantillon d'eaux souterraines contenu dans la canne de prélèvement;
 - extraction à la surface depuis les eaux souterraines du dispositif échantillonneur contenant l'échantillon d'eaux souterraines prélevé ;
 - récupération d'une partie au moins de l'échantillon d'eaux souterraines prélevé contenu dans la canne de prélèvement.
- [0029] Grâce à un tel procédé, une fois la purge effectuée et la stabilisation des paramètres physico-chimiques atteinte, le pompage est arrêté, et l'échantillon est bloqué dans la canne de prélèvement, sans transiter au travers de la pompe. Il est ainsi possible d'obtenir un échantillon représentatif du milieu, en s'affranchissant des effets potentiels des pompes, et en s'écartant des limites et des influences sur les échantillons comme décrites en référence à l'art antérieur.

brÈve description des figures

[0030] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit, en référence aux figures annexées, qui illustrent :

[Fig.1] : une vue schématique d'un dispositif échantillonneur selon un mode de réalisation ;

[Fig.2] : une vue d'un mode de réalisation des moyens de suspension et d'extraction reliés à la surface et auxquels est destinée à être suspendue une canne de prélèvement ;

[Fig.3] : une vue d'une canne de prélèvement selon un mode de réalisation ;

[Fig.4] : une vue éclatée en perspective isométrique d'une pièce de raccordement supérieure d'une extrémité supérieure de la canne de prélèvement de la [Fig.3] et d'une partie d'une colonne intermédiaire tubulaire ;

[Fig.5] : une vue en coupe A-A de la [Fig.4] ;

[Fig.6] : une vue de côté de la [Fig.4] ;

[Fig.7] : une vue en coupe B-B- de la [Fig.6] ;

[Fig.8] : une vue en coupe C-C de la [Fig.6] ;

[Fig.9] : une vue en perspective isométrique d'un embout inférieur d'une extrémité inférieure de la canne de prélèvement selon la [Fig.3] ;

[Fig.10] : une vue en coupe axiale selon un axe de référence vertical de l'embout inférieur de la [Fig.9] ;

[Fig.11] : une vue en coupe D-D de la [Fig.10].

[0031] Pour plus de clarté, les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de référence identiques sur l'ensemble des figures.

description DÉTAILLÉE d'un mode de rÉalisation

[0032] Les figures **1** ([Fig.1]) et **2** ([Fig.2]) illustrent un dispositif échantillonneur **10** selon un mode de réalisation, le dispositif échantillonneur **10** étant adapté pour le prélèvement d'eaux souterraines.

[0033] Le dispositif échantillonneur **10** comprend une canne de prélèvement **11** formant un tube préleveur et suspendue par des moyens de suspension et d'extraction **100** reliés à la surface **S**.

[0034] Les moyens de suspension et d'extraction **100** comprennent notamment au moins trépied ou une chèvre **101** permettant d'élanger la canne de prélèvement **11** au niveau de la surface **S**. L'élingue **102** associée est suspendue au niveau d'un point de suspension **103** situé au droit d'un puits de forage **104** dans lequel un prélèvement d'échantillon doit être effectué. Le point de suspension **103** peut être muni d'un moyen de renvoi d'angle tel qu'une poulie. Dans ce cas l'élingue s'étend jusqu'à un point d'ancrage déporté, c'est-à-dire qu'un brin tendu de l'élingue s'étend alors entre le point de suspension **103** formé au niveau de la poulie et un point d'ancrage (non

illustré) déporté, par exemple jusqu'au sol. Ce point d'ancrage peut être également comporter un moyen de stockage d'une réserve d'élingue, par exemple muni d'un tambour, ces moyens pouvant être motorisés ou manuels, pour permettre l'enroulement et le déroulement du câble **102**. Dans une configuration particulière, on pourra placer un tel moyen de stockage de réserve de câble directement au niveau du point de suspension **103** au droit du point de forage **104**. Dans cette configuration également, ces moyens pouvant être motorisés et/ou manuels, par exemple au moyen d'une manivelle à titre principal, voire à titre secondaire pour palier par exemple à une éventuelle avarie du moteur ou motoréducteur.

[0035] De cette manière, l'élingue **102** est reliée :

- d'une part à des moyens motorisés et/ou manuels situés à la surface **S** pour permettre de déployer ou enrouler le câble associé, et
- d'autre part, à la canne de prélèvement **11** de sorte à pouvoir descendre ou remonter ladite canne de prélèvement **11** dans le puits de forage **104**, c'est-à-dire dans le trou de forage ou un tubage de souverainement délimitant le puits.

[0036] L'utilisation d'une élingue **102** pour élever la canne de prélèvement **11** permet de limiter tout effort de traction directement sur un tuyau d'exhaure **106**. Par ailleurs, une telle élingue **102** est de préférence configurée de sorte à respecter une neutralité chimique pour éviter toute interaction. On notera que l'élingue **102** utilisée peut être par exemple constituée d'un câble. Suivant d'autre variante, l'élingue **102** peut comprendre un filin d'une matière au choix (nylon, acier, etc.), une tige telle qu'une tige filetée, une corde, une chaîne ou tout autre fil.

[0037] La canne de prélèvement **11** comporte une colonne intermédiaire **12** tubulaire s'étendant suivant un axe longitudinal de référence **A** entre une extrémité supérieure **13** et une extrémité inférieure **14**. L'axe de référence **A** s'étend verticalement dans une position d'utilisation de la canne de prélèvement **11**, lorsqu'elle est suspendue à l'élingue **102** dans le puits **104** de forage. La canne de prélèvement **11** est destinée à venir être immergée dans des eaux souterraines durant le prélèvement d'échantillon, notamment dans une zone suffisamment profonde pour venir baigner dans la zone **Z1** saturée de l'aquifère.

[0038] Une canne de prélèvement **11** selon l'invention est illustrée plus en détail sur la [Fig.3] ([Fig.3]). La colonne intermédiaire **12** tubulaire présente ici un profilé cylindrique. Une section constante de la colonne intermédiaire **12** garantit une facilité d'utilisation lorsque la canne de prélèvement **11** évolue dans le puits de forage, et facilite également son guidage lors de ses déplacements verticaux. Par ailleurs, une section circulaire de la colonne intermédiaire **12** permet de garantir la bonne circulation du flux d'eau à l'intérieur d'elle, et s'adapte extérieurement plus facilement à

des puits de forages de section circulaire résultant directement des outils de forage utilisés.

- [0039] Comme évoqué précédemment, la colonne intermédiaire **12** tubulaire s'étend axialement entre ses extrémités supérieure **13** et inférieure **14**.
- [0040] Les figures **4** ([Fig.4]) à **8** ([Fig.8]) illustrent des détails de l'extrémité supérieure **13** de la canne de prélèvement **11** de la [Fig.3] ([Fig.3]).
- [0041] L'extrémité supérieure **13** de la canne de prélèvement **11** comprend une interface de connexion **23** connectée à un circuit **15** relié à une ou plusieurs pompes **16**, montées en série dans le cas d'une pluralité de pompes, pour aspirer des eaux souterraines depuis l'extrémité inférieure **14**, traversant la colonne intermédiaire **12** et refouler les eaux aspirées jusqu'à la surface **S** par le tuyau d'exhaure **106**. Dans ce mode de réalisation, l'extrémité supérieure **13** comprend une pièce rapportée formant une pièce de raccordement supérieure **30**, distincte de la colonne intermédiaire **12**. Cette pièce de raccordement supérieure **30** permet de garantir la connexion ou le raccord entre la colonne intermédiaire **12** d'une part, et le circuit **15** d'autre part. La pièce de raccordement supérieure **30** présente d'une part une interface de raccordement **31** avec une extrémité supérieure **121** de la colonne intermédiaire **12** et, d'autre part, l'interface de connexion **23**. La pièce de raccordement supérieure **30** s'étend axialement entre deux extrémités axiales constituées par les interfaces de raccordement **31** et de connexion **23**.
- [0042] Les figures **9** ([Fig.9]) à **11** ([Fig.11]) illustrent des détails de l'extrémité inférieure **14** de la canne de prélèvement **11** de la [Fig.3] ([Fig.3]).
- [0043] L'extrémité inférieure **14** de la canne de prélèvement **11** comprend un canal d'écoulement **142** en communication avec l'environnement extérieur à la canne de prélèvement **11**. Cette extrémité inférieure est munie d'un clapet **141** configuré pour ouvrir et fermer le canal d'écoulement **142** de sorte à ouvrir et fermer, respectivement, l'extrémité inférieure **14** de la canne de prélèvement **11**. Dans ce mode de réalisation, l'extrémité inférieure **14** comprend une pièce rapportée formant un embout inférieur **40**, distinct de la colonne intermédiaire **12**, l'embout inférieur **40** présentant une interface de raccordement **41** configurée pour assurer son raccordement avec une extrémité inférieure **122** de la colonne intermédiaire **12**. Cet embout inférieur **40** permet de fermer par le bas, la colonne intermédiaire **12** tout en permettant une communication fluïdique des eaux entre un espace intérieur de la canne de prélèvement **11** et son environnement extérieur. Le clapet **141**, en particulier un clapet **141** de type antiretour, permet d'assurer l'ouverture de la canne de prélèvement **11**. Cette ouverture du canal d'écoulement **142** par le clapet **141** intervient notamment dans une position immergée pour prélever les eaux souterraines lorsque la ou les pompes **16** aspirent les eaux souterraines et lorsque la canne de prélèvement **11** est manipulée à la surface, notamment pour pouvoir récupérer l'échantillon prélevé en l'évacuant dans un

contenant adapté (non illustré). L'embout inférieur **40** présente d'une part une interface de raccordement **41** avec une extrémité inférieure **122** de la colonne intermédiaire **12** et, d'autre part, le canal d'écoulement **142** qu'il délimite. L'embout inférieur **40** s'étend axialement entre deux extrémités constituées par l'interface de raccordement **41** et le canal d'écoulement **142**.

- [0044] Dans une position verticale de référence, où l'axe de référence **A** est parallèle à un axe vertical, L'embout inférieur **40** est situé dessous la colonne intermédiaire **12** et la pièce de raccordement supérieure **30** est située au-dessus, la colonne intermédiaire **12** étant interposée entre ces deux pièces rapportées **30**, **40**. Pour ces deux pièces **30**, **40**, leur interface de raccordement **31**, **41** associée comprend un manchon complémentaire de l'extrémité supérieure **121** ou inférieure **122** associée de la colonne intermédiaire **12** de sorte que ladite extrémité supérieure **121** ou inférieure **122** associée peut s'emmancher dans le manchon complémentaire de l'interface de raccordement **31**, **41** correspondante. Dans une variante de réalisation, un frettage, c'est-à-dire un ajustement serré, des pièces rapportées de l'embout inférieur **40** et/ou de la pièce de raccordement supérieure **30** avec l'extrémité **121**, **122** associée de la colonne intermédiaire **12** peut être effectué pour assurer leur fixation.
- [0045] D'autres moyens de fixations, complémentaires ou en combinaison, peuvent être évidemment envisagés. Dans le mode de réalisation illustré, la colonne intermédiaire **12** tubulaire, est posée sur l'embout inférieur **40**, en particulier sur un épaulement **43** intérieur de l'embout inférieur **40**, c'est-à-dire en saillie vers l'intérieur de l'embout inférieur **40**. L'épaulement **43** est dimensionné pour recevoir en contact plan, s'étendant ici dans un plan parallèle à un plan horizontal perpendiculaire à l'axe vertical, un chant inférieur de l'extrémité inférieure **122** de la colonne intermédiaire **12**. Ce contact plan continu délimite un contour fermé participant à l'étanchéité de l'assemblage.
- [0046] De cette manière, dans la position verticale de référence, la colonne intermédiaire **12** tubulaire repose sur l'embout inférieur **40**. En complément ici, la pièce de raccordement supérieure **30** et l'embout inférieur **40** sont reliés ensemble par des éléments de liaison **50** distincts de la colonne intermédiaire **12** de sorte que l'embout inférieur **40** est suspendu à la pièce de raccordement supérieure **30**.
- [0047] Les éléments de liaison **50** comprennent en particulier des câbles de suspension s'étendant parallèlement à l'axe de référence **A** autour de la colonne intermédiaire **12**, en position assemblée. Au niveau d'une extrémité inférieure, les câbles (non illustrés) sont fixés sur des œillets **51** située en périphérie extérieure de l'embout inférieur **40**. De tels œillets **51** peuvent être chacun constitués simplement d'un simple perçage. Pour assurer la stabilité des câbles avec l'embout inférieur **40** une portion de l'extrémité inférieure est logée dans des gaines **52** formant des couloirs de guidage

verticaux et située également en périphérie extérieure de l'embout inférieur **40**. Une telle gaine **52** est prévue axialement et verticalement au-dessus de chaque œillet **51** d'accrochage. Les câbles sont tendus jusqu'à la pièce de raccordement supérieure **30** munie également de gaines **52** axiales verticales situées en périphérie extérieure de ladite pièce de raccordement supérieure **30**. Chaque câble de liaison est donc tendu au moins entre la pièce de raccordement supérieure **30** et l'embout inférieur **40** où il est guidé par une paire de gaines **52** associées prévues sur chacune des deux pièces rapportées **30**, **40**, chaque paire de gaines étant alignée suivant un axe parallèle à l'axe de référence **A** de sorte que les câbles de liaison sont maintenus parallèles à l'axe de référence **A**, c'est-à-dire verticalement, en position verticale de référence, et répartis autour de l'axe de référence **A**. Dans ce mode de réalisation, les gaines sont placées en périphérie extérieure des pièces rapportées d'extrémité supérieure **13** et inférieure **14**, à savoir la pièce de raccordement supérieure **30** et l'embout inférieur **40** respectivement. Toutefois, d'autres configurations sont possibles. Par exemple, la gaine peut être intégrée dans un corps de la pièce rapportée **30**, **40** de sorte que seul son orifice d'entrée et/ou de sortie est visible. Dans une telle configuration, les gaines **52** de guidage ne comportent aucune saillie à l'extérieur de la colonne intermédiaire **12**, limitant ainsi les risques d'accrochage avec l'intérieur du forage. L'utilisation du dispositif échantillonneur **11** est donc facilitée. On peut également prévoir que les œillets **51** soient intégralement situés à l'intérieur de la pièce rapportée **30**, **40** associée par rapport à sa périphérie extérieure ou à fleur de sa surface extérieure de sorte à ne pas créer de saillie.

[0048] Une extrémité de chacun des câbles de liaison peut être fixée par exemple à des moyens de réglage de la tension du câble (non illustrés). Dans ce cas l'élingue **102** peut être fixée directement à la pièce de raccordement supérieure **30**. Dans une autre configuration, ces câbles de liaison entre la pièce de raccordement supérieure **30** et l'embout inférieur **40** peuvent être fixés chacun directement à l'élingue **102**.

[0049] En lieu et place de plusieurs câbles de liaison, chacun reliant la pièce de raccordement supérieure **30** et l'embout inférieur **40** de façon distincte, le nombre de câble des de liaison peut être réduit. Par exemple, un câble unique peut être utilisé et reliant alternativement de façon répétée la pièce de raccordement supérieure **30** et l'embout inférieur **40**. Dans ce cas, le câble de liaison peut traverser l'ensemble des gaines **52** de manière successive et alternée entre chaque extrémité **13**, **14**. Chacune des extrémités du câble peut être maintenue fixement par sertissage d'une pièce de fixation, telle qu'un tube métallique écrasé. Selon une autre configuration possible, deux câbles de liaison peuvent être utilisés, chacun des câbles reliant à deux reprises la pièce de raccordement supérieure **30** et l'embout inférieur **40** de façon distincte, à la manière d'une portion de boucle, par exemple en « U ». Comme dans le précédent

exemple, chaque câble de liaison est maintenu fixement en étant serti à ses extrémités. De manière générale, l'utilisation de plusieurs câbles de liaison permet une redondance, et donc améliore la sécurité du dispositif en cas de rupture d'un câble de liaison. Là encore ces câbles peuvent être remplacés par tout autre fil ou moyen souple pour former une telle portion de boucle.

[0050] L'embout inférieur **40** délimitant le canal d'écoulement **142** est configuré pour être fermé et ouvert par le clapet **141** antiretour. Le clapet **141** est ici constitué par une bille **141'** présentant une flottabilité négative, c'est-à-dire que la bille est plus lourde que l'eau qu'elle déplace lorsqu'elle est immergée. De préférence cette bille **141'** est métallique, c'est-à-dire qu'elle est constituée d'un ou plusieurs métaux. De cette manière, dans une position verticale de référence la bille **141'** vient naturellement se positionner au fond de la canne de prélèvement **11**, à l'intérieur de l'embout inférieur **40**, que la canne de prélèvement **11** soit immergée ou non. Le canal d'écoulement **142** présente une section plus petite que la bille **141'** de sorte que le canal d'écoulement **142** est configuré pour être fermé par la bille **141'**. De préférence, une extrémité du canal **142** débouchant dans l'espace intérieur de la canne de prélèvement **11** présente une forme évasée vers l'intérieur de la canne de prélèvement **11**, le canal d'écoulement **142** présentant une section circulaire de plus faible diamètre que celui de la colonne intermédiaire **12**. Cette portion intérieure de la canne de prélèvement **11** de forme évasée est concave de sorte que la diminution de section de la colonne intermédiaire **12** vers le canal d'écoulement **142** est guidée progressivement avec des parois intérieures concaves, c'est-à-dire dont la forme en creux est ouverte radialement vers l'extérieur. De cette manière, on assure ainsi une forme garantissant une meilleure stabilité pour la bille **141'** lorsqu'elle est en position d'équilibre de fermeture du canal d'écoulement **142**. Lorsque la ou les pompes **16** sont activées pour aspirer les eaux souterraines, la dépression permet à l'eau de s'infiltrer par le canal d'écoulement **142** d'écoulement **142** depuis l'extérieur jusque dans la canne de prélèvement **11**, la bille **141'** ne formant pas obstacle à ce flux, elle est déplacée dans le flux d'eaux s'écoulant dans la canne de prélèvement **11**. Lorsque la ou les pompes **16** sont arrêtées, la masse de la bille **141'** est telle qu'elle redescend verticalement au fond de la canne de prélèvement **11**, pour venir se loger dans la portion intérieure de forme évasée de l'extrémité du canal **142** à l'intérieur de l'embout inférieur **40**.

[0051] Le clapet **141** est configuré pour être commandé par un actionneur **42** accessible depuis l'extérieur. L'actionneur **42** du clapet **141** comporte un levier mobile, en rotation autour d'un axe **A'** horizontal orthogonal à l'axe de référence **A** de sorte que le levier **42** est mobile entre une position d'ouverture et une position de fermeture du canal d'écoulement **141**. Le levier **42** s'étend au moins entre une portion de préhension accessible à l'extérieur de l'extrémité inférieure **14** de la canne de prélèvement **11**, et

une portion d'actionnement située au moins en partie dans le canal d'écoulement **142**.

[0052] Dans la position de fermeture, le levier **42** est positionné de sorte que sa portion d'actionnement est éloignée de la bille **141'**, en dessous d'elle verticalement. Dans cette position, la bille **141'** peut reposer dans l'entrée évasée du canal d'écoulement **142** pour le fermer.

[0053] Dans la position d'ouverture, le levier **42** est positionné de sorte que sa portion d'actionnement est placée sur le chemin de la position de fermeture de la bille **141'**. La portion d'actionnement vient en contact avec la bille **141'** en la déportant de sa position fermée et forçant l'ouverture du canal d'écoulement **142**. En surface, le levier **42** peut être actionné pour récupérer l'échantillon prélevé tout en maintenant la canne de prélèvement **11** verticale. En d'autres termes, et de manière générale, l'actionneur permet de dégager l'orifice inférieur de la canne de prélèvement **11**, à savoir le canal d'écoulement **142**, lequel est obstrué par une valve, ici constituée par la bille **141'**.

[0054] Comme décrit ci-avant, la pièce de raccordement supérieure **30** présente une interface de raccordement **31** formant un manchon complémentaire de l'extrémité supérieure **121** de la colonne intermédiaire **12** de sorte que l'extrémité supérieure **121** peut s'emmancher dans ledit manchon.

[0055] Un moyen de fixation complémentaire est en outre associé à cet emmanchement. En particulier, l'extrémité supérieure **121** de la colonne intermédiaire **12** est pourvue d'un mécanisme de fixation comparable à un mécanisme à baïonnette. En particulier, la pièce de raccordement supérieure **30** délimite un espace intérieur **32** à l'intérieur duquel sont logés des crochets **33** configurés pour supporter, en position assemblée d'utilisation, une portion d'accrochage **123** de l'extrémité supérieure **121** de la colonne intermédiaire **12**. La portion d'accrochage **123** comprend notamment au moins une entretoise ou ergot transverse s'étendant orthogonalement à l'axe de référence **A**.

[0056] La fixation de la pièce de raccordement supérieure **30** avec la colonne intermédiaire **12** est assurée par :

- un emboîtement de l'extrémité supérieure **121** de la colonne intermédiaire **12** dans l'interface de raccordement **31**, et par
- une rotation de la pièce de raccordement supérieure **30** par rapport à la colonne intermédiaire **12** de sorte à déplacer les entretoises formant portion d'accrochage **123** dans les crochets **33** de forme complémentaire.

[0057] En d'autres termes, la pièce de raccordement supérieure **30** présente par rapport à l'axe de référence **A** :

- une première position angulaire d'assemblage avec l'extrémité supérieure **121** de la colonne intermédiaire **12** par un coulissement axial de l'extrémité supérieure **121** de la colonne intermédiaire **12** dans l'interface de raccordement **31** de la pièce de raccordement supérieure **30** pour les emboîter, et

- une position angulaire différente d'assemblage dans laquelle après pivotement de la pièce de raccordement supérieure **30** par rapport à la colonne intermédiaire **12**, la portion d'accrochage **123** de la colonne intermédiaire **121** est en prise avec les crochets **33** dans la pièce de raccordement supérieure **30**.
- [0058] Une configuration dans laquelle les extrémités inférieure **14** et supérieure **13** de la canne de prélèvement sont formées par des pièces distinctes de la colonne intermédiaire **12** tubulaire, à savoir respectivement l'embout inférieur **40** et la pièce de raccordement supérieure **30**, avec en outre des moyens de fixation amovibles simples et efficaces permet d'assurer un nettoyage efficace et rapide de l'espace intérieur de la canne de prélèvement **11**. Cela permet également de faciliter la maintenance.
- [0059] Pour faciliter la circulation du flux des eaux souterraines aspirées dans la canne de prélèvement **11**, tout en garantissant une bonne verticalité durant son usage, l'interface de connexion **23** de l'extrémité supérieure **13** et le canal d'écoulement **142** de l'extrémité inférieure **14** sont alignés axialement par rapport à l'axe de référence **A**. De même, l'interface de raccordement **31** et l'interface de connexion **23** de la pièce de raccordement supérieure **30** et l'interface de raccordement **41** et le canal d'écoulement **142** de l'embout inférieur **40** sont alignés axialement par rapport à l'axe de référence **A** de la colonne intermédiaire **12**.
- [0060] On notera que ces moyens de fixation de l'embout inférieur **40** et de la pièce de raccordement supérieure **30** avec la colonne intermédiaire **12** tubulaire sont amovibles et ne nécessitent pas de moyens d'étanchéité supplémentaires. Toutefois, selon les quantités d'eaux souterraines prélevées, il peut être souhaité utiliser de tels moyens d'étanchéité, notamment entre la pièce de raccordement supérieure **30** et la colonne intermédiaire **12** et/ou entre la pièce de raccordement supérieure **30** et la colonne intermédiaire **12**. Ces moyens d'étanchéité peuvent comprendre notamment au moins un joint torique.
- [0061] Dans ce mode de réalisation, la pièce de raccordement supérieure **30** et l'embout inférieur **40** sont formées chacune d'un seul tenant, à base de matériau(x) plastique(s), notamment obtenues par au procédé de fabrication additive. Un tel procédé permet également d'obtenir la fabrication de l'embout inférieur **40** incluant le levier **42** monté sur son axe **A'** avec le corps de l'embout inférieur **40**, ceci de façon simple et peu coûteuse.
- [0062] Le procédé de prélèvement d'eaux souterraines par le dispositif échantillonneur **10** tel que décrit ci-avant sera mieux compris à la lumière de la description qui suit.
- [0063] Après forage du puits **104**, les moyens de suspension et d'extraction **100** sont installés. Par exemple, un trépied ou une chèvre **101** formant support est positionnée au droit du puits de forage **104**. Une canne de prélèvement **11** est ensuite suspendue à ce support **101** permettant de déployer la canne de prélèvement **11** dans le puits de forage

104 et de l'en extraire.

- [0064] La canne de prélèvement **11** est ensuite déployée dans le puits de forage **104** jusqu'à venir être complètement immergée dans les eaux souterraines puis on procède à un pompage d'eaux souterraines à travers le dispositif échantillonneur **10** de sorte à purger la canne de prélèvement **11**. Le dispositif échantillonneur **10** permet de pomper des eaux du forage à une profondeur donnée à l'aide d'au moins une pompe **16**, par exemple de type « low-flow », par l'intermédiaire de la canne de prélèvement **11** fixée sous cette pompe **16**, et au travers de laquelle transite l'eau pompée. En effet, durant cette purge, les eaux souterraines sont aspirées par au moins une pompe **16**, ceci depuis l'extrémité inférieure **14** de la canne de prélèvement **11**, traversant successivement la colonne tubulaire **12** et l'extrémité supérieure **13** puis refoulées au moins en partie jusqu'à la surface **S** par le circuit **15** relié à la ou les pompe(s) **16**. Le circuit **15** prend la forme d'une conduite sur le chemin de laquelle sont positionnées deux pompes **16**.
- [0065] Dans le cas de niveaux piézométriques profonds, il est possible d'ajouter des pompes relais intermédiaires le long du circuit, comme illustré par exemple sur la [Fig.1] ([Fig.1]), par exemple tous les 8 mètres, l'espacement des pompes dépendant des caractéristiques des pompes relais, ceci afin de s'affranchir des capacités de remontée des pompes utilisées. Ces pompes peuvent être réglées avant immersion, par exemple au moyen d'au moins un bouton de réglage, par exemple pour réguler le débit de la pompe à la valeur souhaitée. Alternativement, ou en combinaison, des moyens de commande à distance de la ou des pompes(s) peuvent être prévus.
- [0066] L'une des pompes **16** au moins doit être immergée pendant toute la durée du prélèvement. En cas de pluralités de pompes **16**, il s'agira au moins de la pompe la plus proche de la canne de prélèvement **11** par rapport au circuit **15**. En pratique il est possible, selon le type de pompe utilisé, de n'immerger la pompe **16** que lors de l'amorçage, et qu'elle soit ensuite émergée du fait du rabattement de nappe. Cette possibilité permet, dans le cas de hauteurs d'eau peu importantes, de ne pas être contraint de descendre la canne de prélèvement **11** en fond d'ouvrage, ce qui pourrait être pénalisant du point de vue des matières en suspension.
- [0067] Lorsque la purge est suffisante pour garantir l'obtention d'un échantillon représentatif, le pompage est arrêté. La ou les pompes **16** sont arrêtées. L'arrêt du pompage entraîne, automatiquement ici, la fermeture du clapet **141** du fait que la bille **141'** retombe dans le fond de la canne de prélèvement et vient obturer le canal de prélèvement **142**. Le clapet **141** permet ainsi de bloquer l'échantillon d'eaux souterraines contenu dans la canne de prélèvement **11**. Les eaux souterraines de l'échantillon, même si elles sont contenues dans la canne de prélèvement **11** et sur le chemin des eaux pompées, n'ont pas traversé les pompes et ne sont donc pas perturbées par elles.
- [0068] Une fois l'échantillon des eaux souterraines bloqué dans la canne de prélèvement **11**,

ladite canne de prélèvement **11** est remontée par les moyens de suspension et d'extraction **100** jusqu'à extraction à la surface **S** depuis les eaux souterraines de l'échantillon d'eaux souterraines prélevé.

- [0069] Enfin, une partie au moins de l'échantillon d'eaux souterraines prélevé contenu dans la canne de prélèvement **11** est ensuite récupérée, notamment au moyen du levier **42** mobile actionné de sa position de fermeture à la position d'ouverture.
- [0070] Compte tenu que la récupération de l'échantillon nécessite d'extraire la canne de prélèvement **11** intégralement, et ne permet pas de réitérer l'opération en assurant un échantillon identique, il est nécessaire de dimensionner la canne de prélèvement **11** en fonction du volume nécessaire. Par exemple, un volume d'échantillons prélevé de 2 litres peut être nécessaire pour effectuer une analyse. Compte tenu des pertes éventuelles, par exemple une fuite à la base de la canne de prélèvement **11**, et des mesures physico-chimiques à réaliser, un volume plus important, par exemple de 3 litres peut être choisi.
- [0071] Ainsi, un utilisateur pourra choisir une hauteur de la canne de prélèvement **11** en fonction d'un diamètre, pour obtenir un volume utile prédéterminé. Notamment, le choix peut être fait d'adapter le diamètre de la canne de prélèvement **11**, en particulier de la colonne intermédiaire **12** tubulaire, de sorte à correspondre à un diamètre d'une pompe, par exemple une pompe « low-flow ». Pour un diamètre de 45 mm par exemple, la hauteur de la canne de prélèvement **11** devrait être de 1,90 m environ. Pour s'adapter mieux aux forages conventionnels, dont la plupart mesurent entre 80 et 105 mm de diamètre, un diamètre prédéterminé de 70 mm pourrait être utilisé, la canne de prélèvement **11** s'étendant sur une hauteur de 78 cm pour obtenir un volume utile de 3 L.
- [0072] Grâce à l'invention décrite, le dispositif échantillonneur **10** représente un dispositif de prélèvements représentatifs d'eaux souterraines non perturbées.
- [0073] D'une part, l'échantillon collecté ne passe pas par la ou les pompe(s) : du fait de l'absence de cavitation habituellement générée du fait de la pression, le dispositif échantillonneur **10** permet de préserver les espèces en solution (gaz dissous, grosses molécules).
- [0074] D'autre part, l'échantillon collecté n'est pas mis au contact des tuyaux ou pièces métalliques, mais uniquement de la canne de prélèvement **11** et des pièces inertes permettant de l'utiliser telles que les extrémités inférieure **14** et supérieure **13**, l'embout inférieur **40**, pièce de raccordement supérieure **30** et la colonne intermédiaire **12** tubulaire. Le dispositif échantillonneur **10** permet la vidange de la canne de prélèvement **11** sans contact avec des pièces non rincées, les pièces permettant la vidange de la canne de prélèvement **11** étant intégrées à la base de la canne de prélèvement **11**, notamment au niveau de l'embout inférieur **40**, et actionnées sans qu'il y ait contact

avec l'eau.

- [0075] Par ailleurs, le renouvellement de l'eau dans le forage est possible et assuré au travers de la canne de prélèvement **11**. Enfin, le prélèvement d'eaux est rendu possible à une profondeur donnée en limitant le mélange vertical des eaux dans le forage.
- [0076] Le dispositif échantillonneur **10** offre donc une solution économique permettant le prélèvement d'échantillons représentatifs non perturbés. Cette économie est réalisée notamment par le fait que certains composants existent et sont répandus, tels que les pompes et le corps intermédiaire tubulaire, que la canne de prélèvement **11** est facile à assembler lorsqu'elle est composée de plusieurs éléments avec les pièces **30**, **40** rapportées à ses extrémités.
- [0077] On notera que le dispositif échantillonneur **10** selon l'invention pourrait être utilisé d'une manière générale pour le prélèvement de fluides dont on souhaite limiter les échanges avec l'atmosphère, et plus particulièrement les échantillons destinés à la recherche de grandes molécules, telles que les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), pesticides, etc., qui ne pourraient ainsi pas être influencés par les pompes **16**.
- [0078] Naturellement, l'invention est décrite dans ce qui précède à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier est à même de réaliser différentes variantes de réalisation de l'invention sans pour autant sortir du cadre de l'invention.
- [0079] Il est souligné que toutes les caractéristiques, telles qu'elles se dégagent pour un homme du métier à partir de la présente description, des dessins et des revendications attachées, même si concrètement elles n'ont été décrites qu'en relation avec d'autres caractéristiques déterminées, tant individuellement que dans des combinaisons quelconques, peuvent être combinées à d'autres caractéristiques ou groupes de caractéristiques divulguées ici, pour autant que cela n'a pas été expressément exclu ou que des circonstances techniques rendent de telles combinaisons impossibles ou dénuées de sens.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif échantillonneur (10) pour le prélèvement d'eaux souterraines, le dispositif échantillonneur (10) étant caractérisé en ce qu'il comprend une canne de prélèvement (11) suspendue par des moyens de suspension et d'extraction (100) reliés à la surface (S) et comprenant une colonne intermédiaire (12) tubulaire s'étendant suivant un axe longitudinal de référence (A) entre une extrémité supérieure (13) et une extrémité inférieure (14), et en ce que :
- l'extrémité supérieure (13) comprend une interface de connexion (23) connectée à un circuit (15) relié à une ou plusieurs pompe(s) (16) pour aspirer des eaux souterraines depuis l'extrémité inférieure (14), traversant la colonne intermédiaire (12) et refouler les eaux aspirées jusqu'à la surface (S) ;
 - l'extrémité inférieure (14) comprend un clapet (141) configuré pour ouvrir et fermer un canal d'écoulement (142) de sorte à ouvrir et fermer, respectivement, l'extrémité inférieure (14) de la canne de prélèvement (11).
- [Revendication 2] Dispositif échantillonneur (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le clapet (141) et un clapet antiretour, de préférence constitué par une bille (141').
- [Revendication 3] Dispositif échantillonneur (10) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'extrémité supérieure (13) comprend une pièce de raccordement supérieure (30) distincte de la colonne intermédiaire (12), la pièce de raccordement supérieure (30) présentant une interface de raccordement (31) avec une extrémité supérieure (121) de la colonne intermédiaire (12) et comprenant l'interface de connexion (23).
- [Revendication 4] Dispositif échantillonneur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'extrémité inférieure (14) comprend un embout inférieur (40) distinct de la colonne intermédiaire (12), l'embout inférieur (40) présentant une interface de raccordement (41) avec une extrémité inférieure (122) de la colonne intermédiaire (12) et délimitant le canal d'écoulement (142).
- [Revendication 5] Dispositif échantillonneur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'interface de connexion

(23) de l'extrémité supérieure (13) et le canal d'écoulement (142) de l'extrémité inférieure (14) sont alignés axialement par rapport à l'axe de référence (A).

[Revendication 6] Dispositif échantillonneur (10) selon la revendication précédente dépendante au moins de la revendication 3 et/ou 4, caractérisé en ce que l'interface de raccordement (31) et l'interface de connexion (23) de la pièce de raccordement supérieure (30) et/ou l'interface de raccordement (41) et le canal d'écoulement (142) de l'embout inférieur (40) sont alignés axialement par rapport à l'axe de référence (A) de la colonne intermédiaire (12).

[Revendication 7] Dispositif échantillonneur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le clapet (141) est configuré pour être commandé par un actionneur (42) accessible depuis l'extérieur, l'actionneur (42) du clapet (141) comportant de préférence un levier mobile, de préférence en rotation autour d'un axe (A') orthogonal à l'axe de référence (A), entre une position d'ouverture et une position de fermeture du canal d'écoulement (141).

[Revendication 8] Dispositif échantillonneur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes dépendante au moins des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que la pièce de raccordement supérieure (30) et l'embout inférieur (40) sont reliés ensemble par des éléments de liaison (50) distincts de la colonne intermédiaire (12), les éléments de liaison (50) comprenant de préférence des câbles de suspension s'étendant parallèlement à l'axe de référence (A) et autour de la colonne intermédiaire (12), en position assemblée.

[Revendication 9] Dispositif échantillonneur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes dépendante au moins de la revendication 3, caractérisé en ce que la pièce de raccordement supérieure (30) délimite un espace intérieur (32) à l'intérieur duquel sont logés des crochets (33) configurés pour supporter, en position assemblée d'utilisation, une portion d'accrochage (123) de l'extrémité supérieure (121) de la colonne intermédiaire (12), la portion d'accrochage (123) comprenant de préférence au moins une entretoise s'étendant orthogonalement à l'axe de référence.

[Revendication 10] Dispositif échantillonneur (10) selon la revendication 9, caractérisé en ce que la pièce de raccordement supérieure (30) présente par rapport à l'axe de référence (A) une première position angulaire d'assemblage avec l'extrémité supérieure (121) de la colonne intermédiaire (12) par

un coulisement axial de l'extrémité supérieure (121) de la colonne intermédiaire (12) dans l'interface de raccordement (31) de la pièce de raccordement supérieure (30), et une position angulaire différente d'assemblage dans laquelle après pivotement de la pièce de raccordement supérieure (30) par rapport à la colonne intermédiaire (12), les crochets (33) dans la pièce de raccordement supérieure (30) sont en prise avec la portion d'accrochage (123) de la colonne intermédiaire (121).

[Revendication 11] Dispositif échantillonneur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes dépendante au moins des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'étanchéité entre la pièce de raccordement supérieure (30) et la colonne intermédiaire (12) et/ou entre l'embout inférieur (40) et la colonne intermédiaire (12).

[Revendication 12] Procédé de prélèvement d'eaux souterraines par un dispositif échantillonneur (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, le procédé de prélèvement comportant au moins les étapes suivantes :

- immersion de la canne de prélèvement (11) au moins dans des eaux souterraines, par exemple à travers un puits (104) de forage ;
- pompage d'eaux souterraines à travers le dispositif échantillonneur (10) de sorte à purger la canne de prélèvement (11), les eaux souterraines étant aspirées par la ou les pompe(s) (16) depuis l'extrémité inférieure (14), traversant la colonne tubulaire (12) puis refoulées au moins en partie jusqu'à la surface (S);
- arrêt du pompage ;
- fermeture du clapet (141) de sorte à bloquer l'échantillon d'eaux souterraines contenu dans la canne de prélèvement (11) ;
- extraction à la surface (S) depuis les eaux souterraines du dispositif échantillonneur (10) contenant l'échantillon d'eaux souterraines prélevé ;
- récupération d'une partie au moins de l'échantillon d'eaux souterraines prélevé contenu dans la canne de prélèvement (11).

[Fig. 1]

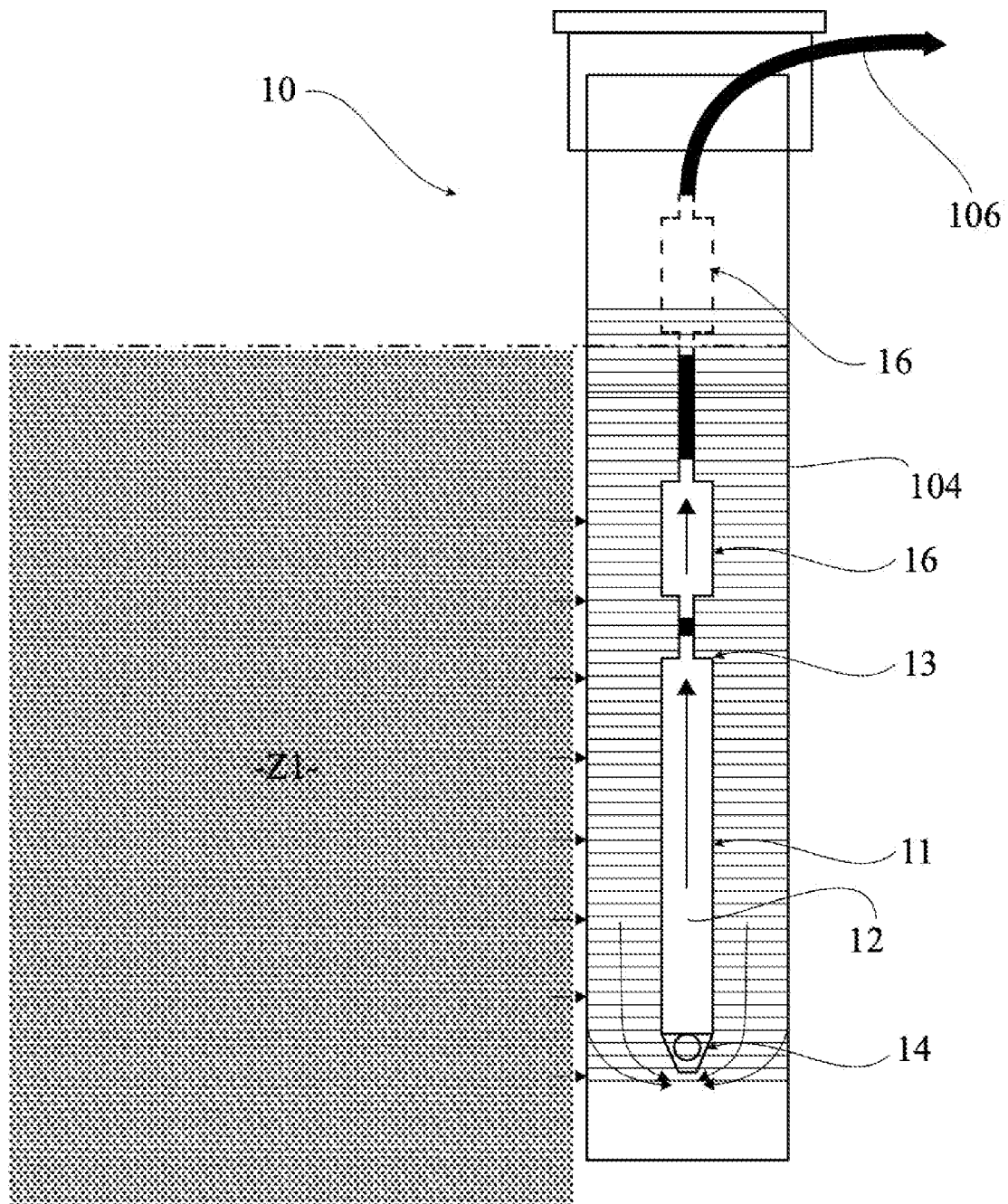


Fig.1

[Fig. 2]

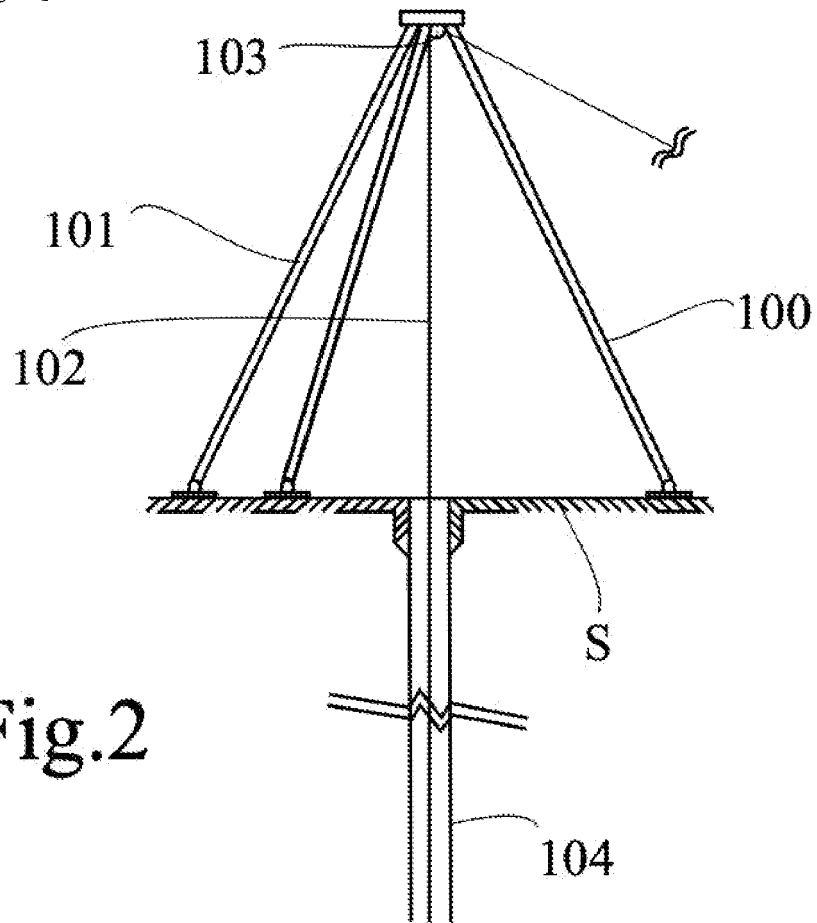
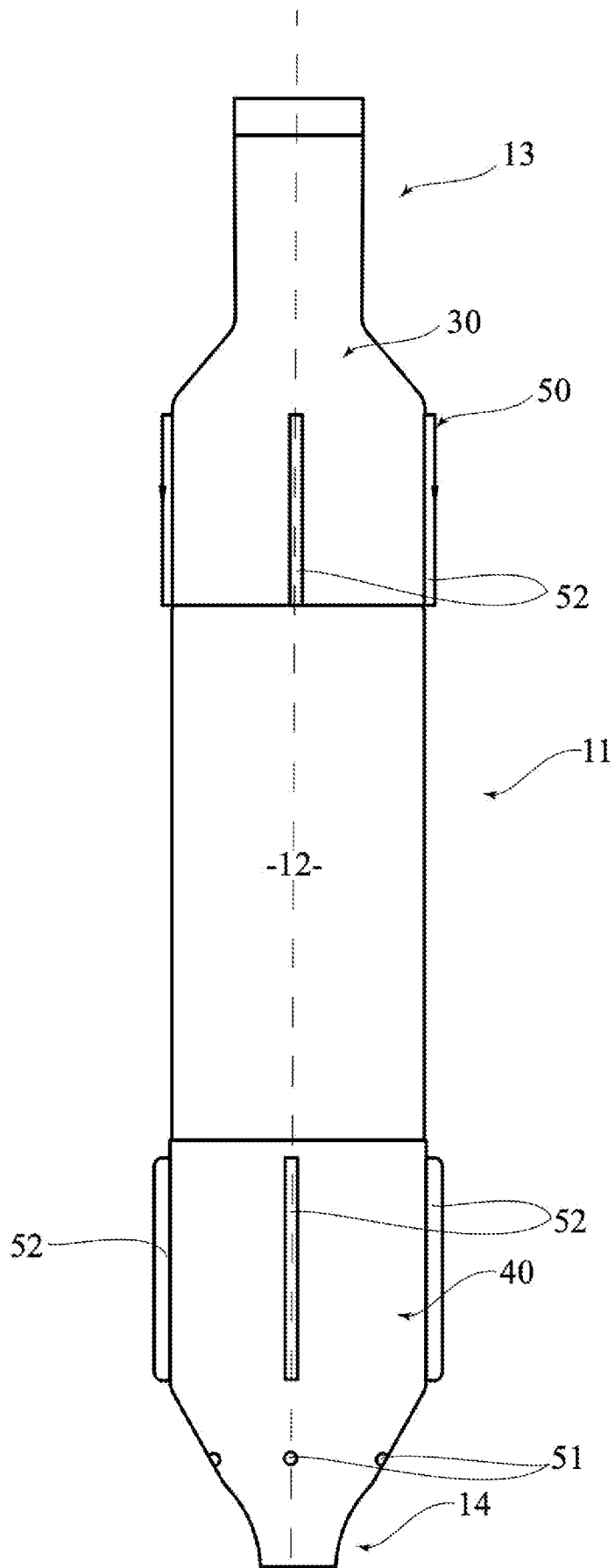


Fig.2

[Fig. 3]



[Fig. 4]

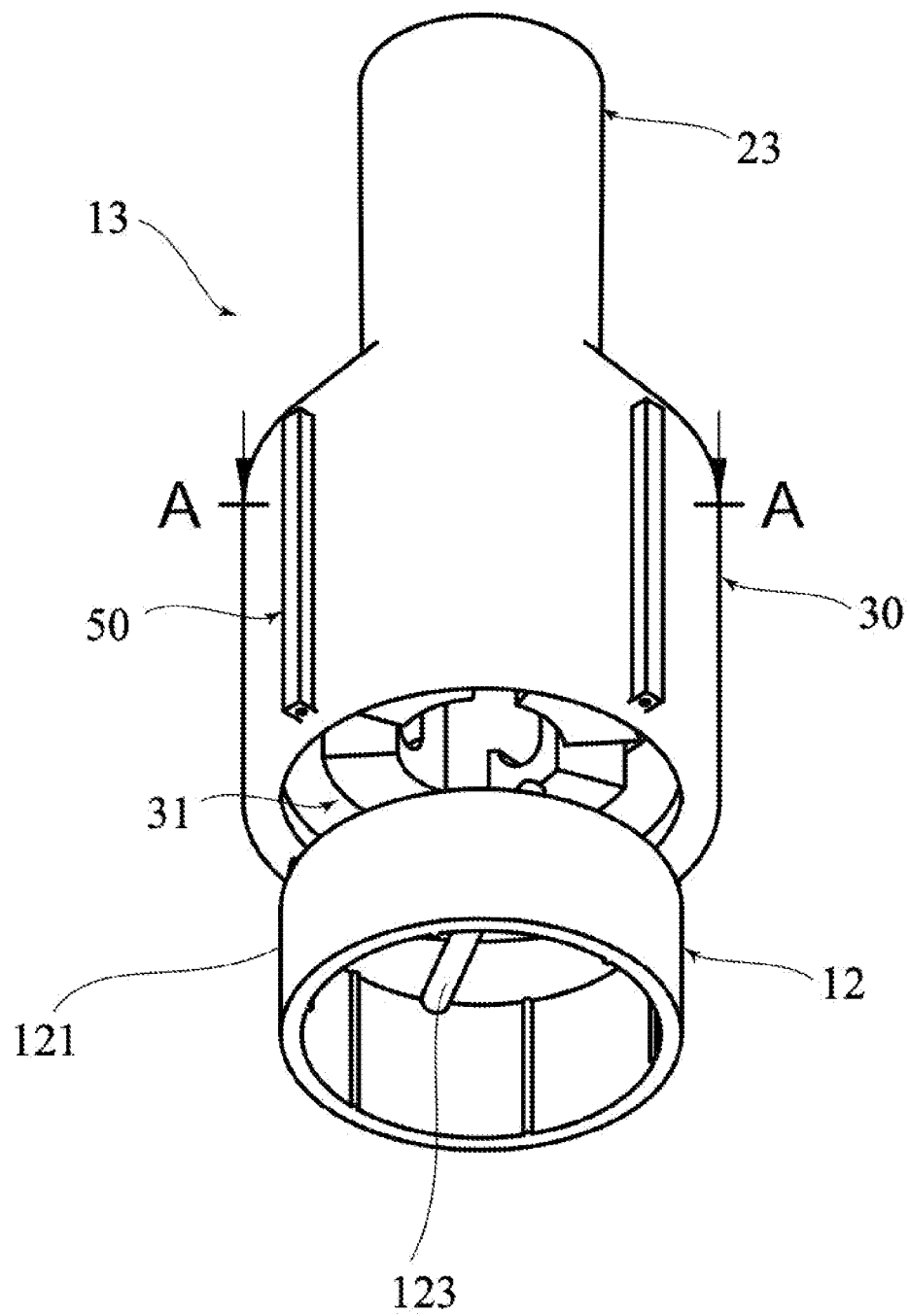


Fig.4

[Fig. 5]

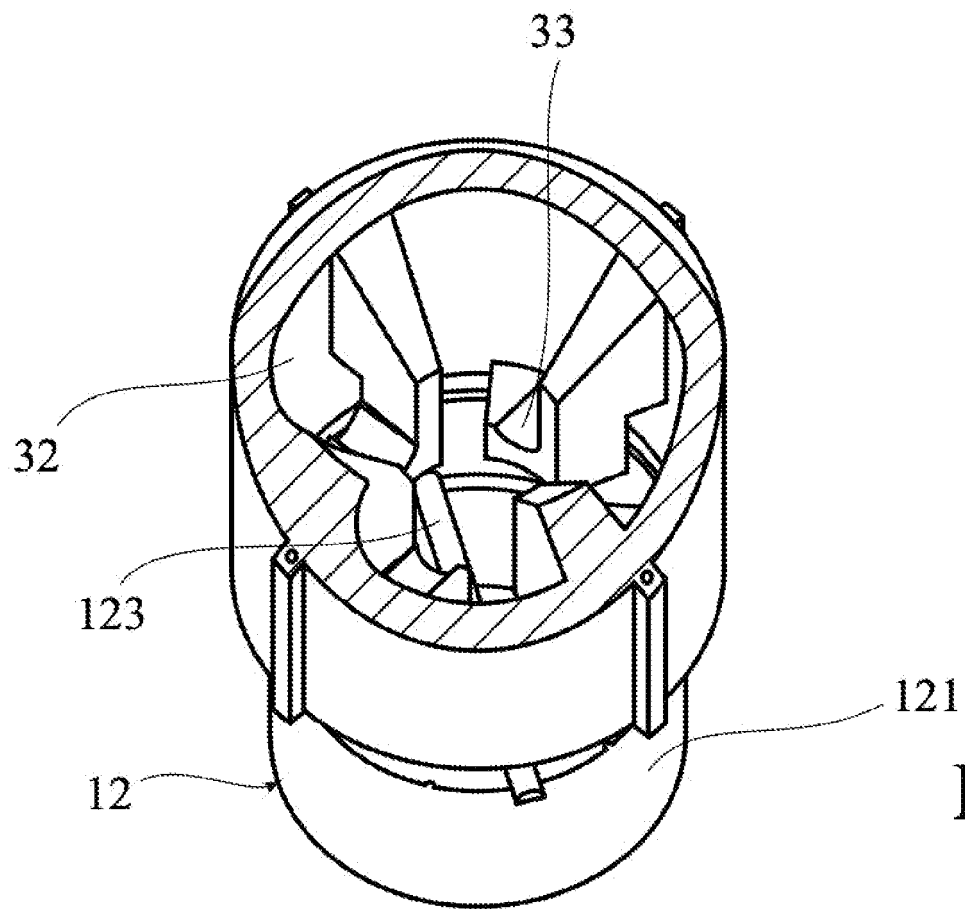


Fig.5

[Fig. 6]

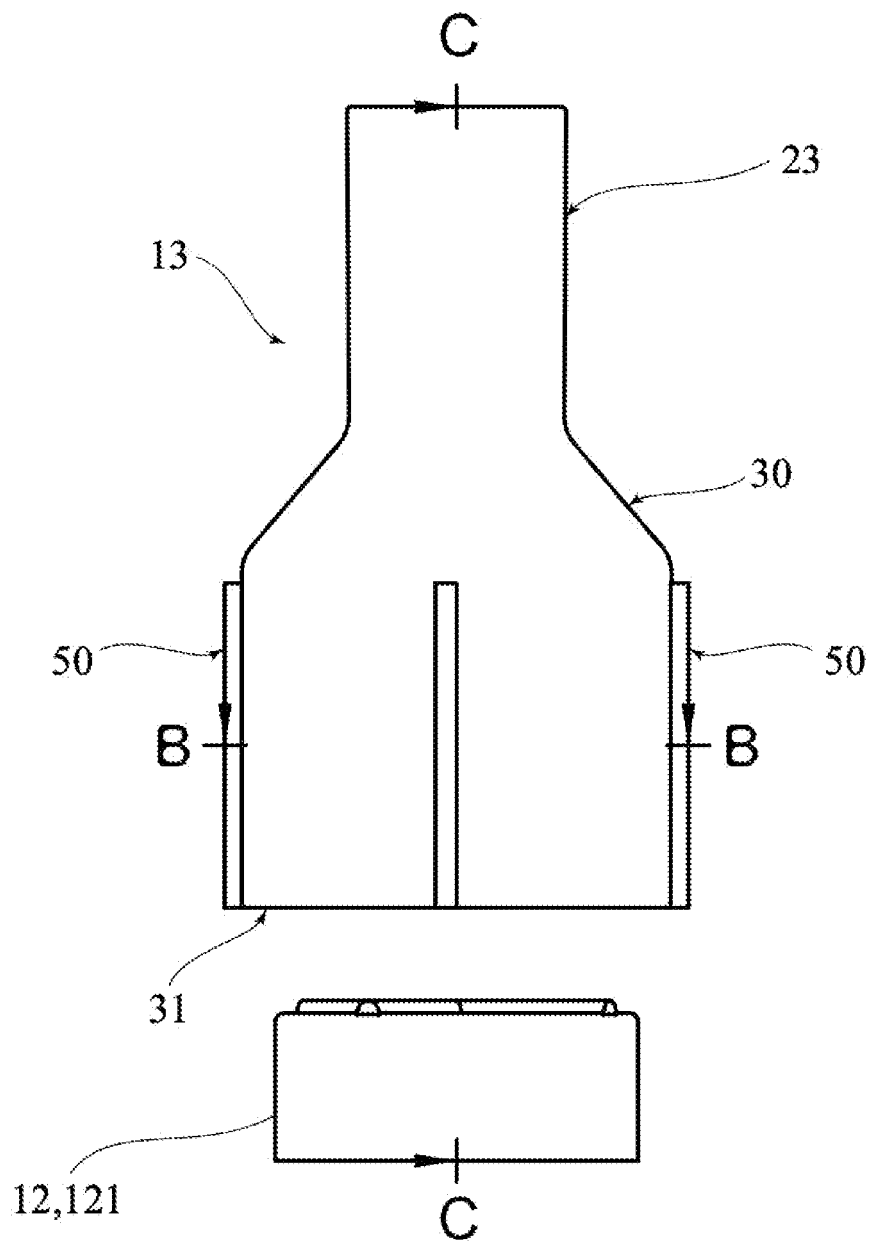


Fig.6

[Fig. 7]

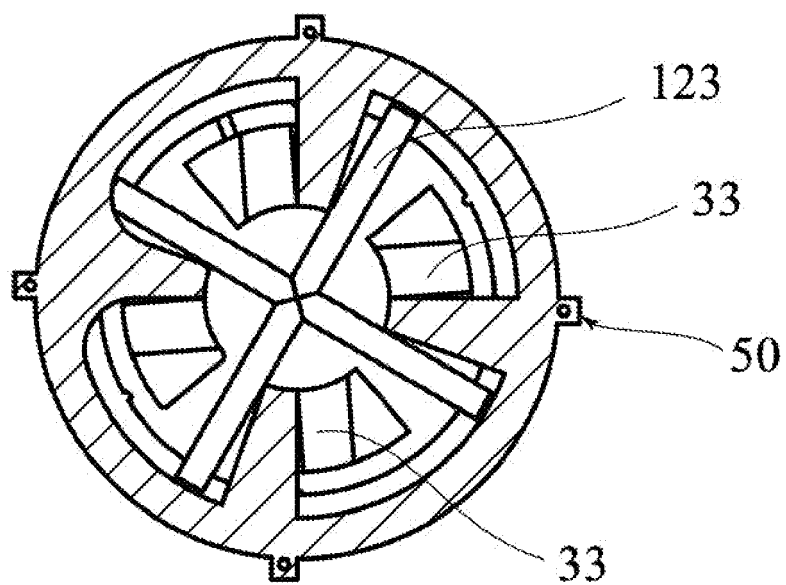


Fig.7

[Fig. 8]

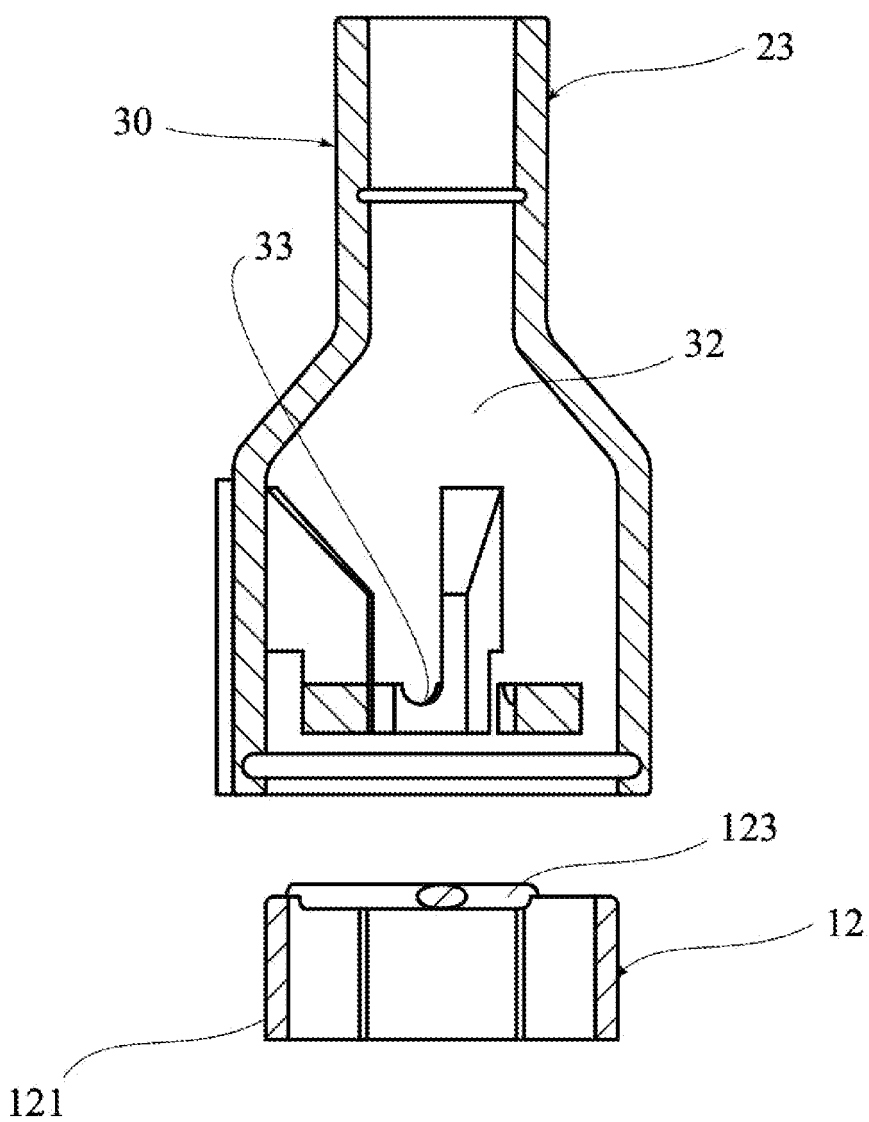


Fig.8

[Fig. 9]

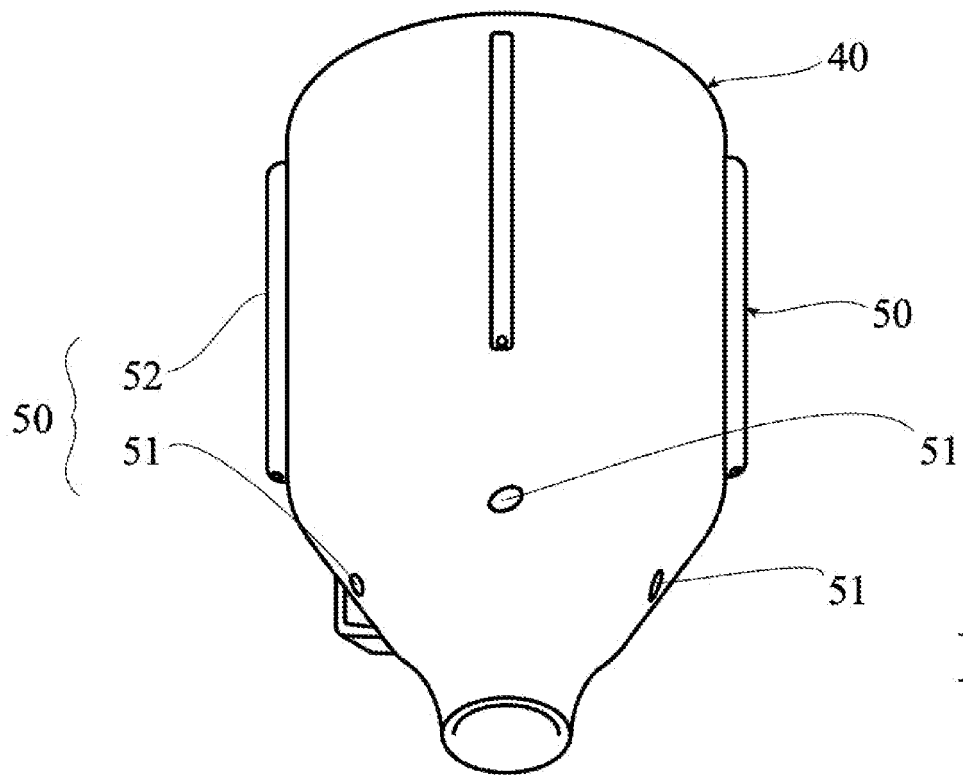


Fig.9

[Fig. 10]

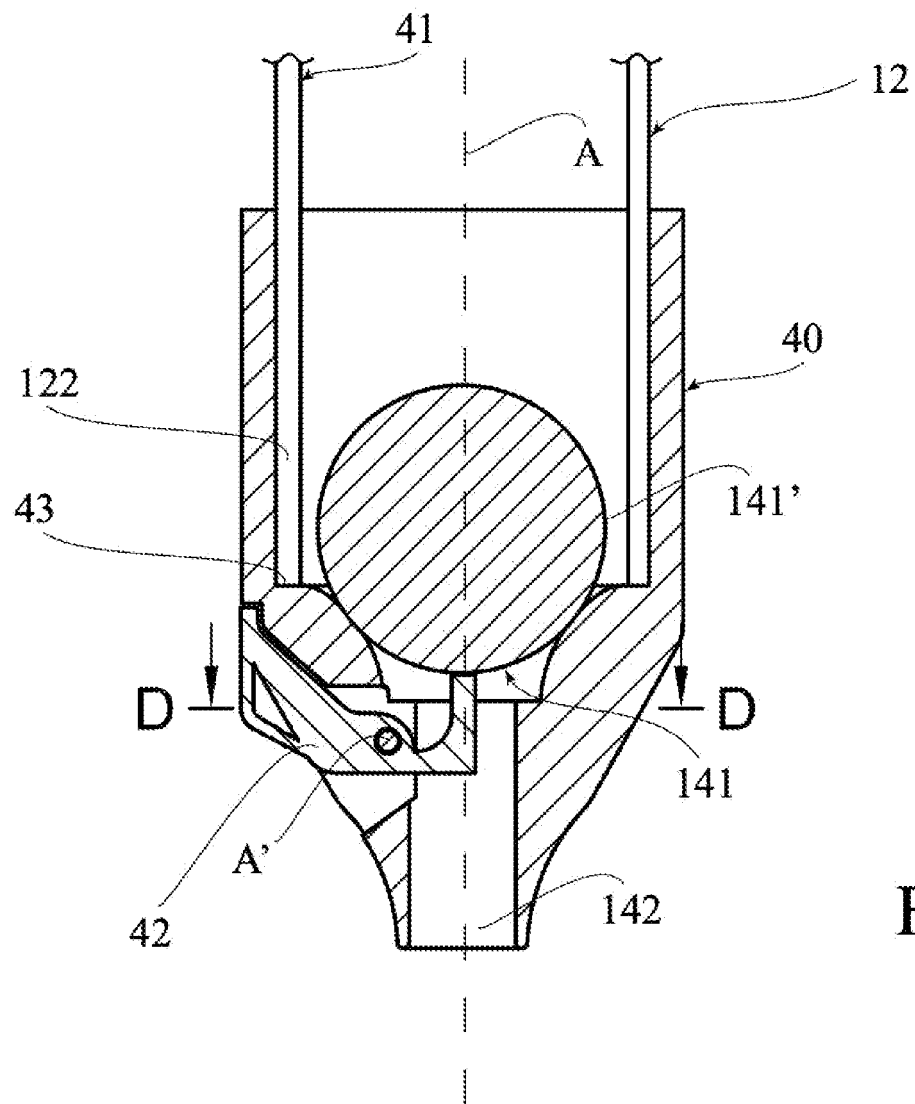


Fig.10

[Fig. 11]

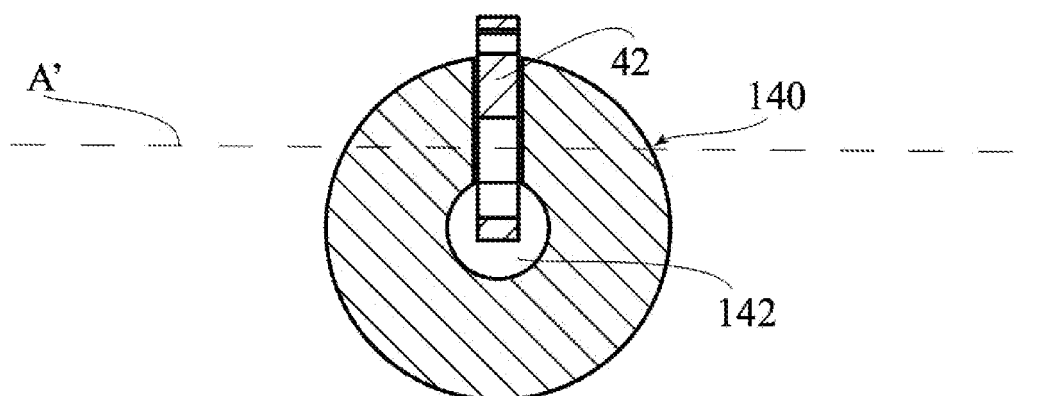


Fig.11

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 904607
FR 2203210

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2005/010362 A2 (BLAISDELL MARK KEVIN [US]) 3 février 2005 (2005-02-03)	1-7, 9-12	E03B3/12
Y	* page 35, ligne 4 – ligne 16; figures 1-3, 24-26 *	1, 12	
Y	----- US 5 979 569 A (HELLER NOAH [US]) 9 novembre 1999 (1999-11-09) * colonne 15, lignes 5-17, 42-67; figure 34 * * colonne 16, lignes 1-4 *	1, 12	
A	----- EP 3 077 677 B1 (Q E D ENV SYSTEMS INC [US]) 13 novembre 2019 (2019-11-13) * alinéas [0016], [0027], [0029]; figures 1, 8, 9, 14 *	1-12	
A	----- EP 0 456 581 B1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 22 mars 1995 (1995-03-22) * figures 1, 2A *	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) E21B E03B E02D F04D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 novembre 2022		Isailovski, Marko	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul</p> <p>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</p> <p>A : arrière-plan technologique</p> <p>O : divulgation non-écrite</p> <p>P : document intercalaire</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.</p> <p>D : cité dans la demande</p> <p>L : cité pour d'autres raisons</p> <p>.....</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p> </div> </div>			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2203210 FA 904607**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **16-11-2022**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2005010362 A2		03-02-2005	US	2005051329 A1	10-03-2005
			US	2007017674 A1	25-01-2007
			WO	2005010362 A2	03-02-2005

US 5979569 A		09-11-1999	US	5979569 A	09-11-1999
			US	6000481 A	14-12-1999

EP 3077677 B1		13-11-2019	AU	2014360502 A1	02-06-2016
			CA	2931990 A1	11-06-2015
			CN	105849415 A	10-08-2016
			EP	3077677 A1	12-10-2016
			ES	2762574 T3	25-05-2020
			US	2016298632 A1	13-10-2016
			US	2020256342 A1	13-08-2020
			WO	2015084957 A1	11-06-2015

EP 0456581 B1		22-03-1995	DE	69108287 T2	09-11-1995
			EP	0456581 A1	13-11-1991
			FR	2661943 A1	15-11-1991
			US	5139085 A	18-08-1992
