

(19)



(11)

EP 3 077 599 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
17.07.2019 Bulletin 2019/29

(51) Int Cl.:
E02D 15/04 ^(2006.01) **E02D 7/00** ^(2006.01)
E02D 17/13 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14825404.8**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2014/053142

(22) Date de dépôt: **03.12.2014**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2015/082838 (11.06.2015 Gazette 2015/23)

(54) INSTALLATION DE BETONNAGE ET PROCEDE DE BETONNAGE CORRESPONDANT

BETONIERUNGSANLAGE UND ZUGEHÖRIGES BETONIERUNGSVERFAHREN

CONCRETING FACILITY AND CORRESPONDING CONCRETING METHOD

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

(30) Priorité: **03.12.2013 FR 1362002**

(43) Date de publication de la demande:
12.10.2016 Bulletin 2016/41

(73) Titulaire: **Soletanche Freyssinet
92500 Rueil Malmaison (FR)**

(72) Inventeurs:
• **STEFF DE VERNINAC, Bertrand
92500 Rueil Malmaison (FR)**

- **PERPEZAT, Daniel
92500 Rueil Malmaison (FR)**
- **AUVRAY, Christian
92500 Rueil Malmaison (FR)**
- **ROUFFAUD, Lionel
92500 Rueil Malmaison (FR)**

(74) Mandataire: **Calvo de Nó, Rodrigo et al
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)**

(56) Documents cités:
FR-A3- 2 432 374 US-A- 3 422 629

EP 3 077 599 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] Le présent exposé concerne le domaine des travaux spéciaux dans le sol.

[0002] Il concerne, plus particulièrement, une installation de bétonnage pour bétonner une excavation et un procédé de bétonnage d'une excavation.

[0003] En particulier, l'installation et le procédé selon l'invention sont adaptés à la réalisation d'éléments moulés dans le sol, de forme générale quelconque, par exemple des parois moulées ou des pieux.

[0004] L'installation et le procédé selon l'invention sont particulièrement adaptés à la réalisation d'éléments moulés profonds.

[0005] Ils sont par exemple mais non limitativement adaptés à la réalisation d'ouvrages dont l'extrémité inférieure est située à plus de 100 mètres de profondeur.

ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

[0006] Dans certaines situations, comme dans le cas de la réparation de barrages, il est nécessaire de réaliser des parois moulées de plus de cent mètres de profondeur.

[0007] Le mode opératoire, pour la réalisation de telles parois, est similaire à celui de parois moulées classiques. Une excavation est forée dans le sol et remplie d'un liquide appelé « boue », généralement à base de bentonite. La boue forme sur les parois de l'excavation un dépôt étanche qui lui permet de maîtriser la percolation dans le terrain et empêche l'éboulement des parois. Lorsque la profondeur de l'excavation a atteint le niveau désiré, l'excavation est progressivement remplie de béton, en commençant au-dessous de la boue, dans le bas de l'excavation.

[0008] Pour atteindre la profondeur de bétonnage désirée et dans le cas particulier d'un bétonnage dit « profond », on utilise usuellement une colonne de bétonnage constituée d'une pluralité de tronçons ou éléments de colonne assemblés les uns aux autres.

[0009] L'assemblage de ces différents tronçons est réalisé au fur et à mesure de la descente de la colonne à l'intérieur de l'excavation.

[0010] Le bétonnage débute lorsque l'extrémité inférieure de la colonne est suffisamment proche du fond de l'excavation.

[0011] La première étape, généralement appelée amorçage, consiste à remplir de béton la colonne de bétonnage en remplaçant la boue présente initialement par du béton, sans polluer le béton par la boue.

[0012] Après que le béton a rempli un volume prédéterminé de l'excavation, l'approvisionnement de la colonne en béton est stoppé, la colonne est remontée d'une hauteur sensiblement égale à la longueur d'un tronçon, et son tronçon d'extrémité supérieure est retiré. Cette opération est habituellement appelée « coupure » de la

colonne.

[0013] Lors de l'arrêt du bétonnage pour coupure de la colonne, du fait de l'équilibre des pressions dans la colonne et dans le reste de l'excavation, la surface supérieure du béton à l'intérieur de la colonne baisse. Lorsque le bétonnage est repris, le béton déversé à l'entrée de la colonne chute d'une hauteur importante dans l'air. Cette chute, et/ou le contact brusque entre ce béton nouvellement déversé et le béton en fond de colonne peut entraîner une ségrégation du béton et éventuellement la formation d'un bouchon à l'intérieur de la colonne, empêchant la poursuite des opérations.

[0014] La chute du béton sur une hauteur importante peut également conduire à l'emprisonnement d'air sous pression dans la colonne, ce qui peut provoquer des projections de béton à l'extrémité supérieure de la colonne lors de son expulsion, qui constituent donc un risque potentiel pour la sécurité des opérateurs, ou par l'extrémité inférieure de la colonne, provoquant une baisse de la qualité du béton.

[0015] Le problème de la hauteur de chute du béton se pose également lors de la phase d'amorçage et, indépendamment des opérations de remontée de la colonne, dès que l'approvisionnement en béton de la colonne n'est pas continu. Le document US3422629 divulgue un dispositif et un procédé de bétonnage similaires à l'arrière plan exposé ci-dessus.

OBJET ET RESUME DE L'INVENTION

[0016] On souhaite aujourd'hui améliorer les conditions du bétonnage profond, pour éviter les phénomènes de ségrégation du béton et de formation de bouchons dans la colonne de bétonnage, et limiter les risques pour le personnel.

[0017] Cet objectif est atteint avec une installation de bétonnage adaptée pour bétonner une excavation, notamment une excavation présentant une profondeur au moins égale à 100 mètres, ladite installation comportant :

- une colonne de bétonnage comprenant une extrémité supérieure ouverte à la pression atmosphérique, et
- au moins un dispositif de retenue commandé situé à distance de l'extrémité supérieure ouverte de la colonne de bétonnage et adapté pour retenir un volume de béton à l'intérieur de ladite colonne, dans au moins une configuration.

[0018] Grâce au dispositif de retenue commandé, l'écoulement du béton ou de la boue de forage à l'intérieur de la colonne et/ou le débit de béton ou de boue en sortie de la colonne de bétonnage peuvent être régulés selon les besoins.

[0019] L'installation est ainsi avantageusement configurée pour permettre le contrôle de la hauteur d'un espace libre défini entre le volume de béton retenu à l'intérieur de la colonne et l'une des extrémités de la colonne

de bétonnage.

[0020] La hauteur maximale de chute du béton à l'intérieur de la colonne est ainsi maintenue constamment en-deçà d'une valeur limite prédéterminée, de préférence égale à 40 mètres.

[0021] Dans le présent exposé, on entend par dispositif de retenue un dispositif permettant, dans au moins une configuration, le blocage total ou partiel de l'écoulement du béton ou de la boue à l'intérieur de la colonne ou vers l'extérieur de la colonne. Ce dispositif est, en particulier, adapté à restreindre la section d'écoulement du béton ou de la boue à l'intérieur ou vers l'extérieur de la colonne.

[0022] Le dispositif de retenue est commandé, généralement à distance. Il est ainsi adapté à être actionné pour passer d'au moins une position passive, dans laquelle il définit une section utile d'écoulement du béton ou de la boue à l'intérieur de la colonne ou vers l'extérieur de la colonne, à au moins une position active dans laquelle il définit une section d'écoulement du béton ou de la boue qui est inférieure à la section utile, et inversement. Comme indiqué précédemment, la section d'écoulement lorsque le dispositif de retenue se trouve dans sa position active peut alors être nulle (blocage total) ou non nulle (blocage partiel).

[0023] Dans le présent exposé, on dit donc qu'un volume de béton est retenu lorsque le déplacement de ce volume à l'intérieur de la colonne est empêché ou freiné par un dispositif de retenue.

[0024] Dans le présent exposé, sauf précision contraire, une direction axiale est une direction parallèle à l'axe principal de la colonne de bétonnage. En outre, une direction radiale est une direction perpendiculaire à l'axe principal et coupant cet axe. Sauf précision contraire, les adjectifs et adverbes axial, radial, axialement et radialement sont utilisés en référence aux directions axiale et radiale précitées.

[0025] Sauf précision contraire, les adjectifs interne, intérieur et externe, extérieur sont utilisés en référence à une direction radiale de sorte qu'une partie interne/intérieure d'un élément est plus proche de l'axe principal que la partie externe/extérieure du même élément.

[0026] En outre, sauf précision contraire, les adjectifs supérieur et inférieur sont utilisés en référence à l'axe de la colonne de bétonnage, généralement positionné à la verticale lors de son utilisation, la colonne étant introduite dans l'excavation par son extrémité inférieure avec son extrémité supérieure orientée vers l'entrée de l'excavation.

[0027] Comme expliqué précédemment, la colonne de bétonnage peut être formée par une pluralité de tronçons de colonne assemblés les uns aux autres dans la direction axiale.

[0028] La longueur totale de la colonne (mesurée dans la direction axiale), autrement dit sa longueur maximale, éventuellement obtenue par assemblage de plusieurs tronçons de colonne, peut par exemple être supérieure à 100 mètres.

[0029] Selon un aspect de l'invention, au moins un dis-

positif de retenue est disposé au voisinage de l'extrémité inférieure de la colonne de bétonnage.

[0030] Dans le présent exposé, on considère généralement qu'un élément est disposé au voisinage de l'extrémité inférieure de la colonne de bétonnage lorsqu'il est situé à une distance de l'extrémité inférieure représentant au plus 20%, de préférence au plus 5%, encore plus préférentiellement au plus 2%, de la longueur totale de la colonne.

[0031] Dans ce cas, le dispositif de retenue est commandé de telle sorte que la hauteur du volume de béton qu'il retient à l'intérieur de la colonne reste constamment supérieure à une valeur prédéterminée, le résultat étant que la distance entre l'ouverture de la colonne à son extrémité supérieure et la surface libre du volume de béton à l'intérieur de la colonne reste inférieure à une valeur limite, inférieure ou égale à la hauteur de chute limite pour le béton.

[0032] Selon un exemple, la colonne de bétonnage présente au moins un orifice de sortie au voisinage de son extrémité inférieure, et le dispositif de retenue comprend au moins un clapet mobile adapté à être déplacé par rapport audit orifice de sortie.

[0033] En se déplaçant par rapport à l'orifice de sortie, le clapet peut, notamment, modifier la section d'écoulement du béton, ou de la boue lors de la phase initiale d'amorçage, hors de la colonne de bétonnage.

[0034] Selon un exemple, l'orifice de sortie de la colonne de bétonnage débouche axialement, et le clapet est mobile en translation dans la direction axiale.

[0035] Selon un autre exemple de réalisation, le clapet comprend un tube de même axe que la colonne de bétonnage, l'un au moins parmi la colonne de bétonnage et le tube comprenant au moins une ouverture latérale, et le tube est adapté à être déplacé par rapport à la colonne de bétonnage de façon à modifier la section d'écoulement du béton hors de la colonne de bétonnage à travers ladite ouverture latérale.

[0036] Le tube peut être monté mobile en rotation par rapport à la colonne de bétonnage. Il peut, selon une variante, être mobile en translation par rapport à la colonne de bétonnage, le long de l'axe de la colonne de bétonnage.

[0037] Selon une disposition avantageuse, le tube présente une longueur, mesurée dans la direction axiale, sensiblement inférieure à celle de la colonne, au plus égale à 20%, de préférence 5%, encore plus préférentiellement 2%, de la longueur totale de la colonne.

[0038] Selon les exemples de réalisation, le tube peut être disposé radialement à l'intérieur ou à l'extérieur de la colonne de bétonnage.

[0039] Selon un exemple particulier de réalisation, la colonne de bétonnage comprend au moins une première ouverture latérale et le tube comprend au moins une deuxième ouverture latérale, et la colonne de bétonnage et le tube sont adaptés pour être déplacés de sorte que la première et la deuxième ouverture soient positionnées en regard l'une de l'autre dans au moins une configura-

tion de l'installation.

[0040] Selon un exemple, l'installation comprend au moins un mécanisme d'actionnement du dispositif de retenue, situé au voisinage de l'extrémité inférieure de la colonne de bétonnage. Le mécanisme d'actionnement peut alors être commandé à distance.

[0041] Notamment, le clapet défini précédemment peut être actionné par un mécanisme d'actionnement adapté situé au voisinage de l'extrémité inférieure de la colonne, notamment au moins un vérin ou un câble.

[0042] Selon un autre aspect de l'invention, au moins un dispositif de retenue est disposé dans la colonne, à une distance de l'extrémité supérieure de la colonne inférieure à 80% de la longueur totale de ladite colonne. Le dispositif de retenue forme alors un palier, au niveau duquel le béton est notamment stoppé ou freiné, avant de continuer sa descente à l'intérieur de la colonne. La hauteur de chute du béton est diminuée, réduisant les risques de ségrégation.

[0043] De préférence, au moins un dispositif de retenue est situé dans la partie supérieure de la colonne.

[0044] Dans le présent exposé, on considère généralement que la portion supérieure d'un élément tel que la colonne de bétonnage correspond à la moitié supérieure de cet élément, dans la direction axiale.

[0045] De la même façon, on entend généralement par portion inférieure d'un élément tel que la colonne de bétonnage, la portion située sur sa moitié inférieure, dans la direction axiale.

[0046] A noter qu'il est également possible, sans sortir du cadre de l'invention, de prévoir au moins un premier dispositif de retenue au voisinage de l'extrémité inférieure de la colonne et au moins un deuxième dispositif de retenue situé plus haut dans la colonne, notamment à une distance de l'extrémité supérieure de la colonne inférieure à 80%, de préférence 50%, de la longueur totale de ladite colonne. Un tel agencement peut permettre, notamment, de répartir la charge liée au béton retenu à l'intérieur de la colonne, sur plusieurs dispositifs de retenue.

[0047] Selon un exemple particulier de réalisation, l'installation de bétonnage comprend une pluralité de dispositifs de retenue répartis le long de la colonne de bétonnage et adaptés à être commandés indépendamment les uns des autres. La progression du béton à l'intérieur de la colonne se fait alors par paliers successifs, espacés d'une distance inférieure ou égale à la hauteur de chute limite souhaitée pour le béton.

[0048] Selon un exemple de réalisation de l'invention, on utilise, comme dispositif de retenue, une vanne hydraulique ou pneumatique, notamment une vanne à manchon.

[0049] Avantagusement, la colonne de bétonnage comprend, au voisinage de son extrémité inférieure (et notamment de son orifice de sortie), un élément de guidage et de butée pour le béton, muni d'une extrémité utile en pointe destinée à désagréger les éventuels amas de gravillons dans le béton.

[0050] L'installation de bétonnage peut aussi comprendre un piston d'amorçage adapté à coulisser le long de la colonne de bétonnage. Le piston d'amorçage peut présenter des formes diverses, notamment une forme sphérique ou cylindrique. Il fait la séparation entre la boue et le béton à l'intérieur de la colonne, lors de la phase d'amorçage. Il permet d'éviter que de la boue remonte et n'entrave la descente du béton à l'intérieur de la colonne, et qu'elle ne vienne polluer le béton.

[0051] Dans un exemple de réalisation, le piston d'amorçage peut venir naturellement se déposer sur le clapet de retenue situé à l'extrémité inférieure de la colonne de bétonnage, de façon à constituer, in fine, un élément de guidage et de butée pour le béton au voisinage de l'orifice de sortie.

[0052] Selon un exemple, l'installation de bétonnage comprend en outre des moyens d'évacuation de l'air emprisonné dans un tronçon de colonne, pour éviter le risque de projection de béton à l'extrémité supérieure de la colonne.

[0053] Les moyens d'évacuation comprennent par exemple une conduite d'air communiquant avec ledit tronçon de la colonne de bétonnage.

[0054] A noter que ces moyens peuvent être disposés à l'extérieur ou à l'intérieur de la colonne.

[0055] Selon un exemple avantageux de réalisation, le système d'évacuation d'air comprend une conduite s'étendant axialement à l'intérieur de la colonne de bétonnage. Dans ce cas, cette conduite, mobile, peut également remplir la fonction du dispositif de mesure du débit d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage.

[0056] Selon une disposition de l'invention, l'installation de bétonnage comporte au moins un dispositif de mesure et/ou de calcul d'un paramètre représentatif de l'avancement du bétonnage.

[0057] En particulier, l'installation comprend avantagusement un dispositif de mesure et/ou de calcul d'au moins un paramètre représentatif du niveau de béton à l'intérieur de la colonne de bétonnage. Grâce à un tel dispositif, il est possible de déterminer à quel moment et dans quelle mesure la section d'écoulement de la colonne de bétonnage doit être restreinte, avant la remontée de ladite colonne dans l'excavation, de sorte que la hauteur de l'espace libre défini entre le volume de béton contenu dans la colonne de bétonnage et l'extrémité supérieure de la colonne de bétonnage reste inférieure à la valeur limite lors de cette remontée.

[0058] Avantagusement, ce dispositif de mesure et/ou de calcul est adapté à mesurer directement le niveau de béton. Il se présente par exemple sous la forme d'un flotteur ou d'un plomb.

[0059] A noter que le dispositif de mesure et/ou de calcul peut être mis en oeuvre en continu ou ponctuellement au cours du procédé de bétonnage.

[0060] En complément ou comme alternative, l'installation de bétonnage peut comprendre par exemple l'un ou plusieurs des moyens suivants:

- des moyens de mesure de la longueur de la colonne et de la position de son extrémité inférieure dans l'excavation,
- des moyens de mesure du niveau du béton dans l'excavation,
- des moyens de mesure du débit d'écoulement de béton et/ou de boue à l'intérieur de la colonne,
- des moyens de mesure et/ou de calcul du volume de béton déjà introduit dans l'excavation,
- des moyens de mesure et/ou de calcul des efforts mis en oeuvre pour extraire la colonne de bétonnage.

[0061] Les valeurs obtenues pour ces paramètres sont avantageusement stockées et traitées dans un ordinateur pour le contrôle du processus.

[0062] Selon un exemple, l'installation comporte une unité de commande automatisée du ou des dispositifs de retenue.

[0063] Selon une disposition avantageuse, cette unité de commande est reliée au(x) dispositif(s) de mesure et/ou de calcul, et adaptée à commander le(s) dit(s) dispositif(s) de retenue en fonction des valeurs du ou des paramètre(s) mesuré(s) et/ou calculé(s) par ce(s) dispositif(s) de mesure et/ou de calcul.

[0064] Le présent exposé concerne également une machine de bétonnage comprenant une installation de bétonnage telle que définie précédemment, un châssis, et des moyens de support et de guidage de la colonne de bétonnage, solidaires du châssis.

[0065] Selon un exemple, les moyens de support et de guidage comprennent un mât de guidage et de support solidaire du châssis, un système rotatif mobile le long dudit mât de guidage, et un dispositif de serrage de la colonne de bétonnage.

[0066] Avantageusement, la machine de bétonnage comprend également des moyens de mise en place, de retrait et de stockage des éléments de colonne.

[0067] Le présent exposé concerne également un procédé de bétonnage d'une excavation, notamment d'une excavation présentant une profondeur au moins égale à 100 mètres, ledit procédé comprenant au moins la succession d'étapes suivante :

- on dispose une colonne de bétonnage dans l'excavation à bétonner, et
- on réalise un cycle de bétonnage au cours duquel on introduit du béton dans la colonne de bétonnage par son extrémité supérieure ouverte, et on retient un volume de béton à distance de ladite extrémité ouverte, de sorte que la hauteur d'un espace libre défini entre ledit volume de béton et l'une des extrémités de la colonne de bétonnage reste inférieure à une valeur limite.

[0068] Par espace libre, on entend ici un espace continu s'étendant sur une portion axiale de la colonne, dépourvu de béton, mais rempli d'air ou de boue lors de la

phase d'amorçage. On comprend qu'un espace libre est un espace dans lequel le béton peut se déplacer sous l'effet de son seul poids.

[0069] La hauteur d'un espace libre correspond donc à la hauteur de chute du béton, lors de la mise en oeuvre du procédé.

[0070] Selon l'invention, on retient donc un volume de béton à l'intérieur de la colonne de telle façon que la hauteur de chute de ce volume de béton ou d'un autre volume de béton à l'intérieur de la colonne reste inférieure à une valeur prédéterminée.

[0071] De préférence, la valeur limite prédéterminée est égale à 40 mètres. Au-delà de cette valeur limite, la chute du béton et/ou le contact brusque entre le béton déversé et le béton en fond de colonne peut entraîner une ségrégation du béton et éventuellement la formation d'un bouchon à l'intérieur de la colonne, empêchant la poursuite des opérations.

[0072] Pour retenir le volume de béton, on peut par exemple restreindre au moins partiellement, de préférence totalement, la section d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage et/ou vers l'extérieur de ladite colonne. Pour cela, on commandera par exemple un dispositif de retenue de sorte qu'il passe, selon les besoins, d'une position passive, dans laquelle il définit une section utile d'écoulement à l'intérieur de la colonne ou vers l'extérieur de la colonne à une position active dans laquelle il définit une section d'écoulement qui est inférieure à la section utile, ou inversement.

[0073] On peut notamment obturer au moins partiellement un orifice de sortie de la colonne de bétonnage situé au voisinage de son extrémité inférieure.

[0074] Selon un mode de mise en oeuvre, le premier cycle de bétonnage comprend une étape d'amorçage au cours de laquelle on introduit du béton par l'extrémité supérieure ouverte de la colonne de bétonnage remplie de fluide de forage, de manière à expulser le fluide de forage hors de la colonne et à remplir la colonne de béton, et, durant l'étape d'amorçage, on restreint partiellement la section d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage et/ou vers l'extérieur de ladite colonne. La descente du béton dans la colonne de bétonnage est ainsi freinée, et les phénomènes de ségrégation du béton et les bouchons en résultant sont évités. Selon un exemple, à l'issue d'un premier cycle de bétonnage, on remonte la colonne de bétonnage à l'intérieur de l'excavation, puis on réalise un second cycle de bétonnage. Plusieurs cycles de bétonnage peuvent ainsi se succéder, jusqu'à la remontée complète de la colonne et au bétonnage entier de l'excavation.

[0075] Dans les cas où la colonne de bétonnage est formée d'une pluralité d'éléments de colonne, un élément de colonne peut être retiré à l'extrémité supérieure de la colonne à l'issue d'un cycle de bétonnage et préalablement au démarrage du prochain cycle.

[0076] Le procédé de bétonnage peut être automatisé, totalement ou partiellement. Par exemple, on peut commander l'ouverture du ou des dispositifs de retenue en

fonction du niveau du béton dans la colonne. On peut contrôler la remontée de la colonne en fonction de la hauteur de béton dans l'excavation. En outre, l'arrêt du bétonnage, le contrôle du ou des dispositifs) de retenue, le retrait d'un élément de colonne, et/ou la reprise du bétonnage peuvent être automatisés au moins en partie.

[0077] Selon un exemple de mise en oeuvre, l'espace libre défini précédemment est situé au-dessus du volume de béton. Dans ce cas, généralement, l'installation de bétonnage comporte au moins un dispositif de retenue au voisinage de l'extrémité inférieure de la colonne de bétonnage. Ce dispositif de retenue est alors contrôlé de manière à limiter ou stopper totalement l'écoulement de béton en sortie de la colonne, et éviter que le niveau du béton à l'intérieur de ladite colonne ne diminue de façon excessive, ce qui ménagerait un espace libre de hauteur trop importante pour le bétonnage suivant, en partie supérieure de la colonne.

[0078] Selon un exemple, un cycle de bétonnage comprend les étapes suivantes :

- a) du béton est introduit par l'extrémité supérieure ouverte de la colonne de bétonnage,
- b) lorsqu'un volume donné de béton a été introduit dans l'excavation, l'alimentation en béton de la colonne de bétonnage est arrêtée et
- c) la section d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage et/ou vers l'extérieur de ladite colonne est restreinte au moins partiellement, éventuellement totalement, en fonction d'au moins un paramètre représentatif du niveau de béton à l'intérieur de la colonne de bétonnage.

[0079] Au cours de l'étape a), la section d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage et/ou vers l'extérieur de la colonne est avantageusement la plus grande possible. Si cette section d'écoulement a été diminuée lors de l'étape d'amorçage ou lors de l'étape b) d'un cycle précédent, elle est de préférence augmentée à nouveau.

[0080] Généralement, au cours du cycle de bétonnage, on mesure et/ou on calcule (en continu ou ponctuellement) au moins un paramètre représentatif du niveau de béton à l'intérieur de l'excavation et, en fonction de ce au moins un paramètre, on détermine le moment auquel l'alimentation en béton de la colonne de bétonnage doit être stoppé.

[0081] Pour assurer le bon remplissage de l'excavation avec du béton, il convient que l'extrémité inférieure de la colonne de bétonnage soit toujours immergée dans le béton lors du bétonnage. Cependant, on préfère généralement que la longueur de colonne immergée dans le béton reste dans une certaine plage de valeurs, par exemple entre 3 et 10 mètres.

Généralement, au cours du cycle de bétonnage, on mesure et/ou on calcule (en continu ou ponctuellement) au moins un paramètre représentatif du niveau de béton à l'intérieur de la colonne de bétonnage et, en fonction de ce au moins un paramètre, on restreint la section d'écou-

lement de la colonne de bétonnage (en particulier, on détermine le moment et/ou la mesure dans laquelle la section doit être restreinte), de sorte que la hauteur de l'espace libre défini entre le volume de béton contenu dans la colonne de bétonnage et l'extrémité supérieure de la colonne de bétonnage reste inférieure à la valeur limite.

[0082] Selon un exemple, à l'issue de l'étape c) du premier cycle de bétonnage, la colonne de bétonnage est remontée à l'intérieur de l'excavation, la hauteur de l'espace libre défini entre le volume de béton retenu dans la colonne de bétonnage et l'extrémité supérieure de la colonne de bétonnage restant toujours inférieure à la valeur limite, et au moins un second cycle de bétonnage est réalisé à l'issue du premier cycle de bétonnage.

[0083] On comprend ici que la section d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage et/ou vers l'extérieur de ladite colonne est restreinte, à l'étape b), de sorte que même lors de la remontée de la colonne à l'intérieur de l'excavation et des différences de pressions entre l'intérieur de la colonne et l'excavation, la hauteur de chute du béton (hauteur de l'espace libre) reste inférieure à la valeur limite souhaitée.

[0084] On peut aussi obturer au moins partiellement la colonne de bétonnage entre ses extrémités supérieure et inférieure, et en particulier entre ses orifices d'entrée et de sortie.

[0085] Selon un exemple de mise en oeuvre, l'espace libre est situé en-dessous du volume de béton. Dans ce cas, au moins un dispositif de retenue est généralement situé à distance de l'extrémité inférieure de la colonne, et forme au moins un palier de retenue pour le béton. Un espace libre peut alors être défini entre le dispositif de retenue et la surface libre du béton situé dans la colonne, en aval dudit dispositif de retenue, ou entre un premier dispositif de retenue et un second dispositif de retenue, s'il en existe plusieurs.

[0086] Dans ce cas, avantageusement, on évacue l'air présent dans l'espace libre pour en maîtriser la pression.

[0087] Selon un exemple particulier de mise en oeuvre, au cours d'un cycle de bétonnage, on retient un volume de béton successivement au niveau d'au moins deux points de retenue espacés axialement à l'intérieur de la colonne de bétonnage, un espace libre étant défini entre lesdits premier et deuxième points de retenue.

[0088] Plusieurs exemples de réalisation et de mise en oeuvre sont décrits dans le présent exposé. Toutefois, sauf précision contraire, les caractéristiques décrites en relation avec un exemple de réalisation ou de mise en oeuvre quelconque peuvent être appliquées à un autre mode de réalisation ou de mise en oeuvre.

Brève description des dessins

[0089] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- Les figures 1A à 1D illustrent différentes étapes d'un procédé de bétonnage, réalisé à l'aide d'une installation de bétonnage selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- Les figures 2A et 2B montrent plus en détail le clapet des figures 1A à 1D, respectivement à l'état fermé et à l'état ouvert ;
- Les figures 3A et 3B illustrent un deuxième exemple de dispositif de retenue pouvant être utilisé selon l'invention ;
- Les figures 4A à 4C illustrent un troisième exemple de dispositif de retenue ;
- Les figures 5A et 5B illustrent un quatrième exemple de dispositif de retenue ;
- Les figures 6A et 6B illustrent une installation de bétonnage selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 7 illustre une variante du deuxième mode de réalisation ;
- La figure 8 illustre un troisième mode de réalisation de l'invention.

[0090] La figure 1A illustre une machine de bétonnage 100 selon l'invention, adaptée pour le bétonnage d'une excavation E telle que représentée, de hauteur H1 ici égale à au moins 100 mètres et remplie d'un fluide de forage F du type boue de bentonite.

[0091] La machine de bétonnage 100 comprend une installation de bétonnage 10 munie d'une colonne de bétonnage 12 d'axe A, par laquelle le béton est introduit dans l'excavation.

[0092] Elle comporte en outre un châssis 80 sur lequel sont montés des moyens de support et de guidage pour la colonne de bétonnage 12, formés ici par un mât de guidage 82, un système rotatif 84 mobile le long du mât de guidage 82, et un dispositif de serrage de la colonne de bétonnage 86, sous la forme ici d'une double guillotine. Sur le châssis 80 sont montés d'autres équipements tels qu'une unité de commande 90.

[0093] Pour atteindre la profondeur de bétonnage souhaitée, la colonne 12 est formée d'une pluralité d'éléments de colonne 14 montés successivement, l'un à la suite de l'autre dans la direction axiale A. La liaison entre deux éléments 14 successifs est par exemple réalisée par vissage entre une extrémité filetée de l'un des éléments, et une extrémité filetée complémentaire du second. Cette liaison est faite ou dé faite, d'une manière connue en soi, à l'aide du dispositif de serrage 86.

[0094] Sur la figure 1A, la colonne de bétonnage 12, formée d'une pluralité d'éléments de colonne 14, est maintenue à son extrémité supérieure par le dispositif de serrage 86, tandis que son extrémité inférieure se trouve au voisinage du fond de l'excavation E. Sa hauteur totale H2 est au moins égale à la hauteur H1 de l'excavation.

[0095] Comme il ressort de la figure 1A, la colonne 12 est ouverte et coiffée d'un entonnoir 16 à son extrémité supérieure, et munie d'un orifice de sortie 18 débouchant axialement à son extrémité inférieure.

[0096] Conformément à l'invention, l'installation 10 comprend un dispositif de retenue commandé, adapté pour retenir un volume V de béton à l'intérieur de la colonne 12 comme il sera décrit plus en détail dans la suite.

5 **[0097]** Les figures 2A et 2B illustrent plus en détail l'extrémité inférieure de la colonne 12 de la figure 1A, munie de ce dispositif de retenue.

10 **[0098]** Dans l'exemple illustré, le dispositif de retenue comprend un clapet 30 monté mobile en translation par rapport à la colonne 12, dans la direction axiale, de façon à pouvoir prendre une position fermée dans laquelle l'orifice de sortie 18 est obturé totalement, une position ouverte dans laquelle la section d'écoulement à travers l'orifice de sortie 18 est maximale, et éventuellement une position partiellement ouverte dans laquelle la section d'écoulement est non nulle mais inférieure à celle obtenue dans la position ouverte.

15 **[0099]** Sur la figure 2A, on a représenté le clapet 30 en position fermée. Son déplacement jusqu'à la position ouverte de la figure 2B est réalisé au moyen de deux vérins hydrauliques 20, reliés à l'unité de commande 90 solidaire du châssis. Ces dispositions ne sont cependant pas limitatives, et le clapet pourra être actionné par tout autre mécanisme d'actionnement commandé adapté, notamment des câbles ou des vérins électriques.

25 **[0100]** Les différentes étapes d'un procédé de bétonnage selon l'invention, mettant en oeuvre l'installation 10 présentée ci-dessus, vont être décrites en référence aux figures 1A à 1D.

30 **[0101]** A l'état initial, la colonne de bétonnage 12 est remplie de boue de forage F, tout comme l'excavation E. Le clapet 30 est en position partiellement ouverte, la section d'écoulement à travers l'orifice de sortie 18 est faible.

35 **[0102]** La figure 1A illustre la phase d'amorçage, qui consiste à remplacer la boue F présente initialement dans la colonne de bétonnage 12 par du béton.

40 **[0103]** Pour éviter que le béton soit pollué par la boue F durant cette phase, un bouchon formant piston d'amorçage 22 est préalablement placé à la surface de la boue, à l'intérieur de la colonne 12. Le béton est ainsi en permanence séparé de la boue.

45 **[0104]** Grâce au clapet 30 qui obture partiellement l'orifice de sortie 18 de la colonne 12, l'écoulement de la boue hors de la colonne 12 est limité, freinant la descente du béton. Les phénomènes de ségrégation du béton et les bouchons en résultant, sont ainsi évités. Sans obturation partielle de l'orifice de sortie 18, le béton descendrait dans la colonne 12 de manière abrupte, en raison de la différence de densité entre le béton et la boue, engendrant les phénomènes indésirables précités.

50 **[0105]** Une fois la colonne 12 remplie de béton, le clapet 30 est commandé en position ouverte par l'unité de commande 90 et le bétonnage de l'excavation E débute, à débit contrôlé.

55 **[0106]** Sur la figure 1B, on observe que le piston d'amorçage 22 s'est déposé sur la face supérieure du clapet 30, où il restera jusqu'à la fin du bétonnage de

l'excavation. Dans cette position, le piston d'amorçage remplit une nouvelle fonction, de guidage et de butée pour le béton. Muni d'une extrémité supérieure utile en pointe, il désagrège les éventuels amas de gravillons contenus dans le béton atteignant l'orifice de sortie 18.

[0107] Après que le béton a rempli un volume prédéterminé de l'excavation E, et pour une hauteur prédéfinie de béton restant à l'intérieur de la colonne, l'approvisionnement de la colonne 12 en béton est stoppé.

[0108] A cet instant, un espace libre de hauteur H3 est défini entre l'extrémité supérieure de la colonne et la surface libre du béton à l'intérieur de la colonne, et le clapet 30 est amené en position fermée.

[0109] Comme illustré sur la figure 1C, l'entonnoir 16 est alors désolidarisé de l'extrémité supérieure de la colonne 12, à laquelle est alors fixée la tête de rotation 84, la colonne 12 est remontée le long du mât 82 d'une hauteur sensiblement égale à la longueur d'un élément de colonne 14, puis l'élément 14 d'extrémité supérieure est retiré, et l'entonnoir est réinstallé à l'extrémité supérieure de la colonne « coupée ».

[0110] Le clapet 30 étant en position fermée, le débit de béton en sortie de colonne est nul, et la hauteur de béton à l'intérieur de la colonne reste inchangée.

[0111] Une fois la colonne 12 maintenue à nouveau en place dans l'excavation E au moyen du dispositif de serrage 86, le clapet 30 est amené en position ouverte, comme illustré sur la figure 1D, et le bétonnage est poursuivi.

[0112] Le béton déversé dans l'entonnoir 16 chute alors à l'intérieur de l'espace libre sur une hauteur H4 correspondant à la hauteur H3 diminuée de la hauteur de l'élément de colonne retiré lors de la coupure de la colonne. L'arrêt du premier cycle de bétonnage et le contrôle du clapet 30 sont choisis de sorte que cette hauteur H4 n'excède pas la hauteur de chute limite admissible pour le béton, généralement de l'ordre de 40 mètres.

[0113] La séquence des figures 1C et 1D est répétée autant de fois que nécessaire pour le bétonnage entier de l'excavation E.

[0114] Au cours des opérations, un ou plusieurs dispositifs de mesure et/ou de calcul permettent de détecter un ou plusieurs paramètres représentatifs de l'avancement du bétonnage. Il peut s'agir, notamment :

- de moyens de mesure de la longueur H2 de la colonne 12 et de la position de son extrémité inférieure 12b dans l'excavation E,
- de moyens de mesure du niveau du béton dans l'excavation E et dans la colonne 12,
- de moyens de mesure du débit d'écoulement de béton et/ou de boue à l'intérieur de la colonne 12,
- de moyens de mesure et/ou de calcul du volume de béton déjà introduit dans l'excavation E,
- de moyens de mesure et/ou de calcul des efforts mis en oeuvre pour remonter la colonne de bétonnage 12.

[0115] Les valeurs obtenues pour les paramètres précités sont avantageusement transmises à l'unité de commande 90 qui les traite pour le contrôle du processus et gère, en fonction, l'ouverture et la fermeture du clapet 30.

[0116] On peut notamment prévoir que l'unité de commande 90 comporte un ordinateur et qu'elle affiche en permanence une courbe donnant la hauteur de béton à l'intérieur de l'excavation E en fonction du volume de béton déjà introduit dans la colonne. En tenant compte en outre de la position de l'extrémité inférieure 12b de la colonne 12 à l'intérieur de l'excavation E, l'unité de commande peut alors contrôler l'arrêt des opérations de bétonnage et le déclenchement d'une nouvelle coupure de la colonne, de sorte que la hauteur de chute H4 du béton dans l'espace libre de la colonne, à la reprise du bétonnage, reste inférieure à la valeur limite prédéterminée.

[0117] A noter que, bien que cela ne soit pas représenté, l'installation de bétonnage 10 peut également comprendre un système de manutention et de stockage des éléments de colonne 14 et/ou un système pour la manutention et le vissage/dévissage de l'entonnoir 16.

[0118] Les opérations de contrôle et commande du dispositif de retenue, de coupure de la colonne, ainsi que l'arrêt et la reprise des opérations de bétonnage, peuvent aussi être réalisés de façon manuelle, par un opérateur, en fonction des paramètres mesurés par un ou plusieurs dispositifs de mesure et/ou de calcul du type précité.

[0119] Des dispositifs de retenue peuvent prendre d'autres formes que le clapet 30 décrit précédemment. Les figures 3A, 3B, 4A à 4C et 5A, 5B en illustrent quelques variantes.

[0120] Les figures 3A et 3B illustrent l'extrémité inférieure d'une colonne de bétonnage 12 du type précité.

[0121] Comme dans l'exemple précédent, la colonne 12 présente, à son extrémité inférieure, un orifice de sortie 18 débouchant axialement.

[0122] Un dispositif de retenue est ici formé par un tube 40 coaxial à la colonne de bétonnage 12, monté à l'intérieur de ladite colonne 12, et mobile en translation dans la direction axiale A, ici par l'actionnement d'un vérin 20.

[0123] Le tube 40 présente une longueur axiale sensiblement plus faible que la longueur totale de la colonne (i.e. sa longueur maximale), notamment une longueur au plus égale à 20%, de préférence 5%, encore plus préférentiellement 2%, de la longueur totale de la colonne.

[0124] Il est fermé à son extrémité axiale la plus éloignée de l'extrémité supérieure de la colonne 12, et ouvert à son extrémité opposée. Lorsqu'il est entièrement inséré à l'intérieur de la colonne, comme c'est le cas sur la figure 3A, le tube 40 obture totalement l'orifice de sortie 18 de la colonne.

[0125] Une ouverture latérale 42 est formée dans la paroi latérale du tube 40. L'ouverture 42 est agencée de sorte qu'un déplacement axial du tube 40 en éloignement de la colonne 12 permet de découvrir au moins partiellement l'ouverture 42, comme illustré sur la figure 3B et de laisser passer le béton et/ou la boue sortant par l'orifice de sortie 18 vers l'extérieur de la colonne 12.

[0126] Selon une seconde variante illustrée sur les figures 4A à 4C, les moyens de retenue présentent une forme similaire à celle de la variante précédente, mais la colonne de bétonnage 12 comporte cette fois une ouverture de sortie 19 ménagée dans sa paroi latérale.

[0127] Dans cet exemple, le tube 40 formant clapet est adapté pour être déplacé axialement par rapport à la colonne 12, ici au moyen d'un vérin 20, de sorte que les ouvertures axiales du tube et de la colonne respectivement référencés 42 et 19, soient positionnées en regard l'une de l'autre dans au moins une configuration de l'installation illustrée sur la figure 1C, et que la section d'écoulement à travers l'ouverture axiale 19 de la colonne 12 puisse être modifiée en déplaçant le tube 40 par rapport à la colonne 12.

[0128] Dans la position illustrée sur les figures 4A et 4B, l'ouverture latérale 19 de la colonne 12 est obturée par la paroi latérale du tube 40. La section d'écoulement à travers l'ouverture de sortie latérale 19 est nulle.

[0129] Dans la position illustrée sur la figure 4C au contraire, l'ouverture latérale 19 de la colonne 12 est en regard de l'ouverture latérale 42 du tube 40. Le béton et/ou la boue contenus dans la colonne 12 peuvent s'en échapper, par lesdites ouvertures 19, 42.

[0130] Dans la variante illustrée sur les figures 5A et 5B, un dispositif de retenue est formé par un tube 40 coaxial à la colonne 12, mais monté cette fois à l'extérieur de celle-ci. Comme dans la variante précédente, la colonne de bétonnage 12 comporte une ouverture latérale 19 et le tube 40 comporte une ouverture latérale 42. Ici, le tube 40 est monté mobile en rotation autour de l'axe A.

[0131] En étant déplacé par rapport à la colonne 12, le tube 40 peut passer d'une position telle qu'illustrée sur la figure 5A, dans laquelle les ouvertures latérales 42, 19 du tube 40 et de la colonne 12 sont en regard, permettant le passage du béton et/ou de la boue, à une position telle qu'illustrée sur la figure 5B, dans laquelle les ouvertures 42, 19 ne se superposent pas ou seulement partiellement, définissant ainsi une section d'écoulement plus faible que dans la position précédente, voire une section d'écoulement nulle.

[0132] Sur les figures 6A et 6B, on a illustré une installation de bétonnage 110 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0133] Comme dans le mode de réalisation précédent, l'installation de bétonnage 110 est munie d'une colonne de bétonnage 112 d'axe A, par laquelle le béton est introduit dans l'excavation E.

[0134] Elle peut également comporter un châssis, des moyens de support et de guidage pour la colonne de bétonnage, et d'autres équipements tels que décrits en liaison avec le premier mode de réalisation. Les caractéristiques décrites en liaison avec la figure 1 ne sont pas répétées ici par souci de concision, mais restent applicables à ce second mode de réalisation.

[0135] La colonne de bétonnage 112 est ici pourvue d'un dispositif de retenue du béton sur sa partie supérieure.

[0136] Dans l'exemple, ce dispositif de retenue est constitué par une vanne 160, et en particulier une vanne à manchon, bien connue de l'homme de l'art.

[0137] En l'espèce, la vanne 160 forme un palier de retenue intermédiaire pour le béton.

[0138] Prenons l'exemple de la figure 6A. La colonne 112 présente une hauteur totale H2. Une vanne 160 est disposée à une distance H5 de l'extrémité supérieure de la colonne 112, la distance H5 étant inférieure à la moitié de la hauteur totale H2 de la colonne.

[0139] Lors de l'amorçage, la vanne 160 est partiellement refermée, pour éviter la descente abrupte du béton dans la colonne remplie de boue, et les phénomènes de ségrégation et de bouchons déjà évoqués.

[0140] Pour contrôler la descente du premier béton dans la boue lors du démarrage du bétonnage, l'installation comprend un dispositif de mesure du débit d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage 112.

[0141] Ce dispositif de mesure inclut ici une conduite 152 reliée à la colonne de bétonnage au voisinage de son extrémité inférieure et équipée d'un débitmètre 154, lui-même relié à l'unité de commande 90.

[0142] Comme illustré sur la figure 6A, lors de la phase initiale du bétonnage (amorçage), la colonne de bétonnage 112 est bouchée en pied (l'extrémité inférieure de la colonne 112 est en appui contre le fond de l'excavation). La boue, poussée par le béton, est évacuée par la conduite 152.

[0143] En mesurant le débit de boue dans la conduite 152 au moyen du débitmètre, on détermine l'avancée du béton à l'intérieur de la colonne 112. On sait ainsi déterminer le moment où la colonne 112 est remplie de béton.

[0144] A cet instant, la colonne 112 peut être déplacée de sorte que son extrémité inférieure est écartée du fond de l'excavation E. La vanne 160 est ouverte. Un bouchon, obturant éventuellement l'extrémité inférieure de la colonne, est dégagé par le poids du béton, et le bétonnage de l'excavation est réalisé avec un débit contrôlé.

[0145] Comme dans le mode de réalisation décrit précédemment, après que le béton a rempli un volume prédéterminé de l'excavation, l'approvisionnement de la colonne en béton est stoppé, la colonne est remontée d'une hauteur sensiblement égale à la longueur d'un tronçon, et l'élément d'extrémité supérieure est retiré.

[0146] Lors de la reprise du bétonnage, la vanne 160 est amenée en position fermée, de sorte que le béton déversé dans la colonne est alors retenu au niveau de la vanne 160. La hauteur de chute du béton est égale à la distance H5 diminuée de la longueur d'un élément de colonne, et est choisie pour ne pas excéder la hauteur de chute limite du béton.

[0147] Dans cet état illustré sur la figure 6B, un espace libre 170, rempli d'air, est défini entre la vanne 160 et l'extrémité inférieure de la colonne, plus précisément entre la vanne 160 et la surface libre du béton restant en partie inférieure de la colonne à l'issue du dernier cycle de bétonnage.

[0148] La vanne est ensuite ouverte, partiellement ou

totale, pour poursuivre le bétonnage. La hauteur de chute H6 du béton à l'intérieur de l'espace libre 170 n'ex-
cède pas, là encore, la limite prédéfinie.

[0149] A la reprise du bétonnage, lorsque la vanne 160 est ouverte, de l'air situé en aval de la vanne peut être emprisonné dans le béton à forte pression. Pour éviter le risque de projection de béton à l'extrémité supérieure de la colonne, l'installation de bétonnage comprend des moyens d'évacuation de l'air emprisonné dans un tronçon de colonne.

[0150] Les moyens d'évacuation comprennent, dans l'exemple, une conduite d'air 150 disposée à l'extérieur de la colonne et communiquant avec le tronçon de la colonne de bétonnage 112 située directement en aval de la vanne 160.

[0151] Comme illustré sur la figure 7, la conduite 150 peut aussi s'étendre axialement à l'intérieur de la colonne de bétonnage. Dans ce cas, elle peut être mobile et peut comprendre un débitmètre 154 permettant de mesurer le débit d'écoulement de la boue à l'intérieur de la colonne de bétonnage, au moment de l'amorçage. Elle remplit donc la fonction de la conduite 152 décrite précédemment, laquelle peut dès lors être omise.

[0152] La figure 8 illustre un troisième mode de réalisation de l'invention, dans lequel des dispositifs de retenue sont agencés pour retenir le béton au niveau de plusieurs points de retenue espacés axialement à l'intérieur de la colonne de bétonnage, au cours d'un même cycle de bétonnage.

[0153] Dans ce but, plusieurs vannes 260a,..., 260d formant dispositifs de retenue, actionnées indépendamment les unes des autres, sont réparties sur la hauteur de la colonne de bétonnage 212, chaque vanne formant un tel point de retenue ou, autrement dit, un palier de retenue pour le béton.

[0154] La figure 8 illustre l'installation de bétonnage avant le commencement d'un second cycle de bétonnage.

[0155] La vanne 260a la plus amont (i.e. la plus proche de l'extrémité supérieure de la colonne) est en position fermée.

[0156] Le béton V, déversé dans la colonne, est retenu au niveau de cette vanne 260a.

[0157] Si la deuxième vanne 260b, située directement en aval de la première 260a, est également fermée, un espace libre 170a de hauteur H7, rempli d'air, est défini entre les deux vannes 260a, 260b.

[0158] Lorsque la première vanne 260a est ouverte, la seconde restant en position fermée, le volume de béton V chute de la hauteur H7, choisie inférieure à la hauteur de chute limite du béton.

[0159] Le même principe est appliqué aux autres vannes 260c, 260d, etc., pour fractionner le déplacement du béton à l'intérieur de la colonne 212 en plusieurs tronçons de hauteur acceptable.

[0160] Bien que cela ne soit pas représenté, des moyens d'évacuation d'air identiques à ceux décrits précédemment, peuvent aussi être utilisés ici. En particulier,

on pourra prévoir des conduites d'évacuation, à l'intérieur ou à l'extérieur de la colonne, communiquant avec les tronçons de la colonne de bétonnage 212 délimités par deux vannes adjacentes.

Revendications

1. Procédé de bétonnage d'une excavation (E), notamment d'une excavation présentant une profondeur au moins égale à 100 mètres, comprenant au moins la succession d'étapes suivante :

- on dispose une colonne de bétonnage (12, 112, 212) dans l'excavation (E) à bétonner, et
- on réalise un cycle de bétonnage au cours duquel on introduit du béton dans la colonne de bétonnage (12, 112, 212) par son extrémité supérieure ouverte, et on retient un volume de béton (V) à distance de ladite extrémité ouverte, de sorte que la hauteur d'un espace libre (170, 270) défini entre ledit volume de béton (V) et l'une des extrémités de la colonne de bétonnage (12, 112, 212) reste inférieure à une valeur limite égale, par exemple, à 40 mètres.

2. Procédé de bétonnage selon la revendication 1, dans lequel, pour retenir le volume de béton (V), on restreint au moins partiellement, de préférence totalement, la section d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage (12, 112, 212) et/ou vers l'extérieur de ladite colonne.

3. Procédé de bétonnage selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'espace libre est situé au-dessus du volume de béton (V).

4. Procédé de bétonnage selon les revendications 2 et 3, dans lequel au cours du cycle de bétonnage, on mesure et/ou on calcule au moins un paramètre représentatif du niveau de béton à l'intérieur de la colonne de bétonnage et, en fonction de ce au moins un paramètre, on restreint la section d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage (12, 112, 212) et/ou vers l'extérieur de ladite colonne, de sorte que la hauteur de l'espace libre défini entre le volume de béton contenu dans la colonne de bétonnage et l'extrémité supérieure de la colonne de bétonnage reste inférieure à la valeur limite.

5. Procédé de bétonnage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel un cycle de bétonnage comprend les étapes suivantes :

- a) du béton est introduit par l'extrémité supérieure ouverte de la colonne de bétonnage (12),
- b) lorsqu'un volume donné de béton a été introduit dans l'excavation, l'alimentation en béton

- de la colonne de bétonnage (12) est arrêtée et c) la section d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage (12) et/ou vers l'extérieur de ladite colonne est restreinte au moins partiellement, éventuellement totalement, en fonction d'au moins un paramètre représentatif du niveau de béton à l'intérieur de la colonne de bétonnage.
6. Procédé de bétonnage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel un espace libre (170, 270) est situé en-dessous du volume de béton (V).
 7. Procédé de bétonnage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel, au cours d'un cycle de bétonnage, on retient un volume de béton (V) successivement au niveau d'au moins deux points de retenue espacés axialement à l'intérieur de la colonne de bétonnage, un espace libre (170) étant défini entre lesdits premier et deuxième points de retenue.
 8. Procédé de bétonnage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le premier cycle de bétonnage comprend une étape d'amorçage au cours de laquelle on introduit du béton par l'extrémité supérieure ouverte de la colonne de bétonnage (12) remplie de fluide de forage, de manière à expulser le fluide de forage hors de la colonne et à remplir la colonne de bétonnage de béton, et, durant l'étape d'amorçage, on restreint partiellement la section d'écoulement à l'intérieur de la colonne de bétonnage et/ou vers l'extérieur de ladite colonne.
 9. Installation de bétonnage (10, 110, 210) adaptée pour bétonner une excavation (E), notamment une excavation présentant une profondeur au moins égale à 100 mètres, ladite installation comportant :
 - une colonne de bétonnage (12, 112, 212) comprenant une extrémité supérieure ouverte à la pression atmosphérique et à longueur au moins égale à, par exemple, 100 mètres, et
 - au moins un dispositif de retenue (30, 40, 160, 260) commandé situé à distance de l'extrémité supérieure ouverte de la colonne de bétonnage et adapté pour retenir un volume de béton (V) à l'intérieur de ladite colonne (12, 112, 212), dans au moins une configuration.
 10. Installation de bétonnage (10) selon la revendication 9, dans laquelle au moins un dispositif de retenue (30, 40) est disposé au voisinage de l'extrémité inférieure (12b) de la colonne de bétonnage (12).
 11. Installation de bétonnage (10) selon la revendication 10, dans laquelle la colonne de bétonnage (12) présente au moins un orifice de sortie (18, 19) au voisinage de son extrémité inférieure, et le dispositif de retenue comprend au moins un clapet mobile (30, 40) adapté à être déplacé par rapport audit orifice de sortie (18, 19).
 12. Installation de bétonnage (10) selon la revendication 11, dans laquelle l'orifice de sortie (18) de la colonne de bétonnage débouche axialement, et le clapet (30) est mobile en translation dans la direction axiale.
 13. Installation de bétonnage (110, 210) selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, dans laquelle au moins un dispositif de retenue (160, 260) est disposé dans la colonne (112, 212), à une distance de l'extrémité supérieure de la colonne inférieure à 80%, de préférence à 50%, de la longueur totale de ladite colonne (112, 212).
 14. Installation de bétonnage (210) selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, comprenant une pluralité de dispositifs de retenue (260a, ..., 260d) répartis le long de la colonne de bétonnage (212) et adaptés à être commandés indépendamment les uns des autres.
 15. Installation de bétonnage (110) selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, comprenant en outre un système d'évacuation d'air (150) communiquant avec un tronçon de la colonne de bétonnage (112).
 16. Installation de bétonnage (10, 110, 260) selon l'une quelconque des revendications 9 à 15, comprenant en outre au moins un dispositif de mesure et/ou de calcul de paramètres représentatifs de l'avancement du bétonnage, dont par exemple au moins un paramètre représentatif du niveau de béton à l'intérieur de la colonne de bétonnage.
 17. Installation de bétonnage (10, 110, 260) selon la revendication 16, comprenant en outre une unité de commande (90) du dispositif de retenue, reliée au dispositif de mesure et/ou de calcul, et adaptée à commander ledit dispositif de retenue en fonction des valeurs de paramètres mesurés et/ou calculés par le dispositif de mesure et/ou de calcul.
 18. Machine de bétonnage (100), comprenant une installation de bétonnage selon l'une quelconque des revendications 9 à 17, un châssis (80), et des moyens de support et de guidage de la colonne de bétonnage, solidaires du châssis (80).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betonieren eines Aushubs (E), insbesondere eines Aushubs mit einer Tiefe von min-

destens 100 Metern, umfassend mindestens die Abfolge der folgenden Schritte:

- eine Betoniersäule (12, 112, 212) wird in einem zu betonierenden Aushub (E) angeordnet, und
 - ein Betonierzyklus wird durchgeführt, in dem Beton in die Betoniersäule (12, 112, 212) durch ihr offenes oberes Ende eingebracht wird, und ein Betonvolumen (V) in einer Distanz von dem offenen Ende derart zurückgehalten wird, dass die Höhe eines freien Raums (170, 270), der zwischen dem Betonvolumen (V) und einem der Enden der Betoniersäule (12, 112, 212) definiert wird, tiefer bleibt als ein Grenzwert von zum Beispiel 40 Metern.
2. Betonierverfahren nach Anspruch 1, wobei, um das Betonvolumen (V) zurückzuhalten, mindestens teilweise, vorzugsweise zur Gänze, der Strömungsquerschnitt im Inneren der Betoniersäule (12, 112, 212) und/oder zur Außenseite der Säule eingeschränkt wird.
 3. Betonierverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der freie Raum über dem Betonvolumen (V) angeordnet ist.
 4. Betonierverfahren nach den Ansprüchen 2 und 3, wobei während des Betonierzyklus mindestens ein Parameter gemessen und/oder berechnet wird, der für das Betonniveau im Inneren der Betoniersäule repräsentativ ist, und, als Funktion dieses mindestens einen Parameters, der Strömungsquerschnitt im Inneren der Betoniersäule (12, 112, 212) und/oder zur Außenseite der Säule derart eingeschränkt wird, dass die Höhe des freien Raums, der zwischen dem in der Betoniersäule enthaltenen Betonvolumen und dem oberen Ende der Betoniersäule definiert wird, kleiner bleibt als der Grenzwert.
 5. Betonierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Betonierzyklus die folgenden Schritte umfasst:
 - a) Beton wird durch das offene obere Ende der Betoniersäule (12) eingebracht,
 - b) wenn ein gegebenes Betonvolumen in den Aushub eingebracht wurde, wird die Versorgung der Betoniersäule (12) mit Beton angehalten, und
 - c) der Strömungsquerschnitt im Inneren der Betoniersäule (12) und/oder zur Außenseite der Säule wird mindestens teilweise, gegebenenfalls zur Gänze, als Funktion mindestens eines Parameters eingeschränkt, der für das Betonniveau im Inneren der Betoniersäule repräsentativ ist.
 6. Betonierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein freier Raum (170, 270) unter dem Betonvolumen (V) angeordnet ist.
 7. Betonierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei während des Betonierzyklus ein Betonvolumen (V) sukzessive auf der Ebene von mindestens zwei Haltepunkten zurückgehalten wird, die axial im Inneren der Betoniersäule beabstandet sind, wobei ein freier Raum (170) zwischen dem ersten und zweiten Haltepunkt definiert wird.
 8. Betonierverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der erste Betonierzyklus einen Initiierungsschritt umfasst, in dem Beton durch das offene obere Ende der Betoniersäule (12) eingebracht wird, die mit Bohrfluid gefüllt ist, um das Bohrfluid aus der Säule auszustoßen und die Betoniersäule mit Beton zu füllen, und während des Initiierungsschritts teilweise der Strömungsquerschnitt im Inneren der Betoniersäule und/oder zur Außenseite der Säule eingeschränkt wird.
 9. Betonieranlage (10, 110, 210), welche geeignet ist, einen Aushub (E) zu betonieren, insbesondere einen Aushub, der eine Tiefe von mindestens gleich 100 Metern aufweist, wobei die Anlage umfasst:
 - eine Betoniersäule (12, 112, 212), umfassend ein offenes oberes Ende bei Atmosphärendruck und mit einer Länge von mindestens zum Beispiel gleich 100 Metern, und
 - mindestens eine gesteuerte Haltevorrichtung (30, 40, 160, 260), die in einer Distanz von dem offenen oberen Ende der Betoniersäule angeordnet ist und geeignet ist, ein Betonvolumen (V) im Inneren der Säule (12, 112, 212) zurückzuhalten, in mindestens einer Auslegung.
 10. Betonieranlage (10) nach Anspruch 9, wobei mindestens eine Haltevorrichtung (30, 40) in der Nähe des unteren Endes (12b) der Betoniersäule (12) angeordnet ist.
 11. Betonieranlage (10) nach Anspruch 10, wobei die Betoniersäule (12) mindestens eine Ausgangsöffnung (18, 19) in der Nähe ihres unteren Endes aufweist, und die Haltevorrichtung mindestens eine bewegbare Klappe (30, 40) umfasst, die geeignet ist, in Bezug auf die Ausgangsöffnung (18, 19) verschoben zu werden.
 12. Betonieranlage (10) nach Anspruch 11, wobei die Ausgangsöffnung (18) der Betoniersäule axial einmündet, und die Klappe (30) translatorisch in der axialen Richtung bewegbar ist.
 13. Betonieranlage (110, 210) nach einem der Ansprü-

che 9 bis 12, wobei mindestens eine Haltevorrichtung (160, 260) in der Säule (112, 212) in einer Distanz von dem oberen Ende der Säule von weniger als 80 %, vorzugsweise weniger als 50 %, der Gesamtlänge der Säule (112, 212) angeordnet ist.

14. Betonieranlage (210) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, umfassend eine Vielzahl von Haltevorrichtungen (260a, ..., 260d), die entlang der Betoniersäule (212) verteilt sind und geeignet sind, unabhängig voneinander gesteuert zu werden.

15. Betonieranlage (110) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, außerdem umfassend ein Luftabfuhrsystem (150), das mit einem Abschnitt der Betoniersäule (112) kommuniziert.

16. Betonieranlage (10, 110, 210) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, außerdem umfassend mindestens eine Mess- und/oder Rechenvorrichtung für Parameter, die für das Fortschreiten des Betonierens repräsentativ sind, darunter zum Beispiel für mindestens einen Parameter, der für das Betonniveau im Inneren der Betoniersäule repräsentativ ist.

17. Betonieranlage (10, 110, 210) nach Anspruch 16, außerdem umfassend eine Steuereinheit (90) der Haltevorrichtung, die mit der Mess- und/oder Rechenvorrichtung verbunden ist und geeignet ist, die Haltevorrichtung als Funktion der Werte der von der Mess- und/oder Rechenvorrichtung gemessenen und/oder berechneten Parameter zu steuern.

18. Betoniermaschine (100), umfassend eine Betonieranlage nach einem der Ansprüche 9 bis 17, ein Gestell (80) und Stütz- und Führungsmittel der Betoniersäule, die mit dem Gestell (80) fest verbunden sind.

Claims

1. A method of concreting an excavation (E), in particular an excavation presenting a depth of not less than 100 meters, the method being **characterized in that** it comprises at least the following succession of steps:

- placing a concreting column (12, 112, 212) in the excavation (E) for concreting; and
- performing a concreting cycle during which concrete is inserted into the concreting column (12, 112, 212) via its open top end, and a volume of concrete (V) is retained at a distance from said open end so that the height of an empty space (70, 170, 270) defined between said volume of concrete (V) and one of the ends of the concreting column (12, 112, 212) remains less than a limit value, equal to, for example, 40 me-

ters.

2. A concreting method according to claim 1, wherein, in order to retain the volume of concrete (V), the flow section inside the concreting column (12, 112, 212) and/or to the outside of said column is constricted at least in part, and preferably in full.

3. A concreting method according to claim 1 or claim 2, wherein the empty space (70) is situated above the volume of concrete (V).

4. A concreting method according to claims 2 and 3, wherein during the concreting cycle, at least one parameter representative of the level of concrete inside the concreting column is measured and/or calculated, and as a function of this at least one parameter, the flow section inside the concreting column (12, 112, 212) and/or the outside of said column is constricted, so that the height of the empty space defined between the volume of concrete contained in the concreting column and the top end of the concreting column remains less than the limit value.

5. A concreting method according to any one of claims 1 to 4, wherein a concreting cycle comprises the following steps:

- a) introducing concrete via the open top end of the concreting column (12);
- b) once a given volume of concrete has been inserted into the excavation, stopping the feed of concrete to the concreting column (12); and
- c) constricting the flow section inside the concreting column (12) and/or to the outside of said column at least in part, and possibly in full, as a function of at least one parameter representative of the level of concrete inside the concreting column.

6. A concreting method according to any one of claims 1 to 5, wherein an empty space (170, 270) is situated beneath the volume of concrete (V).

7. A concreting method according to any one of claims 1 to 6, wherein, during a concreting cycle, a volume of concrete (V) is retained in succession at at least two retention points that are spaced apart axially inside the concreting column, an empty space (170) being defined between said first and second retention points.

8. A concreting method according to any one of claims 1 to 7, wherein the first concreting cycle comprises a priming step during which concrete is inserted via the open top end of the concreting column (12) filled with drilling fluid, so as to expel the drilling fluid from the column and fill the concreting column with con-

crete, and during the priming step, the flow section inside the concreting column and/or to the outside of said column is constricted in part.

9. A concreting installation (10, 110, 210) adapted to concrete an excavation (E), in particular an excavation presenting a depth of not less than 100 meters, said installation comprising:

- a concreting column (12, 112, 212) having a top end arranged to be open in order to be at atmospheric pressure and a length at least equal to, for example 100 meters; and
- at least one controlled retention device (30, 40, 160, 260) situated at a distance from the open top end of the concreting column and adapted, in at least one configuration, to retain a volume of concrete (V) inside said column (12, 112, 212).

10. A concreting installation according to claim 9, wherein at least one retention device (30, 40) is arranged in the vicinity of the bottom end (12b) of the concreting column (12).

11. A concreting installation (10) according to claim 10, wherein the concreting column (12) presents at least one outlet orifice (18, 19) in the vicinity of its bottom end, and the retention device comprises at least one movable valve member (30, 40) adapted to be moved relative to said outlet orifice (18, 19).

12. A concreting installation (10) according to claim 11, wherein the outlet orifice (18) of the concreting column opens out axially, and the valve member (30) is movable in translation in the axial direction.

13. A concreting installation (110, 210) according to any one of claims 9 to 12, wherein at least one retention device (160, 260) is arranged in the column (112, 212) at a distance from the top end of the column that is less than 80%, preferably less than 50%, of the total length of said column (112, 212).

14. A concreting installation (210) according to any one of claims 9 to 13, having a plurality of retention devices (260a, ..., 260d) distributed along the concreting column (212) and adapted to be controlled independently of one another.

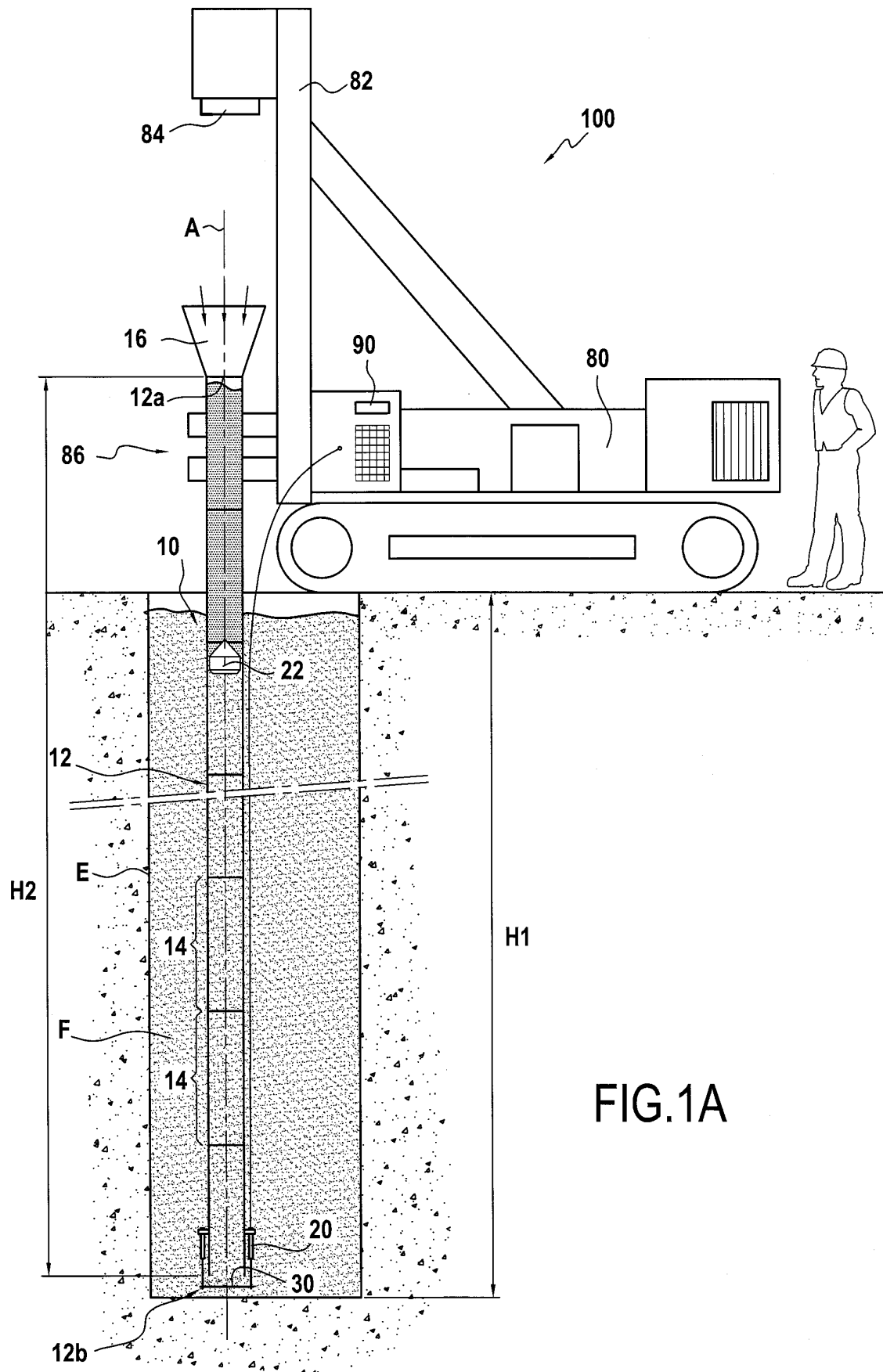
15. A concreting installation (110) according to any one of claims 9 to 14, further including an air discharge system (150) in communication with a segment of the concreting column (112).

16. A concreting installation (10, 110, 260) according to any one of claims 9 to 15, further including at least one device for measuring and/or calculating param-

eters representative of the advance of concreting including at least one parameter representative of the level of concrete inside the concreting column.

17. A concreting installation (10, 110, 260) according to claim 16, further including a control unit (90) for controlling the retention device, the control unit being connected to the measurement and/or calculation device and being adapted to control said retention device as a function of the parameter values as measured and/or calculated by the measurement and/or calculation device.

18. A concreting machine (100), including a concreting installation according to any one of claims 9 to 17, a support structure (80), and support and guide means for the concreting column that are secured to the support structure (80).



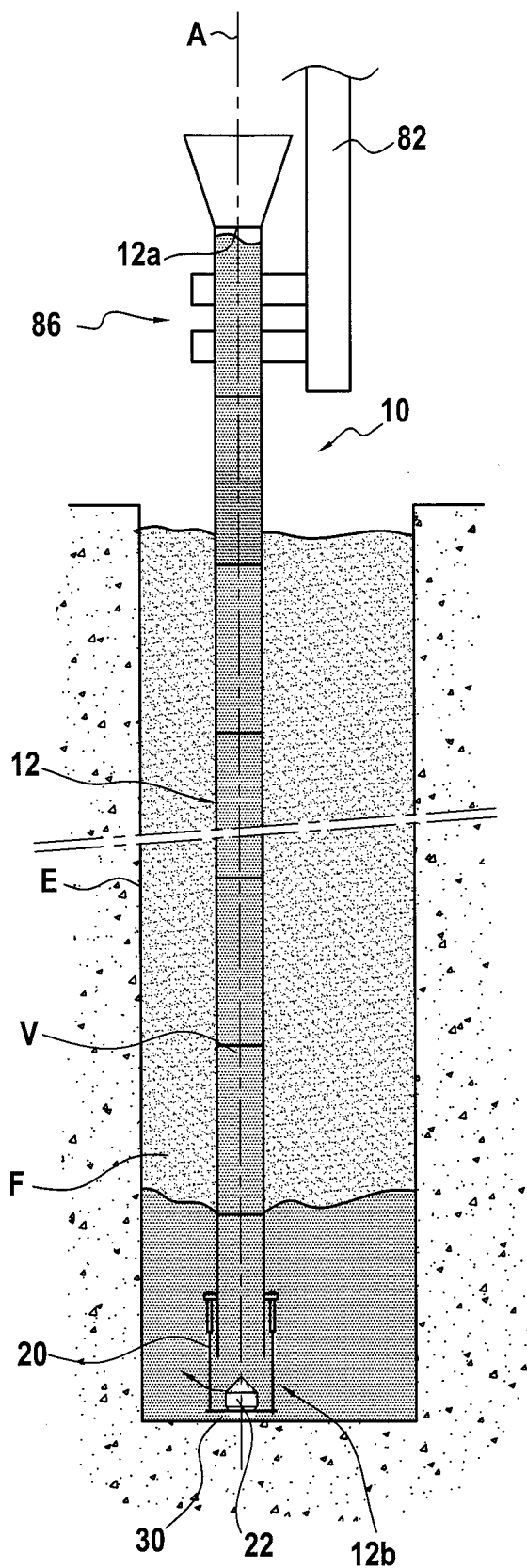


FIG.1B

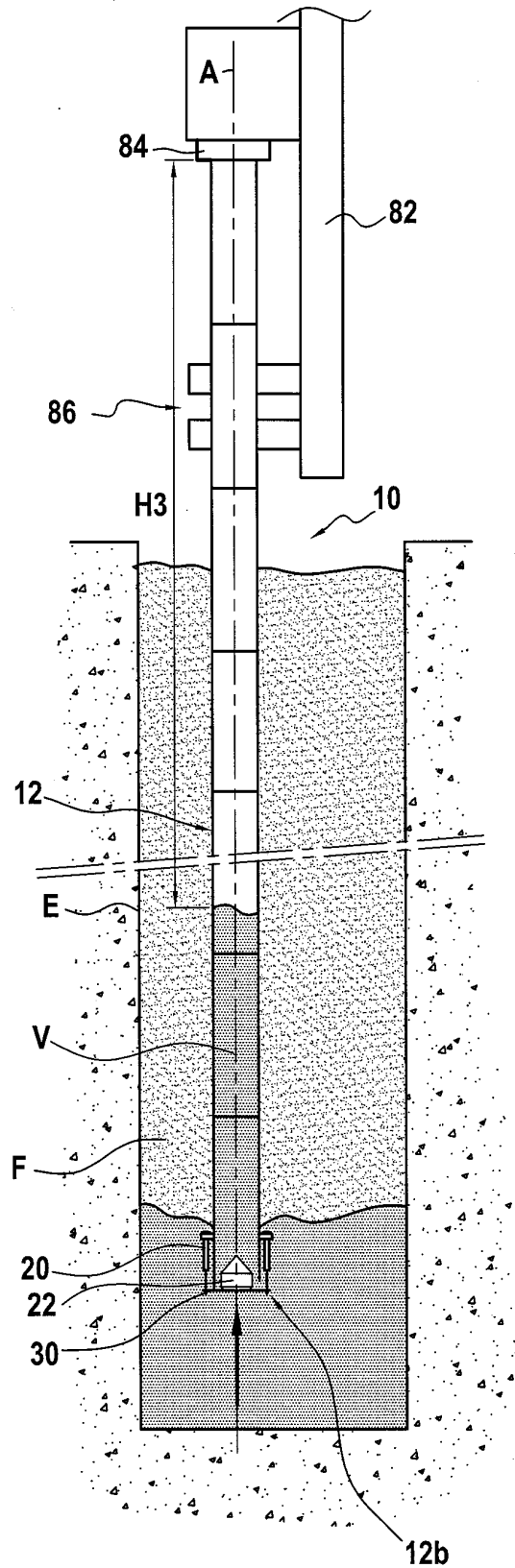


FIG.1C

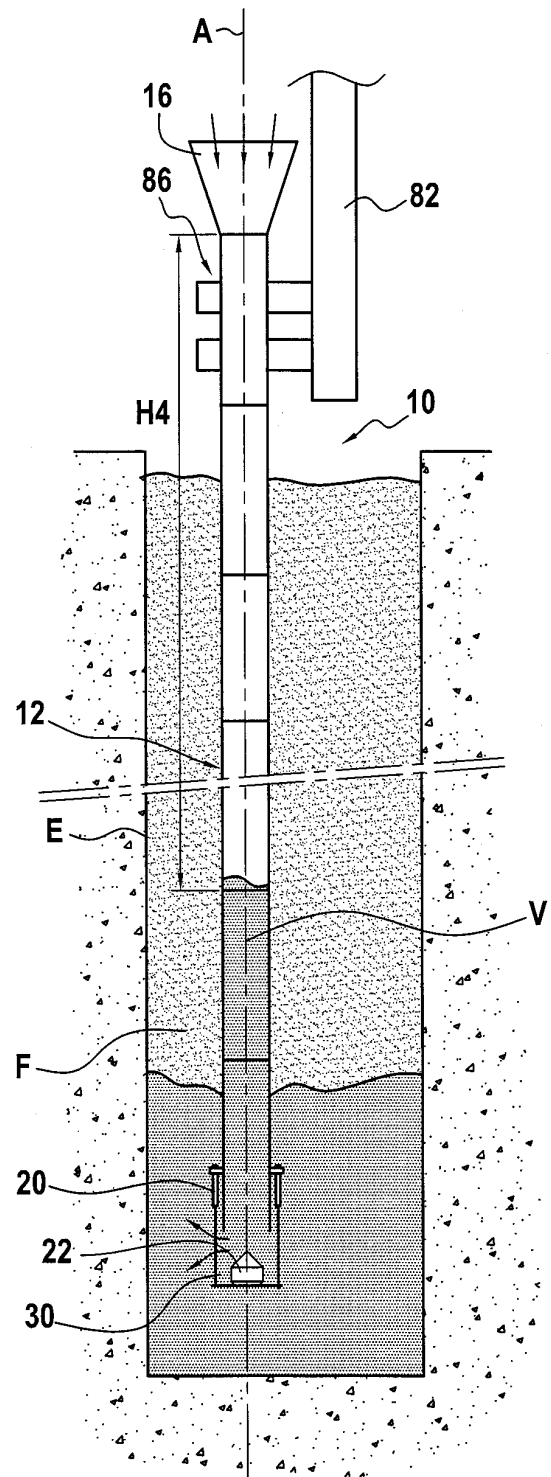


FIG.1D

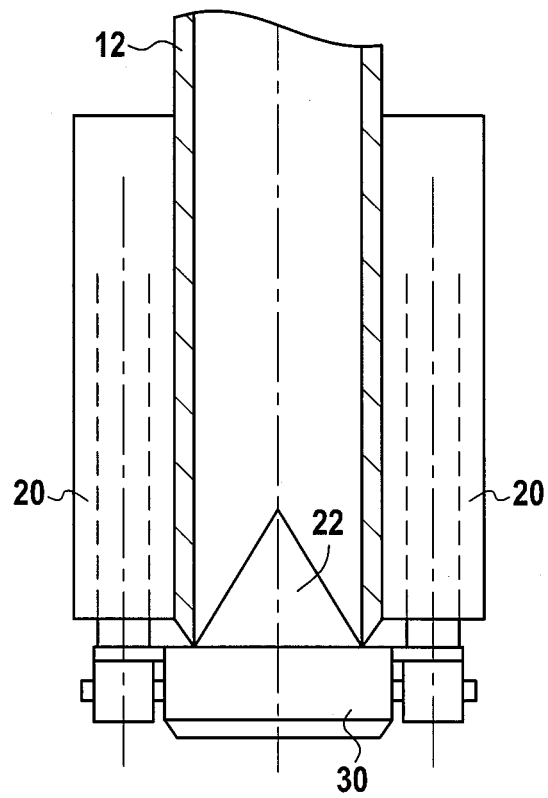


FIG. 2A

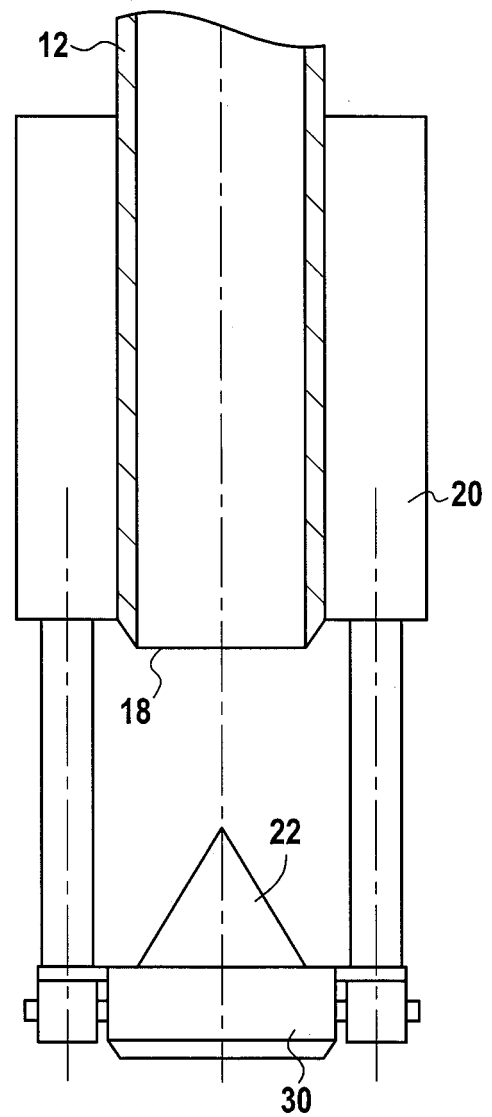


FIG. 2B

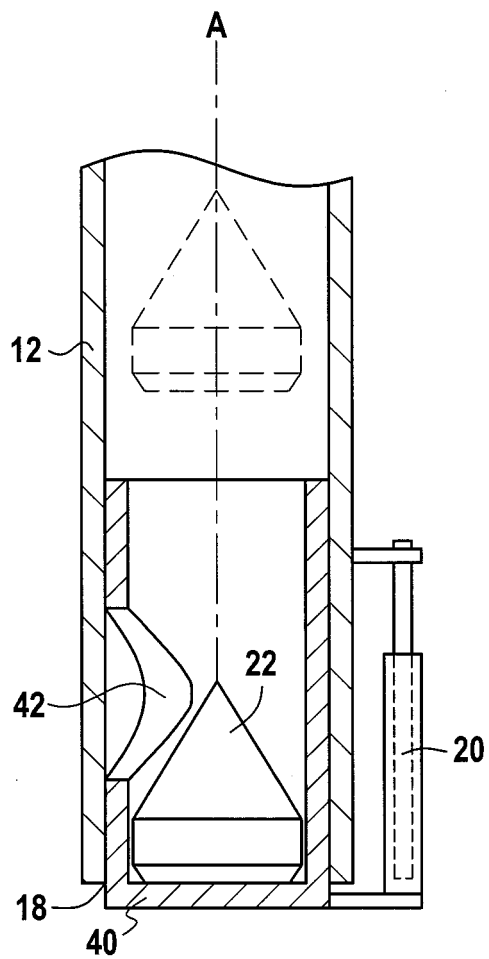


FIG. 3A

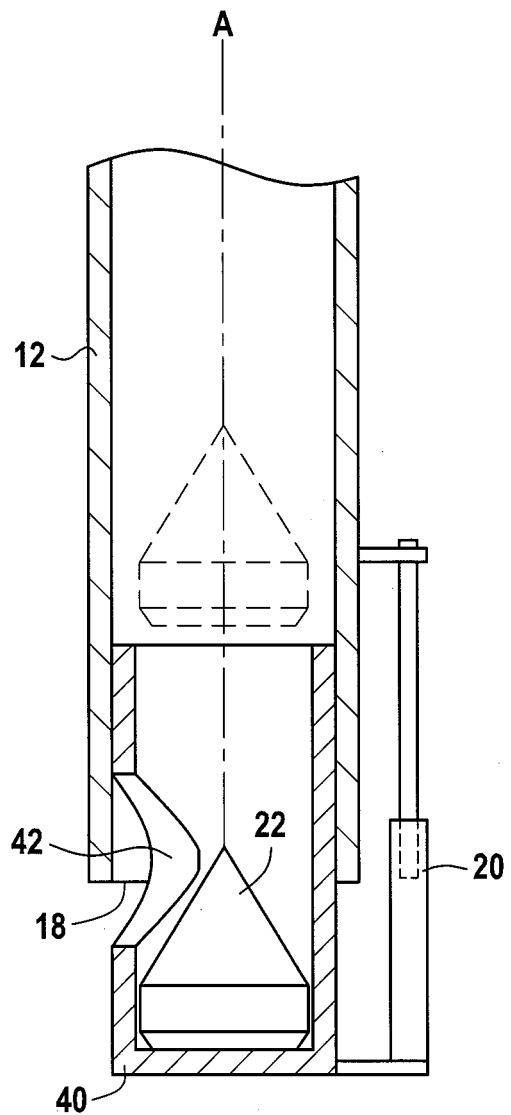


FIG. 3B

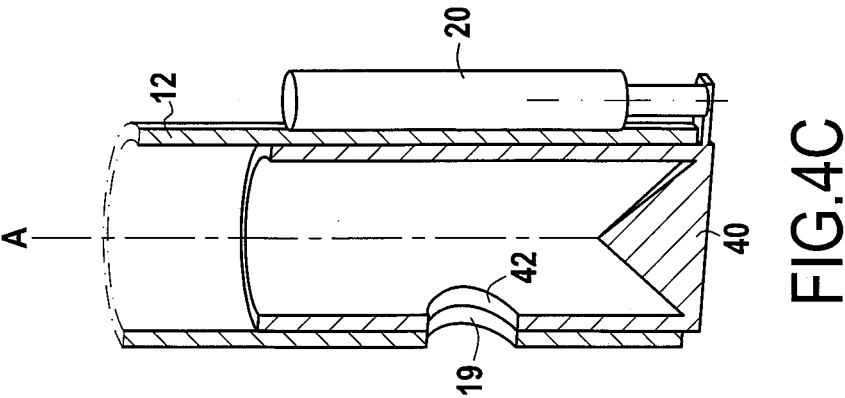


FIG. 4C

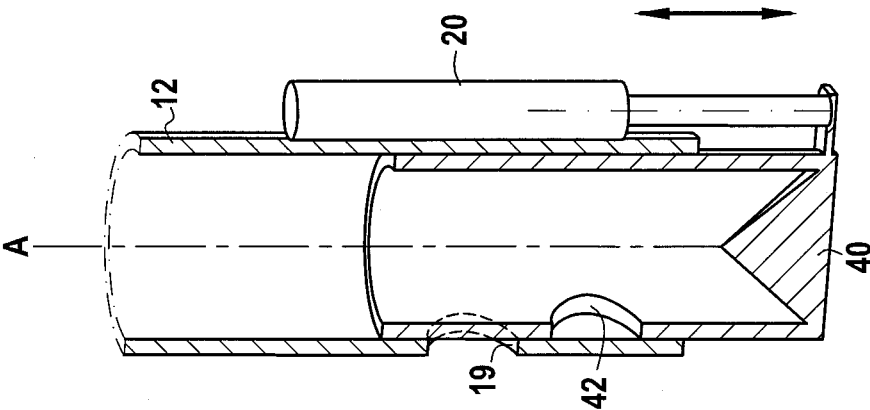


FIG. 4B

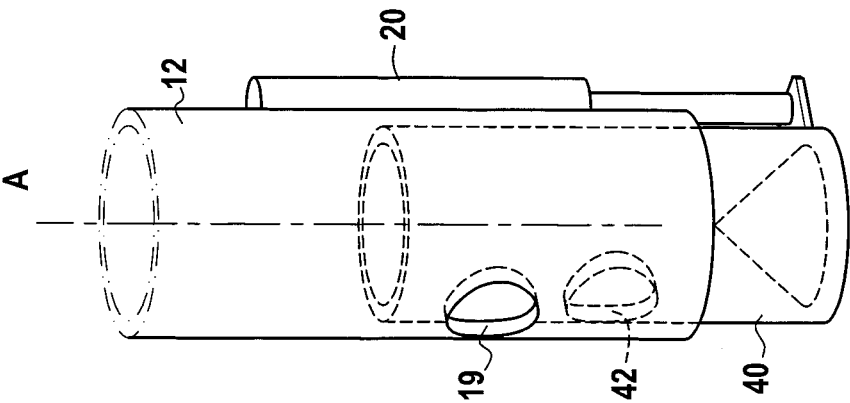


FIG. 4A

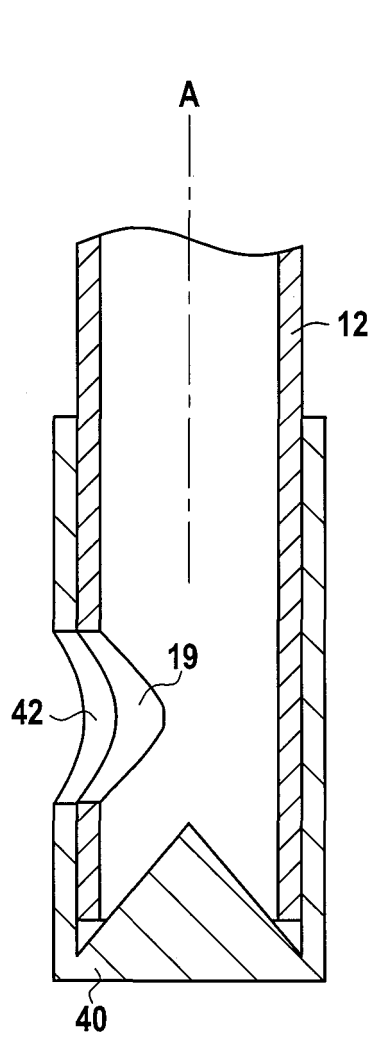


FIG. 5A

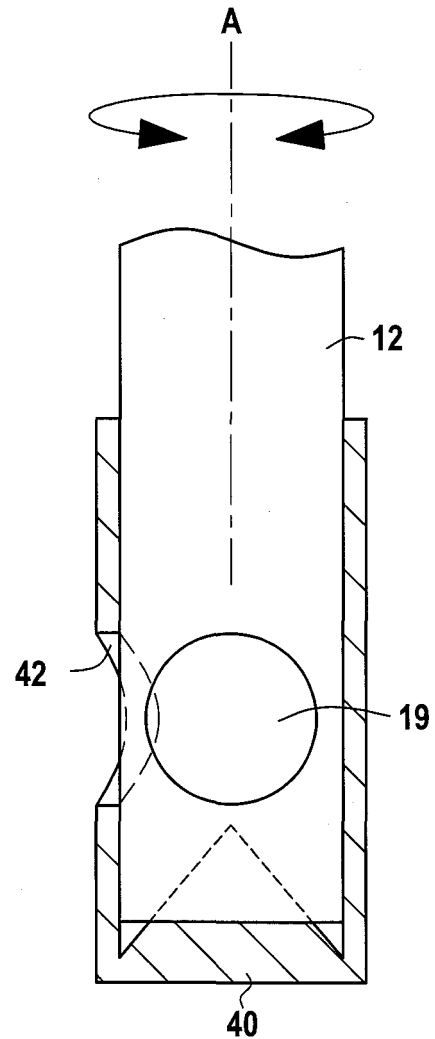


FIG. 5B

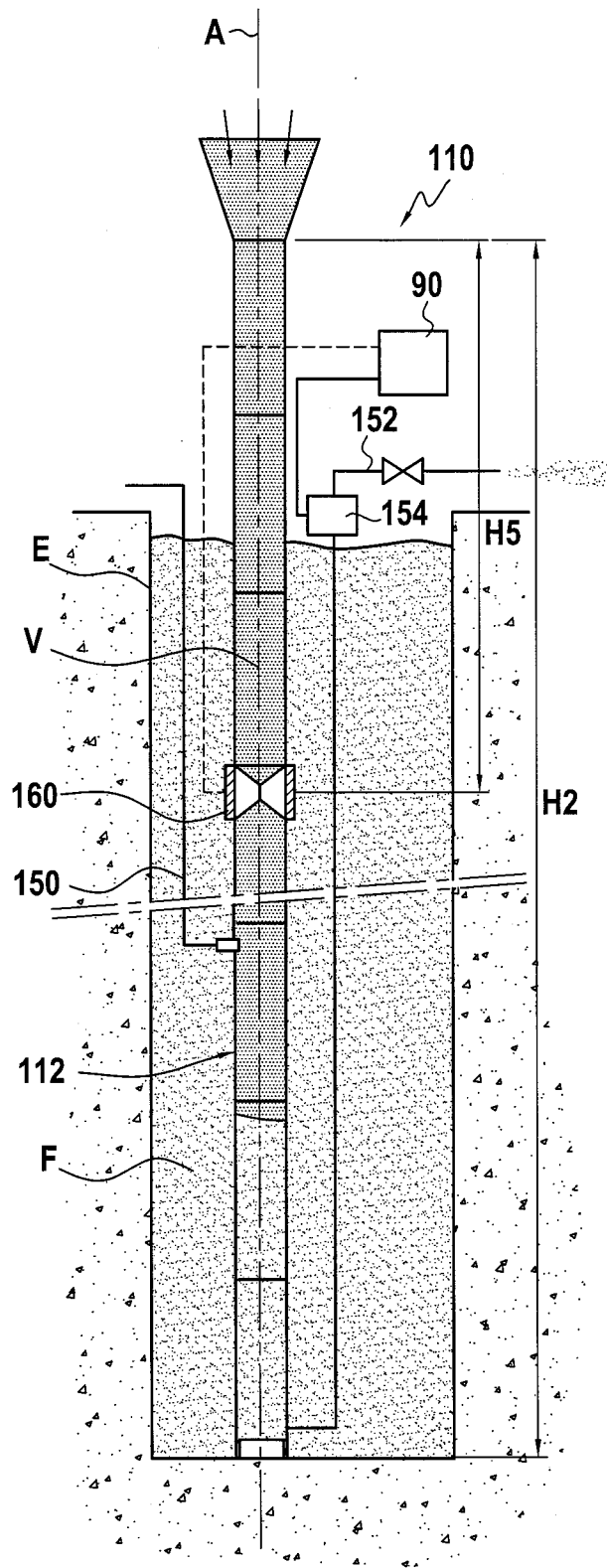


FIG. 6A

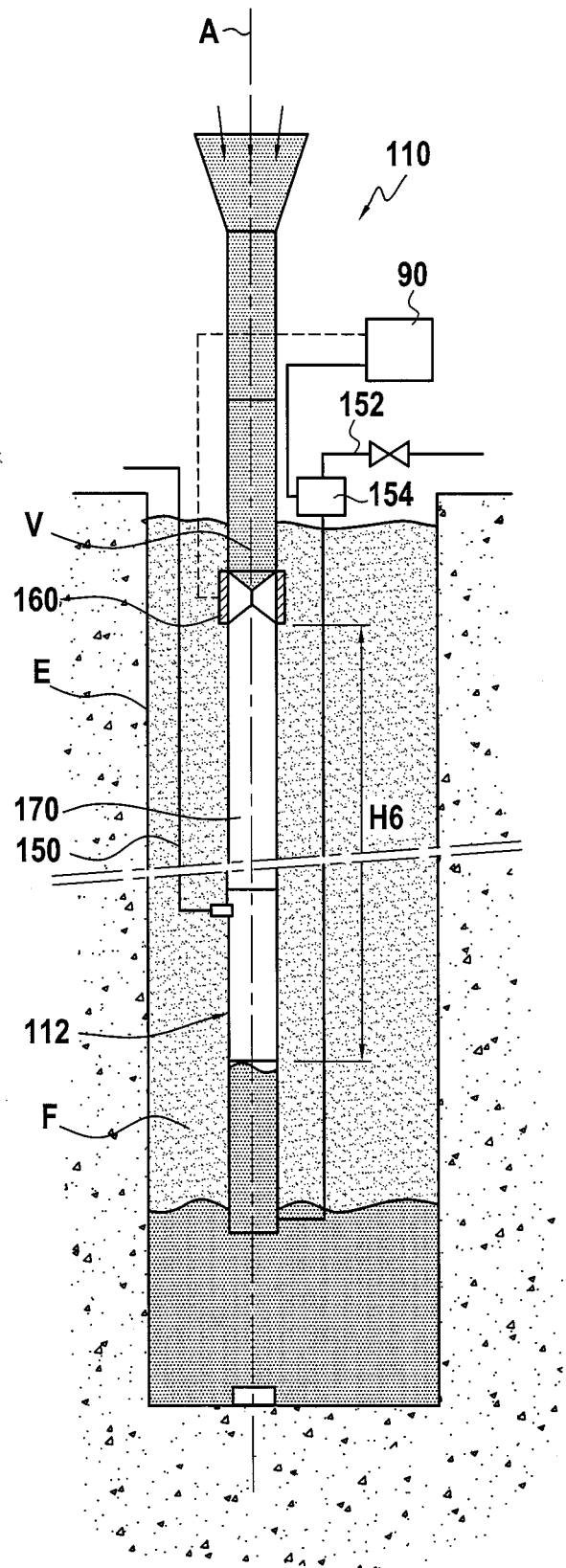


FIG. 6B

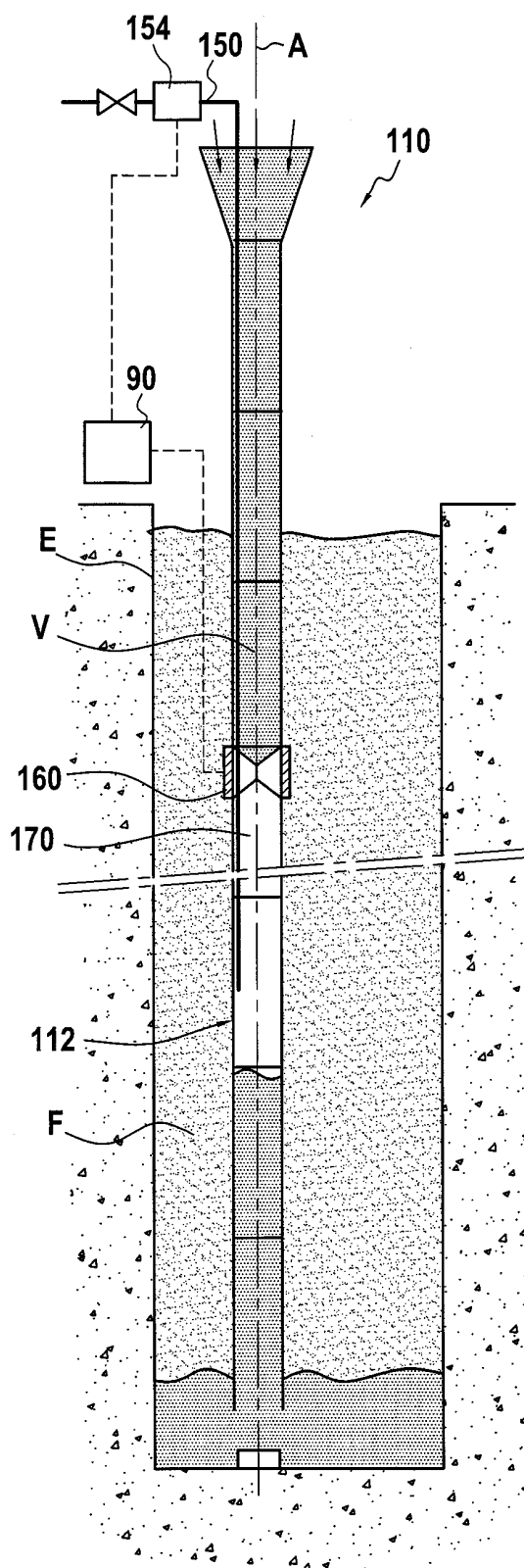


FIG. 7

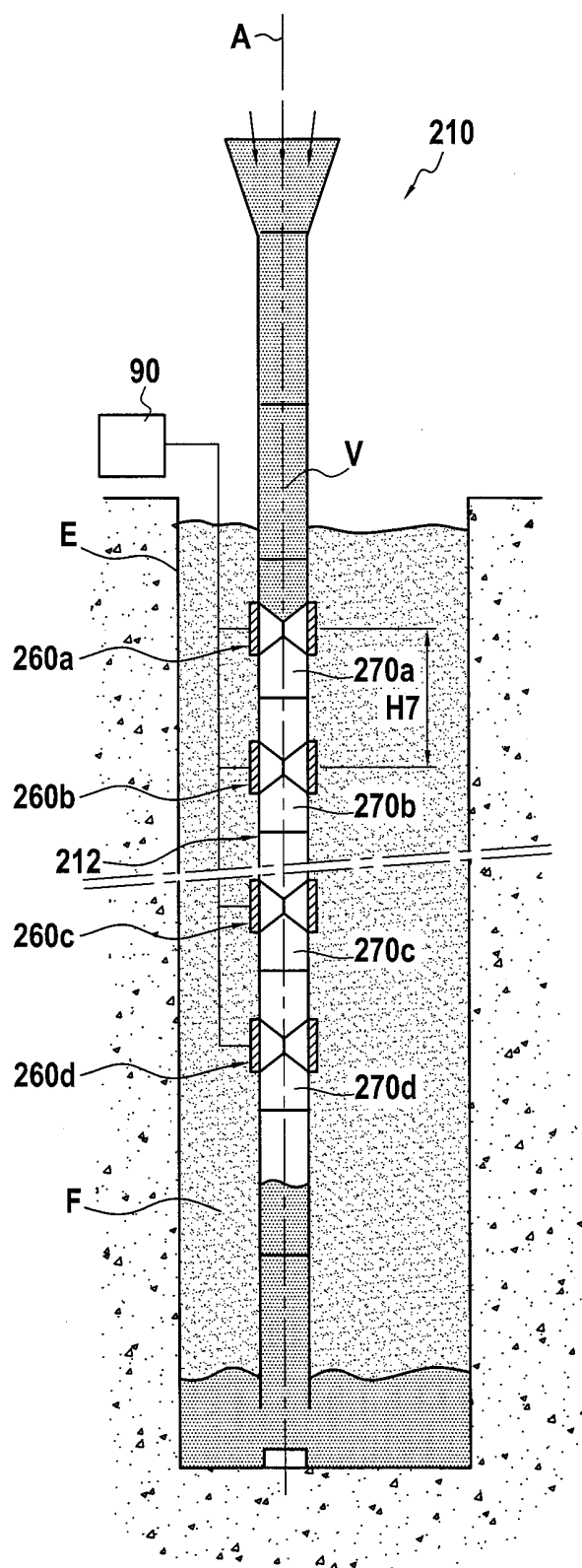


FIG. 8

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 3422629 A [0015]