



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 963 243 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**31.07.2002 Bulletin 2002/31**

(51) Int Cl.7: **B01F 13/02**, B01F 3/04,  
B01F 5/10

(21) Numéro de dépôt: **98910820.4**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR98/00359**

(22) Date de dépôt: **24.02.1998**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 98/37956 (03.09.1998 Gazette 1998/35)**

(54) **DISPOSITIF DE BRASSAGE DE CONTENU D'UNE CUVE COMPRENANT UN ELEVATEUR A BULLES**

GERÄT ZUM RÜHREN DES INHALTS EINES MIT EINEM LUFTBLASENHEBER VERSEHENEN GEFÄSSES

DEVICE FOR STIRRING THE CONTENT OF A VESSEL COMPRISING A BUBBLE ELEVATOR

(84) Etats contractants désignés:  
**BE DE GB**

(72) Inventeur: **LAFONT, Jacques**  
**F-30130 Pont Saint Esprit (FR)**

(30) Priorité: **28.02.1997 FR 9702427**

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al**  
**BREVALEX**  
**3, rue du Docteur Lancereaux**  
**75008 Paris (FR)**

(43) Date de publication de la demande:  
**15.12.1999 Bulletin 1999/50**

(73) Titulaire: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE**  
**ATOMIQUE**  
**75015 Paris (FR)**

(56) Documents cités:  
**US-A- 3 840 216**                      **US-A- 4 187 263**

**EP 0 963 243 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention concerne un dispositif de brassage du contenu d'une cuve.

**[0002]** Elle a recours à un appareil déjà employé pour cela et d'emploi courant notamment dans l'industrie nucléaire : il est appelé élévateur à bulles et consiste en un tube généralement vertical, ouvert à ses extrémités et qui comprend encore un piquage d'entrée d'air à une hauteur intermédiaire. L'extrémité inférieure est toujours immergée dans le liquide de la cuve et correspond à une ouverture d'entrée de liquide, alors que l'extrémité supérieure peut être émergée ou immergée selon les circonstances et correspond à une ouverture d'éjection de mélange d'air et de liquide : en effet, l'air introduit dans le tube par le piquage remonte en entraînant avec lui le liquide occupant le tube, jusqu'à ce qu'il sorte par l'extrémité supérieure, et le liquide éjecté est remplacé par du liquide de la cuve entrant par l'ouverture inférieure. Les élévateurs à bulles n'imposent pas l'emploi de pièces mécaniques mobiles et peuvent donc être employés même dans les liquides corrosifs ; ils sont très efficaces pour brasser et homogénéiser le liquide des cuves, notamment pour remettre en suspension les dépôts accumulés au fond de la cuve.

**[0003]** Le rendement d'un élévateur à bulles peut être défini comme le quotient du débit de liquide entraîné par le débit d'air fourni. On constate qu'il est très variable et dépend fortement du taux de submergence, soit du rapport entre la hauteur séparant le piquage d'air du niveau du liquide de la cuve et la hauteur, invariable, entre le piquage d'air et le sommet de l'élévateur ; la première de ces hauteurs correspond en réalité à la dénivellation entre le piquage d'air et la surface libre du liquide. Si le liquide affleure à hauteur du sommet de l'élévateur, celui-ci est entièrement submergé et le taux de submergence est de 100% ; ce taux diminue à mesure que le liquide baisse dans la cuve. On constate que le rendement baisse rapidement avec le taux de submergence et qu'il devient nul pour un taux de submergence égal à 1/3 environ, ce qui signifie que le liquide ne sort plus du tout de l'ouverture supérieure de l'élévateur. On doit donc admettre que les élévateurs à bulles deviennent inopérants pour les cuves peu remplies. Quand le niveau de la cuve est variable, on dispose plusieurs élévateurs de hauteurs différentes et on les utilise séparément selon les circonstances, en choisissant celui qui possédera momentanément le meilleur rendement ou celui qui débouchera aux profondeurs qui permettront l'homogénéisation la plus complète. Mais on est en droit de juger que l'installation devient compliquée.

**[0004]** Le sujet de l'invention est un élévateur à bulles amélioré qui offre à la fois un bon rendement et une possibilité de fonctionnement auxiliaire dans des cuves peu emplies. Il peut remplacer plusieurs élévateurs ordinaires.

**[0005]** Cet élévateur à bulles comprend un tube ouvert à une extrémité inférieure d'entrée de liquide, à

une extrémité supérieure d'éjection de mélange de gaz et de liquide et à un piquage d'injection de gaz à une hauteur intermédiaire entre les extrémités, et il se distingue en ce que le tube comprend encore au moins une ouverture supplémentaire à une hauteur intermédiaire entre l'extrémité supérieure et le piquage d'injection d'air. Cette nouvelle ouverture peut servir à aspirer un débit additionnel de liquide dans certaines circonstances ou à éjecter au contraire le mélange. Un tube est en général raccordé à cette ouverture.

**[0006]** L'invention sera maintenant décrite en détail à l'aide des figures suivantes, annexées à titre illustratif et non limitatif :

- 15 - la figure 1 représente un élévateur à bulles conforme à l'invention,
- les figures 2a à 2d illustrent plusieurs modes de fonctionnement qu'on peut distinguer,
- et la figure 3 représente un autre élévateur à bulles.

**[0007]** L'élévateur à bulles de la figure 1 est représenté logé dans une cuve 1 et comprend un tube principal 2 ouvert à son extrémité inférieure 3 et à son extrémité supérieure 4 où, comme il est usuel, il est recourbé en forme de crosse pour rejeter le mélange de gaz élévateur et de liquide entraîné horizontalement ou même vers le bas. Une ouverture intermédiaire correspondant à un piquage d'air 5 est faite à peu de hauteur de l'extrémité inférieure 3 ; on y raccorde un conduit 6 d'air comprimé qui fournit le gaz de mélange.

**[0008]** L'élément essentiel de l'invention consiste en une ouverture 7 supplémentaire du tube principal 2, située entre le piquage 5 et l'extrémité supérieure 4 et à laquelle on peut raccorder un tube de branchement 8 qui s'étend de là horizontalement ou vers le bas, et s'ouvre dans la cuve 1 au-dessous de l'extrémité supérieure 4.

**[0009]** On verra que le tube de branchement 8 se prête aussi bien à l'aspiration du liquide de la cuve qu'à l'éjection d'un mélange. Il est bon de mentionner auparavant certaines caractéristiques géométriques de l'élévateur et d'expliquer leur intérêt. C'est ainsi que le tube principal s'élargit vers le haut, passant d'un diamètre D1 du côté de l'extrémité inférieure 3 à un diamètre D2 plus important du côté de l'extrémité supérieure 4. La variation de diamètre est localisée un peu au-dessous de l'ouverture de raccordement 7 et elle est brusque, mais un fonctionnement correct serait obtenu avec une variation progressive de diamètre sur une petite hauteur du tube principal 2. Cette disposition est utile pour aspirer du liquide par le tube de branchement 8, car on a constaté qu'un tube principal lisse de diamètre intérieur constant était soumis à un écoulement uniforme qui ne permettait pas d'obtenir un débit additionnel important par l'ouverture de raccordement 7, alors que le tube principal 2 décrit ici est le siège de turbulences qui favorisent une aspiration de liquide par le tube de branchement 8. La dénivellation d entre la section de chan-

gement de diamètre de D1 à D2, où les turbulences sont produites, et l'ouverture de raccordement 7, doit être la plus petite possible, peut-être de quelques centimètres ; l'effet d'aspiration serait réduit ou compromis si elle était trop grande.

**[0010]** Par ailleurs, des essais complémentaires, réalisés en vue d'optimiser et de réduire la valeur de la dénivellation b entre l'extrémité inférieure 3 et l'ouverture du piquage d'air 5, ont montré que les valeurs empiriques préconisées dans les dispositifs de l'art antérieur, situées dans une gamme de valeurs comprises entre 15 et 25 cm, afin d'éviter tout risque d'échappement d'air vers le bas par l'extrémité inférieure 3, qui réduirait les performances de l'élévateur, pouvaient être réduites fortement.

**[0011]** Il est possible de donner à la dénivellation b une valeur de 5 cm environ pour un tube principal 2, sans constater d'échappement d'air même en accroissant le débit d'injection par le piquage 5 jusqu'à le tripler. Cette possibilité de réduire la dénivellation b est bénéfique car elle augmente le taux de submergence de l'élévateur, toutes choses égales par ailleurs, et donc l'étendue de son fonctionnement dans des cuves peu emplies, puisque le taux de submergence correspondant à la coupure du fonctionnement reste de 1/3. Même quand le fonctionnement est possible avec un piquage d'air 5 élevé, son abaissement accroît le rendement de l'élévateur.

**[0012]** Le diamètre D3 du tube de branchement 8, son angle d'inclinaison et sa longueur sont déterminés empiriquement. Le diamètre D3 doit être plus petit que le diamètre D2, et la longueur plus petite que celle de la partie basse (de diamètre D1) du tube principal 2.

**[0013]** La figure 2a illustre une situation où la cuve 1 est presque vide mais où une homogénéisation de son contenu est tout de même recherchée. L'air est fourni au débit souhaité et il entraîne le liquide présent au bas du tube 2 jusqu'à l'ouverture de raccordement 7 avant de le décharger par le tube de branchement 8 : on obtient donc un fonctionnement du "premier étage" de l'élévateur qui ne concerne que sa partie inférieure, alors que le reste, compris entre l'ouverture de raccordement 7 et l'extrémité supérieure 4, consiste en un "second étage" qui reste entièrement vide pour ce mode de fonctionnement hormis un débit de fuite d'air, car sa submergence est trop faible.

**[0014]** Si la cuve se remplit, on peut arriver à l'état de la figure 2b où le niveau du liquide s'étend jusqu'à l'ouverture de raccordement 7 : ce fonctionnement reste à peu près le même que précédemment, tout le mélange d'air et de liquide passant par le tube de branchement 8, sauf que le mélange est rejeté directement dans le liquide.

**[0015]** Si la cuve 1 continue à se remplir, on arrive à l'état de la figure 2c où le second étage d'éjection devient éventuellement actif. Si le débit d'air injecté reste relativement faible, tout le liquide aspiré est renvoyé dans la cuve par le tube de branchement 8 comme pré-

cedemment. Mais si le débit d'air est accru, le débit de liquide éjecté s'accroît aussi et une part croissante, qui devient rapidement prépondérante, passe par le second étage et quitte l'élévateur par l'extrémité supérieure 4, comme dans un élévateur ordinaire. La division du mélange entre les deux étages peut favoriser l'homogénéisation du liquide grâce au brassage produit à plusieurs altitudes.

**[0016]** Si le niveau du liquide dans la cuve s'élève encore, on arrive à la figure 2d où le fonctionnement de l'élévateur change à nouveau : la circulation de fluide s'inverse dans le tube de branchement 8, qui devient un tube d'aspiration d'un débit de liquide additionnel. L'aspiration du liquide à deux altitudes favorise encore un brassage important du contenu de la cuve, en même temps qu'une augmentation du débit de liquide entraîné dans le tube principal 2. L'ouverture de raccordement 7 optimise alors le fonctionnement de l'élévateur à bulles en permettant d'aspirer puis d'éjecter un débit de liquide plus important que dans un élévateur ordinaire, à débit d'air identique.

**[0017]** La figure 3 montre que le concept d'orifice intermédiaire peut être généralisé à un élévateur à bulles à plus de deux étages d'éjection : l'élévateur qui y est illustré comporte ainsi un second orifice intermédiaire 17 au-dessus du premier (référéncé par 7 comme dans l'exemple précédent), et un second tube de branchement 18 y est raccordé. Il est en pente descendante vers la cuve 1 comme le précédent, et son diamètre D5 peut être semblable au diamètre D3 du premier tube de branchement 8 ou un peu supérieur. Le tube 2 comprend alors trois sections, de diamètres D1, D2 et D4, qui se raccordent 7 et 17 avec des variations brusques ou progressives de diamètre comme précédemment. Le mélange d'air et de liquide sort de l'élévateur 7 et 17 ou par l'extrémité supérieure 4 du tube 2, ou plusieurs de ces endroits à la fois en fonction de la submergence et du débit d'air, comme précédemment.

## Revendications

1. Dispositif de brassage du contenu liquide d'une cuve, comprenant au moins un élévateur à bulles comprenant un tube (2) ouvert à une extrémité inférieure (3) d'entrée du liquide, à une extrémité supérieure (4) d'éjection d'un mélange du liquide et de gaz et à un piquage (5) d'injection d'air à une hauteur intermédiaire entre les extrémités, **caractérisé en ce que** le tube (2) comprend encore une ouverture supplémentaire (7) à une hauteur intermédiaire entre l'extrémité supérieure et le piquage d'injection d'air et par laquelle le liquide peut être aspiré dans le tube ou en être éjecté.
2. Dispositif suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le tube est composé d'une portion inférieure finissant un peu au-dessous de l'ouverture de rac-

cordement et d'une portion supérieure de plus gros diamètre (D2) que la portion inférieure.

3. Dispositif suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** les portions du tube se raccordent en une variation brusque de diamètre. 5
4. Dispositif suivant 1a revendication 2, **caractérisé en ce que** les portions du tube se raccordent en une variation progressive de diamètre. 10
5. Dispositif suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** tube de branchement (8) est raccordé au tube (2) à l'ouverture supplémentaire (7), le tube de branchement débouchant au-dessous de l'extrémité supérieure (4). 15
6. Dispositif suivant la revendication 1, **caractérisé par** au moins une seconde ouverture supplémentaire (17) à une hauteur intermédiaire entre l'extrémité supérieure (4) du tube (2) et 1e piquage (5) d'injection d'air, les ouvertures intermédiaires (7, 17) étant à des hauteurs différentes. 20

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Rühren des flüssigen Inhalts eines Gefäßes mit wenigstens einem Luftblasenheber, der ein Rohr (2) umfasst, das offen ist an einem unteren Eintrittsende der Flüssigkeit (3), an einem oberen Austrittsende (4) einer Mischung aus der Flüssigkeit und aus Gas, und einer Abzweigung (5) zum Einblasen von Luft in einer Zwischenhöhe, zwischen den beiden Enden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (2) noch eine zusätzliche Öffnung oder Anschlussöffnung (7) in einer Zwischenhöhe umfasst, die zwischen dem oberen Ende und der Luftenblasabzweigung liegt und durch die die Flüssigkeit in das Rohr gesaugt werden kann oder aus diesem ausgestoßen werden kann. 25
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr gebildet wird durch einen unteren Teil, der etwas unter der Anschlussöffnung endet, und durch einen oberen Teil mit einem größeren Durchmesser (D2) als der untere Teil. 30
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teile des Rohrs mittels einer brusken Durchmesseränderung ineinander übergehen. 35
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teile des Rohrs mittels einer progressiven Durchmesseränderung ineinander übergehen. 40

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abzweigungsrohr (8) an der zusätzlichen Öffnung (7) mit dem Rohr (2) verbunden ist, wobei das Abzweigungsrohr unterhalb des oberen Endes (4) mündet. 5

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** wenigstens eine zweite zusätzliche Öffnung (17) in einer Höhe zwischen dem oberen Ende (4) des Rohrs (2) und der Luftenblas-Abzweigung (5), wobei die zusätzlichen Öffnungen (7, 17) sich in unterschiedlichen Höhen befinden. 10

#### 15 Claims

1. A device for stirring the liquid content of a tank, comprising at least one bubble elevator comprising a tube (2) open at a bottom liquid-entry end (3) and at a top end (4) for ejecting a mixture of liquid and gas, and a tapping (5) for injecting air at a height intermediate between the ends, **characterised in that** the tube (2) also comprises an additional opening (7) at a height intermediate between the top end and the air injection tapping and through which the liquid can be sucked into the tube or be ejected therefrom. 25
2. A device for stirring the content of a tank according to Claim 1, **characterised in that** the tube is composed of a bottom portion finishing a little below the connecting opening and a top portion with a larger diameter (D2) than the bottom portion. 30
3. A device for stirring the content of a tank according to Claim 2, **characterised in that** the portions of the tube are connected at an abrupt change in diameter. 35
4. A device for stirring the content of a tank according to Claim 2, **characterised in that** the portions of the tube are connected at a progressive change in diameter. 40
5. A device for stirring the content of a tank according to Claim 1, **characterised in that** a connecting tube (8) is connected to the tube (2) at the additional opening (7), the connecting tube opening out below the top end (4). 45
6. A device for stirring the content of a tank according to Claim 1, **characterised by** at least one second additional opening (17) at a height intermediate between the top end (4) of the tube (2) and the air injection tapping (5), the intermediate openings (7, 17) being at different heights. 50

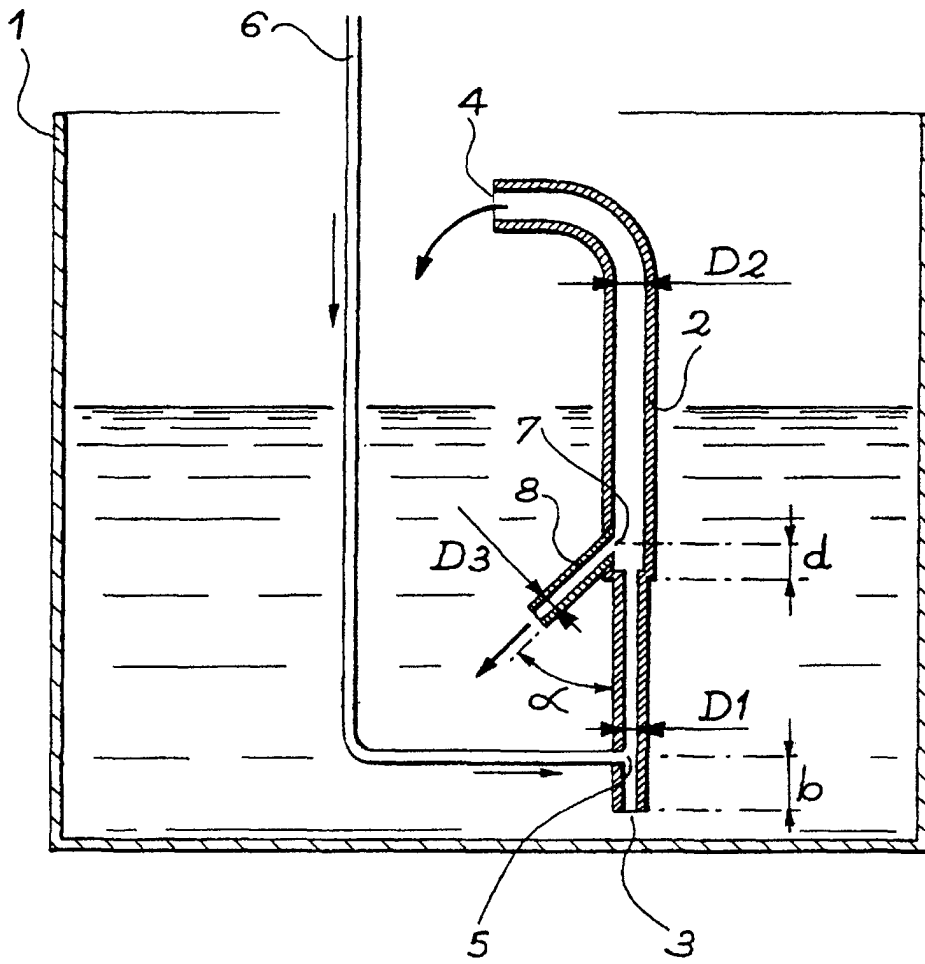


FIG. 1

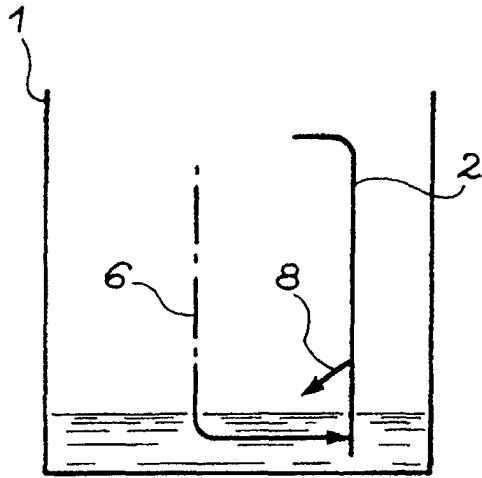


FIG. 2a

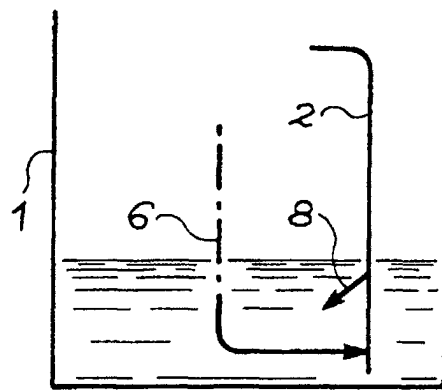


FIG. 2b

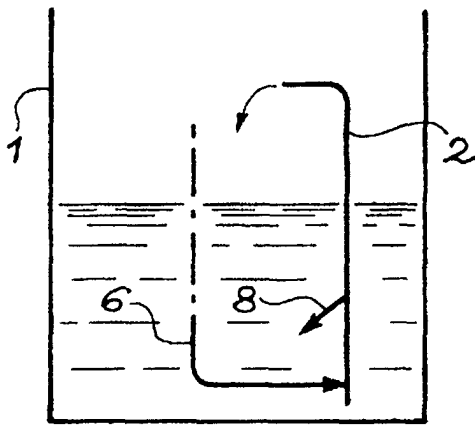


FIG. 2c

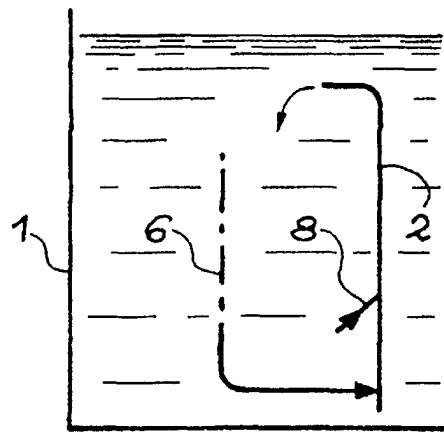


FIG. 2d

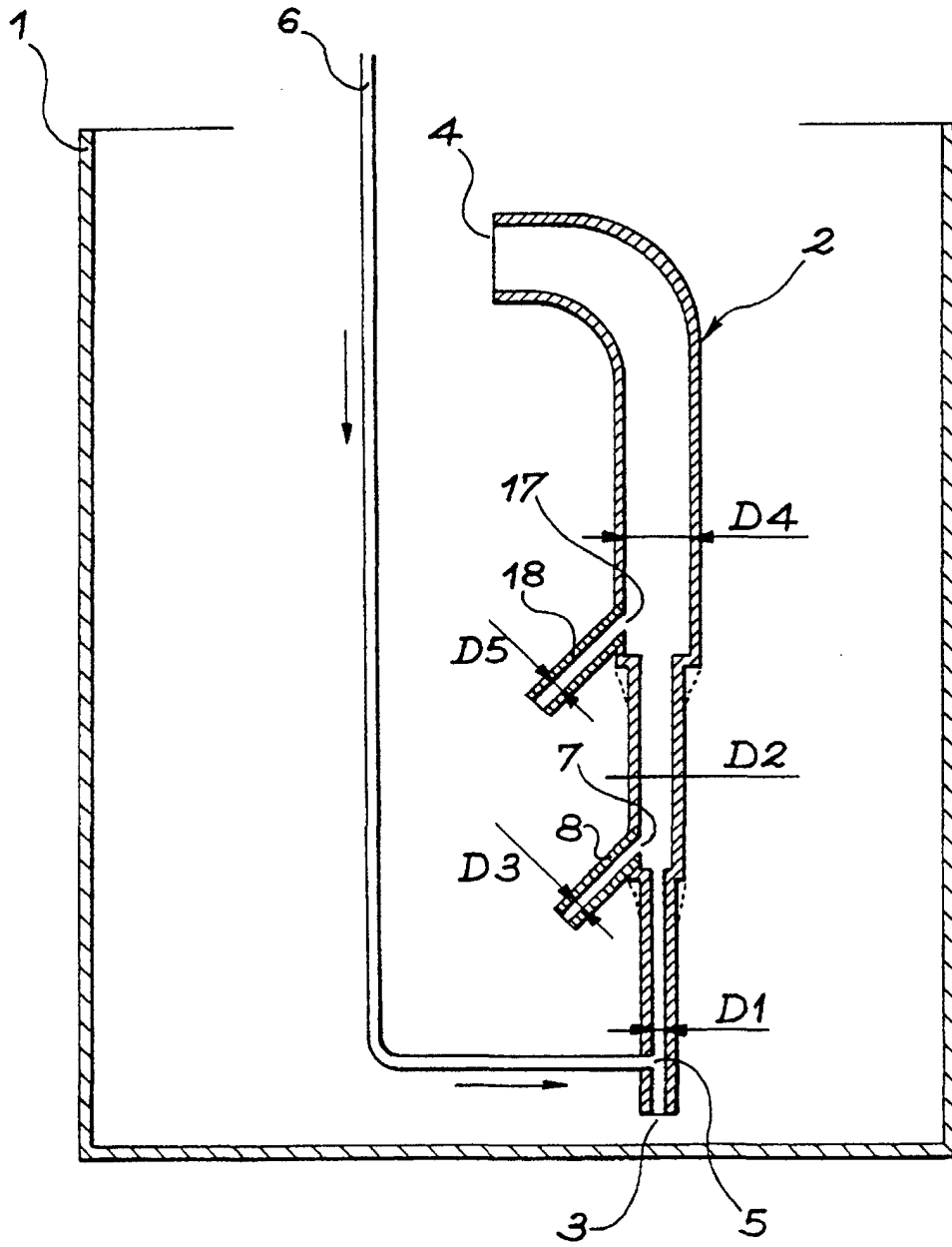


FIG. 3