



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2003/12/04
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2004/07/01
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2011/05/10
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2005/06/02
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2003/050151
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2004/054694
(30) Priorité/Priority: 2002/12/12 (FR02/15733)

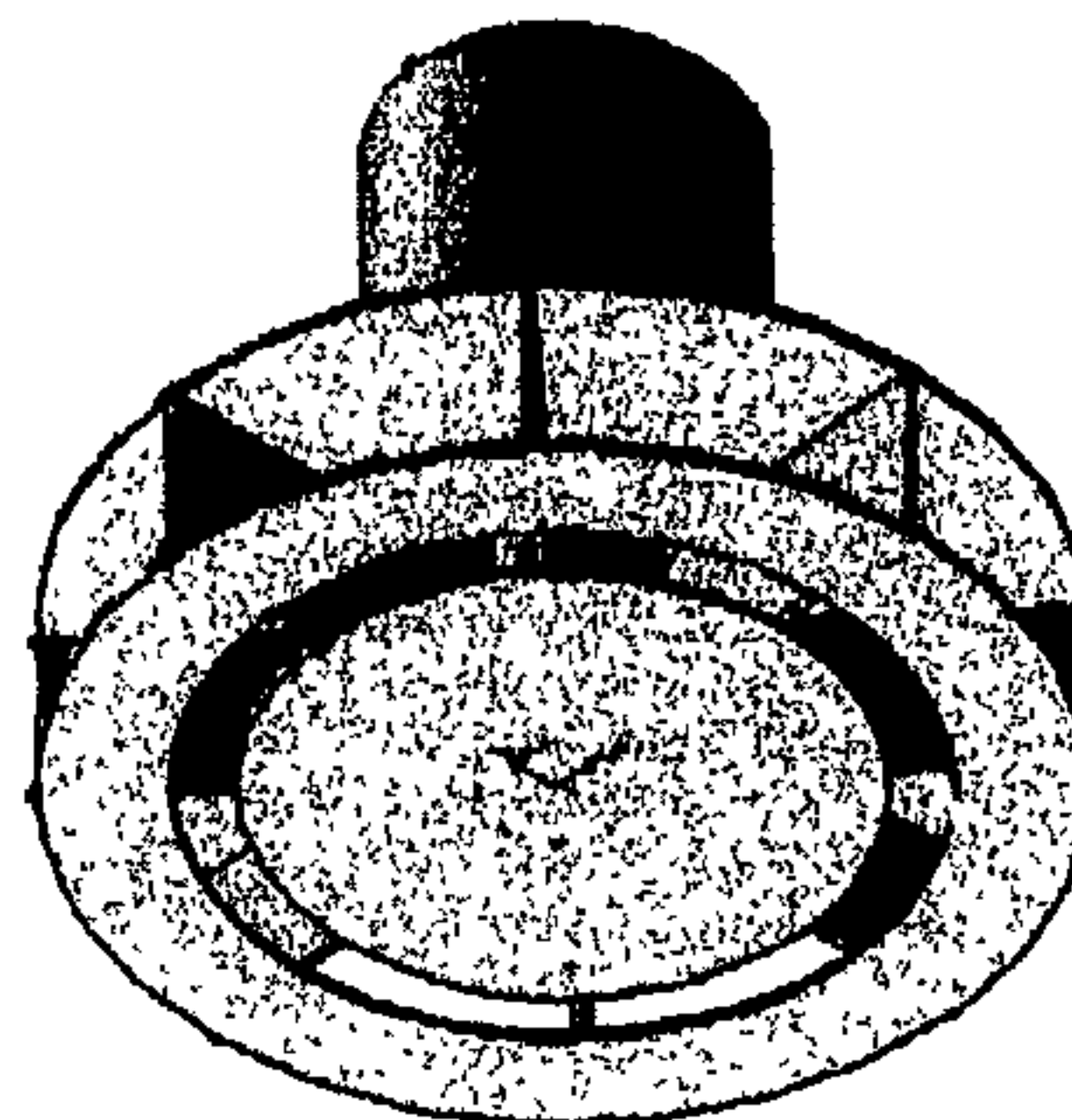
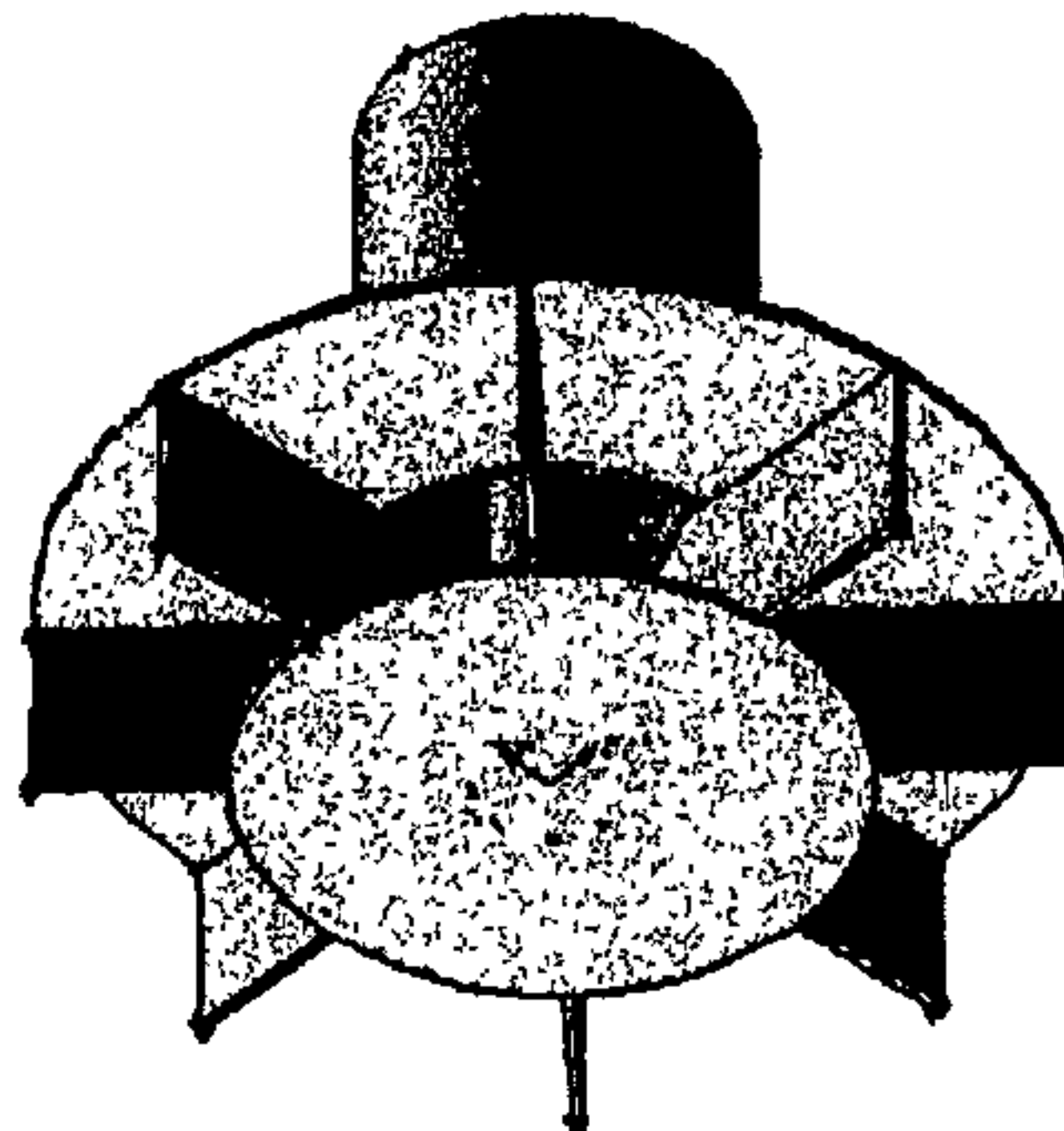
(51) Cl.Int./Int.Cl. *B01F 3/04* (2006.01),
B01F 15/00 (2006.01), *B01F 7/00* (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
MELEN, STEPHANE, FR;
POUX, MARTINE, FR;
XUEREB, CATHERINE, FR;
SARDEING, RODOLPHE, FR

(73) Propriétaires/Owners:
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE, FR;
INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE
TOULOUSE, FR; ...

(54) Titre : DISPOSITIF D'AGITATION D'UN LIQUIDE ET D'INJECTION D'UN GAZ DANS CE LIQUIDE A
ENGORGEMENT LIMITE

(54) Title: DEVICE FOR STIRRING A LIQUID AND INJECTING A GAS INTO SAID LIQUID WITH LIMITED CLOGGING



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un dispositif d'agitation d'un liquide et d'injection d'un gaz dans ce liquide, comprenant un dispositif d'entraînement disposé au-dessus du réacteur, pourvu d'un arbre de sortie (2) vertical équipé à son extrémité d'une turbine auto-aspirante (15). La turbine est constituée de deux disques superposés (8,9) et la surface du disque inférieur (9) est inférieure à la surface du disque supérieure (8).

(73) **Propriétaires(suite)/Owners(continued):**

L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE, FR

(74) **Agent:** OGILVY RENAULT LLP/S.E.N.C.R.L.,S.R.L.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
1 juillet 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/054694 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : **B01F 3/04**,
15/00**CLAUDE** [FR/FR]; 75 quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex
07 (FR).(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/050151

(72) Inventeurs; et

(22) Date de dépôt international :
4 décembre 2003 (04.12.2003)(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **MELEN**,
Stéphane [FR/FR]; La Noue, F-49230 Saint Crespin
s/Moine (FR). **POUX, Martine** [FR/FR]; 15 rue du
Tourmalet, F-31500 Toulouse (FR). **XUEREB, Catherine**
[FR/FR]; 3 allée Plein Soleil, F-31320 Pechabou (FR).
SARDEING, Rodolphe [FR/FR]; 34 rue de la République,
F-31560 Toulouse (FR).

(25) Langue de dépôt : français

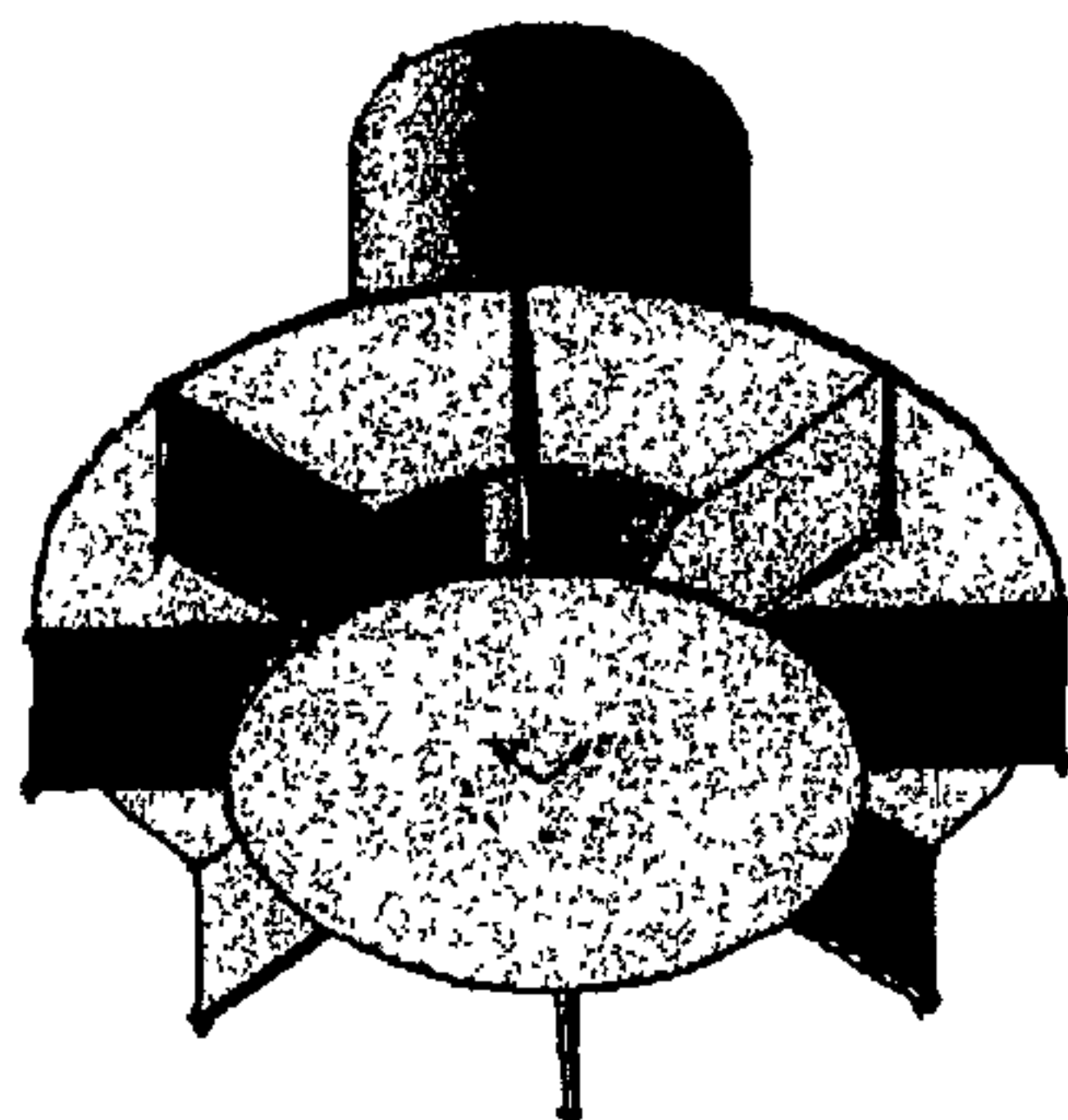
(26) Langue de publication : français

(74) Mandataire : **DUCREUX, Marie**; 75 quai d'Orsay,
F-75321 Paris Cedex 07 (FR).(30) Données relatives à la priorité :
02/15733 12 décembre 2002 (12.12.2002) FR(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **L'AIR**
LIQUIDE SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE
ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE
ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES

[Suite sur la page suivante]

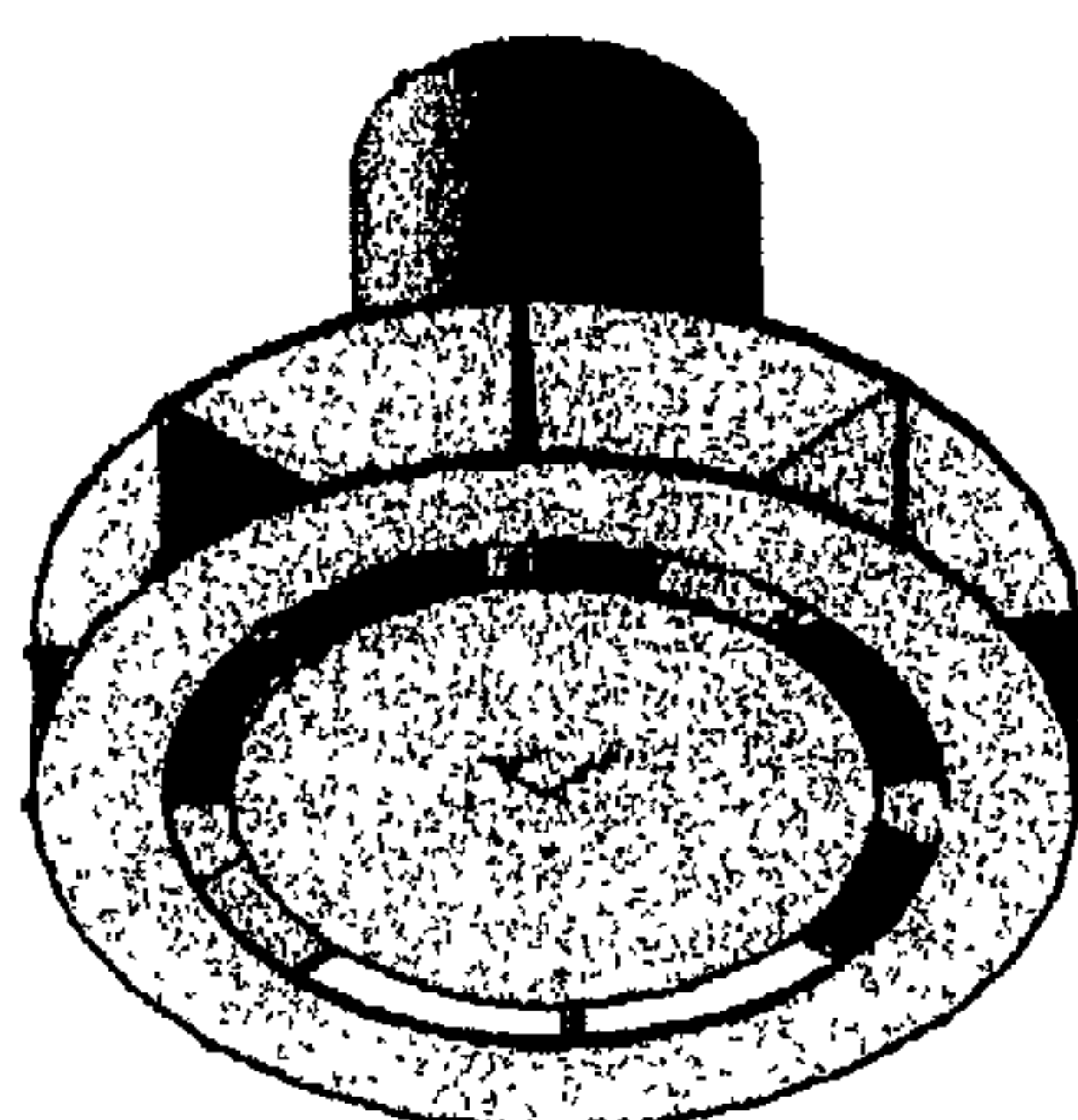
(54) Title: DEVICE FOR STIRRING A LIQUID AND INJECTING A GAS INTO SAID LIQUID WITH LIMITED CLOGGING

(54) Titre : DISPOSITIF D'AGITATION D'UN LIQUIDE ET D'INJECTION D'UN GAZ DANS CE LIQUIDE A ENGORGEMENT LIMITE



(57) Abstract: The invention relates to a device for stirring a liquid and for injecting a gas into said liquid. The invention consists of a drive device which is disposed above the reactor and which is provided with a vertical output shaft comprising a self-suction turbine at the end thereof. Said turbine comprises two stacked disks and the surface area of the lower disk is less than the surface area of the upper disk.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif d'agitation d'un liquide et d'injection d'un gaz dans ce liquide, comprenant un dispositif d'entraînement disposé au-dessus du réacteur, pourvu d'un arbre de sortie (2) vertical équipé à son extrémité d'une turbine auto-aspirante (15). La turbine est constituée de deux disques superposés (8,9) et la surface du disque inférieur (9) est inférieure à la surface du disque supérieure (8).



WO 2004/054694 A1



SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés (régional) :** brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Dispositif d'agitation d'un liquide et d'injection d'un gaz dans ce liquide à engorgement limité.

5

La présente invention concerne un dispositif d'agitation d'un liquide dans un réacteur et d'injection d'un gaz dans ce liquide, mettant en œuvre une turbine auto-aspirante.

Le document EP-A1-0 995 485 décrit un dispositif d'agitation d'un liquide dans un réacteur et d'injection d'un gaz dans ce liquide. Ce dispositif comprend un moteur d'entraînement d'un arbre vertical disposé au-dessus du réacteur. L'arbre du moteur porte et entraîne à son extrémité inférieure une hélice immergée dans le liquide ; il porte et entraîne également une turbine auto-aspirante placée entre la surface du liquide et l'hélice. La turbine auto-aspirante est connectée à une source de gaz, généralement un gaz oxygéné, de manière à ce que lorsqu'elle est entraînée par l'arbre du moteur, elle aspire à la fois du gaz et du liquide dans lequel elle est immergée, formant ainsi une dispersion gaz-liquide. La dispersion gaz-liquide générée par la turbine auto-aspirante est dirigée vers l'hélice à l'aide d'un caisson annulaire formant déflecteur qui enveloppe la turbine auto-aspirante.

On a pu constater que, dans certaines conditions d'utilisation de ce type de dispositif de l'art antérieur, la capacité d'aspiration du gaz dans la turbine était limitée du fait de l'engorgement en gaz du volume défini par la turbine et le caisson annulaire. Ainsi, l'évacuation du mélange gaz-liquide hors du caisson annulaire se fait difficilement : d'une part, il y a absence de dispersion du gaz dans le réacteur, d'autre part, le gaz présent sous le caisson annulaire tente de s'échapper par les moyens d'admission du liquide dans la turbine, ce qui conduit à une absence de transfert du gaz dans le liquide et à un gaspillage du gaz qui remonte à la surface sans être utilisé.

Le but de la présente invention est de proposer un dispositif de ce type dans lequel la capacité d'aspiration du gaz dans la turbine est augmentée.

Dans ce but, l'invention concerne un dispositif d'agitation d'un liquide et d'injection d'un gaz dans ce liquide tel que défini ci-dessus, dans lequel la surface du disque inférieur de la turbine auto-aspirante est inférieure à la surface du disque supérieur de ladite turbine.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre. Des formes et des modes de réalisation de l'invention sont donnés à titre d'exemples non limitatifs, illustrés par les dessins joints dans lesquels :

- les figures 1A et 1B sont des vues schématiques d'un dispositif selon l'art antérieur,

- les figures 2 et 3 sont des vues schématiques de turbines auto-aspirantes utilisables dans le dispositif selon l'invention,

5 - la figure 4 représente les courbes de limite d'engorgement de différents dispositifs selon l'invention et selon l'art antérieur.

Dans ce qui suit, le terme « réacteur » signifie « bassin » naturel ainsi que « réservoir » à parois plus ou moins proches et à ciel plus ou moins fermé.

10 L'invention concerne donc un dispositif d'agitation d'un liquide et d'injection d'un gaz dans ledit liquide, comprenant :

- un dispositif d'entraînement disposé au-dessus du liquide, pourvu d'un arbre de sortie vertical équipé :

. à son extrémité inférieure d'au moins un mobile à flux axial immergé dans le liquide, et

15 . d'une turbine immergée dans le réacteur et entraînée par l'arbre de sortie,

l'arbre de sortie étant enveloppé coaxialement par un cylindre dont l'extrémité inférieure débouche dans la turbine auto-aspirante et dont l'extrémité supérieure est liée de manière étanche au dispositif d'entraînement et est percée d'une ouverture d'injection d'un gaz dans un intervalle annulaire délimité par l'arbre et le cylindre,

20 la turbine étant constituée de deux disques superposés et d'un ensemble d'aubes radiales disposées entre les disques et fixées à ceux-ci, le disque supérieur étant percé d'un trou central dans lequel pénètre l'extrémité inférieure du cylindre qui délimite avec le bord dudit trou un espace au moins partiellement annulaire par lequel du liquide est aspiré dans la turbine,

25 - des moyens pour diriger vers le mobile à flux axial la dispersion gaz-liquide expulsée radialement par la turbine,

et dans lequel la surface du disque inférieur de la turbine auto-aspirante est inférieure à la surface du disque supérieur de ladite turbine.

Les figures 1A et 1B permettent de caractériser le dispositif selon l'art antérieur et
30 qui est amélioré par la présente invention. Le dispositif selon l'invention comprend un dispositif d'entraînement (1), par exemple un moteur, disposé au-dessus de la surface du liquide (L), pourvu d'un arbre rotatif de sortie (2) s'étendant verticalement et partiellement immergé dans le liquide (L). L'arbre (2) porte à son extrémité inférieure (3) un mobile à flux axial, de préférence une hélice (4), immergé dans le liquide. L'arbre (2)
35 porte également, disposée entre l'hélice (4) et la surface du liquide (L), une turbine auto-aspirante (5) qui est par conséquent immergée dans le réacteur et est entraînée par

l'arbre de sortie (2) à la même vitesse que l'hélice (4). L'arbre de sortie (2) est enveloppé coaxialement par un cylindre (6) lié à son extrémité supérieure (6b) au dispositif d'entraînement (1), avec interposition d'un dispositif d'étanchéité (7), et dont l'extrémité inférieure (6a) débouche dans la turbine (5) coaxialement à l'arbre (2). Dans
5 l'extrémité supérieure du cylindre (6) est percée une ouverture (14) d'injection d'un gaz dans l'intervalle annulaire (15) délimité par l'arbre (2) et par le cylindre (6). Le système d'injection de gaz dans l'orifice (14) n'est pas représenté.

La turbine auto-aspirante (5) est constituée de deux disques (8, 9) placés horizontalement, et d'un ensemble d'aubes radiales (11), placées entre les disques (8,
10 9) et fixées à ceux-ci. La caractéristique essentielle de l'invention tient à la nature de la turbine auto-aspirante mise en œuvre. Selon l'invention, la surface du disque inférieur (9) de la turbine auto-aspirante (5) doit être inférieure à la surface du disque supérieur (9) de ladite turbine. Cette caractéristique peut être obtenue par la mise en œuvre de différents types de turbine.

15 Selon une première variante du dispositif selon l'invention, le disque inférieur (9) de la turbine auto-aspirante (5) peut présenter un diamètre inférieur au diamètre du disque supérieur (8). De préférence, le diamètre du disque inférieur (9) est au moins supérieur ou égal au diamètre de l'espace au moins partiellement annulaire (13) par lequel le liquide est aspiré dans la turbine. Ce type de turbine est illustré par la figure 2.

20 Selon une deuxième variante du dispositif selon l'invention, le disque inférieur (8) est au moins partiellement évidé. Par "évider", on entend le fait d'ôter une partie du disque. Le disque inférieur (8) peut être, par exemple, au moins partiellement évidé sous la forme d'un anneau, c'est-à-dire qu'une forme d'anneau est ôtée du disque inférieur. Ce type de turbine est illustré par la figure 3. On peut également utiliser une
25 turbine dans laquelle on a ôté tout le centre du disque inférieur sauf une couronne extérieure. Dans ce dernier cas, le disque inférieur n'est plus composé que d'une couronne de métal. On peut aussi utiliser une turbine dans laquelle on a ôté au moins un secteur angulaire, de préférence plusieurs secteurs angulaires répartis symétriquement.

30 Enfin, il est possible de combiner ces différentes variantes et d'utiliser des turbines dont le disque inférieur est partiellement évidé en combinant différentes formes d'évidement tel qu'un évidement par anneau et un évidement par secteur. Ainsi, on peut utiliser une turbine dont des secteurs angulaires d'anneaux sont évidés.

35 L'arbre de sortie (2) traverse axialement les disques (8, 9) de la turbine (5) en étant fixé au disque inférieur (9), de sorte que lorsque le dispositif d'entraînement (1) est actionné, l'arbre (2) entraîne la turbine (5) et le mobile à flux axial (4) en rotation à la

même vitesse. La rotation de la turbine (5) crée l'aspiration du gaz arrivant par l'orifice (14), par l'intermédiaire du cylindre (6), ainsi que l'aspiration d'une partie du liquide qui s'introduit par l'intervalle annulaire (13) laissé libre entre la turbine (5) et le cylindre (6).

Le dispositif selon l'invention comprend des moyens pour diriger vers l'hélice (4) la dispersion gaz-liquide expulsée radialement par la turbine (5) entre ses aubes (11). Selon le mode préféré, ces moyens peuvent comprendre un caisson annulaire (16) formant déflecteur, enveloppant la turbine (5) et profilé afin de diriger vers le mobile à flux axial (4) un flux issu radialement de la turbine, percé de deux ouvertures centrales superposées (17, 18) coaxiales à l'arbre (2). De préférence, le diamètre de l'ouverture inférieure (18) est supérieur au diamètre de l'ouverture supérieure (17) et sensiblement égal au diamètre du disque supérieur de la turbine auto-aspirante (5). Les moyens pour diriger vers l'hélice (4) la dispersion gaz-liquide peut également comprendre un ensemble de plaques (19) sensiblement verticales, formant des contre-pâles, disposées radialement autour du caisson déflecteur (16) et fixées à celui-ci. A cet effet, chaque contre-pâle (19) pénètre radialement à l'intérieur du caisson déflecteur (16), auquel elle est fixée par des moyens appropriés, par exemple soudure ou rivetage. Les contre-pâles (19) peuvent être disposées autour de la turbine auto-aspirante (5) et de l'hélice (4) en nombre approprié à des intervalles angulaires déterminés. Dans le bord intérieur de chaque contre-pâle (19) est ménagée, au niveau de l'hélice (4), une entaille (21) dans laquelle peuvent pénétrer des extrémités des pâles de l'hélice (4).

Un dispositif selon l'invention permet de repousser la limite d'engorgement d'un appareil de même type selon l'art antérieur. Ainsi, un dispositif selon l'invention fonctionne normalement et permettra d'injecter le gaz dans le liquide et d'agiter le liquide, dans des conditions où le dispositif selon l'art antérieur est lui engorgé.

Un avantage du dispositif selon l'invention est qu'à puissances identiques, le dispositif selon l'invention permet d'augmenter le débit de gaz injecté dans le liquide par rapport au dispositif selon l'art antérieur. Cette augmentation est d'au moins 30 %.

Un autre avantage est que le dispositif selon l'invention présente un fonctionnement simplifié par rapport au dispositif de l'art antérieur. Ainsi, aucun mobile d'agitation additionnel n'est placé sur l'arbre de sortie en dessous de la turbine auto-aspirante, contrairement à la version optimisée du dispositif selon l'art antérieur.

Exemples de mise en œuvre du dispositif

Des dispositifs tels que décrits sur la figure 1 ont été équipés de différents types de turbine auto-aspirantes.

Une première série de turbine testée correspond à la mise en œuvre de la première variante de l'invention (surface du disque inférieur de la turbine inférieur à la surface du disque supérieur de la turbine). Les caractéristiques de ces différentes turbines selon la première variante sont définies dans le tableau 1 ci-dessous.

5

Tableau 1

Turbine	Diamètre du disque	Diamètre du disque
	supérieur	inférieur
Turbine 0 (art antérieur)	80 mm	80 mm
Turbine 1	80 mm	0
Turbine 2	80 mm	50 mm
Turbine 3	80 mm	60 mm

10 D'autres tests ont été réalisés avec une turbine correspondant à la mise en œuvre de la deuxième variante de l'invention (diamètre des deux disques identiques et disque inférieur de la turbine partiellement évidé). La turbine testée, dénommée **Turbine 4**, présente des disques de diamètre 80 mm et dans son disque inférieur, on a ôté un anneau de 5 mm de large à partir d'une distance de 25 mm du centre du disque.

15 L'engorgement en gaz des dispositifs d'agitation selon la figure 1 équipés par les différentes turbines 1 à 4 a été comparé à l'engorgement du dispositif selon l'art antérieur équipé de la turbine 0 et d'un mobile d'agitation additionnel placé sur l'arbre de sortie en dessous de la turbine 0. Afin de détecter l'engorgement, le débit de gaz dans le dispositif a été augmenté tout en conservant la vitesse du dispositif d'entraînement
20 constante. Le gaz employé est de l'air à une pression de 2 bars absolus. La détection de l'engorgement se fait visuellement par observation, d'une part, de l'arrêt de la dispersion du gaz dans le réacteur et, d'autre part, de l'évacuation du gaz par les moyens d'admission du liquide dans la turbine (espace annulaire 13).

La courbe de la figure 4 représente pour chaque dispositif de la figure 1 équipé
25 des turbines 0, 1, 2, 3 et 4 les débits de gaz (Q en l/h) observés à l'engorgement pour différentes valeurs de vitesse de rotation (N en min^{-1}). On constate qu'à vitesse identique, l'engorgement des dispositifs mettant en œuvre les turbines 1 à 4 est obtenu pour des débits de gaz bien plus élevés que pour le dispositif mettant en œuvre la turbine 0.

Par simulation numérique, on a également calculé les dépressions générées par chacune de ces turbines dans le cylindre (6) entourant l'arbre (2) et dans lequel circule le gaz. Les dépressions ont été caractérisées par la mesure du nombre d'Euler et sont rassemblées dans le tableau 2. Le nombre d'Euler traduit la capacité du dispositif à induire le gaz dans la turbine : plus il est élevé, plus la turbine crée une dépression importante dans le cylindre (6). Le nombre d'Euler est calculé de la manière suivante : $Eu = \Delta P / (\rho_L (ND)^2)$ où : ΔP est la dépression générée par la turbine dans le cylindre (6) exprimée en Pa, D est le diamètre défini par les pâles de la turbine exprimé en m, N est la vitesse de rotation de la turbine exprimé en s^{-1} , et ρ_L est la masse volumique du liquide exprimé en kg/m^3 . D a une valeur de 80 mm pour toutes les turbines testées.

Tableau 2

Turbine	Nombre d'Euler Eu
Turbine 0 (art antérieur)	4,71
Turbine 1	1,30
Turbine 2	3,14
Turbine 3	3,97
Turbine 4	4,09

On observe que, bien que le dispositif selon l'invention équipé de la Turbine 1 permette de repousser la limite d'engorgement de manière importante, il présente un nombre d'Euler faible et donc une capacité d'induction du gaz faible. Les dispositifs selon l'invention équipés des Turbines 2 à 4 présentent un nombre d'Euler satisfaisant tout en repoussant les limites d'engorgement du dispositif selon l'art antérieur (Turbine 0).

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'agitation d'un liquide (L) dans un réacteur et d'injection d'un gaz dans un liquide, comprenant:

- un dispositif d'entraînement (1) disposé au-dessus du récipient, pourvu
 - d'un arbre de sortie (2) vertical équipé à son extrémité inférieure d'au moins un mobile à flux axial (4) immergé dans le liquide, et
 - d'une turbine auto-aspirante (5) immergée dans le réacteur et pouvant être entraînée par l'arbre de sortie (2),

l'arbre de sortie étant enveloppé coaxialement par un cylindre (6) dont l'extrémité inférieure (6a) débouche dans la turbine et dont l'extrémité supérieure (6b) est liée de manière étanche au dispositif d'entraînement (1) et est percée d'une ouverture (14) d'injection d'un gaz dans un intervalle annulaire (15) délimité par l'arbre et le cylindre, la turbine étant constituée de deux disques superposés (8, 9) et d'un ensemble d'aubes radiales (11) disposées entre les disques et fixées à ceux-ci, le disque supérieur (8) étant percé d'un trou central (12) dans lequel pénètre l'extrémité inférieure (6a) du cylindre (6) qui délimite avec le bord dudit trou un espace au moins partiellement annulaire (13) par lequel du liquide est aspiré dans la turbine,

- des moyens pour diriger vers le mobile à flux axial (4) la dispersion gaz-liquide expulsée radialement par la turbine (5),

caractérisé en ce que la surface du disque inférieur (9) de la turbine auto-aspirante (5) est inférieure à la surface du disque supérieur (8) de ladite turbine.

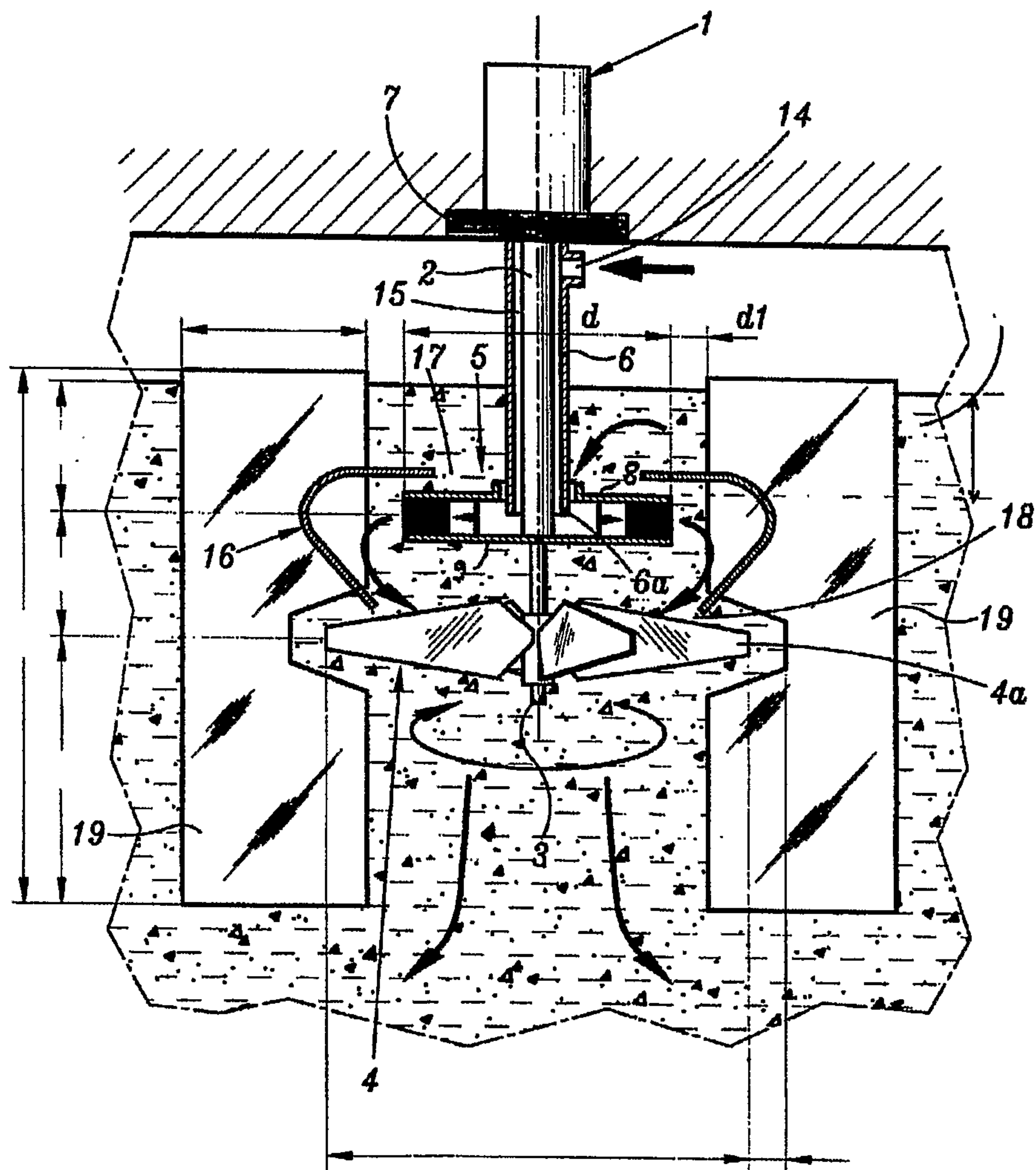
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le disque inférieur (9) de la turbine auto-aspirante (5) présente un diamètre inférieur au diamètre du disque supérieur (8).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le diamètre du disque inférieur (9) est au moins supérieur ou égal au diamètre de l'espace au moins partiellement annulaire (13).

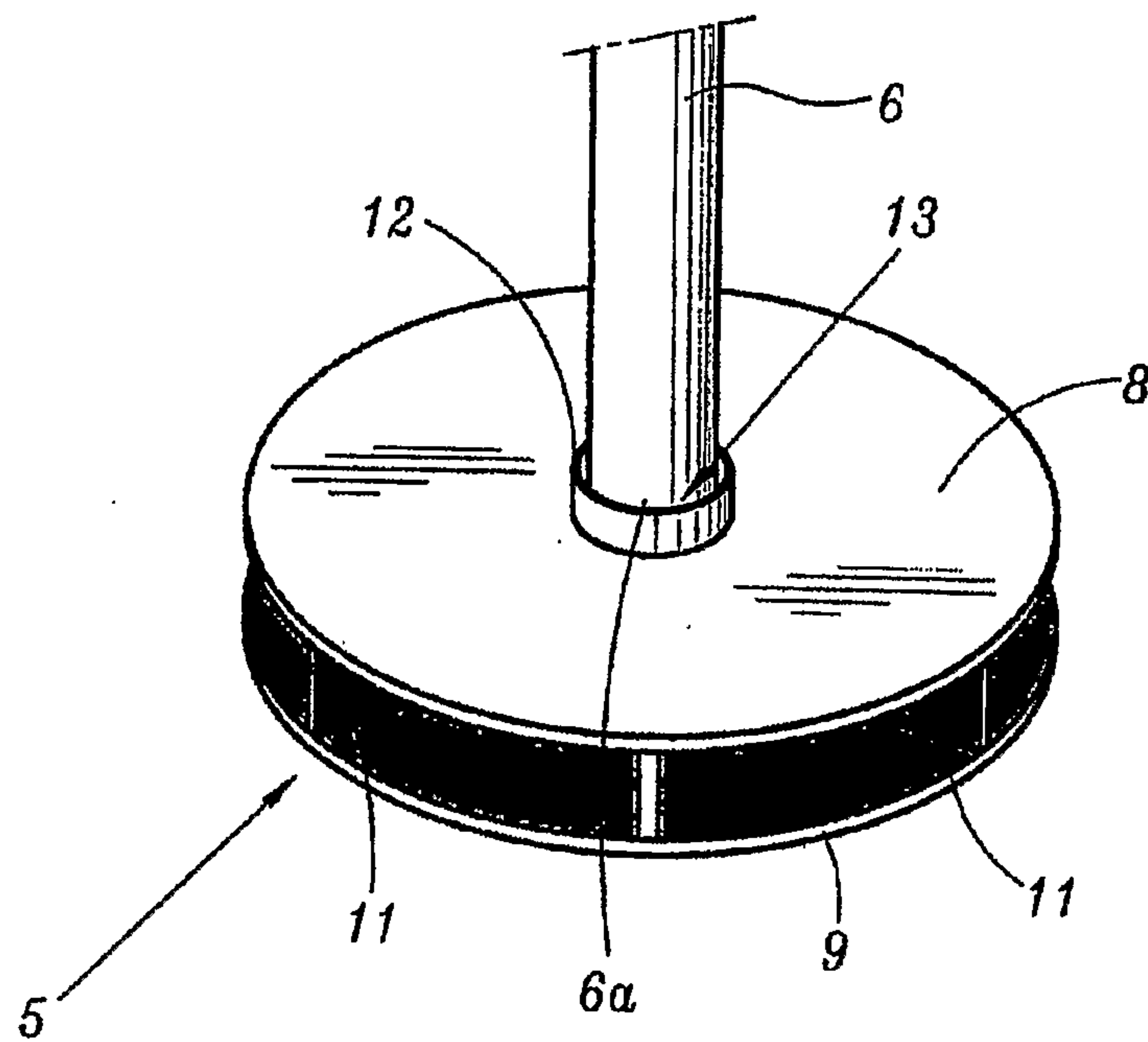
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le disque inférieur (8) est au moins partiellement évidé.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le disque inférieur (8) est au moins partiellement évidé sous la forme d'un anneau.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le mobile à flux axial (4) est une hélice.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens pour diriger vers le mobile à flux axial (4) la dispersion gaz-liquide expulsée radialement par la turbine (5) comprennent un caisson annulaire (16) formant déflecteur, enveloppant la turbine (5) et profilé afin de diriger vers le mobile à flux axial (4) un flux issu radialement de la turbine, percé de deux ouvertures centrales superposées (17, 18) coaxiales à l'arbre (2).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est dépourvu d'un mobile d'agitation additionnel placé sur l'arbre de sortie en dessous du mobile à flux axial (4).

1/4

**FIG.1A**

2/4

**FIG. 1B**

3/4

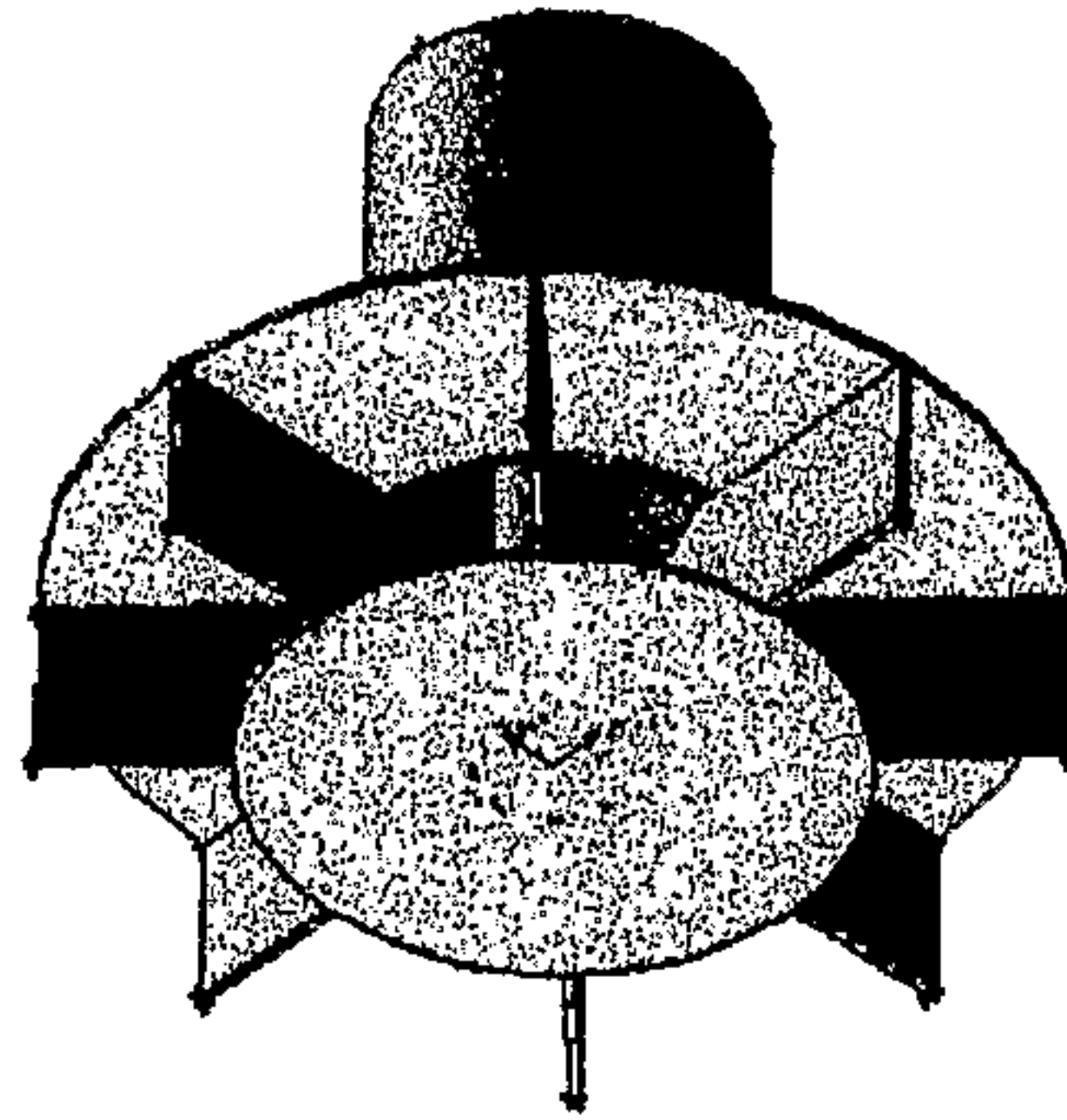


Figure 2

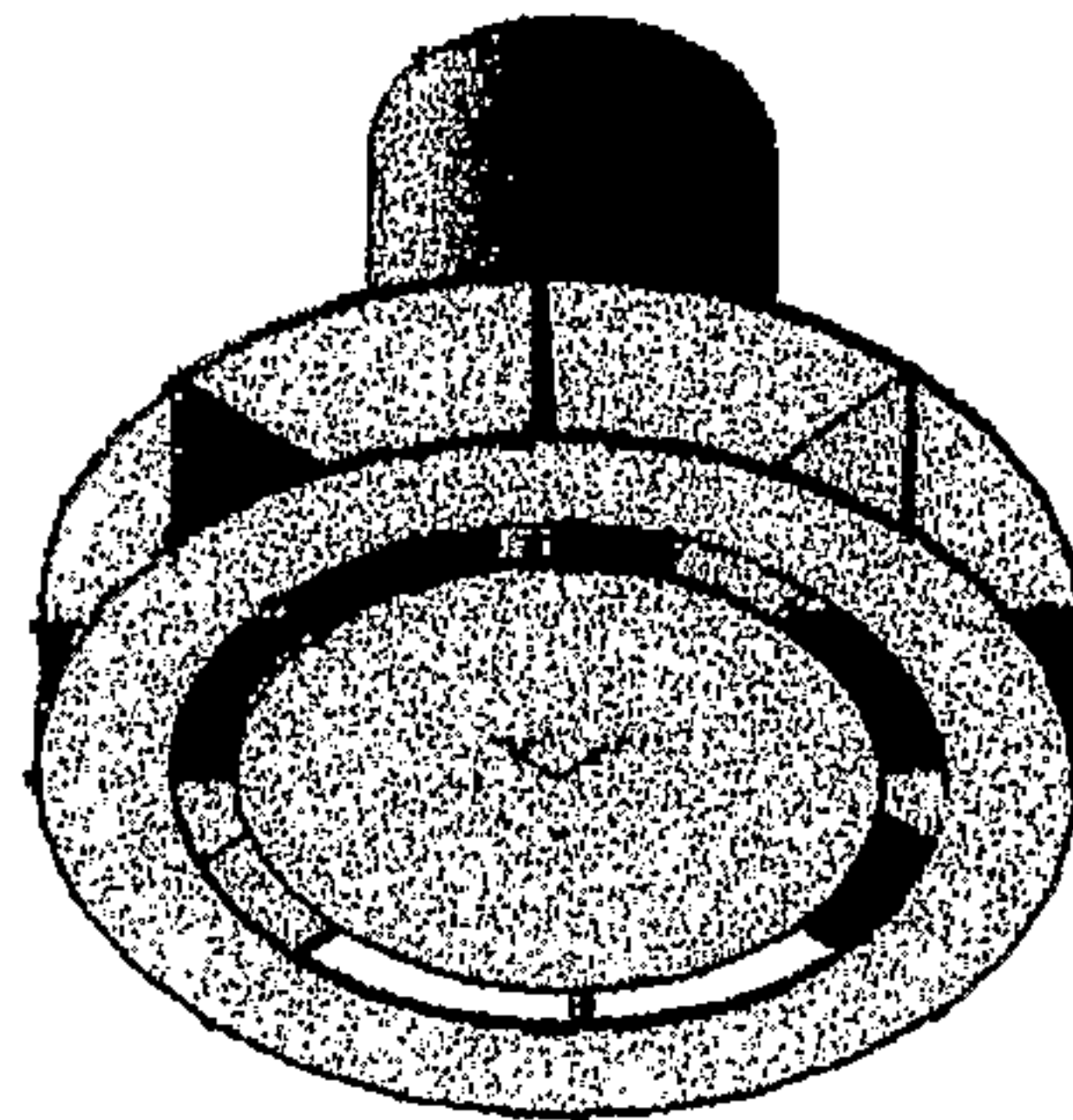


Figure 3

4/4

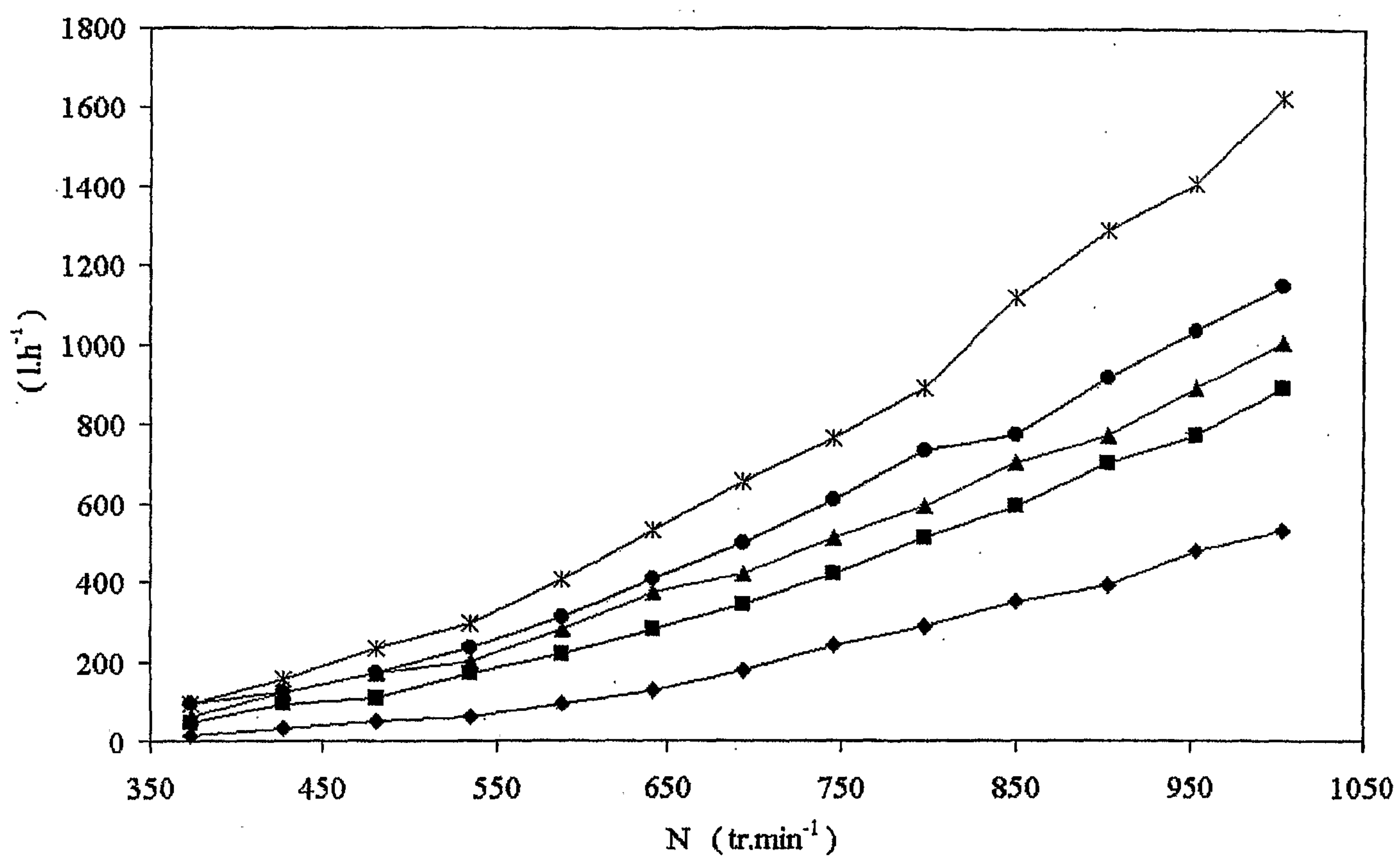
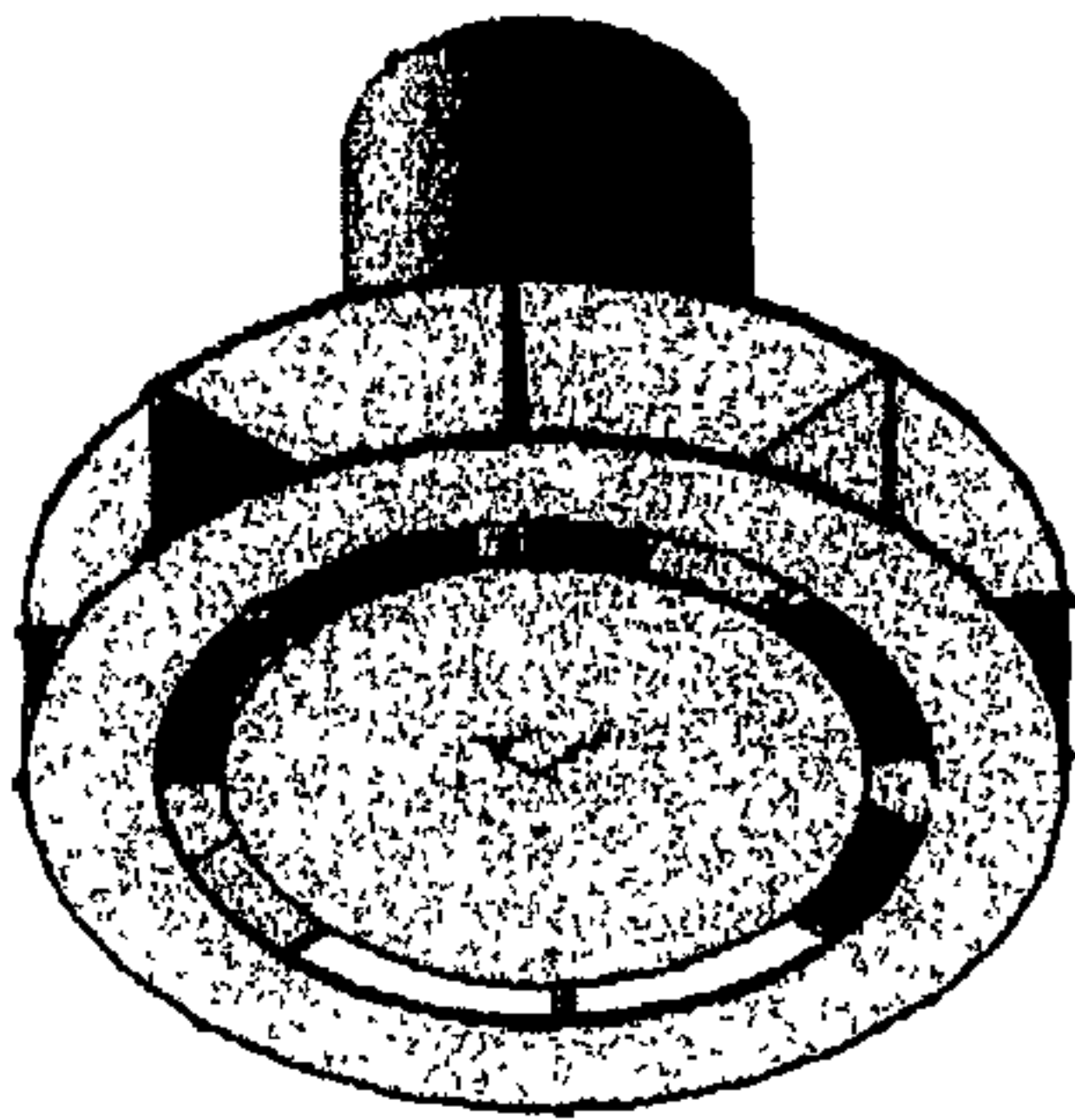
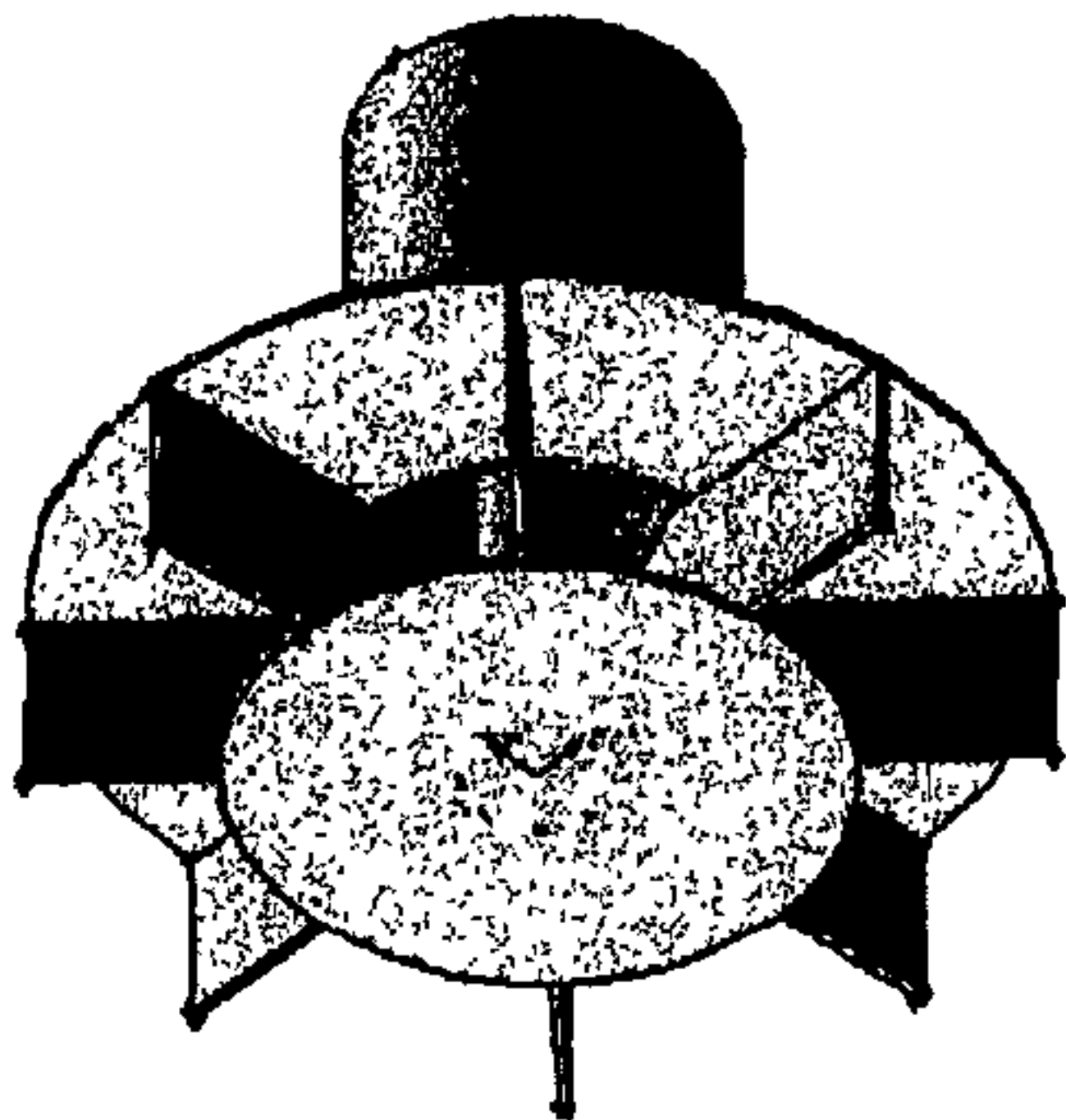


FIG. 4



(73) **Propriétaires(suite)/Owners(continued):**

L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE, FR

(74) **Agent:** OGILVY RENAULT LLP/S.E.N.C.R.L.,S.R.L.