



(11) Numéro de publication : **0 600 820 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **93490022.6**

(51) Int. Cl.⁵ : **F04D 7/04, F04D 29/18,
F04D 3/00**

(22) Date de dépôt : **25.11.93**

(30) Priorité : **04.12.92 FR 9214872**

(43) Date de publication de la demande :
08.06.94 Bulletin 94/23

(84) Etats contractants désignés :
BE CH DE LI

(71) Demandeur : **ETABLISSEMENTS F. MORET
(S.A.)
Chemin des Ponts et Chaussées
F-02100 Saint-Quentin (FR)**

(72) Inventeur : **Georges, Michel
7, rue Croix St. Claude
F-02590 Savy (FR)**

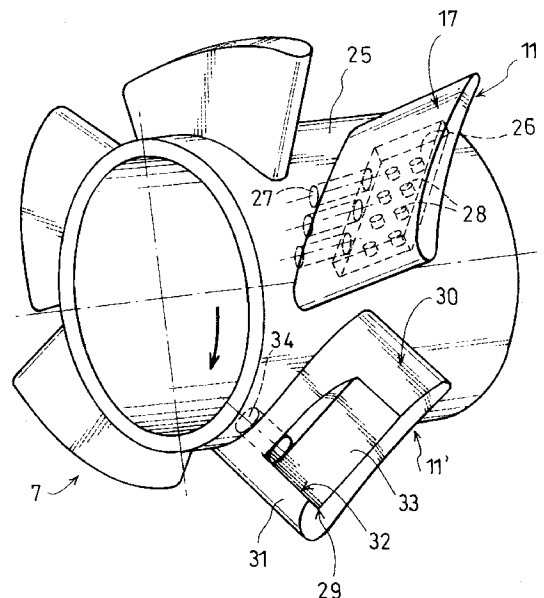
(74) Mandataire : **Hennion, Jean-Claude et al
Cabinet Beau de Loménie,
37, rue du Vieux Faubourg
F-59800 Lille (FR)**

(54) **Pompe notamment pour suspensions fibreuses concentrées.**

(57) Selon l'invention la pompe comporte un arbre creux et un dispositif de soutirage de gaz qui est connecté à cet arbre creux, de plus elle comporte au moins une hélice (7) dont les pâles (11,11') sont pourvues sur leur extrados (17,30) d'au moins un orifice d'évacuation qui est relié au dispositif de soutirage de gaz par l'intermédiaire de l'arbre creux.

De préférence chaque pâle (11) est creuse et comporte une chambre interne d'aspiration (26) qui débouche d'une part dans l'évidement intérieur (18) de l'arbre creux et d'autre part dans des orifices multiples (28) pratiqués sur l'extrados (17).

FIG. 2



La présente invention concerne le pompage de liquides chargés renfermant une quantité importante de gaz, en particulier de suspensions fibreuses telles qu'on les rencontre notamment dans l'industrie papetière et en particulier des suspensions concentrées comportant au moins 8% en poids de fibres. Elle concerne plus particulièrement une pompe perfectionnée permettant de réaliser le pompage de tels liquides chargés et donc de telles suspensions fibreuses.

Le transport par pompage de suspensions fibreuses présente une difficulté particulière qui réside dans la capacité qu'ont les fibres de retenir les gaz et en particulier l'air qui est introduit dans ladite suspension lors des différentes phases de fabrication. Ainsi on constate notamment que lorsque la pâte à papier est mise en dilution à l'aide d'un agitateur, cette opération de malaxage a pour effet d'emprisonner une quantité non négligeable d'air dans les fibres en suspension. Lors du transfert d'une telle suspension aérée par pompage, on constate une diminution très sensible des caractéristiques de la pompe allant jusqu'à son désamorçage.

Ce phénomène bien connu est expliqué par le fait qu'il se crée une dépression à l'entrée de la roue de la pompe, et que cette dépression conduit à une augmentation du volume et une accumulation du gaz, créant une poche de gaz qui empêche la circulation normale de la suspension fibreuse.

Le transport des liquides chargés est normalement assuré à l'aide de pompes centrifuges. S'agissant de suspensions fibreuses, dont la préparation a été faite sans précautions particulières, on admet que les pompes centrifuges classiques sont utilisables jusqu'à des concentrations de l'ordre de 4 à 5% en poids de fibres.

Pour transporter des suspensions fibreuses de concentrations plus élevées, soit il faut prendre des précautions au niveau des phases opératoires de préparation, de manière à limiter autant que faire se peut l'introduction du gaz dans la suspension soit il faut utiliser des pompes centrifuges modifiées en sorte de pouvoir évacuer la poche de gaz au fur et à mesure de son apparition.

A ce titre, le document US.5,087,171 propose une pompe centrifuge dont la roue est percée d'ouvertures mettant en communication la face avant et la face arrière de la roue et qui comporte un système d'aspiration relié à la face arrière de la roue. Ainsi la poche d'air qui se forme à l'entrée de la roue devrait être aspirée à travers lesdits orifices vers le dispositif d'aspiration.

Dans le document EP.0.298.442 on a proposé, dans une variante de réalisation décrite à la figure 5 dudit document, une pompe centrifuge dont l'arbre de rotation est creux et qui comporte un rotor de fluidisation prévu en amont de la roue ainsi qu'une conduite d'évacuation de gaz qui est connectée à l'arbre

creux; de plus un élément muni d'une surface perforée est disposé autour de l'arbre au voisinage de la surface du rotor; la surface perforée est rainurée sur son côté faisant face au bord intérieur des ailettes du rotor de façon à ce qu'au moins quelques unes des perforations prévues dans la surface perforée soient disposées dans lesdites rainures.

Il est indiscutable que la présence d'un tel dispositif d'aspiration améliore les performances de la pompe et permet de transporter des suspensions fibreuses de plus forte concentration. Cependant, à la connaissance du demandeur, même avec de tels perfectionnements, il n'est pas possible de transporter des suspensions fibreuses ayant une concentration en fibres supérieure à 15% et ayant corrélativement une forte concentration en gaz.

Le but que s'est fixé le demandeur est de pallier à l'inconvénient précité en proposant une pompe qui permet de transporter des suspensions fibreuses de concentration d'au moins 8% en fibres sans faire appel à des précautions particulières lors des opérations préliminaires de préparation.

Ce but est parfaitement atteint par la pompe pour liquides chargés renfermant une quantité importante de gaz selon l'invention. Il s'agit d'une pompe qui comporte de manière connue par le document EP.0.298.442 un arbre creux et un dispositif de soutirage de gaz qui est connecté à l'arbre creux.

De manière caractéristique la pompe de l'invention comporte au moins une hélice dont les pâles sont pourvues sur leur extrados d'au moins un orifice d'évacuation qui est relié au dispositif de soutirage de gaz par l'intermédiaire de l'arbre creux.

Ainsi conformément à la caractéristique de l'invention, le soutirage de gaz se fait à partir de la surface de chaque pale de l'hélice. En effet le mérite en revient au demandeur d'avoir vérifié que lors du fonctionnement de la pompe il se forme une accumulation de gaz sous forme de poche sur l'extrados des pâles de l'hélice.

Selon une première variante de réalisation, chaque pale est creuse et comporte une chambre interne d'aspiration qui débouche d'une part dans l'évidement intérieur de l'arbre creux et d'autre part dans des orifices multiples pratiqués sur l'extrados. On peut ainsi disposer une multiplicité d'orifices sur toute la zone de l'extrados de la pale dans laquelle se forme la poche de gaz, lesdits orifices communiquant avec la chambre d'aspiration située à l'intérieur de la pale. Grâce à cette multiplicité, on est assuré d'obtenir l'évacuation de la poche de gaz.

Selon une seconde variante de réalisation, chaque pale est conformée en creux avec un embrèvement dans l'extrados de la pale, de plus l'orifice d'évacuation débouche dans ladite partie en creux. Cet embrèvement permet de piéger plus facilement la poche de gaz dans cette zone particulière et de réaliser son soutirage par l'orifice d'évacuation.

La pompe selon l'invention peut notamment être une pompe centrifuge. Dans ce cas l'hélice, dont les pâles sont pourvues d'au moins un orifice d'évacuation et qui est relié au dispositif de soutirage par l'intermédiaire de l'arbre creux, est montée en amont du rotor de la pompe dans le conduit d'aspiration de celle-ci.

La pompe selon l'invention peut également être une pompe hélice multiétagée dans laquelle chaque étage consiste en un rotor à aube monté rotatif sur un arbre axial et en stator fixe jouant le rôle de redresseur. Dans ce cas c'est au moins l'hélice qui est située au premier étage de la pompe qui est pourvue de pâles munies d'au moins un orifice d'évacuation, conformément à la caractéristique précitée de l'invention.

Cette disposition préférée s'explique par le fait que le demandeur a pu vérifier que le volume de la poche de gaz qui se crée sur les pâles de l'hélice du premier étage est supérieur à celui qui se crée au second, lui-même étant supérieur à celui qui se crée au troisième étage. Cette dégressivité du volume des poches de gaz doit être fonction de l'évolution corrélative de la compression à l'intérieur de la pompe.

S'agissant d'une pompe hélice multiétagée comportant au moins trois étages, de préférence le premier et le second étages sont pourvus d'hélices dont les pâles comportent au moins un orifice d'évacuation conformément à la caractéristique de l'invention.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va maintenant être faite de deux exemples de pompes munies d'au moins une hélice à système d'aspiration pour le pompage de suspensions fibreuses concentrées, et renfermant de l'air. Le premier exemple consiste dans une pompe hélice à quatre étages et le second exemple dans une pompe centrifuge. Ils sont illustrés par le dessin annexé dans lequel :

La figure 1 est une représentation schématique d'une pompe hélice à quatre étages,

La figure 2 est une vue en perspective d'une hélice avec système d'aspiration,

La figure 3 est une vue schématique en coupe du système de raccordement étanche entre l'arbre creux et le dispositif de soutirage d'air,

La figure 4 est une courbe montrant la caractéristique de la pompe de la figure 2 avec la variation de pression en fonction du débit, sans aspiration et,

La figure 5 est une courbe montrant la même caractéristique que la figure 4 mais avec aspiration.

Le principe de l'invention repose sur les résultats de travaux du demandeur qui l'ont conduit à constater que, lors du pompage de liquides chargés renfermant une quantité importante de gaz, notamment de suspensions fibreuses dans l'industrie papetière, il se formait une accumulation de gaz, sous forme de

poche, sur les organes en rotation de l'installation de pompage et plus particulièrement sur l'extrados des pâles des hélices. Ce constat a conduit le demandeur à proposer une pompe spécialement conçue pour le pompage de ces liquides chargés renfermant une quantité importante de gaz qui soit équipée d'un dispositif de soutirage de gaz qui puisse aspirer la poche de gaz là où elle se forme.

Selon l'invention la pompe en question comporte au moins une hélice dont les pâles sont pourvues sur leur extrados d'au moins un orifice d'évacuation qui est relié au dispositif de soutirage de gaz par l'intermédiaire de l'arbre sur lequel ladite hélice est montée, ledit arbre étant creux.

Ainsi il est possible d'évacuer la poche de gaz qui se forme sur l'extrados de l'hélice en faisant passer ledit gaz par l'orifice d'évacuation situé sur cet extrados, par l'arbre creux jusqu'au dispositif de soutirage de gaz.

Dans le premier exemple de réalisation, la pompe hélice 1 qui est représentée à la figure 1 est une pompe à quatre étages 2, 3, 4 et 5. On désigne sous ce terme d'étage la succession sur l'arbre 6 de la pompe 1 de deux éléments, à savoir d'une part une hélice 7 qui est fixée à l'arbre 6 et qui est donc rotative, en même temps que cet arbre 6 et d'autre part un redresseur 8 qui est fixé sur le corps extérieur 9 et cylindrique de la partie avant 10 de la pompe 1.

Les hélices 7 comportent des pâles 11, disposées de manière classique selon la configuration illustrée à la figure 2.

La partie avant 10 de la pompe, qui constitue la partie active de celle-ci, débouche dans un coude 12 d'évacuation du liquide transporté. L'arbre 6 est monté en porte-à-faux sur un palier 13 et est entraîné en rotation grâce au moteur 14.

Une telle pompe hélice multiétagée est bien connue de l'homme du métier et sa description ne sera pas poussée plus avant.

Sur la figure 1 on a représentée sous la forme de deux flèches F le sens de circulation du liquide véhiculé par une telle pompe.

Le demandeur a réalisé un matériel expérimental dans lequel le corps 9 supportant les redresseurs 8 ainsi que l'enveloppe extérieure 16 de la partie avant 10 de la pompe 1 est dans un matériau transparent. Ce montage a permis de visualiser la formation des poches de gaz, en fonction des concentrations en gaz du liquide chargé véhiculé par la pompe.

A faible concentration, quel que soit le débit de la pompe 1, on observe un mélange homogène.

Lorsque la concentration en gaz augmente, on constate l'apparition d'une poche stable de gaz sur l'extrados 17, 30 des pâles 11 de l'hélice 7 du premier étage 2. Lorsque la concentration en gaz augmente encore, le même phénomène d'apparition d'une poche stable de gaz intervient sur les pâles des hélices des étages suivants.

Conformément à l'invention, le demandeur a modifié la pompe hélice classique représentée à la figure 1 à l'aide d'un système de soutirage de gaz. La particularité de ce système est de venir prélever le gaz à l'endroit où se forme la poche stable de gaz, c'est-à-dire sur l'extrados des pâles de l'hélice, au moins sur celle qui est située au premier étage de la pompe 1. Pour ce faire, l'arbre 6 est creux, il comporte un évidement intérieur 18 qui est connecté, au-delà du coude d'évacuation 12 et de manière étanche, à une pompe à vide ou à un éjecteur non représenté.

La figure 3 montre un mode de réalisation du système de connexion étanche entre l'évidement de l'arbre 6 et le dispositif proprement dit d'aspiration. L'arbre 6 est entouré par un boîtier presse étoupe 19, délimitant d'une part un logement intérieur 20 à l'intérieur duquel sont placées des tresses d'étanchéité 21 de part et d'autre part d'une chambre 22. Cette chambre annulaire 22 est raccordée par un orifice de connexion 23 à la pompe à vide ou à l'éjecteur non représenté. D'autre part l'arbre 6, au droit de la chambre 22, est percé de plusieurs trous radiaux 24 qui débouchent dans l'évidement central 18 de l'arbre 6.

Lors de la mise en fonctionnement de la pompe à vide ou de l'éjecteur, il se crée corrélativement une dépression à l'intérieur de l'évidement central 18 de l'arbre 6.

Au moins au premier étage 2 de la pompe 1, chacune des pâles 11 de l'hélice 7 est modifiée en sorte de pouvoir évacuer vers l'évidement intérieur 18 de l'arbre 6 la poche de gaz qui se forme sur l'extrados 17,30 de ladite pale 11.

On comprend que pour ce faire il est nécessaire que le corps central 25 de l'hélice 7 soit muni de canalisations raccordant l'évidement intérieur 18 de l'arbre 6 à la zone de l'extrados 17,30 où se forme la poche de gaz.

Selon une variante de réalisation, la pale 11 est creuse et renferme une chambre intérieure 26. Cette chambre 26 donne d'une part sur l'évidement intérieur 18 de l'arbre 6 grâce à des canalisations 27 et d'autre part donne sur l'extrados 17 de la pale 11 grâce à des perforations multiples 28.

Selon une deuxième variante de réalisation, la pale est conformée en creux avec un embrèvement 29 pratiqué dans l'extrados 17, comme cela est représenté pour la pale 11' de la figure 2. Cet embrèvement 29 pratiqué le long du bord d'attaque 31 de la pale constitue un décrochement 32 qui délimite la partie en creux 33 dans l'extrados 17. Cette partie en creux 33 réalise en quelque sorte une chambre ouverte pratiquée dans l'extrados.

Lors du fonctionnement de la pompe, le demandeur a pu constater que la poche de gaz qui se forme sur l'extrados vient se loger préférentiellement le long de l'embrèvement 29 à l'intérieur de la partie en creux 33.

La présence de cette partie en creux 33, le long

de l'embrèvement, permet de diminuer en valeur relative le volume occupé par la poche de gaz; elle est reliée à l'évidement intérieur 18 de l'axe 6 par une canalisation 34. Ainsi il est possible d'aspirer la poche de gaz formée dans cette partie en creux 33 à l'aide du système de soutirage de gaz équipant la pompe 1.

On a porté sur les courbes des figures 4 et 5 les résultats obtenus quant à la caractéristique de fonctionnement de la pompe 1 avec différentes concentrations en gaz (chiffre porté en regard de chacune des courbes). La pompe 1 avec laquelle ont été réalisés les essais en question était équipée au premier étage d'une hélice dont les pâles sont reliées au système de soutirage de gaz selon le premier mode de réalisation décrit ci-dessus. La figure 4 montre les résultats sans mettre en oeuvre le système d'aspiration alors que la figure 5 montre les résultats avec aspiration du gaz formé sur l'extrados des pâles de l'hélice du premier étage.

La comparaison entre ces deux figures montre l'efficacité du système d'aspiration puisque dans un tel cas il a été possible, sans arriver au désamorçage de la pompe, de pomper des liquides comportant jusqu'à 45% de gaz.

On comprend de cette comparaison tout l'intérêt que présente la mise en oeuvre de la pompe de l'invention dans les domaines industriels où les liquides à véhiculer contiennent une quantité importante de gaz. Il s'agit notamment du domaine papetier. Dans ce domaine les fibres mises en suspension sont des fibres hydrophiles qui de plus ont la capacité de retenir du gaz dans une grande proportion. Cette rétention de gaz est obtenue notamment lors de la mise en dilution de la pâte à papier, réalisée dans des malaxeurs. La pâte à papier est ajoutée dans de l'eau et soumise à une agitation mécanique intense au cours de laquelle il se forme un mélange d'air et d'eau: une bonne partie de cet air est retenue par les fibres en suspension. Dans le cas où aucune précaution particulière n'est prise pour éviter ce phénomène d'aération de la suspension fibreuse, un désamorçage de la pompe centrifuge utilisée pour le transport de telles suspensions peut intervenir pour des suspensions peu concentrées, par exemple ne contenant en poids que 4% de fibres.

Ceci est un inconvénient majeur pour les papiers dans la mesure où il est le plus souvent préférable de stocker et de manipuler des suspensions beaucoup plus concentrées, qui occupent, à poids égal de fibres, des volumes moins importants.

Ainsi grâce à la mise en oeuvre de la pompe de l'invention il est possible de pomper des suspensions très concentrées en fibres, sans pour autant prendre de précautions particulières pour éviter l'aération du liquide lors de la mise en dilution de la pâte.

Le second exemple de réalisation concerne une pompe centrifuge classique dont l'arbre axial de rotation est équipé, en amont du rotor, d'une hélice

conforme à l'invention, avec orifices d'évacuation se raccordant sur l'arbre creux, ce dernier étant lui-même raccordé sur un dispositif de soutirage de gaz, situé par exemple dans le corps de la pompe à l'arrière du rotor.

L'hélice complémentaire, ajoutée dans le conduit d'aspiration de la pompe centrifuge est telle que décrite précédemment et illustrée à la figure 2.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui ont été décrits ci-dessus à titre d'exemples non exhaustifs. Elle n'est pas non plus limitée au pompage de suspensions fibreuses concentrées ; elle peut également s'appliquer pour le pompage d'autres liquides chargés renfermant une quantité importante de gaz par exemple des émulsions dans le domaine agro-alimentaire.

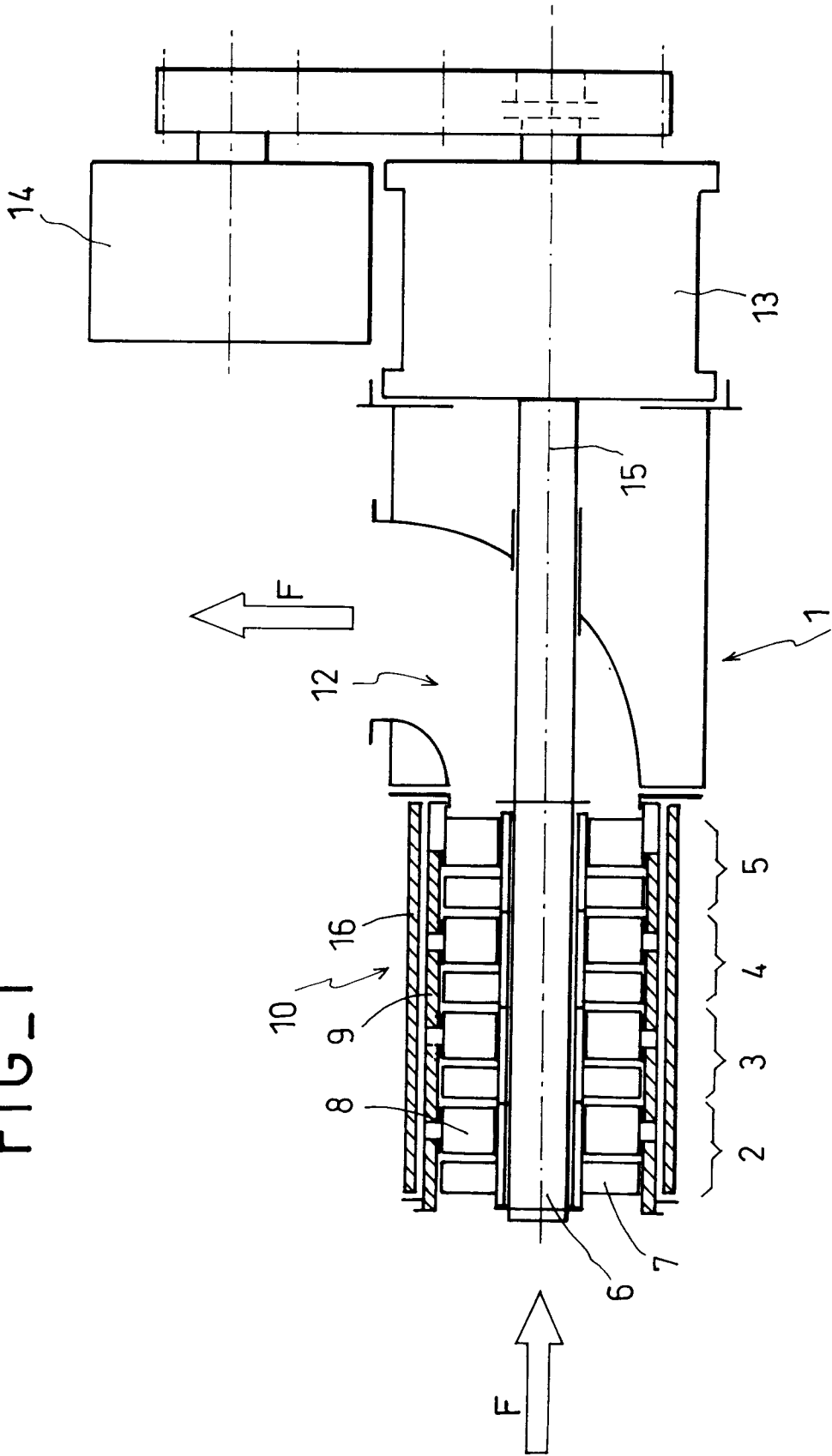
Revendications

1. Pompe pour liquides chargés renfermant une quantité importante de gaz qui comporte un arbre creux et un dispositif de soutirage de gaz connecté à l'arbre creux, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins une hélice (7) dont les pâles (11,11') sont pourvues sur leur extrados (17,30) d'au moins un orifice d'évacuation qui est relié au dispositif de soutirage de gaz par l'intermédiaire de l'arbre creux (6). 20
2. Pompe selon la revendication 1 caractérisée en ce que chaque pâle (11) est creuse et comporte une chambre interne d'aspiration (26) qui débouche d'une part dans l'évidement intérieur (18) de l'arbre creux (6) et d'autre part dans des orifices multiples (28) pratiqués sur l'extrados (17). 25
3. Pompe selon la revendication 1 caractérisée en ce que chaque pâle (11') est conformée en creux avec un emboîtement (29) dans l'extrados (30) de la pâle (11'), de plus l'orifice d'évacuation (34) débouche dans ladite partie en creux (33). 30
4. Pompe selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisée en ce que , s'agissant d'une pompe centrifuge, l'hélice (7), dont les pâles (11,11') sont pourvues d'au moins un orifice d'évacuation et qui est relié au dispositif de soutirage par l'intermédiaire de l'arbre creux (6), est montée en amont du rotor de la pompe dans le conduit d'aspiration de celle-ci. 35
5. Pompe selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisée en ce que , s'agissant d'une pompe hélice multiétagée dans laquelle chaque étage consiste en un rotor à aube monté rotatif sur un arbre axial et en stator fixe jouant le rôle de redresseur, au moins l'hélice qui est située au pre- 40

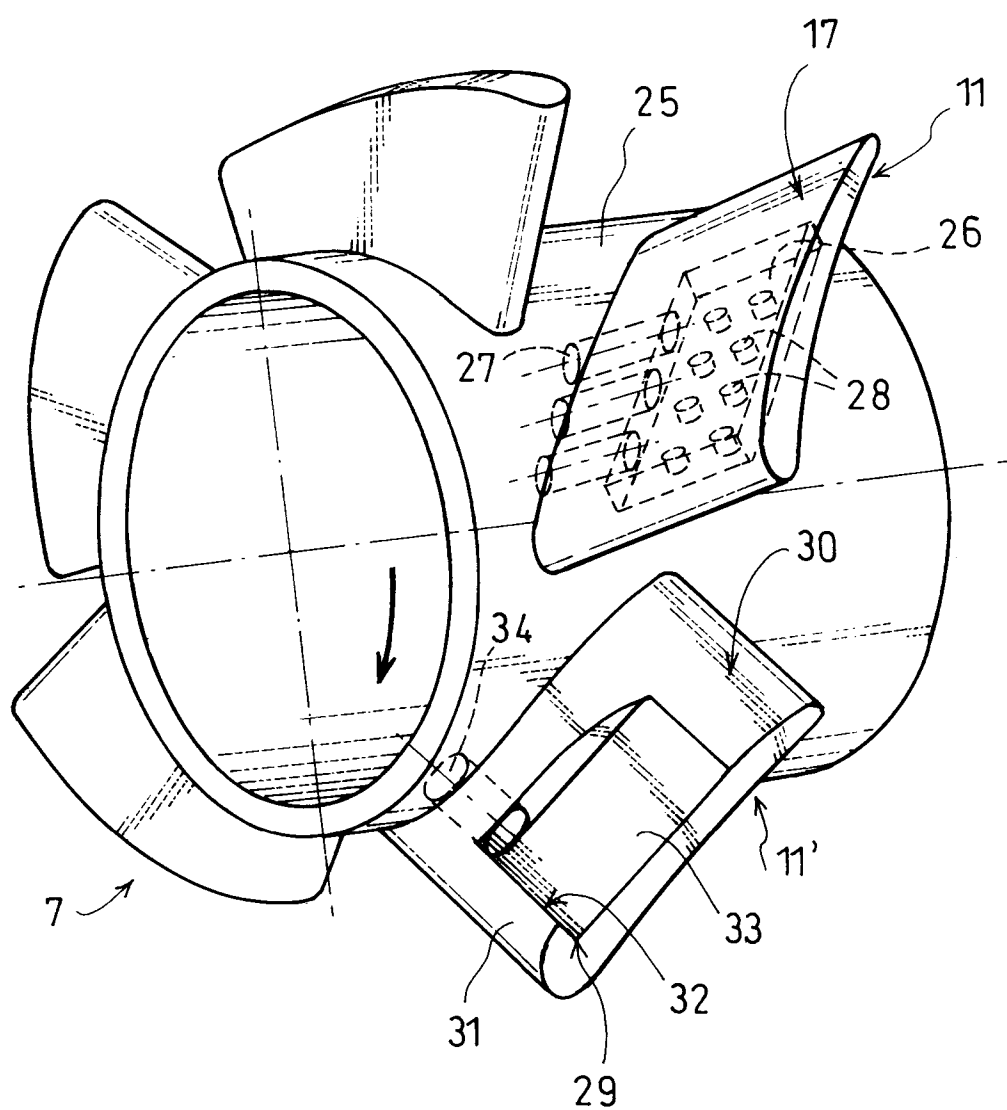
mier étage de la pompe est pourvue de pâles munies d'au moins un orifice d'évacuation, raccordé au dispositif de soutirage par l'intermédiaire de l'arbre creux.

6. Pompe selon la revendication 5 caractérisée en ce que, s'agissant d'une pompe hélice multiétagée comportant au moins trois étages, le premier et le second étages sont pourvus d'hélices dont les pâles comportent au moins un orifice d'évacuation. 45

FIG_1



FIG_2



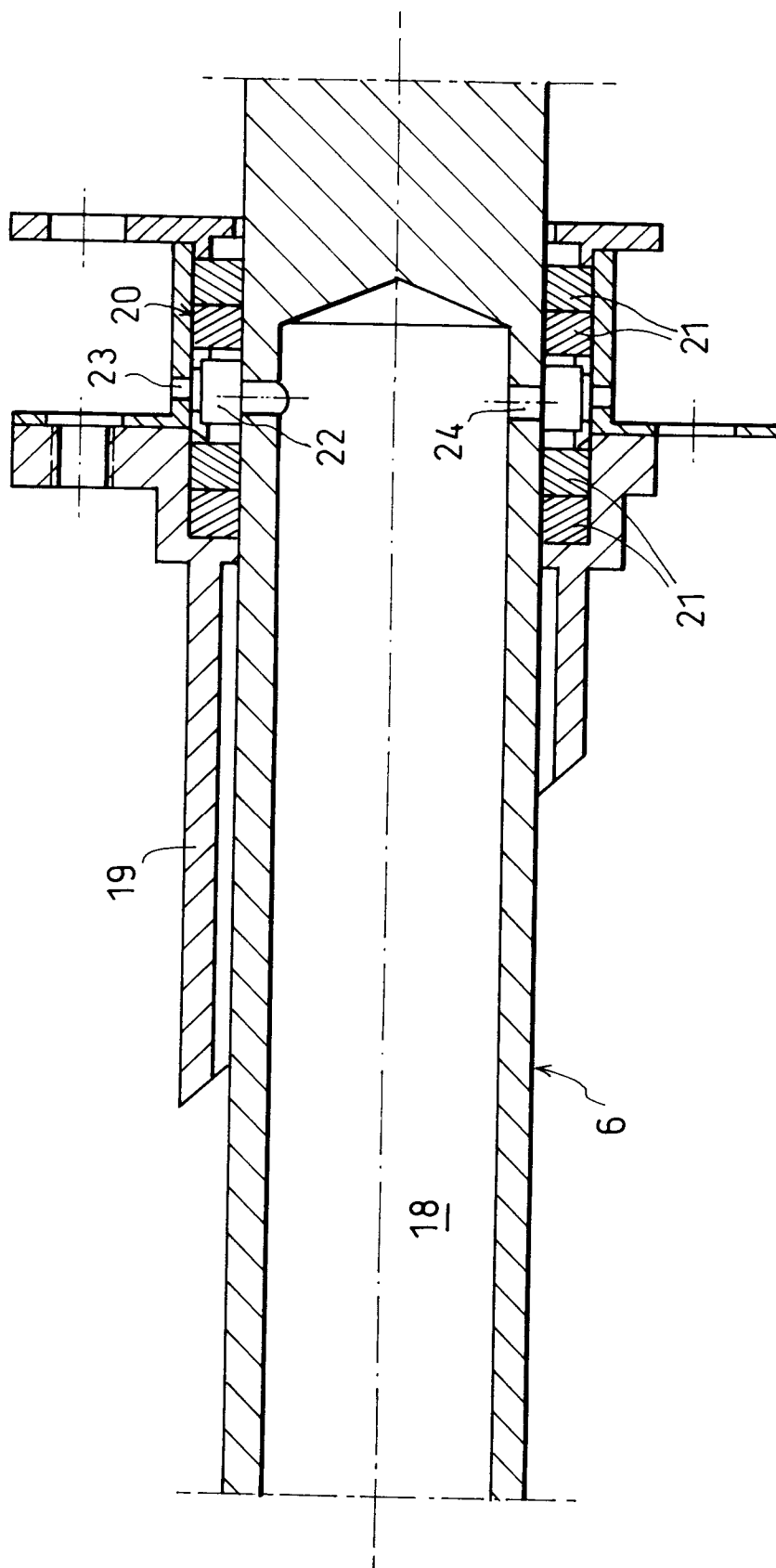
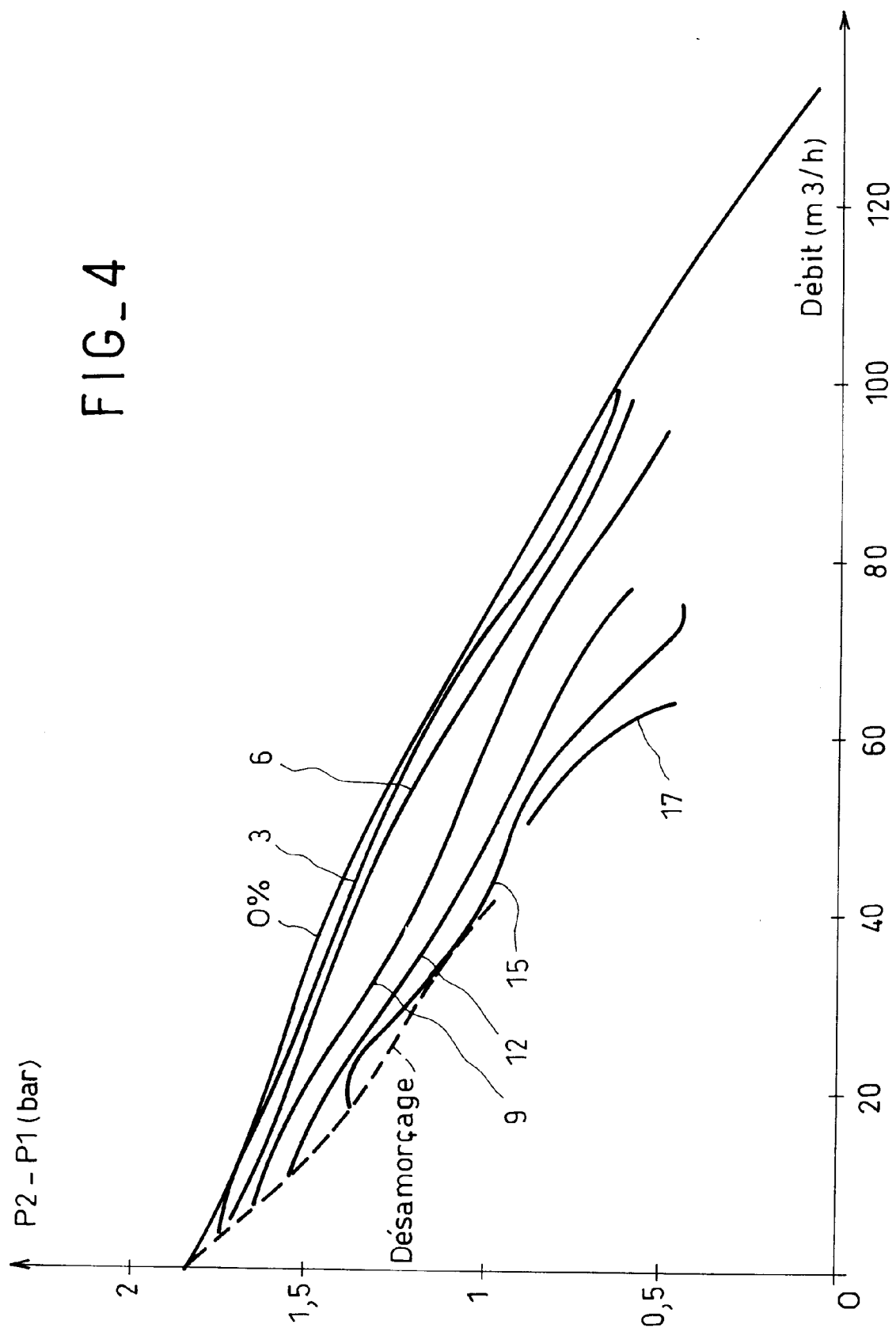
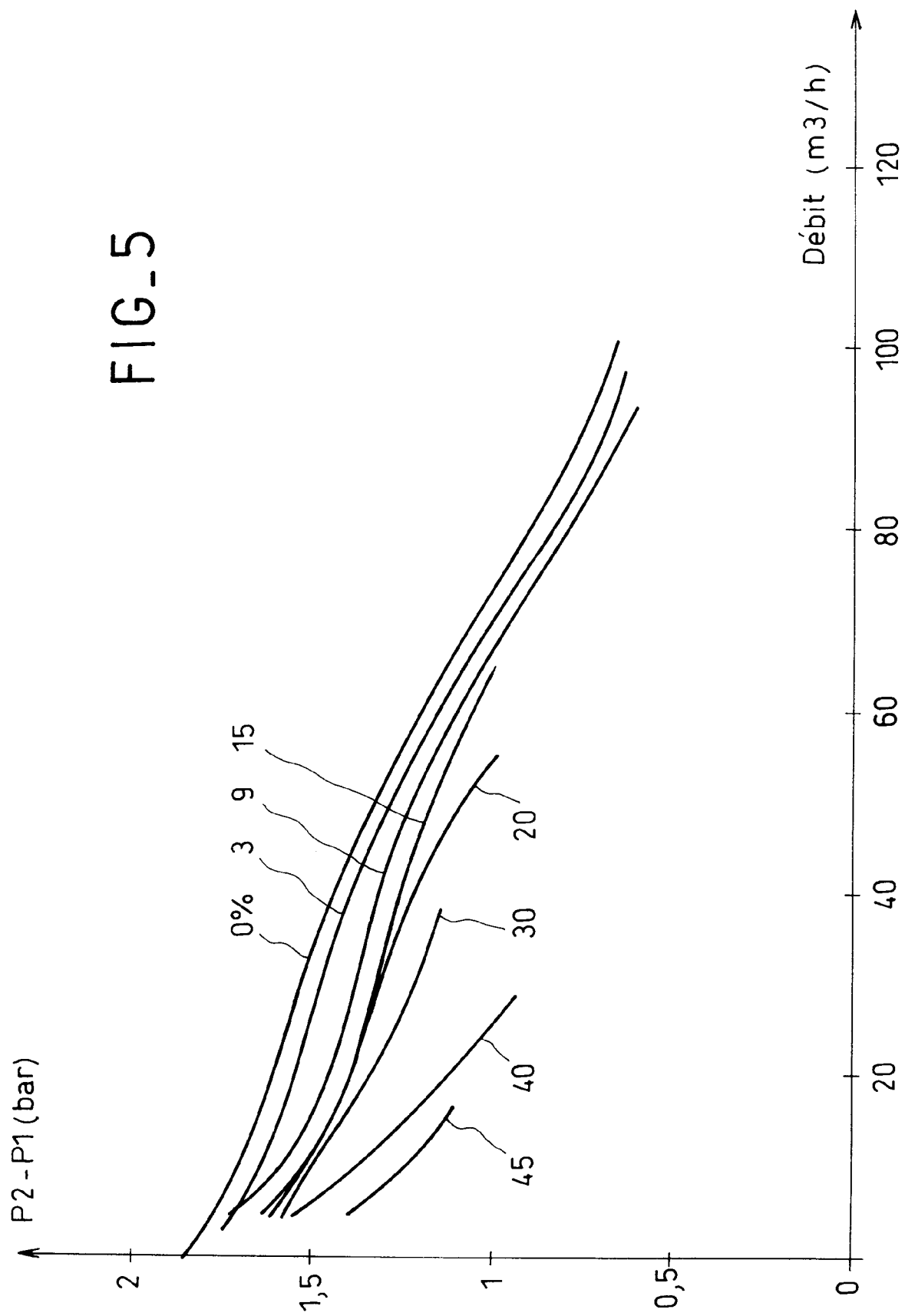


FIG - 3

FIG. 4







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 93 49 0022

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
A	FR-A-2 479 870 (AHLSTROM) * page 1, ligne 1 - ligne 5 * * page 3, ligne 38 - page 5, ligne 22; figures * ---	1,4	F04D7/04 F04D29/18 F04D3/00
A	NL-C-7 401 (VAN GINNEKEN) * le document en entier * ---	1,2	
A	US-A-3 230 890 (YOKOTA) * colonne 1, ligne 10 - ligne 13 * * colonne 2, ligne 19 - colonne 3, ligne 62; figures * ---	1	
A	EP-A-0 409 456 (KAMYR) * colonne 1, ligne 16 - ligne 19 * * colonne 3, ligne 45 - colonne 5, ligne 30; figures 1,2 * ---	1,4	
A	EP-A-0 298 693 (KAMYR) * le document en entier * ---	1,4	
A	US-A-1 423 496 (HANEY) * le document en entier * ---	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
A	FR-A-2 223 573 (NALPAS) * le document en entier * ---	2	F04D
A	EP-A-0 337 394 (AHLSTRÖM) ---		
A	US-A-3 944 406 (JAGUSH) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 7 Mars 1994	Examineur Zidi, K
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 01.82 (POMC)