



(11) Numéro de publication : **0 600 821 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **93490024.2**

(51) Int. Cl.⁵ : **F04D 7/00, F04D 29/68,
F04D 31/00**

(22) Date de dépôt : **30.11.93**

(30) Priorité : **04.12.92 FR 9214871**

(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
Cabinet Beau de Loménie,
37, rue du Vieux Faubourg
F-59800 Lille (FR)**

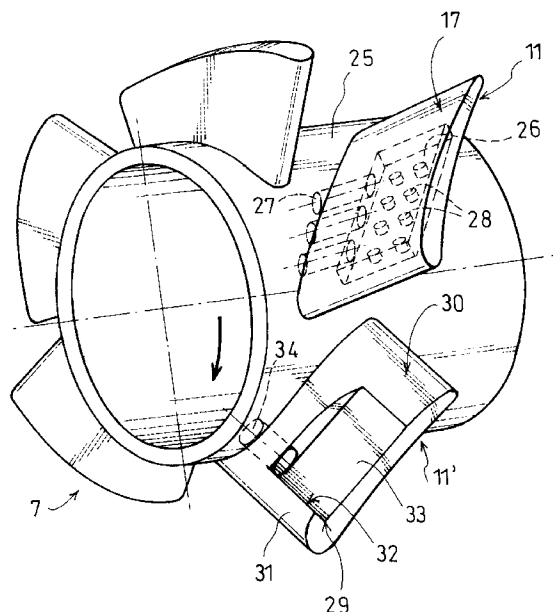
(54) **Utilisation d'une pompe hélice multiétagée pour le pompage de suspensions fibreuses concentrées et pompe hélice spécialement adaptée pour cette utilisation.**

(57) L'invention concerne l'utilisation d'une pompe hélice à au moins trois étages pour le pompage des liquides chargés, renfermant une quantité importante de gaz, notamment de suspensions fibreuses ayant au moins 8% en poids de fibres.

De préférence chaque pale (11') de l'hélice (7) qui est située au moins au premier étage de la pompe est conformée en creux (33) avec un emboîtement (32) dans l'extrados (30).

De préférence l'arbre axial supportant les hélices est creux, les pâles (11) de l'hélice qui est située au moins au premier étage sont pourvues sur leur extrados (17) au moins d'un orifice d'évacuation (28); de plus la pompe est équipée d'un dispositif de soutirage de gaz qui est relié audit orifice (28) par l'intermédiaire de l'arbre creux.

FIG - 2



La présente invention concerne le pompage 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.

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.

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%. De plus la présence du dispositif d'aspiration est consommatrice d'énergie et provoque également une perte de rendement de la pompe.

Le but que s'est fixé le demandeur est de pallier aux inconvénients constatés en proposant un dispositif de pompage qui permette 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.

Pour atteindre ce but, le demandeur a eu l'idée d'utiliser une pompe hélice à au moins trois étages et a constaté que contrairement à toute attente, l'utilisation d'une telle pompe hélice permettait de transférer par pompage des suspensions fibreuses, renfermant du gaz et comportant au moins 8% en poids de fibres, avec des caractéristiques de pompe au moins équivalentes à celles d'une pompe centrifuge utilisée dans les mêmes conditions pour transporter des suspensions fibreuses de 4 à 5% en poids de fibres.

Certes les pompes hélice multiétagées sont bien connues par ailleurs. Chaque étage consiste en un rotor à aubes, monté rotatif sur un arbre axial, et en un stator fixe jouant le rôle de redresseur. On conçoit que la succession sur l'arbre axial des stators et des rotors conduit à un encombrement très important de cette pompe. C'est son principal inconvénient qui fait qu'à encombrement égal, une pompe hélice multiétagée développe beaucoup moins de pression qu'une pompe centrifuge.

A l'inverse, ce type de pompe est utilisé principalement lorsqu'on veut la placer dans un encombrement qui est réduit sur le plan diamétral.

C'est le mérite du demandeur que d'avoir mis en oeuvre une telle pompe hélice comportant au moins trois étages, pour le transfert de suspensions fibreuses renfermant de l'air et d'avoir constaté que cette pompe permettait, à rendement comparable, de transporter des solutions fibreuses au moins deux fois plus concentrées qu'avec une pompe centrifuge.

On peut expliquer ce résultat particulièrement inattendu par le fait que le phénomène de formation des poches de gaz est moins brutal que dans le cas de la pompe centrifuge. En effet le demandeur a pu vérifier qu'il se forme non une poche de gaz mais une succession de poches de gaz à chaque étage. Ainsi le volume occupé par la poche de gaz à chaque étage est nettement inférieur à celui occupé globalement dans le cas d'une pompe centrifuge.

Par ailleurs le demandeur a pu vérifier que le volume de la poche de gaz qui se crée au premier étage est supérieur à celui qui se crée au second et lui-même étant supérieur à celui qui se crée au troisième étage. Cette dégressivité du volume de poche de gaz doit être fonction de l'évolution corrélative de la compression à l'intérieur de la pompe.

Il en résulte que la baisse de rendement et de caractéristique de la pompe s'effectue de manière beaucoup plus progressive que pour la pompe centrifuge, le second et surtout le troisième étage étant beaucoup moins perturbés que le premier.

C'est un autre objet de l'invention que de proposer une pompe hélice multiétagée spécialement adaptée pour l'utilisation précitée.

Cette pompe comporte de manière connue au moins trois étages composés chacun d'une hélice ro-
tative, montée autour d'un arbre axial et d'un redres-
seur fixe. Selon l'invention, chaque pale de l'hélice,
est conformée en creux avec un embrèvement dans
l'extrados de la pale. Cette disposition concerne au
moins le premier étage de la pompe.

Le demandeur a en effet vérifié que, dans le cas
d'une pompe hélice, la formation de la poche de gaz
se fait sur l'extrados de la pale de l'hélice et dans une
zone sensiblement périphérique.

Le fait de créer, dans l'extrados de la pale, un en-
caissement permet de piéger la poche de gaz dans
cette zone particulière.

Selon un mode préféré de réalisation, l'arbre
axial supportant les hélices est creux, les pales de
l'hélice située au moins au premier étage sont pour-
vues sur leur extrados d'orifices d'évacuation et la
pompe hélice est équipée d'un dispositif de soutirage
de gaz qui est relié auxdits orifices par l'intermédiaire
de l'arbre creux.

Ainsi, grâce à l'un de ces dispositifs particuliers,
il est possible d'extraire la poche de gaz qui se forme
sur l'extrados des pales, dès la formation de celle-
ci.

De préférence chaque pale est creuse avec une
chambre d'aspiration débouchant d'une part dans
l'évidement intérieur de l'arbre creux et d'autre part
dans les orifices pratiqués sur l'extrados. On peut
ainsi disposer une multiplicité d'orifices sur toute la
zone périphérique de l'extrados de la pale, lesdits or-
ifices communiquant avec la chambre d'aspiration si-
tuée à l'intérieur de la pale. Grâce à cette multiplicité,
on est assuré d'obtenir l'évacuation de la poche de
gaz.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la
description qui va maintenant être faite d'un exemple
d'utilisation d'une pompe hélice à quatre étages pour
le pompage de suspensions fibreuses, renfermant de
l'air à haute concentration en fibres, illustré 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 hé-
lice avec systèmes 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 caracté-
ristique de la pompe avec la variation de pression
en fonction du débit, sans aspiration,

La figure 5 est une courbe montrant la caracté-
ristique de la pompe avec aspiration au premier
étage (pression en fonction du débit).

La pompe hélice 1 qui est représentée à la figure

1 est une pompe à quatre étages 2,3,4,5. 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, dispo-
sées de manière classique selon la configuration il-
lustrée à la figure 5.

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 mon-
té en porte-à-faux sur un pallier 13 et est entraîné en
rotation grâce au moteur 14.

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

Sur la figure 1 on a représenté sous la forme de
deux flèches F le sens de circulation du liquide véhi-
culé par une telle pompe 1.

Comme on peut le constater à l'examen de la fi-
gure 1, l'inconvénient de la pompe hélice multiétagée
consiste dans son encombrement axial dû à la suc-
cession des hélices et des redresseurs le long de l'ar-
bre et à la présence du coude 12 d'évacuation. Au
contraire, dans le cas d'une pompe centrifuge il n'y
a qu'une seule roue et le coude d'évacuation est rem-
placé par une volute disposée annulairement par rap-
port à la roue. Pour un même encombrement longitu-
dinal, la pompe centrifuge développe beaucoup plus
de pression que la pompe hélice décrite ci-dessus.

Le demandeur a eu l'idée de mettre en oeuvre
une telle pompe hélice pour le transfert des liquides
chargés renfermant du gaz, et en particulier mais non
limitativement les suspensions fibreuses, notamment
dans le domaine de la papeterie.

On sait que le pompage des liquides renfermant
du gaz présente un inconvénient majeur qui est que
la mise en dépression localisée du gaz qui est conte-
nu dans ces liquides provoque la formation à l'inté-
rieur de la pompe de poches de gaz, qui, en se déve-
loppant entraînent non seulement une chute des ca-
ractéristiques et du rendement de la pompe mais peut
aller jusqu'au désamorçage de celle-ci.

Ce phénomène de formation de poches de gaz
est d'autant plus marqué que la quantité de gaz
contenue dans le liquide est importante. Dans le do-
maine papetier, les fibres mises en suspension sont
des fibres hydrophiles qui de plus ont la capacité de
retenir du gaz dans une grande proportion. Ceci est
obtenu 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.

Pour rendre possible le pompage de suspensions plus concentrées en fibres, il est soit nécessaire de prendre des précautions particulières pour éviter l'aération du liquide lors de la mise en dilution de la pâte soit de modifier la pompe centrifuge par exemple comme cela a été proposé dans le document US.5,087,171. Cette modification consiste à percer de part en part la roue de la pompe centrifuge et à disposer à l'arrière de celle-ci un système de soutirage de l'air, par exemple à l'aide d'une pompe à vide. Une telle modification permet d'aspirer la poche de gaz qui se forme à l'entrée de la roue et de l'évacuer par l'arrière de celle-ci. Avec des pompes centrifuges présentant de tels systèmes d'aspiration, il est possible de pomper des suspensions fibreuses jusqu'à environ 15% de fibres. Cependant ces modifications entraînent une consommation énergétique supplémentaire et également une perte de rendement de la pompe.

Le demandeur a cherché le moyen de pomper des liquides chargés et comportant une forte proportion de gaz, notamment des suspensions fibreuses concentrées, sans avoir à prendre de précautions particulières au niveau de la préparation du liquide et si possible sans avoir à modifier le moyen de pompage.

De manière inattendue, il s'est avéré que la mise en oeuvre d'une pompe hélice classique, à au moins trois étages, donnait le résultat recherché pour des suspensions fibreuses d'au moins 8% en poids de fibres.

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 des suspensions fibreuses véhiculées par la pompe.

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

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

La concentration maximale admissible correspond à celle pour laquelle on arrive à la formation d'une telle poche de gaz sur l'extrados des pâles du dernier étage, avant le désamorçage de la pompe.

En vue d'améliorer les bons résultats déjà obtenus à l'aide d'une pompe hélice classique, le demandeur a modifié celle-ci 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 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 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 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 30, comme cela est représenté pour la pale 11' de la figure 2. Cet embrèvement 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 30. Cette partie en creux 33 réalise en quelque sorte une chambre ouverte pratiquée dans l'extrados.

Lors du fonctionnement de la pompe, le deman-

deur 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, le long de l'embrèvement, permet de diminuer en valeur relative le volume occupé par la poche de gaz et permet, même sans aspiration, de diminuer l'effet de cette poche.

De préférence, comme illustré à la figure 2, la partie en creux 33, 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.

Ces résultats seraient encore améliorés en équipant non seulement le premier étage mais également le deuxième et éventuellement le troisième étages de la pompe hélice 1.

La comparaison des courbes représentée aux figures 4 et 5 permet d'apprécier l'amélioration apportée par l'aspiration de la poche de gaz se formant sur l'extrados. Ces courbes montrent les caractéristiques de la pompe (variation de pression en fonction du débit) pour différentes concentrations en gaz dans le liquide pompé. En regard de chaque courbe est portée la concentration en gaz correspondante. Pour les courbes de la figure 4, la pompe est une pompe hélice traditionnelle sans aspiration; pour les courbes de la figure 5, la pompe à hélice est munie d'une aspiration sur les pâles de l'hélice du premier étage. Sans arriver au désamorçage de la pompe, il a été possible de pomper dans ce dernier cas des liquides comportant jusqu'à 45% de gaz.

L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui a été décrit ci-dessus à titre d'exemple non exhaustif.

L'invention n'est pas limitée au pompage des 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. Utilisation d'une pompe hélice à au moins trois étages pour le pompage des liquides chargés, renfermant une quantité importante de gaz.
2. Utilisation selon la revendication 1 caractérisée en ce que les liquides chargés sont des suspensions fibreuses comportant au moins 8% en poids de fibres.
3. Pompe hélice multiétagée spécialement adaptée pour l'utilisation de l'une des revendications 1 à

2, comportant au moins trois étages composés chacun d'une hélice rotative, montée autour d'un arbre axial et d'un redresseur fixe, caractérisée en ce que, chaque pale de l'hélice, située au moins au premier étage de la pompe, est conformée en creux (33) avec un embrèvement (32) dans l'extrados (30) de la pale (11').

4. Pompe hélice multiétagée spécialement adaptée pour l'utilisation selon l'une des revendications 1 à 2 ou pompe hélice selon la revendication 3 caractérisée en ce que l'arbre axial (6) supportant les hélices est creux, les pales (11) de l'hélice (7) située au moins au premier étage (2) sont pourvues sur leur extrados (17) au moins d'un orifice d'évacuation (28) et la pompe hélice est équipée d'un dispositif de soutirage de gaz qui est relié audit orifice (28) par l'intermédiaire de l'arbre creux (6).
5. Pompe hélice selon la revendication 4 caractérisée en ce que chaque pale (11) est creuse avec une chambre d'aspiration (26) débouchant 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).
6. Pompe hélice selon les revendications 3 et 4 caractérisée en ce que l'orifice d'évacuation débouche dans la partie en creux (33) pratiquée dans l'extrados (30).

FIG_1

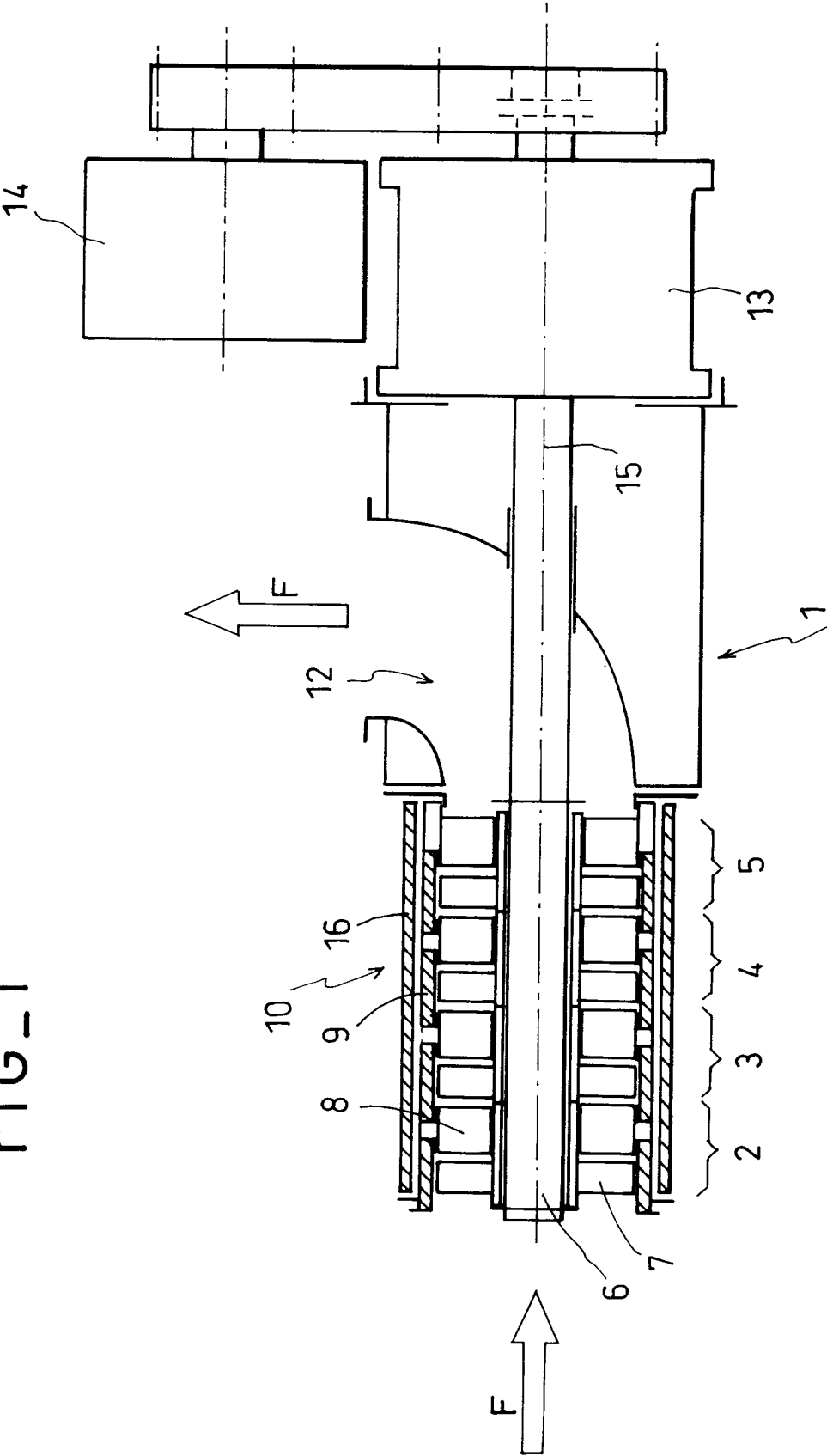
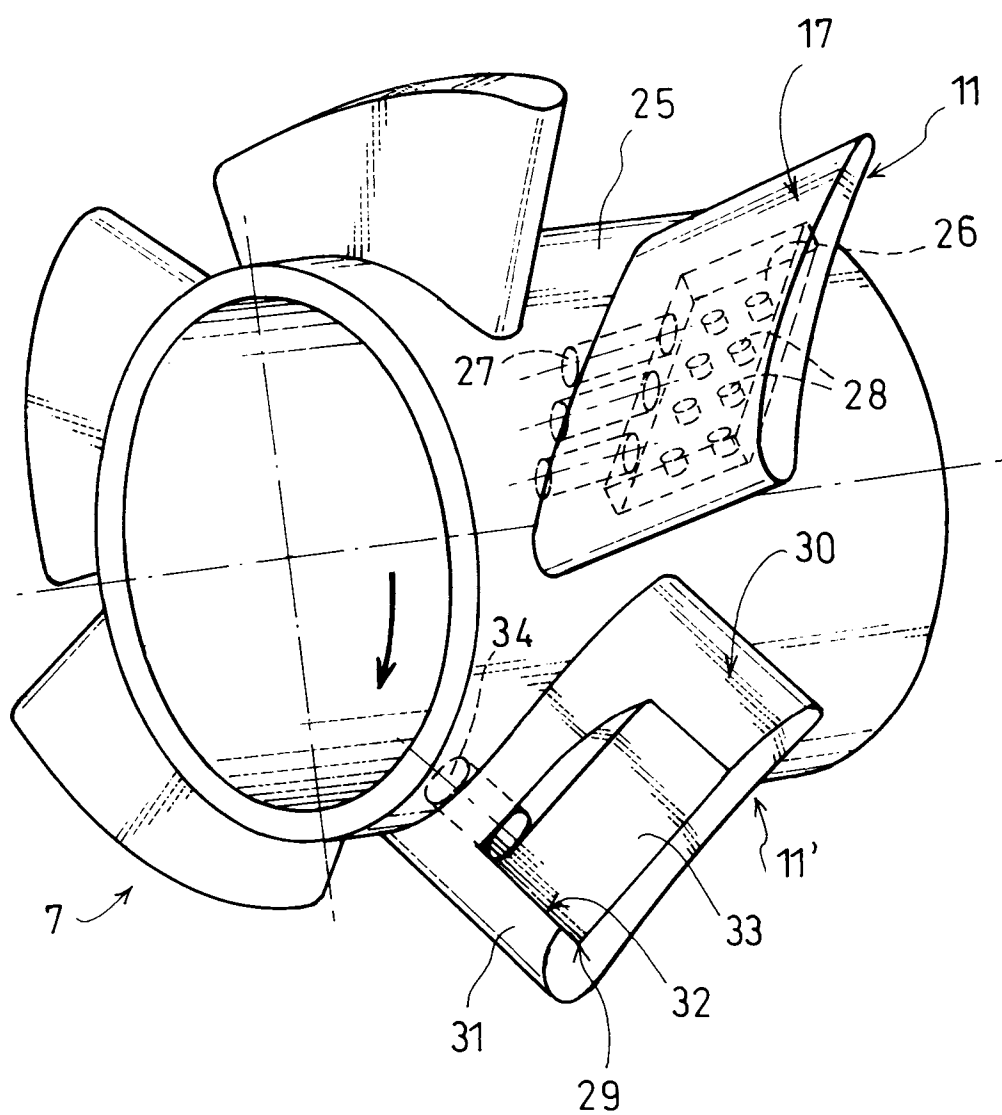


FIG. 2



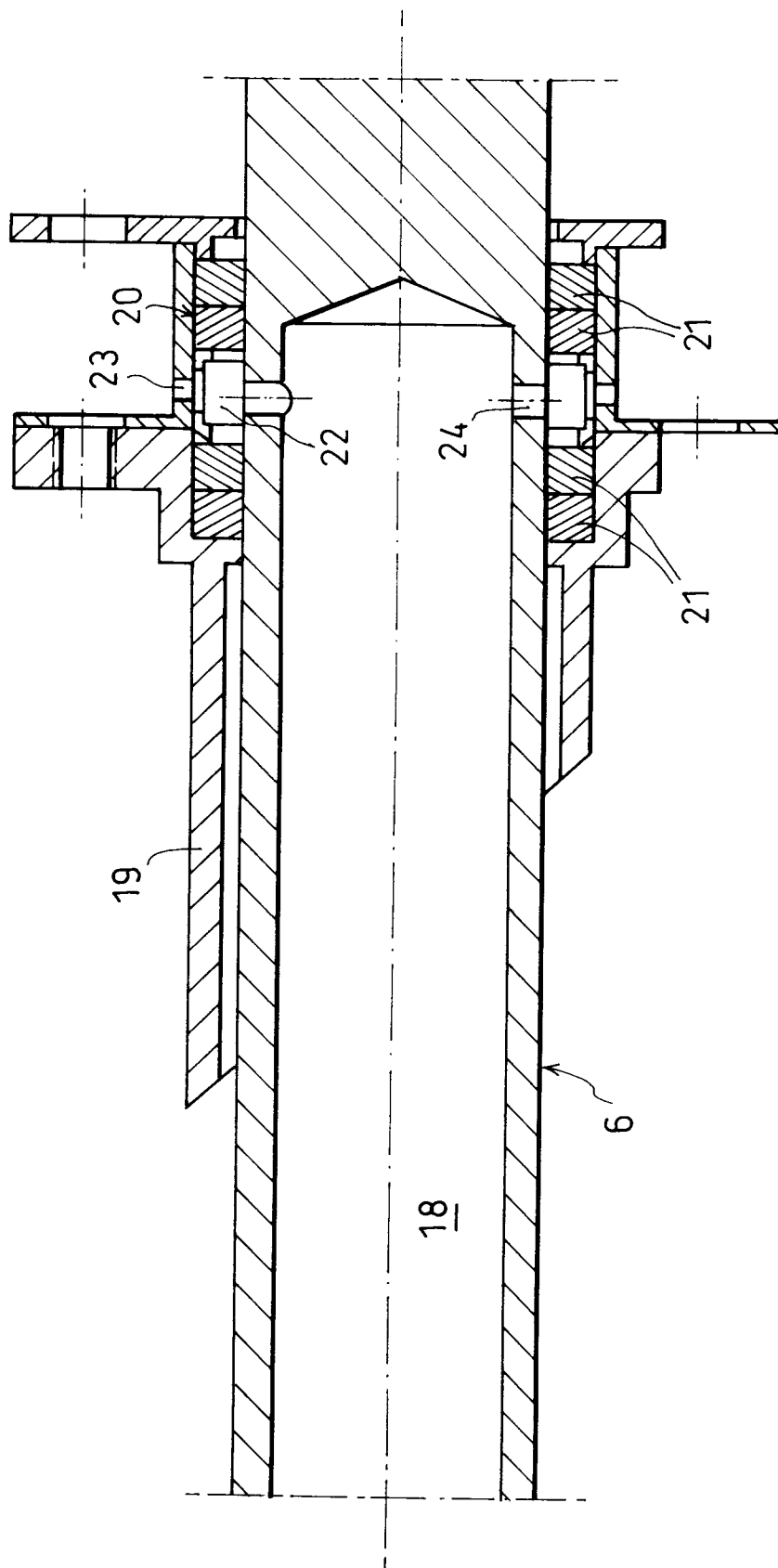
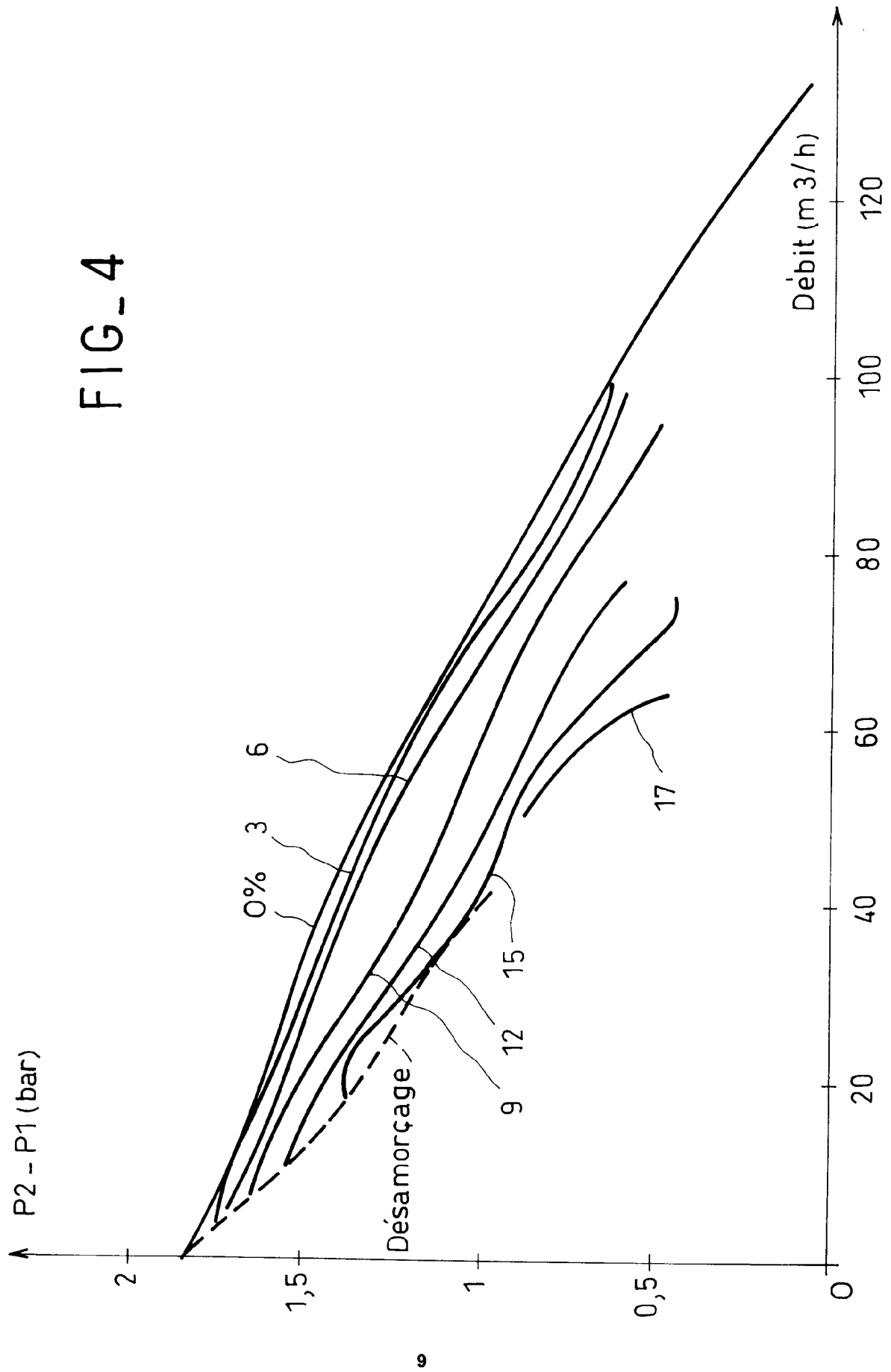
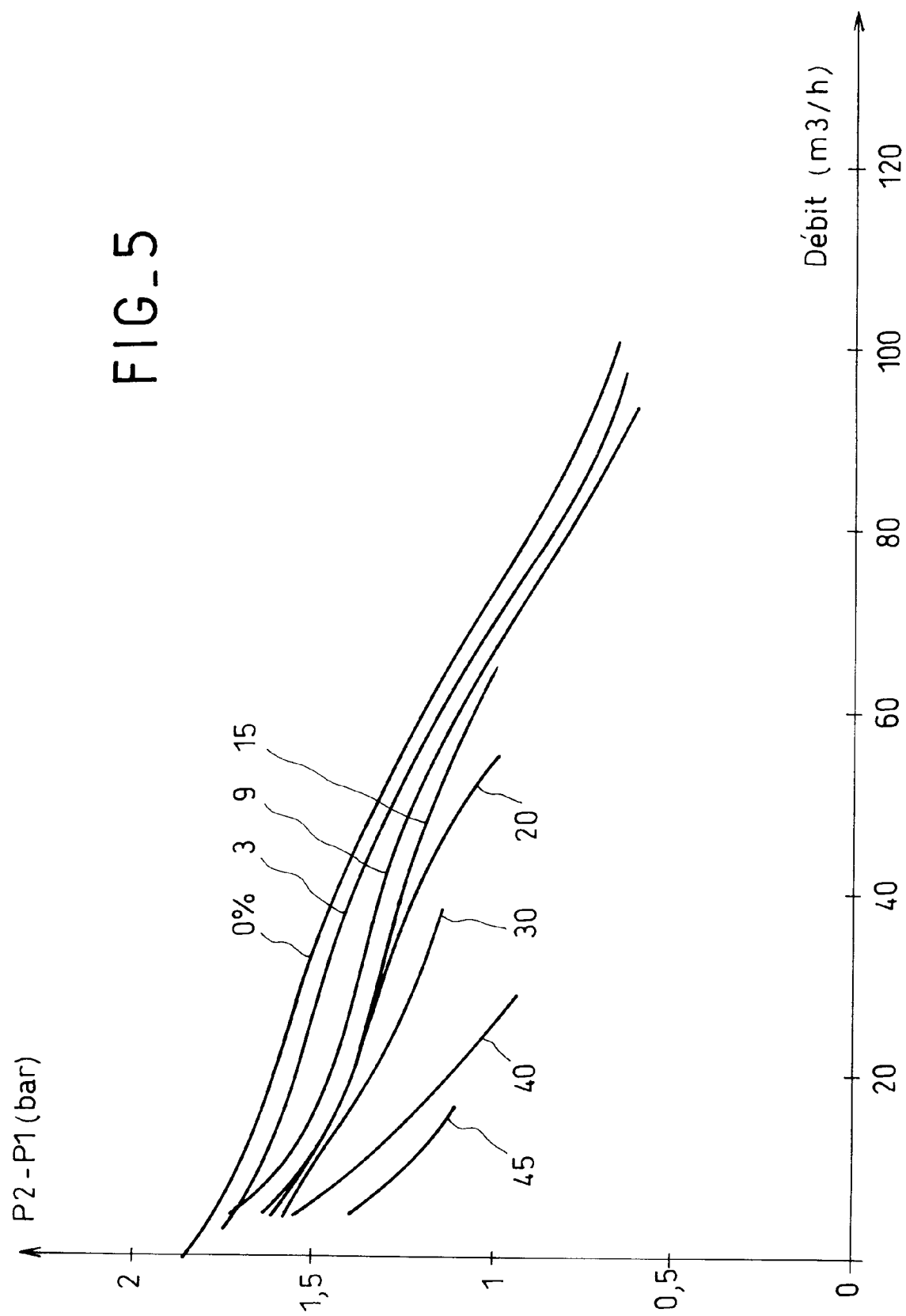


FIG - 3

FIG. 4







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 93 49 0024

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)
X	EP-A-0 409 456 (KAMYR) * colonne 3, ligne 45 - colonne 4, ligne 52; figures 1,2 *	1,2	F04D7/00 F04D29/68 F04D31/00
A	---	4	
A	FR-A-2 479 870 (AHLSTROM OSAKEYTIO) * page 1, ligne 1 - ligne 5 * * page 3, ligne 38 - page 4, ligne 34; figures 1-3 *	1,2,4	
A	US-A-3 027 845 (GILMAN) * le document en entier *	3	
A	EP-A-0 298 693 (KAMYR) * colonne 2, ligne 25 - colonne 4, ligne 49; figures 1-4 *	1,2	
A	US-A-1 554 472 (ULMANN) * le document en entier *	1,2	
A,D	US-A-5 087 171 (DOSCH) -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			F04D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 2 Février 1994	Examineur Teerling, J
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 (1.12) (F04C02)