

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 23.02.99.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.08.00 Bulletin 00/34.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : 2M Société anonyme — FR.

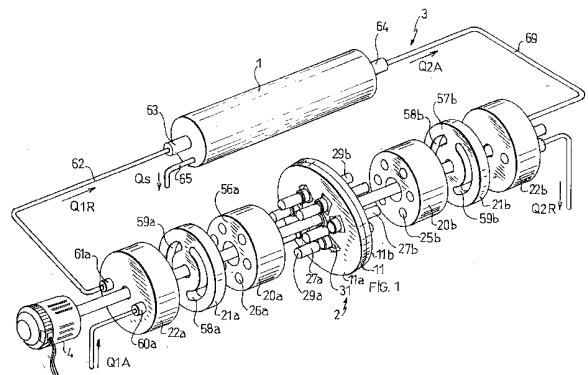
72 Inventeur(s) : MAGNOLER MICHEL.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : BARRE LAFORGUE ET ASSOCIES.

54 POMPE VOLUMETRIQUE DOUBLE ROTATIVE DIFFERENTIELLE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT D'UNE COMPOSITION LIQUIDE PAR OSMOSE INVERSE.

57 L'invention concerne une pompe rotative double équilibrée comprenant deux barillets (20a, 20b) rotatifs de cylindres, et des pistons axiaux (27a, 27b) associés à des moyens de commande (11), la cylindrée C1 des pistons (27a) du premier barillet (20a) étant supérieure à la cylindrée C2 des pistons (27b) du deuxième barillet (20b), les pistons (27a, 27b) axialement en regard se déplaçant dans le même sens, l'un refoulant le liquide de son cylindre tandis que l'autre aspire du liquide dans son cylindre. Le dispositif de traitement d'une composition - notamment d'épuration d'eau - par osmose inverse comprend une pompe hydraulique selon l'invention et une chambre de traitement (1) à membrane d'osmose inverse.



1

POMPE VOLUMETRIQUE DOUBLE ROTATIVE DIFFERENTIELLE ET
DISPOSITIF DE TRAITEMENT D'UNE COMPOSITION LIQUIDE PAR
OSMOSE INVERSE.

5 L'invention concerne une pompe volumétrique double rotative différentielle et son application en particulier pour la réalisation d'un dispositif de traitement d'une composition liquide -notamment un dispositif d'épuration d'eau- comprenant une chambre de traitement à membrane d'osmose inverse.

10 On sait qu'une membrane d'osmose inverse alimentée en eau de mer ou en eau douce non potable sous haute pression permet de fournir de l'eau épurée, notamment dessalinisée (cf. par exemple US-3 825 122). Le principe d'osmose inverse est aussi utilisable au contraire pour concentrer une solution liquide, par exemple pour la concentration de jus de fruit.

15 La mise au point pratique d'un tel dispositif est liée à celle de la pompe d'alimentation en eau qui doit pouvoir délivrer une pression d'eau supérieure à la pression de fonctionnement de la membrane, généralement de l'ordre de 5000 à 10000 kPa, avec un débit d'eau suffisant à travers le circuit haute pression de la membrane. La membrane doit en effet être traversée par une circulation
20 continue de liquide à haute pression, selon un débit, dit débit de balayage, qui est de l'ordre de 10 à 15 fois le débit de liquide épuré produit, et qui permet d'éviter le colmatage de la membrane. Cette circulation d'eau sous haute pression avec un fort débit véhicule une énergie importante qu'il est nécessaire de pouvoir récupérer.

25 FR-2 732 727 décrit une pompe linéaire alternative double visant à atteindre ce but qui donne satisfaction dans certaines applications, notamment pour la production d'eau potable en milieu marin. Néanmoins, cette pompe nécessite un dispositif de détection de fin de course et d'inversion complexe et coûteux. En outre, l'alimentation énergétique de la pompe étant entièrement issue d'une source de liquide sous basse pression, le dispositif ne nécessite pas de source
30 d'énergie externe spécifique, mais, en contrepartie, nécessite une pompe à basse pression de fort débit.

Par ailleurs, un dispositif d'épuration d'eau doit être aussi léger et peu encombrant que possible, notamment portable, d'utilisation et maintenance aisées, et consommer un minimum d'énergie.

L'invention vise donc à pallier ces inconvénients et à proposer
5 une pompe particulièrement adaptée à l'alimentation d'une chambre de traitement à membrane d'osmose inverse. L'invention vise ainsi en particulier à proposer une pompe permettant :

- de délivrer un débit important de liquide à haute pression en étant elle-même sujette à des contraintes internes faibles, et incorporant par
10 conception, une compensation et un équilibrage au moins partiel des efforts dans toutes les phases de fonctionnement,

- d'imposer, par construction, une valeur prédéterminée du rapport du débit de liquide à haute pression fourni à une membrane d'osmose inverse sur le débit de liquide épuré délivré, la membrane fonctionnant de façon
15 volumétrique sans réglage de ce rapport de débits,

- de fournir, par construction, à une membrane d'osmose inverse, une pression correspondant au moins à la pression de fonctionnement de la membrane, sans nécessiter de réglage,

- de récupérer l'énergie du débit liquide circulant sous haute
20 pression dans le chambre de traitement, de sorte que seule l'énergie nécessaire à la production de la composition liquide traitée soit consommée.

L'invention vise en outre à proposer une telle pompe qui soit de construction simple, légère, économique et fiable.

L'invention vise aussi à proposer un dispositif de traitement
25 d'une composition liquide -notamment d'épuration d'eau- par osmose inverse qui soit simple, exempt de réglages, léger, et de faible consommation énergétique.

L'invention vise aussi à proposer un tel dispositif de traitement par osmose inverse qui permette pour un même débit de composition de diminuer le débit de composition liquide prélevé sur la source de composition
30 liquide à traiter à une valeur plus faible que celle nécessaire à la circulation de balayage de la membrane -notamment en le limitant-, de façon à être adapté au traitement d'une composition liquide issue d'une source de capacité limitée telle qu'un puits artésien.

Pour ce faire, l'invention concerne une pompe comprenant :

- un carter,
- un arbre d'entraînement monté rotatif par rapport au carter

autour d'un axe fixe, dit axe principal, et adapté pour être accouplé à un dispositif
5 moteur,

caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un premier barillet centré sur l'axe principal et monté rotatif
autour de l'axe principal, comprenant une pluralité de N cylindres répartis autour de
l'axe principal, chaque cylindre ayant :

10 . un axe au moins sensiblement parallèle à l'axe
principal,

- . une première extrémité axiale présentant une ouverture
orientée vers le plateau de commande, un piston étant engagé dans cette ouverture,
ce piston étant adapté pour coulisser axialement dans le cylindre en y délimitant une
15 chambre de pompage, avec une section efficace S1,

- . à l'opposé de la première extrémité axiale, une seconde
extrémité axiale débouchant dans des premiers moyens de distribution en
communication avec un circuit externe d'aspiration/refoulement,

- un second barillet centré sur l'axe principal et monté rotatif
20 au tour de l'axe principal, comprenant un même nombre N de cylindres que le
premier barillet, répartis autour de l'axe principal, chaque cylindre ayant :

- . un axe au moins sensiblement parallèle à l'axe
principal,

- . une première extrémité axiale présentant une ouverture
25 orientée vers le plateau de commande, un piston étant engagé dans cette ouverture,
ce piston étant adapté pour coulisser axialement dans le cylindre en y délimitant une
chambre de pompage, avec une section efficace S2,

- . à l'opposé de la première extrémité axiale, une seconde
extrémité axiale débouchant dans des seconds moyens de distribution en
30 communication avec le circuit externe d'aspiration/refoulement,

- des moyens d'entraînement en rotation des barillets, à partir
de l'arbre d'entraînement,

- des moyens de commande des pistons des barillets en translations alternatives dans leurs cylindres respectifs à partir du mouvement de rotation de l'arbre d'entraînement, ces moyens de commande étant interposés entre les deux barillets, pour pouvoir coopérer de chaque côté avec les pistons, et étant adaptés pour relier axialement les pistons du premier barillet et ceux du second barillet de telle sorte que les efforts axiaux se transmettent entre les pistons d'un barillet à l'autre,

en ce que les premiers et les seconds moyens de distribution comprennent une première et, respectivement, une seconde culasse de distribution montées fixes par rapport au carter, la première culasse de distribution présentant une face, symétrique de révolution autour de l'axe principal, de contact avec une face d'extrémité, de forme conjuguée, du premier barillet, la seconde culasse de distribution présentant une face, symétrique de révolution autour de l'axe principal, de contact avec une face d'extrémité, de forme conjuguée, du second barillet, chacune de ces culasses de distribution comprenant au moins une lumière d'aspiration et au moins une lumière de refoulement, toutes deux en forme générale de haricot, séparées l'une de l'autre et disposées de façon que ladite deuxième extrémité axiale de chaque cylindre du barillet correspondant puisse venir en regard de ces lumières en étant en communication avec la lumière d'aspiration lorsque le piston correspondant se déplace en s'éloignant de la culasse de distribution et avec la lumière de refoulement lorsque le piston correspondant se déplace en se rapprochant de la culasse de distribution,

en ce que les pistons des cylindres du premier barillet définissent une cylindrée C1 supérieure à la cylindrée C2 définie par les pistons des cylindres du second barillet, et en ce que les premiers moyens de distribution comprennent une sortie de refoulement, les seconds moyens de distribution comprennent une entrée d'aspiration, et l'entrée d'aspiration des seconds moyens de distribution est reliée par le circuit externe d'aspiration/refoulement à la sortie de refoulement des premiers moyens de distribution, de sorte que le débit Q2A de liquide aspiré par les cylindres du second barillet provient intégralement du débit Q1R de liquide refoulé par les cylindres du premier barillet, ces débits étant dans un rapport Q1R/Q2A fixe prédéterminé proportionnel au rapport des cylindrées C1/C2.

Avantageusement et selon l'invention, lesdits moyens de commande comprennent au moins un plateau de commande centré sur l'axe principal, monté rotatif par rapport au carter et entraîné en rotation à partir du mouvement de l'arbre d'entraînement, les pistons étant reliés, par une de leur extrémité, solidaires en translations axiales de ce(ces) plateau(x) de commande qui est(sont) adapté(s) pour imposer aux extrémités des pistons du premier barillet de se déplacer au cours de la rotation dans un plan, dit premier plan de commande, incliné d'un angle d'inclinaison (α_1) par rapport à un plan radial à l'axe principal et pour imposer aux extrémités des pistons du second barillet de se déplacer au cours de la rotation dans un plan, dit second plan de commande, incliné d'un angle d'inclinaison (α_2) par rapport à un plan radial à l'axe principal.

Avantageusement et selon l'invention, le premier plan de commande et le second plan de commande sont formés l'un et l'autre par un seul et même plateau de commande incliné d'un même angle d'inclinaison $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2$ par rapport à l'axe principal et entraîné en rotation autour d'un axe fixe incliné de l'angle α par rapport à l'axe principal. Rien n'empêche néanmoins de prévoir au contraire deux plateaux de commande inclinés rotatifs, l'un pour chaque barillet, appuyant sur une même pièce centrale libre en translations axiales mais bloquée en rotation (par rapport à l'axe principal) ou toute autre forme de réalisation des moyens de commande.

Avantageusement et selon l'invention, la pompe est caractérisée en ce que le premier barillet et le second barillet sont montés par rapport au carter et au(x) plateau(x) de commande de façon que chaque cylindre du premier barillet soit axialement en regard d'un cylindre du second barillet, ces deux cylindres s'étendant symétriquement l'un de l'autre par rapport à un plan radial à l'axe principal, les pistons de deux cylindres axialement en regard se déplaçant dans le même sens, l'un d'entre eux refoulant le liquide de son cylindre tandis que l'autre aspire du liquide dans son cylindre, en ce que les pistons du premier barillet définissent tous une même cylindrée unitaire de chaque cylindre proportionnelle au produit $S_1 \times \alpha_1$ de l'aire de la section efficace S_1 de ces pistons et de l'angle d'inclinaison α_1 du premier plan de commande, en ce que les pistons du second barillet définissent tous une même cylindrée unitaire de chaque cylindre proportionnelle au produit $S_2 \times \alpha_2$ de l'aire de la section efficace S_2 de ces pistons et

de l'angle d'inclinaison α_2 du second plan de commande, et en ce que le rapport $S_1 \times \alpha_1 / S_2 \times \alpha_2$ est égal à une valeur supérieure à 1, prédéterminée, identique pour tous les pistons des barillets.

Le plateau de commande incliné interposé entre les deux
5 barillets reçoit d'un côté la force axiale transmise par le piston d'un barillet en cours d'aspiration tandis qu'il exerce une force axiale sur le piston en regard de l'autre barillet en cours de refoulement. De la sorte, l'effort nécessaire à l'entraînement correspond uniquement à la différence entre ces forces qui se compensent.

Le rapport entre le débit refoulé du premier barillet Q_{1R} et
10 celui $Q_{1R}-Q_{2A}$ fourni à l'extérieur entre le refoulement du premier barillet et l'aspiration du second barillet est fixé, par construction, par la valeur de C_1/C_2 , sans nécessiter aucun réglage. Dans le cas notamment d'un dispositif de traitement par osmose inverse, avantageusement et selon l'invention, C_1/C_2 est compris entre 10/9,5 et 10/8.

15 Avantageusement et selon l'invention, l'angle d'inclinaison du(des) plateau(x) de commande par rapport à l'axe principal et au carter est de valeur fixe prédéterminée non réglable. La valeur absolue du débit fourni peut alors être ajustée selon la vitesse de rotation de l'arbre d'entraînement, lui-même accouplé à un moteur approprié. Rien n'empêche néanmoins de prévoir un montage autorisant
20 les réglages de l'inclinaison du(des) plateau(x) de commande.

Par ailleurs, avantageusement et selon l'invention, la première
extrémité axiale de chaque cylindre du premier barillet et du second barillet comprend un évasement radial définissant une surface annulaire radiale au contact de laquelle la pression du liquide régnant dans la chambre de pompage exerce une
25 force tendant à appliquer le barillet axialement vers la culasse de distribution. Avantageusement et selon l'invention, l'évasement renferme des moyens assurant l'étanchéité radiale entre le piston et le cylindre.

En outre, avantageusement et selon l'invention, la pompe
comprend, entre le premier barillet et les moyens de commande, un premier flasque
30 d'équilibrage des efforts axiaux, et entre le second barillet et les moyens de commande, un second flasque d'équilibrage des efforts axiaux, ces premier et second flasques étant reliés axialement l'un à l'autre et rendus solidaires l'un de l'autre par une pluralité de goujons de liaison répartis autour de l'axe principal traversant

librement des lumières des moyens de commande. Avantageusement et selon l'invention, chacun des flasques est accouplé solidaire en rotation de l'arbre d'entraînement, et est accouplé au barillet correspondant pour l'entraîner en rotation. Le(les) plateau(x) de commande est(sont) entraîné(s) en rotation par les deux
5 barillets via les cylindres et les pistons, ainsi que les goujons.

Chaque barillet doit être appliqué axialement sur la culasse de distribution qui lui correspond. Pour ce faire, avantageusement, une pompe selon l'invention est caractérisée en ce qu'un ressort de compression est interposé entre chaque flasque et une portée radiale du barillet correspondant et en ce que chaque
10 flasque est bloqué axialement, à l'opposé du barillet contre une butée de l'arbre d'entraînement, de sorte que le ressort applique le barillet contre la culasse de distribution correspondante avec une précontrainte prédéterminée, assurant l'étanchéité entre les forces de contact du barillet et de la culasse.

De surcroît, avantageusement et selon l'invention, l'évasement
15 de la première extrémité axiale de chaque cylindre est refermé par une bague annulaire engagée dans l'évasement et solidaire du flasque d'équilibrage des efforts axiaux correspondant. Avantageusement et selon l'invention, la bague est d'un côté partiellement engagée dans l'évasement, et de l'autre côté, partiellement engagée dans un logement cylindrique dudit flasque. Avantageusement et selon l'invention,
20 les moyens assurant l'étanchéité radiale entre le piston et le cylindre viennent en butée axialement contre la bague. De la sorte, cette bague a pour fonction de transmettre les efforts axiaux résultant de la pression du liquide dans la chambre de pompage sur le flasque d'équilibrage des efforts axiaux correspondants. Les bagues ont aussi pour fonction d'assurer l'entraînement en rotation du barillet.

Par ailleurs, avantageusement et selon l'invention, les seconds
25 moyens de distribution comportent deux sorties de refoulement séparées l'une de l'autre, dont l'une est reliée par le circuit externe d'aspiration/refoulement à une entrée d'aspiration des premiers moyens de distribution, une partie Q2R' du débit Q2R de liquide refoulé par les cylindres du second barillet étant recyclée pour être
30 aspirée par les cylindres du premier barillet, de sorte que pour un même débit Q1R refoulé par les cylindres du premier barillet, le débit Q1P prélevé par la pompe sur la source est minimisé. De la sorte, le débit total aspiré par le premier barillet Q1A est

la somme du débit Q1P prélevé sur la source et du débit recyclé Q2R' provenant du refoulement du second barillet.

Les cylindres axialement en regard du premier et du second barillet sont au moins sensiblement coaxiaux mais peuvent présenter une légère
5 inclinaison pour permettre la rotation du plateau de commande, selon la nature de la liaison des pistons au(x) plateau(x) de commande. Avantagement et selon l'invention, la pompe est caractérisée en ce que les axes des cylindres du premier barillet et du second barillet sont strictement parallèles à l'axe principal, et en ce que
10 chaque cylindre du premier barillet est coaxial avec un cylindre axialement en regard du second barillet. Les cylindres du premier barillet et ceux du second barillet pourraient être décalés angulairement les uns par rapport aux autres, mais l'équilibrage des efforts ne serait pas aussi efficace.

En outre, les deux pistons de chaque paire de cylindres axialement en regard sont associés au plateau de commande par une même liaison
15 articulée incorporant une rotule, autorisant les déplacements radiaux des pistons par rapport au plateau de commande, mais solidarissant les pistons et le plateau de commande en rotation autour de l'axe principal.

Une pompe selon l'invention comprend avantagement un nombre N de cylindres dans chaque barillet qui est impair, par exemple compris
20 entre 5 et 11. Lorsque ce nombre est pair, la pompe produit des pulsations de débit plus importantes.

Une pompe selon l'invention est avantagement applicable dans un dispositif de traitement d'une composition liquide par osmose inverse
-notamment un dispositif d'épuration d'eau pour l'obtention d'eau douce potable à
25 partir d'eau de mer ou d'eau non potable-.

L'invention s'étend donc à un dispositif de traitement d'une composition liquide, notamment d'épuration d'eau pour l'obtention d'eau douce potable à partir d'eau de mer ou d'eau non potable- comprenant une chambre de traitement à membrane d'osmose inverse, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 30
- une pompe rotative selon l'invention,
 - une chambre de traitement incorporée au circuit externe d'aspiration/refoulement présentant une entrée de liquide à haute pression reliée à la sortie de refoulement des premiers moyens de distribution, une sortie de liquide à

haute pression reliée à l'entrée d'aspiration des seconds moyens de distribution, et une sortie de liquide épuré sous basse pression.

La chambre de traitement à membrane d'osmose inverse est donc interposée sur le circuit externe d'aspiration/refoulement entre la sortie de refoulement du premier barillet et l'entrée d'aspiration du second barillet, et est parcourue par un débit élevé de composition liquide à haute pression. Ce débit est fixé par construction par la pompe et ne dépend que du rapport des cylindrées $C1/C2$, et de la vitesse de rotation de l'arbre d'entraînement. Le rapport de ce débit et du débit de composition liquide épurée fourni par la chambre de traitement est prédéterminé par $C1/C2$ et ne dépend pas de la vitesse de rotation. De la sorte, quel que soit le mode de fonctionnement du dispositif, aucun réglage n'est nécessaire pour assurer un débit de balayage approprié de la membrane et éviter son colmatage. Ce rapport de débit est fixe si $C1/C2$ est invariable (notamment si l'angle d'inclinaison du(des) plateau(x) de commande est invariable), mais pourrait être variable, par exemple si la pompe comprend deux plateaux de commande d'inclinaisons ajustables indépendamment.

Par ailleurs, le second barillet récupère l'énergie de la composition liquide à haute pression issue de la membrane pour le pompage. Les deux barillets étant associés à des moyens de commande par lesquels les efforts axiaux sont transmis, les efforts d'entraînement sont faibles, et en relation uniquement (aux pertes de charge près) avec le débit de composition liquide épurée fourni par la membrane d'osmose inverse. De même, grâce à cet équilibre différentiel partiel des efforts axiaux et à l'équilibre hydraulique au sein de la pompe, les contraintes sont minimisées. La pompe selon l'invention peut ainsi être réalisée de façon simple, fiable et légère.

La composition liquide refoulée par le second barillet pouvant être au moins partiellement recyclée selon une proportion prédéterminée, le débit de composition liquide prélevé sur la source peut être relativement faible, et notamment plus faible que celui circulant à haute pression à travers la chambre de traitement.

Une pompe selon l'invention peut aussi faire l'objet d'autres applications pour lesquelles les mêmes problèmes se posent.

L'invention concerne aussi une pompe et un dispositif de traitement d'une composition liquide caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

D'autres, buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaissent de la description suivante qui se réfère aux figures annexées représentant à titre d'exemple non limitatif, des modes de réalisation préférentiels de l'invention, dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un dispositif de traitement selon une première variante de l'invention, la pompe étant représentée partiellement, en vue éclatée schématique de principe, le carter, les flasques d'équilibrages d'efforts axiaux et les goujons qui les relient n'étant pas représentés à des fins de clarté,

- la figure 2 est une vue similaire à la figure 1 représentant une deuxième variante de l'invention avec recyclage partiel, les flasques d'équilibrage des efforts axiaux et les goujons qui les relient étant représentés,

- la figure 3 est une vue schématique en coupe axiale selon une ligne de coupe passant par l'axe des cylindres d'une pompe selon un mode de réalisation de l'invention,

- la figure 4 est une vue schématique partielle en coupe axiale par un plan passant par les goujons reliant les flasques d'équilibrage des efforts axiaux d'un détail de la pompe selon l'invention représentée figure 3,

- la figure 5 est un diagramme représentant une courbe illustrant les variations du débit de liquide épuré fourni selon la pression de liquide fournie par une pompe selon l'invention,

- la figure 6 est une vue schématique en perspective éclatée d'un détail représentant la liaison des pistons au plateau de commande de la pompe selon l'invention représentée figure 3,

- la figure 7 est une vue schématique partielle en coupe selon un plan perpendiculaire à l'axe principal de la pompe selon l'invention représentée figure 3,

- la figure 8 est une vue schématique de face axiale d'une culasse de distribution du second barillet de la pompe selon l'invention représentée

figure 3, et sur laquelle la position d'un piston est représentée en coupe entre les lumières d'aspiration et de refoulement à des fins d'illustration,

- la figure 9 est une vue schématique de face axiale d'un barillet de la pompe selon l'invention représentée figure 3,

5 - la figure 10 est une vue schématique en coupe selon la ligne X-X de la figure 9.

Le dispositif de traitement d'une composition liquide selon l'invention comprend une chambre 1 de traitement incorporant une membrane semi-perméable d'osmose inverse, d'un type connu en soi
10 (cf. US-A-3839201, ou les membranes commercialisées sous la dénomination Filmtec (marque déposée) par la Société DOW EUROP SEPARATION SYSTEMS). Une membrane typique d'osmose inverse pouvant être utilisée dans un dispositif selon l'invention a par exemple une longueur comprise entre 0,1m et 2m, un diamètre compris entre 0,05 et 0,3m, accepte un débit d'alimentation maximum
15 de composition liquide compris entre 1000 et 10000 litres par heure sous une pression de service (haute pression d'alimentation de la membrane) comprise entre 5000 et 7000 kPa pour l'eau de mer ou entre 1500 et 2500 kPa pour l'eau douce non potable. Le dispositif comprend également une pompe 2 selon l'invention décrite ci-après, et un circuit externe 3 d'aspiration/refoulement auquel la chambre de
20 traitement 1 est incorporée. Un moteur 4, par exemple un moteur électrique, est accouplé à la pompe 2 pour l'entraîner.

La pompe 2 comprend un carter 5 (non représenté figures 1 et 2) formé d'un boîtier principal médian 6 dans lequel sont emmanchés deux blocs-cylindres coaxiaux 7a, 7b, l'un de chaque côté, définissant un axe de symétrie, dit
25 axe principal 8. Le boîtier 6 est formé de deux demi-boîtiers 6a, 6b assemblés l'un à l'autre selon un plan de joint 9 incliné par rapport à l'axe principal 8. Les deux demi-boîtiers 6a, 6b sont assemblés par des vis parallèles à l'axe principal 8 disposées à la périphérie de ces demi-boîtiers. Par exemple, ces demi-boîtiers 6a, 6b présentent une section droite externe au moins sensiblement carrée, et les vis sont placées aux
30 quatre coins des demi-boîtiers 6a, 6b. Le boîtier 6 ainsi constitué présente une gorge 10 interne cylindrique de réception et de guidage d'un plateau de commande 11. Cette gorge 10 est cylindrique de révolution autour d'un axe 17 incliné par rapport à l'axe principal 8. La gorge 10 est formée par chacun des demi-boîtiers 6a, 6b, de part

et d'autre du plan de joint 9. Le plateau de commande 11 est guidé en rotation dans le boîtier 6 par des billes 12a, 12b engagées dans des rainures périphériques 13a, 13b ménagées en creux dans chaque face principale du plateau 11, et roulant sur des portées de contact annulaires 14a, 14b définies dans la gorge 10 par chacun des 5 demi-boîtiers 6a, 6b.

La pompe 2 comprend également un arbre d'entraînement 15 monté rotatif par rapport au carter 5 autour de l'axe principal 8. L'arbre d'entraînement 15 traverse le plateau de commande 11 par l'intermédiaire d'une liaison rotule 16.

10 Le plateau de commande 11 est en forme générale de disque et l'axe 17 de symétrie de la gorge 10 est aussi un axe 17 central de symétrie du plateau de commande 11 qui tourne autour de cet axe 17. L'axe 17 est incliné par rapport à l'axe principal 8 selon un angle d'inclinaison α qui est fixe et croise cet axe principal en un point central 18 de la pompe 2.

15 Chacun des deux blocs-cylindres 7a, 7b du carter 5 renferme de l'intérieur vers l'extérieur selon l'axe principal 8, un flasque 19a, 19b rotatif d'équilibrage des efforts axiaux, un barillet 20a, 20b rotatif, une culasse de distribution fixe 21a, 21b, et un flasque 22a, 22b fixe de fermeture et de connexion au circuit externe 3 d'aspiration/refoulement.

20 Chacun des barillets 20a, 20b comprend une pluralité de N cylindres 23a, 23b, régulièrement répartis autour de l'axe principal 8 et équidistants de cet axe principal 8. Chaque cylindre 23a, 23b présente un axe 24a, 24b parallèle à l'axe principal 8, une première extrémité axiale 25a, 25b présentant une ouverture orientée vers le plateau de commande 11, et une seconde extrémité axiale 26a, 26b 25 débouchant vers la culasse de distribution 21a, 21b correspondante. Un piston 27a, 27b est engagé par l'ouverture de la première extrémité axiale 25a, 25b dans le cylindre 23a, 23b et coulisse axialement dans ce cylindre en y délimitant une chambre de pompage 28a, 28b entre l'extrémité axiale 29a, 29b du piston 27a, 27b, et la culasse de distribution correspondante 21a, 21b.

30 Le nombre N de cylindres de chaque barillet 20a, 20b est impair, avantageusement compris entre 5 et 11, par exemple de l'ordre de 7 comme représenté sur les figures. Tous les cylindres 23a, 23b d'un même barillet 20a, 20b

sont identiques, c'est-à-dire présentent la même longueur, la même forme et la même section. Il en va de même des pistons 27a, 27b.

Néanmoins, les pistons 27a du premier barillet 20a présentent une section efficace S1 supérieure à la section efficace S2 des pistons 27b du deuxième barillet 20b. Plus précisément, les aires S1 et S2 des sections efficaces des pistons 27a, 27b sont différentes et dans un rapport S1/S2 prédéterminé identique pour tous les pistons 27a, 27b des barillets 20a, 20b. Ce rapport S1/S2 est avantageusement compris entre 10/9,5 et 10/8, par exemple de l'ordre de 10/9. La section efficace d'un piston 27a, 27b est égale au rapport entre un volume de liquide déplacé par ce piston 27a, 27b sur la course axiale du piston 27a, 27b correspondant à ce volume.

Chaque piston 27a, 27b est associé au plateau de commande 11 de façon à pouvoir être entraîné en translations alternatives dans le cylindre 23a, 23b correspondant par le plateau de commande 11 au cours de la rotation du barillet 20a, 20b et du plateau de commande 11. Chaque cylindre 23a du premier barillet 20a est axialement en regard d'un cylindre 23b du second barillet 20b, et les deux cylindres 23a, 23b en regard s'étendent symétriquement l'un par rapport à l'autre de chaque côté d'un plan 30 radial à l'axe principal 8 et passant par le point central 18 de la pompe 2. Les deux pistons 27a, 27b de deux cylindres 23a, 23b en regard sont associés au plateau de commande 11, l'un 27a d'un côté, et l'autre 27b de l'autre côté, par l'intermédiaire d'une même liaison articulée 31 incorporant une rotule 35, autorisant les déplacements radiaux des pistons 27a, 27b par rapport au plateau de commande 11, mais solidarissant les pistons 27a, 27b et le plateau de commande 11 en rotation autour de l'axe principal 8.

Pour former la liaison articulée 31, le plateau comprend une lumière traversante 32 dans la direction axiale et oblongue dans la direction radiale à travers laquelle est engagée une pièce de support 33 des deux pistons. Cette pièce de support 33 forme, de chaque côté et pour chaque piston 27a, 27b, un manchon 34a, 34b recevant le piston 27a, 27b. La partie centrale de la pièce 33 de support est en forme de couronne disposée radialement par rapport au plateau 11 dans la lumière 32 et forme une cage de réception d'une rotule 35 sphérique traversée par un axe 36 qui est sensiblement perpendiculaire à l'axe des pistons 27a, 27b et des manchons 34a, 34b, et sensiblement perpendiculaire également à la direction radiale au plateau

11. Les deux extrémités de cet axe 36 portent des patins 37 parallélépipédiques engagés dans les lumières latérales 38 ménagées à l'intérieur du plateau 11 pour recevoir ces patins 37. La hauteur des patins 37 selon la direction radiale au plateau 11 est plus faible que celles des lumières latérales 38. Egalement, la hauteur selon la direction radiale de la pièce de support 33 est plus faible que celle de la lumière traversante oblongue 32. De la sorte, un mouvement radial relatif est autorisé entre le plateau 11 et la pièce de support 33 avec les deux pistons 27a, 27b qui y sont connectés.

Pour permettre le montage des patins 37 dans les lumières 38, le plateau 11 est formé de deux disques semblables 11a, 11b assemblés l'un à l'autre par des vis selon un plan de joint médian correspondant au plan de joint 9 des demi-boîtiers 6a, 6b et passant par le point central 18.

La première extrémité axiale 25a, 25b de chaque cylindre 23a, 23b comprend un évasement radial 39a, 39b formant un logement annulaire et renfermant une bague d'étanchéité 40a, 40b annulaire entourant le piston 27a, 27b et, à l'extérieur de cette bague d'étanchéité 40a, 40b, un joint élastique torique 41a, 41b ayant pour fonction d'appliquer radialement la bague d'étanchéité 40a, 40b contre la surface extérieure du piston 27a, 27b. Cette bague 40a, 40b et ce joint 41a, 41b assurent l'étanchéité radiale de la chambre de pompage 28a, 28b autour du piston 27a, 27b. Néanmoins, il est à noter que l'évasement radial 39a, 39b définit une surface annulaire radiale 42a, 42b au contact de laquelle la pression du liquide, qui peut pénétrer dans le logement formé par l'évasement radial 39a, 39b entre cette surface annulaire 42a, 42b, et la bague 40a, 40b et le joint torique 41a, 41b, exerce une force tendant à appliquer le barillet 20a, 20b axialement vers sa culasse de distribution 21a, 21b, c'est-à-dire à l'opposé du plateau de commande 11. L'aire totale définie par toutes les surfaces annulaires radiales 42a, 42b des cylindres 23a, 23b du barillet 20a, 20b est adaptée pour compenser au maximum la force hydrodynamique tendant à écarter le barillet 20a, 20b de sa culasse de distribution 21a, 21b lorsque les secondes extrémités axiales 26a, 26b des cylindres 23a, 23b sont en regard d'une portion de paroi pleine de la culasse de distribution 21a, 21b.

Les deux flasques d'équilibrage des efforts axiaux 19a, 19b sont reliés axialement l'un à l'autre et rendus solidaires l'un de l'autre par une pluralité de goujons de liaison 43 répartis régulièrement autour de l'axe principal 8,

et traversant librement des lumières 44 ménagées à travers le plateau de commande 11. Un jeu radial important est ménagé autour des goujons 43 par ces lumières 44 de façon à éviter tout contact intempestif des goujons 43 avec le plateau de commande 11. Néanmoins, l'une des lumières 44 est dotée d'une rotule 45 de liaison (figure 7) du goujon 43 correspondant au plateau de commande 11, de sorte que le plateau de commande 11 est solidaire en rotation des deux flasques 19a, 19b reliés par les goujons 43.

Les flasques 19a, 19b sont dotés également de lumières traversantes 46a, 46b permettant le passage des pistons 27a, 27b et des manchons 34a, 34b de la pièce de support 33. L'évasement radial 39a, 39b est refermé par une bague annulaire 47a, 47b engagée dans l'évasement 39a, 39b et solidaire du flasque 19a, 19b d'équilibrage des efforts axiaux correspondants. Cette bague 47a, 47b est partiellement engagée d'un côté dans l'évasement 39a, 39b, et partiellement engagée de l'autre côté dans un logement cylindrique 48a, 48b ménagé en creux en regard dans le flasque 19a, 19b correspondant. La bague d'étanchéité 40a, 40b et le joint torique 41a, 41b viennent en butée axialement contre la bague 47a, 47b sous l'effet de la pression du liquide dans la chambre de pompage 28a, 28b. Cette bague 47a, 47b transmet ainsi les efforts axiaux de pression au flasque 19a, 19b, et ces efforts sont retransmis par les goujons 43 à l'autre flasque 19b, 19a.

De la sorte, l'ensemble formé par les deux flasques 19a, 19b et les goujons 43 subit les efforts de pression, et ces efforts s'équilibrent au moins partiellement, la réaction transmise sur l'arbre d'entraînement 15 étant minime.

Chaque flasque 19a, 19b est bloqué axialement par rapport à l'arbre d'entraînement 15 et solidaire en rotation de cet arbre d'entraînement 15. Pour ce faire, le flasque 19a, 19b est monté claveté sur une douille de montage 49a, 49b qui est elle-même clavetée sur l'arbre d'entraînement 15 et vient en butée contre une rondelle 50a, 50b bloquée par une goupille 51a, 51b traversant l'arbre d'entraînement 15 et disposée du côté du point central 18 par rapport à la douille 49a, 49b. En outre, chaque barillet 20a, 20b comprend un alésage interne 52a, 52b central autour de la douille 49a, 49b de façon à définir un logement de réception 53a, 53b pour un ressort de compression 54a, 54b. Ainsi, ce ressort de compression est interposé entre chaque flasque 19a, 19b et une portée radiale 55a, 55b annulaire formée au fond du logement 53a, 53b du barillet 20a, 20b correspondant. Le ressort 54a, 54b applique

donc le barillet 20a, 20b contre la culasse de distribution 21a, 21b correspondante avec une précontrainte prédéterminée supérieure aux efforts axiaux de décollement dus à la pression interne du liquide dans les chambres de pompage 28a, 28b, compte tenu également de la compensation réalisée par les surfaces annulaires radiales 42a, 42b des cylindres 23a, 23b.

Chaque barillet 20a, 20b est en contact par sa face d'extrémité axiale 56a, 56b avec une face de contact conjuguée 57a, 57b de la culasse de distribution 21a, 21b. Il est à noter que ces deux faces glissent l'une sur l'autre et doivent donc être rectifiées, l'effort de précontrainte exercé par le ressort 54a, 54b assurant l'étanchéité. Ces deux faces en contact 56a, 56b et 57a, 57b sont symétriques de révolution autour de l'axe principal 8. Dans l'exemple représenté, ces faces sont planes radiales. En variante, elles pourraient être en forme de calottes sphériques de courbure orientée dans un sens ou dans l'autre ou présenter toute autre forme symétrique de révolution.

Chacune des culasses de distribution 21a, 21b comprend une lumière d'aspiration 58a, 58b en forme générale de haricot et une lumière de refoulement 59a, 59b également en forme générale de haricot. Ces lumières 58a, 58b et 59a, 59b sont séparées l'une de l'autre par une portion de la culasse 21a, 21b suffisamment large pour qu'un cylindre 23a, 23b ne soit jamais en contact simultanément avec la lumière d'aspiration et avec la lumière de refoulement (figure 8). Les deux lumières 58a, 58b et 59a, 59b d'aspiration et de refoulement s'étendent globalement circulairement sur un secteur angulaire supérieur à 120° et inférieur à 180° , et sont symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan axial (passant par l'axe principal 8) dans lequel l'angle d'inclinaison du plateau de commande 11 est défini, c'est-à-dire contenant aussi l'axe 17 du plateau de commande 11. Ainsi, lorsqu'un cylindre 23a, 23b est en regard de la lumière d'aspiration 58a, 58b, le piston 27a, 27b s'éloigne de la culasse de distribution 21a, 21b créant une aspiration de liquide dans la chambre de pompage 28a, 28b. A l'inverse, lorsque le cylindre 23a, 23b vient en regard de la lumière de refoulement 59a, 59b, le piston 27a, 27b correspondant est déplacé vers la culasse de distribution 21a, 21b, ce qui refoule le liquide de la chambre de pompage 28a, 28b dans la lumière de refoulement 59a, 59b. La lumière d'aspiration 58a de la culasse de distribution 21a du premier barillet

20a est alignée axialement avec la lumière de refoulement 59a de la culasse de distribution 21b du second barillet 20b (figures 1 et 2).

La lumière d'aspiration 58a, 58b est en communication avec un orifice d'aspiration 60a, 60b du flasque 22a, 22b de fermeture. De même, la
5 lumière de refoulement 59a, 59b est en communication avec un orifice de refoulement (61a, 61b) du flasque de fermeture 22a, 22b.

L'ensemble de la pompe 2 est refermé axialement par des brides d'extrémité (non représentées) empêchant les blocs-cylindres 7a, 7b du carter et les flasques de fermeture 22a, 22b de s'échapper axialement.

10 L'entraînement de la pompe 2 est effectué à partir de l'arbre d'entraînement 15 lui-même accouplé au moteur 4. L'arbre d'entraînement 15 est guidé en rotation par des paliers ou roulements des flasques de fermeture 22a, 22b ou des brides d'extrémité. Cet arbre d'entraînement 15 entraîne les deux flasques 19a, 19b d'équilibrage des efforts axiaux en rotation, et ces derniers entraînent en
15 rotation les barillets 20a, 20b par l'intermédiaire des bagues 47a, 47b refermant les cylindres 23a, 23b. En outre, le goujon 43 lié par une rotule 45 au plateau de commande 11 entraîne ce plateau de commande 11 en rotation.

Le plateau de commande 11 incliné astreint les extrémités des pistons 27a du premier barillet 20a à se déplacer au cours de la rotation dans un
20 plan, dit plan de commande 70a, incliné selon un angle d'inclinaison $\alpha_1 = \alpha$ par rapport à l'axe principal 8. De même, le plateau de commande 11 incliné astreint les extrémités des pistons 27b du second barillet 20b à se déplacer au cours de la rotation dans un plan, dit second plan de commande 70b, incliné selon un angle d'inclinaison $\alpha_2 = \alpha$ par rapport à l'axe principal 8.

25 De la sorte, lorsque le plateau de commande 11 est entraîné en rotation, les pistons 27a, 27b sont entraînés dans les cylindres 23a, 23b en translations alternatives.

La section efficace S1 des pistons 27a du premier barillet 20a qui est la même pour tous ces pistons 27a et détermine la cylindrée totale C1 du
30 premier barillet 20a (avec l'angle d'inclinaison α_1 du premier plan 70a et le nombre N de pistons 27a est plus grande que la section efficace S2 des pistons 27b du deuxième barillet 20b qui est aussi la même pour tous les pistons 27b et détermine la cylindrée C2 du second barillet 20b (avec l'angle d'inclinaison α_2 du second plan de

commande 70b et le nombre N de pistons 27b). Lors du refoulement d'un piston 27a du premier barillet 20a, le piston 27b du second barillet 20b qui est en regard axialement avec ce piston 27a est en phase d'aspiration, et la pression du liquide contenu dans sa chambre de pompage 28b du second barillet 20b exerce une poussée assistant le déplacement du piston 27a du premier barillet 20a dans sa phase de refoulement.

L'orifice de refoulement 61a du flasque de fermeture 22a correspondant au premier barillet 20a est relié par une conduite 62 à l'entrée haute pression 63 de la chambre 1 de traitement. La sortie haute pression 64 de la chambre de traitement 1 est reliée par une conduite 69 à l'orifice d'aspiration 60b du flasque de fermeture 22b du second barillet 20b. Ainsi, le débit Q2A de liquide aspiré par les cylindres 23b du second barillet 20b provient intégralement du débit Q1R de liquide refoulé par les cylindres 23a du premier barillet 20a. Ces débits sont dans un rapport $Q1R/Q2A$ fixe prédéterminé proportionnel à $C1/C2$, soit à $S1/S2$. La différence entre ces débits $Q1R-Q2A$ correspond au débit QS en composition liquide épurée (eau douce potable) fourni à la sortie basse pression 65 de la chambre de traitement 1. $S1/S2$ étant prédéterminé, le rapport $QS/Q1R$ ou $QS/Q2A$, c'est-à-dire le rapport du débit de liquide épuré fourni sur le débit de liquide traversant la membrane d'osmose inverse sous haute pression est constant quelque soit le régime de la pompe et son mode de fonctionnement. On assure ainsi en permanence un balayage approprié de la membrane d'osmose inverse.

La pompe 2 imposant par construction le rapport des débits $Q1R/Q2A$, et la valeur de $Q1R$ étant fixée par la vitesse de rotation de l'arbre d'entraînement 15, la valeur du débit QS du liquide épuré ne dépend aussi que de cette vitesse de rotation. Comme on le voit figure 5, la pression du liquide fourni par la pompe 2 s'établit alors automatiquement à la valeur appropriée Pn supérieure à la pression osmotique Po permettant de fournir le débit QS, et ce sans aucun réglage.

Par ailleurs, dans une variante de l'invention représentée figure 2 particulièrement adaptée au traitement d'une composition liquide à partir d'une source de capacité limitée (par exemple un puits artésien), la culasse de distribution 21b du second barillet 20b comprend une cloison de séparation 66 (en pointillés figure 8) séparant deux lumières de refoulement 59'b, 59''b dont l'une, dite lumière de recyclage 59'b, est reliée par une conduite 67 du circuit 3 à l'orifice

d'aspiration 60a du flasque 22a du premier barillet 20a. Le flasque de fermeture 22b comprend deux orifices de refoulement 61'b, 61''b communiquant respectivement avec chaque lumière de refoulement 59'b, 59''b. De la sorte, une partie Q2R' du débit Q2R de liquide refoulé par le second barillet 20b issue de la lumière de refoulement 59'b est recyclée pour être aspirée par les cylindres 23a du premier barillet 20a. L'autre partie Q2R'' du débit Q2R issue de la deuxième lumière de refoulement 59''b, dite lumière de rejet 59''b, est rejetée en tant qu'effluent à l'extérieur. Pour un même débit Q1R refoulé par les cylindres 23a du premier barillet 20a, le débit Q1P prélevé par la pompe sur la source de composition liquide à traiter est minimisé. En effet, le débit Q1A aspiré par les cylindres 23a du premier barillet 20a est égal à la somme du débit Q1P prélevé sur la source et du débit Q2R' recyclé à partir du refoulement du second barillet 20b.

Ce recyclage a pour conséquence d'augmenter la concentration de la composition circulant au contact de la membrane d'osmose inverse. Néanmoins, il suffit de choisir des dimensions relatives appropriées entre la lumière de recyclage 59'b et la lumière de rejet 59''b pour que cette concentration reste dans des valeurs acceptables. De préférence, la lumière de recyclage 59'b par laquelle le débit Q2R' est recyclé est plus petite que la lumière de rejet 59''b par laquelle le débit Q2R'' est rejeté. Par exemple, la section de la lumière de recyclage 59'b est comprise entre 30% à 50% -notamment de l'ordre de 40%- de celle de la section de la lumière de rejet 59''b.

EXEMPLE :

Une pompe selon l'invention conforme aux figures 1 et 3 a été réalisée avec les dimensions suivantes :

- diamètre des pistons 27a du premier barillet 20a : 12mm, soit $S1=113\text{mm}^2$,
- diamètre des pistons 27b du second barillet 20b : 11,3mm, soit $S2=100,3\text{mm}^2$ et $S1/S2=1,13$,
- angle d'inclinaison $\alpha=15^\circ$,
- nombre N de cylindres par barillet : 7

En entraînant la 2 avec un moteur 4 à une vitesse de rotation de 1500 trs/min (157rd/s), le débit d'eau de balayage Q2A est de 1130 ℓ/h , le débit d'eau douce produit est de 100 ℓ/h , et la consommation électrique est de 320 W.

Une pompe selon l'invention peut faire l'objet de diverses variantes par rapport aux modes de réalisation décrits et représentés sur les figures. En particulier, il est possible de prévoir non pas un plateau de commande unique 11, mais deux plateaux de commande distincts, séparés l'un de l'autre, l'un recevant et commandant les pistons 27a du premier barillet 20a et l'autre recevant et commandant les pistons 27b du second barillet 20b.

Les deux plateaux de commande sont associés axialement l'un à l'autre de façon à ce que les efforts axiaux des pistons se transmettent et s'équilibrent partiellement d'un barillet à l'autre. Par exemple, les deux plateaux peuvent s'appuyer tous deux de chaque côté d'une même pièce centrale bloquée en rotation par rapport au carter 5, mais coulissant librement autour de l'arbre 15.

La différence des cylindrées C1, C2 peut alors être obtenue par des inclinaisons différentes $\alpha_1 \neq \alpha_2$ des deux plateaux et plans de commande, ce qui permet alors d'utiliser des barillets et des pistons identiques (de mêmes sections S1=S2).

REVENDICATIONS

1/ - Pompe comprenant :

- un carter (5),
- un arbre d'entraînement (15) monté rotatif par rapport au

5 carter (5) autour d'un axe fixe, dit axe principal (8), et adapté pour être accouplé à un dispositif moteur (4),

caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un premier barillet (20a) centré sur l'axe principal (8) et monté rotatif autour de l'axe principal (8), comprenant une pluralité de N cylindres
10 (23a) répartis autour de l'axe principal (8), chaque cylindre (23a) ayant :

- . un axe (24a) au moins sensiblement parallèle à l'axe principal (8),

- . une première extrémité axiale (25a) présentant une ouverture orientée vers le plateau de commande (11), un piston (27a) étant engagé
15 dans cette ouverture, ce piston (27a) étant adapté pour coulisser axialement dans le cylindre (23a) en y délimitant une chambre de pompage (28a), avec une section efficace S1,

- . à l'opposé de la première extrémité axiale (25a), une seconde extrémité axiale (26a) débouchant dans des premiers moyens (21a, 22a) de
20 distribution en communication avec un circuit externe d'aspiration/refoulement (3),

- un second barillet (20b) centré sur l'axe principal (8) et monté rotatif au tour de l'axe principal (8), comprenant un même nombre N de cylindres (23b) que le premier barillet (20a), répartis autour de l'axe principal (8), chaque cylindre (23b) ayant :

- . un axe (24b) au moins sensiblement parallèle à l'axe principal (8),
25

- . une première extrémité axiale (25b) présentant une ouverture orientée vers le plateau de commande (11), un piston (27b) étant engagé
dans cette ouverture, ce piston (27b) étant adapté pour coulisser axialement dans le
30 cylindre (23b) en y délimitant une chambre de pompage (28b), avec une section efficace S2,

à l'opposé de la première extrémité axiale (25b), une seconde extrémité axiale (26b) débouchant dans des seconds (21b, 22b) moyens de distribution en communication avec le circuit externe d'aspiration/refoulement (3),

- des moyens (49a, 49b, 19a, 19b, 47a, 47b) d'entraînement en rotation des barillets (20a, 20b), à partir de l'arbre d'entraînement (15),
- des moyens (49a, 49b, 19a, 19b, 43, 45, 11, 31) de commande des pistons (27a, 27b) des barillets en translations alternatives dans leurs cylindres respectifs (23a, 23b) à partir du mouvement de rotation de l'arbre d'entraînement (15), ces moyens de commande étant interposés entre les deux barillets (20a, 20b), pour pouvoir coopérer de chaque côté avec les pistons (27a, 27b), et étant adaptés pour relier axialement les pistons (27a) du premier barillet (20a) et ceux (27b) du second barillet (20b) de telle sorte que les efforts axiaux se transmettent entre les pistons (27a, 27b) d'un barillet à l'autre, en ce que les premiers (21a, 22a) et les seconds (21b, 22b) moyens de distribution comprennent une première (21a) et, respectivement, une seconde (21b) culasse de distribution montées fixes par rapport au carter (5), la première culasse de distribution (21a) présentant une face (57a) symétrique de révolution autour de l'axe principal (8), de contact avec une face (56a) d'extrémité, de forme conjuguée, du premier barillet (20a), la seconde culasse de distribution (21b) présentant une face (57b), symétrique de révolution autour de l'axe principale (8), de contact avec une face (56b) d'extrémité, de forme conjuguée, du second barillet (20b), chacune de ces culasses de distribution (21a, 21b) comprenant au moins une lumière d'aspiration (58a, 58b) et au moins une lumière de refoulement (59a, 59b), toutes deux en forme générale de haricot, séparées l'une de l'autre et disposées de façon que ladite deuxième extrémité axiale (26a, 26b) de chaque cylindre (23a, 23b) du barillet correspondant (20a, 20b) puisse venir en regard de ces lumières (58a, 58b, 59a, 59b) en étant en communication avec la lumière d'aspiration (58a, 58b) lorsque le piston (27a, 27b) correspondant se déplace en s'éloignant de la culasse de distribution (21a, 21b) et avec la lumière de refoulement (59a, 59b) lorsque le piston (27a, 27b) correspondant se déplace en se rapprochant de la culasse de distribution (21a, 21b), en ce que les pistons (27a) des cylindres (23a) du premier barillet (20a) définissent, une cylindrée C1 supérieure à la cylindrée C2 définie par les pistons (27b) des cylindres (23b) du second barillet (20b),

et en ce que les premiers moyens (21a, 22a) de distribution comprennent une sortie (61a) de refoulement, les seconds moyens (21b, 22b) de distribution comprennent une entrée (60b) d'aspiration, en ce que l'entrée d'aspiration (60b) des seconds moyens (21b, 22b) de distribution est reliée par le circuit externe d'aspiration/refoulement (3) à la sortie (61a) de refoulement des premiers (21a, 22a) moyens de distribution de sorte que le débit Q2A de liquide aspiré par les cylindres (23b) du second barillet (20b) provient intégralement du débit Q1R de liquide refoulé par les cylindres (23a) du premier barillet (20a), ces débits étant dans un rapport Q1R/Q2A fixe prédéterminé proportionnel au rapport des cylindrées C1/C2.

2/ - Pompe selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens de commande comprennent au moins un plateau de commande (11) centré sur l'axe principal (8), monté rotatif par rapport au carter (5) et entraîné en rotation à partir du mouvement de l'arbre d'entraînement (15), les pistons (27a, 27b) étant reliés, par une de leur extrémité, solidaires en translations axiales de ce(ces) plateau(x) de commande (11) qui est(ont) adapté(s) pour imposer aux extrémités des pistons (27a) du premier barillet (20a) de se déplacer au cours de la rotation dans un plan, dit premier plan de commande, incliné d'un angle d'inclinaison (α_1) par rapport à un plan (30) radial à l'axe principal (8) et pour imposer aux extrémités des pistons (27b) du second barillet (20b) de se déplacer au cours de la rotation dans un plan, dit second plan de commande, incliné d'un angle d'inclinaison (α_2) par rapport à un plan (30) radial à l'axe principal (8).

3/ - Pompe selon la revendication 2, caractérisée en ce que le premier plan de commande et le second plan de commande sont formés l'un et l'autre par un seul et même plateau de commande (11) incliné d'un même angle d'inclinaison $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2$ par rapport à l'axe principal (8) et entraîné en rotation autour d'un axe fixe (17) incliné de l'angle α par rapport à l'axe principal (8).

4/ - Pompe selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisée en ce que le premier barillet (20a) et le second barillet (20b) sont montés par rapport au carter (5) et aux moyens de commande de façon que chaque cylindre (23a) du premier barillet (20a) soit axialement en regard d'un cylindre (23b) du second barillet (20b), ces deux cylindres (23a, 23b) s'étendant symétriquement l'un de l'autre par rapport à un plan (30) radial à l'axe principal (8), les pistons (27a, 27b) de deux cylindres (23a, 23b) axialement en regard se déplaçant dans le même sens, l'un

d'entre eux refoulant le liquide de son cylindre tandis que l'autre aspire du liquide dans son cylindre, en ce que les pistons (27a) du premier barillet (20a) définissent tous une même cylindrée unitaire de chaque cylindre (23a) proportionnelle au produit $S1 \times \alpha1$ de l'aire de la section efficace S1 de ces pistons (27a) et de l'angle d'inclinaison $\alpha1$ du premier plan de commande, en ce que les pistons (27b) du second barillet (20b) définissent tous une même cylindrée unitaire de chaque cylindre (23b) proportionnelle au produit $S2 \times \alpha2$ de l'aire de la section efficace S2 de ces pistons (27b) et de l'angle d'inclinaison $\alpha2$ du second plan de commande, et en ce que le rapport $S1 \times \alpha1 / S2 \times \alpha2$ est égal à une valeur supérieure à 1, prédéterminée, identique pour tous les pistons (27a, 27b) des barillets (20a, 20b).

5/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le rapport des cylindrées C1/C2 des barillets (20a, 20b) est compris entre 10/9,5 et 10/8.

6/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que les seconds moyens (21b, 22b) de distribution comportent deux sorties de refoulement (60'b, 60''b) séparées l'une de l'autre dont l'une (59'b) est reliée par le circuit externe d'aspiration/refoulement (3) à une entrée d'aspiration (60a) des premiers moyens (21a, 22a) de distribution, une partie Q2R' du débit Q2R de liquide refoulé par les cylindres (23b) du second barillet (20b) étant recyclée pour être aspirée par les cylindres (23a) du premier barillet (20a), de sorte que pour un même débit Q1R refoulé par les cylindres (23a) du premier barillet (20a), le débit Q1P prélevé par la pompe est minimisé.

7/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la première extrémité axiale (25a, 25b) de chaque cylindre (23a, 23b) du premier barillet (20a) et du second barillet (20b) comprend un évasement radial (39a, 39b) définissant une surface annulaire radiale (42a, 42b) au contact de laquelle la pression du liquide exerce une force tendant à appliquer le barillet (20a, 20b) axialement vers la culasse de distribution (21a, 21b).

8/ - Pompe selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'évasement (39a, 39b) renferme des moyens (41a, 41b, 42a, 42b) assurant l'étanchéité radiale entre le piston (27a, 27b) et le cylindre (23a, 23b).

9/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce qu'elle comprend, entre le premier barillet (20a) et les moyens de commande,

un premier flasque (19a) d'équilibrage des efforts axiaux, et entre le second barillet (20b) et les moyens de commande, un second flasque (19b) d'équilibrage des efforts axiaux, ces premier (19a) et second (19b) flasques étant reliés axialement l'un à l'autre et rendus solidaires l'un de l'autre par une pluralité de goujons de liaison (43) répartis autour de l'axe principal (8) traversant librement des lumières (44) des moyens de commande.

10/ - Pompe selon la revendication 9, caractérisée en ce que chacun des flasques (19a, 19b) est accouplé solidaire en rotation de l'arbre d'entraînement (15), et est accouplé au barillet (20a, 20b) correspondant pour l'entraîner en rotation.

11/ - Pompe selon l'une des revendications 9 et 10, caractérisée en ce qu'un ressort de compression (54a, 54b) est interposé entre chaque flasque (19a, 19b) et une portée radiale (55a, 55b) du barillet (20a, 20b) correspondant, et en ce que chaque flasque (19a, 19b) est bloqué axialement à l'opposé du barillet (20a, 20b) contre une butée (50a, 51a, 50b, 51b) de l'arbre d'entraînement (15), de sorte que le ressort (54a, 54b) applique le barillet (20a, 20b) contre la culasse de distribution (21a, 21b) correspondante avec une précontrainte prédéterminée.

12/ - Pompe selon la revendication 7 et l'une des revendications 9 à 11, caractérisée en ce que l'évasement (39a, 39b) de la première extrémité axiale (25a, 25b) de chaque cylindre (23a, 23b) est refermé par une bague annulaire (47a, 47b) engagée dans l'évasement (39a, 39b) et solidaire du flasque (19a, 19b) d'équilibrage des efforts axiaux correspondant.

13/ - Pompe selon la revendication 12, caractérisée en ce que la bague (47a, 47b) est d'un côté partiellement engagée dans l'évasement (39a, 39b), et de l'autre côté, partiellement engagée dans un logement cylindrique (48a, 48b) dudit flasque (19a, 19b).

14/ - Pompe selon la revendication 8 et l'une des revendications 12 et 13, caractérisée en ce que les moyens (40a, 40b, 41a, 41b) assurant l'étanchéité radiale entre le piston (27a, 27b) et le cylindre (23a, 23b) viennent en butée axialement contre la bague (47a, 47b).

15/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisée en ce que les axes (24a, 24b) des cylindres (23a, 23b) du premier

barillet (20a) et du second barillet (20b) sont strictement parallèles à l'axe principal (8), et en ce que chaque cylindre (23a) du premier barillet (20a) est coaxial avec un cylindre (23b) axialement en regard du second barillet (20b).

16/ - Pompe selon les revendications 3 et 15, caractérisée en ce que les deux pistons (27a, 27b) de chaque paire de cylindres (23a, 23b) axialement en regard sont associés au plateau de commande (11) par une même liaison articulée (31) incorporant une rotule (35), autorisant les déplacements radiaux des pistons (27a, 27b) par rapport au plateau de commande (11), mais solidarissant les pistons (27a, 27b) et le plateau de commande (11) en rotation autour de l'axe principal (8).

17/ - Pompe selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisée en ce qu'elle comprend un nombre N de cylindre (23a, 23b) de chaque barillet (20a, 20b) qui est impair.

18/ - Dispositif de traitement d'une composition liquide -notamment d'épuration d'eau pour l'obtention d'eau douce potable à partir d'eau de mer ou d'eau non potable- comprenant une chambre de traitement (1) à membrane d'osmose inverse, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une pompe rotative (1) selon l'une des revendications 1 à 17,
- une chambre de traitement (1) incorporée au circuit externe d'aspiration/refoulement (3) présentant une entrée de liquide à haute pression (63) reliée à la sortie de refoulement (61a) des premiers moyens (21a, 22a) de distribution, une sortie de liquide à haute pression (64) reliée à l'entrée d'aspiration (60b) des seconds moyens (21b, 22b) de distribution, et une sortie de liquide épuré sous basse pression (65).

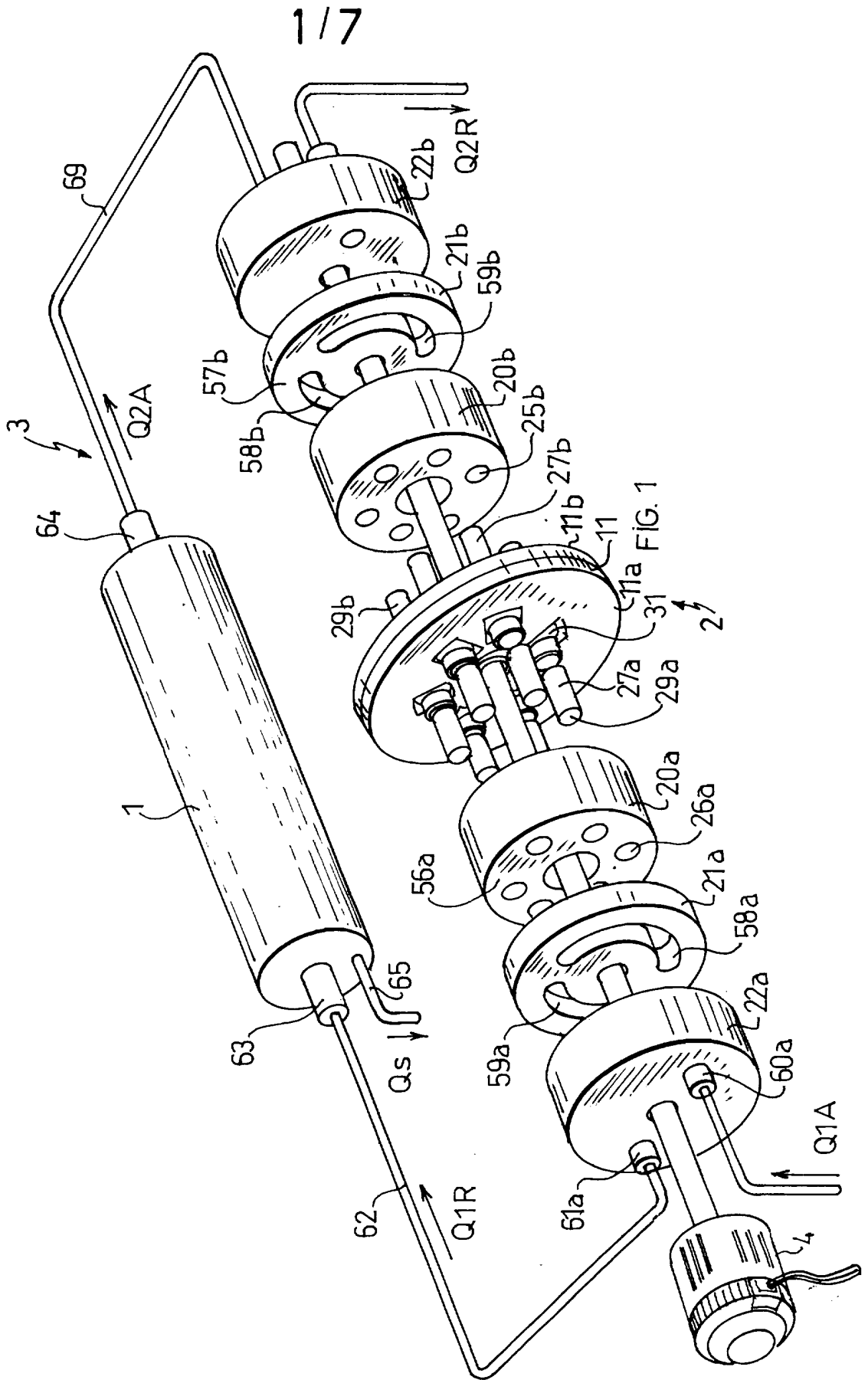


FIG. 1

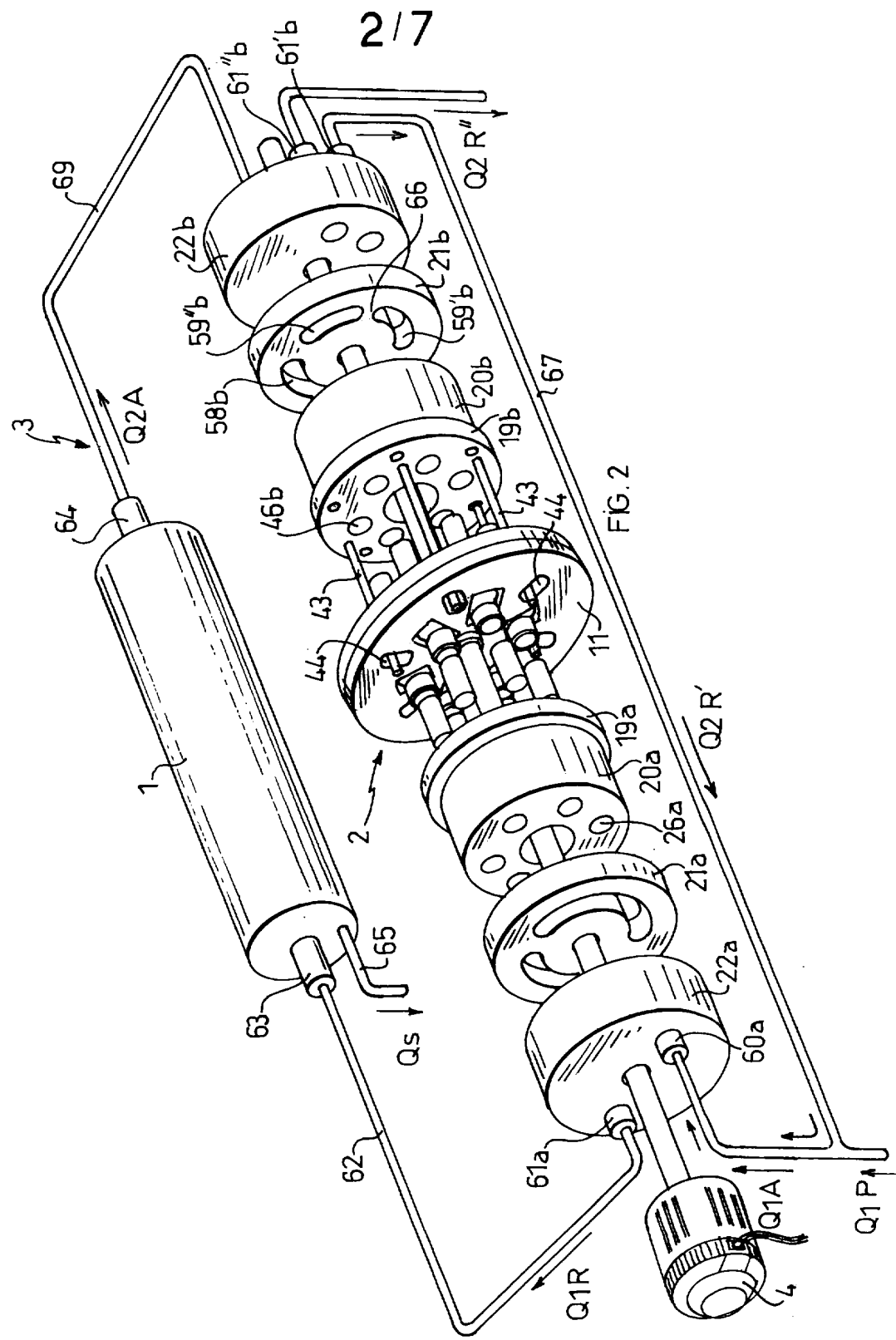


FIG. 2

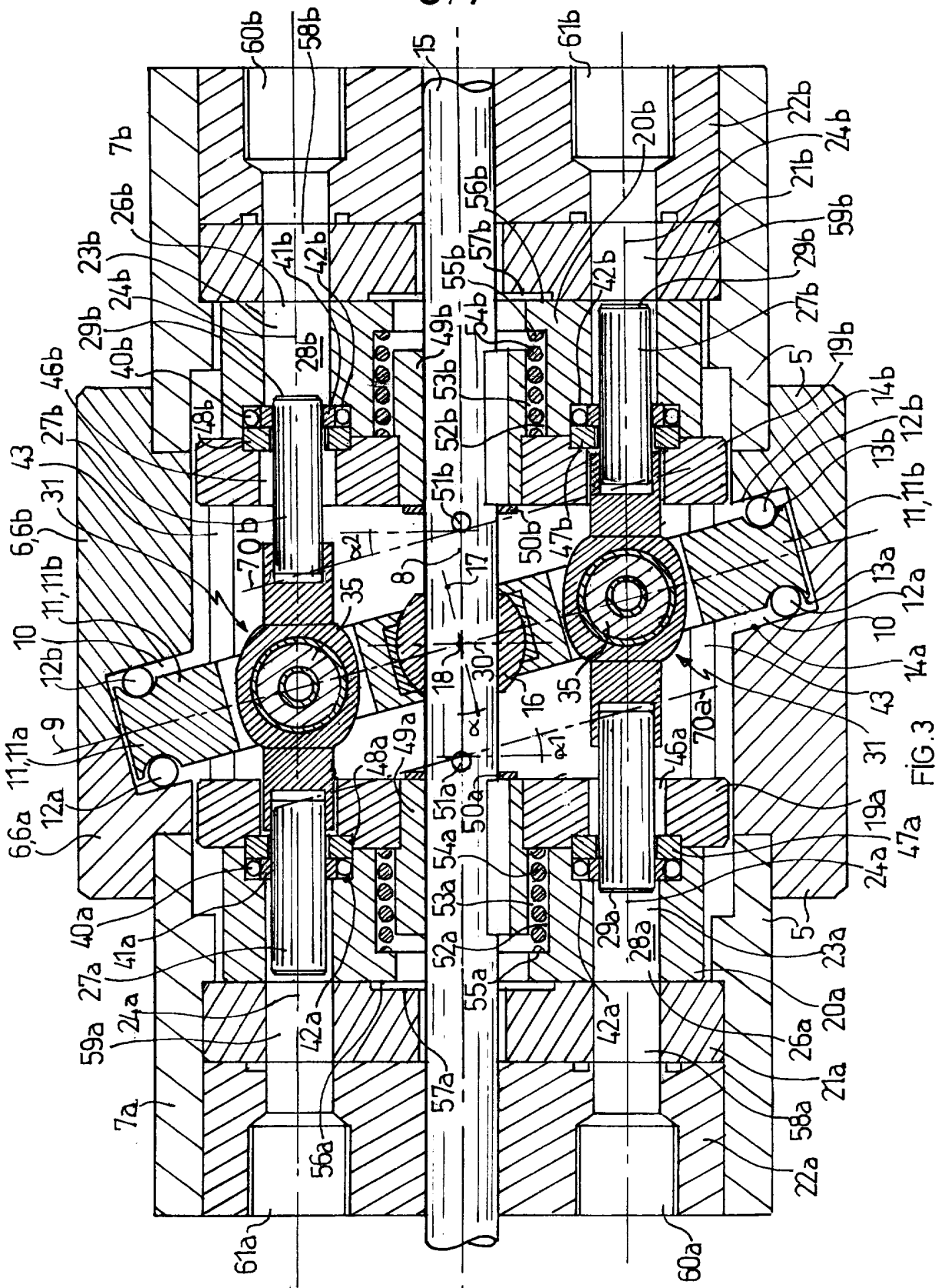
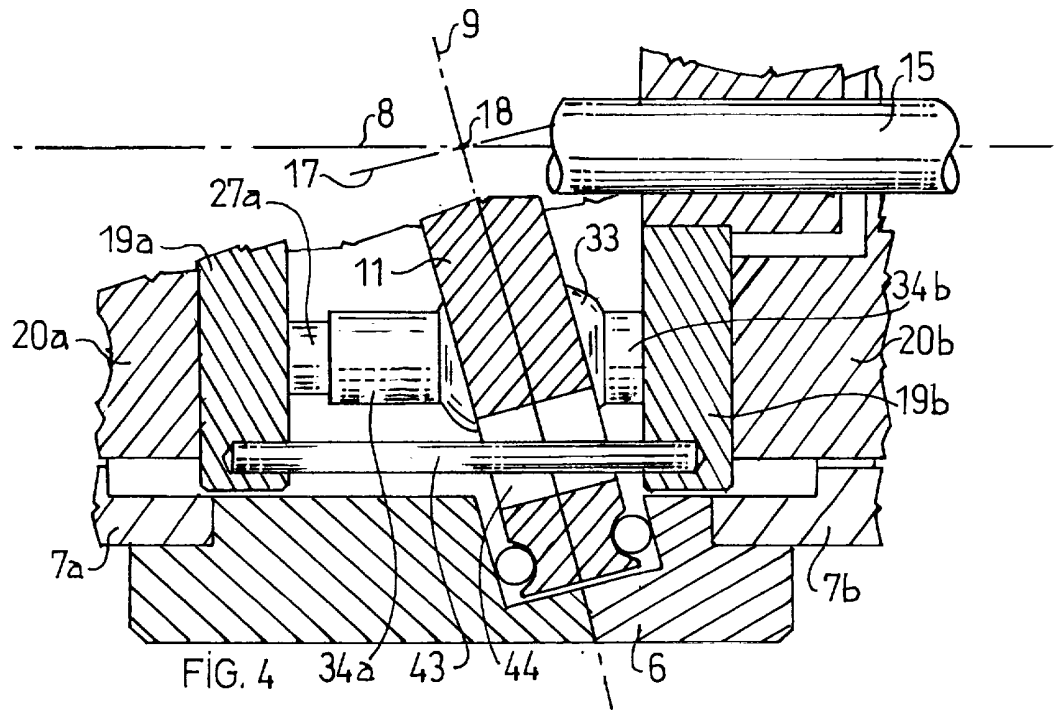
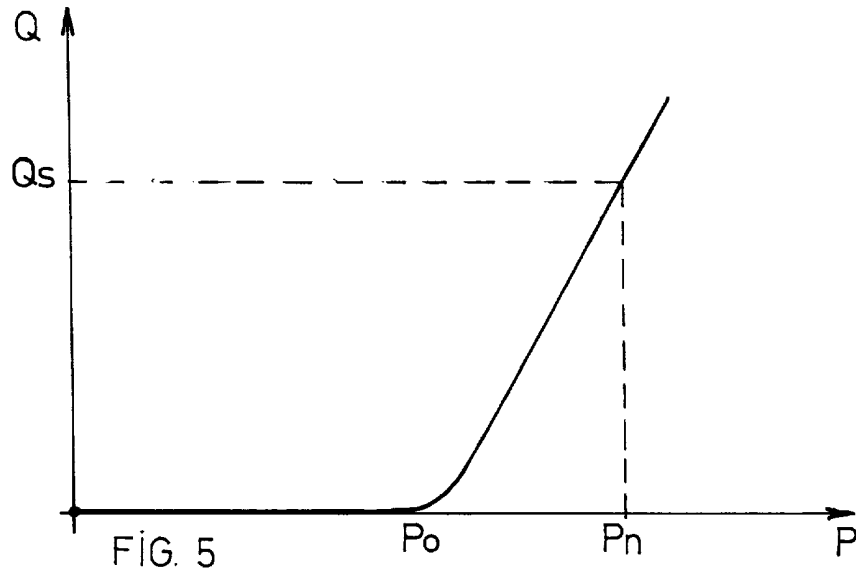


FIG. 3

4/7



5/7

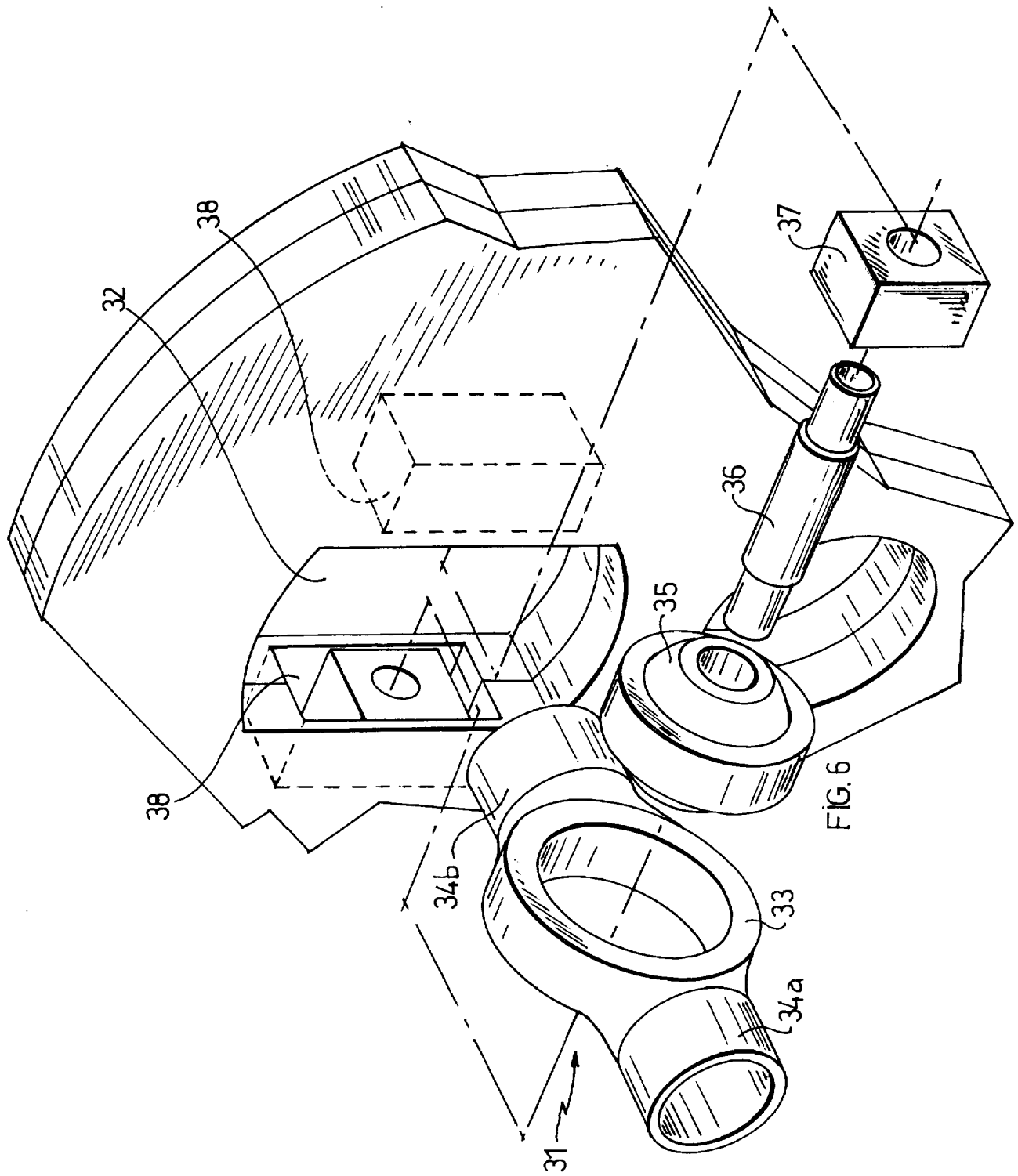


FIG. 6

6/7

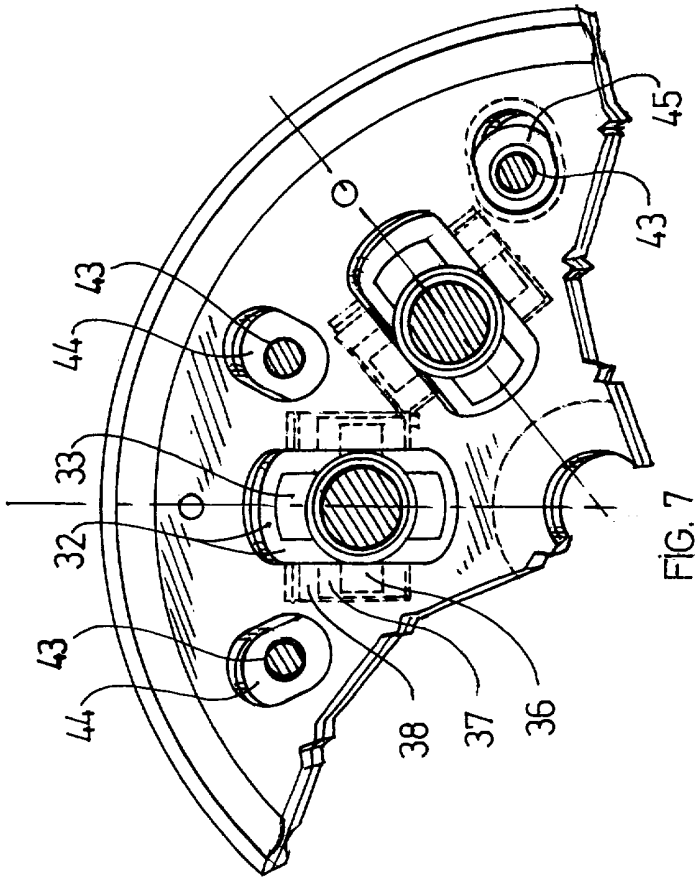


FIG. 7

717

FIG. 8

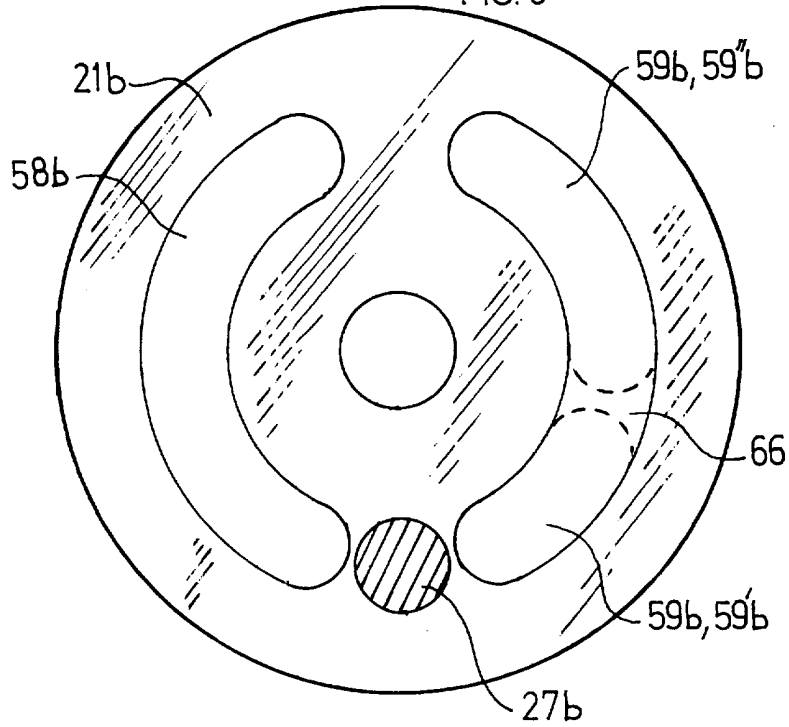


FIG. 9

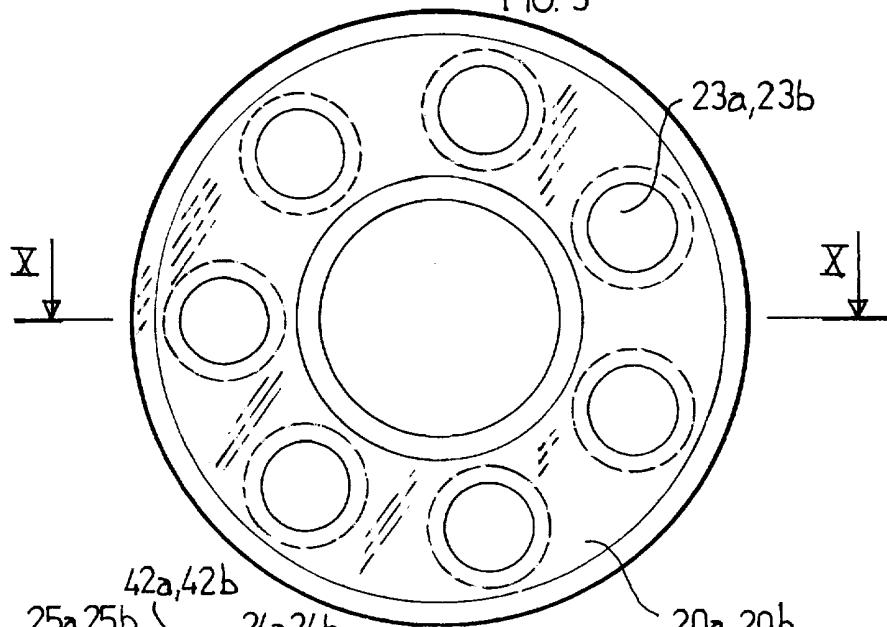
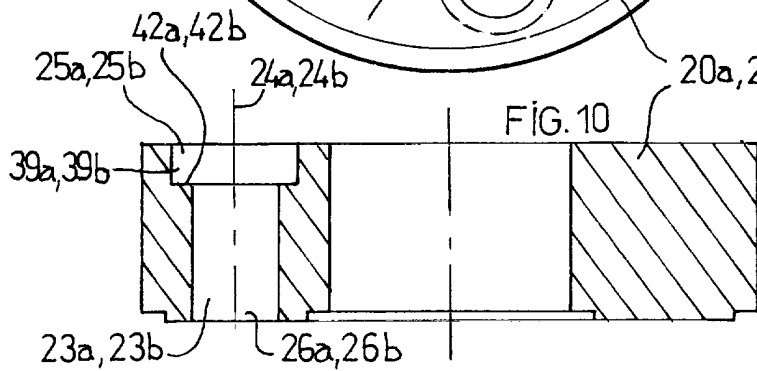


FIG. 10



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 424 420 A (THE UNIVERSAL SPEED CONTROL COMPANY)	1-4,6,9, 15-17	
Y	* le document en entier *	18	
Y	WO 95 34756 A (FMC CORP) 21 décembre 1995 (1995-12-21) * page 8, ligne 3 - page 18, ligne 30; figures 1-10 *	18	
A	US 2 218 406 A (ORSHANSKY, ELIAS JR.) 15 octobre 1940 (1940-10-15) * page 2, colonne 1, ligne 62 - page 3, colonne 2, ligne 14 * * page 5, colonne 1, ligne 6 - page 5, colonne 2, ligne 6 * * figures 1-5,11,12 *	1	
A	US 3 270 686 A (THOMPSON, TOM H.) 6 septembre 1966 (1966-09-06) * colonne 2, ligne 17 - colonne 5, ligne 75; figures 1,3 *	1	
D,A	FR 2 732 727 A (2M) 11 octobre 1996 (1996-10-11) * le document en entier *	18	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
A	GB 2 116 264 A (MESSIER HISPANO SA) 21 septembre 1983 (1983-09-21) * le document en entier *	1,11	F04B B01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 novembre 1999		Jungfer, J	
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)