

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 80 14192

⑤④ **Cassette de débit, pour système d'injection de fluide à un patient, dispositif de commande associé et procédé pour leur mise en œuvre.**

⑤① **Classification internationale (Int. Cl. 3). G 05 D 7/00; A 61 M 5/14.**

②② **Date de dépôt..... 26 juin 1980.**

③③ ③② ③① **Priorité revendiquée : EUA, 9 juillet 1979, n° 55.898.**

④① **Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 5 du 30-1-1981.**

⑦① **Déposant : Société dite : BAXTER TRAVENOL LABORATOIRES, INC., résidant aux EUA.**

⑦② **Invention de : Rem Siekmann.**

⑦③ **Titulaire : *Idem* ⑦①**

⑦④ **Mandataire : SA Fédit-Loriot,
38, av. Hoche, 75008 Paris.**

CASSETTE DE DEBIT, POUR SYSTEME D'INJECTION DE FLUIDE A UN PATIENT, DISPOSITIF
DE COMMANDE ASSOCIE ET PROCEDE POUR LEUR MISE EN OEUVRE.

La présente invention concerne une cassette de commande de débit,
pour système d'injection servant à administrer un fluide à un patient. L'in-
5 vention concerne également un dispositif de commande associé à cette cassette
et un procédé pour leur mise en oeuvre.

Cette cassette, qui permet de pomper des doses contrôlées de
fluide dans un circuit étanche est particulièrement prévue pour être montée
dans un système d'injection servant à administrer à un patient des doses
10 exactement mesurées d'un fluide parentéral qui passe dans le système, sous
l'action d'un dispositif d'actionnement associé à la cassette pour commander
celle-ci.

Au cours de ces dernières années, est apparu le besoin d'un appareil-
lage permettant à la fois de régler de manière très précise le débit de
15 divers fluides administrés à des patients au moyen de tels systèmes d'injec-
tion parentérale, et de conserver l'étanchéité du circuit du fluide dans
le système, pour éviter les risques de contamination des fluides ainsi injectés.

Une réalisation connue, pour mesurer de manière précise le débit
d'un fluide dans un système étanche, utilise un élément de pompage présenté
20 sous forme de cassette, et monté dans le système dont il fait partie inté-
grante. A cet élément est associé un régulateur de commande qui actionne
l'élément de pompage à un rythme prédéterminé, pour assurer un débit voulu
dans le système. Après avoir ainsi servi, l'élément en cassette est séparé de
son régulateur de commande, pour être mise au rebut avec le système d'in-
25 jection, ce qui élimine les risques de contamination pour les fluides à admi-
nistrer ensuite.

L'invention a pour but une cassette de débit et un régulateur de
commande du genre indiqué ci-dessus, assurant un réglage de débit de manière
plus précise que les appareillages connus, et pouvant être fabriqués économi-
30 quement par des techniques connues.

L'invention a pour objet une cassette de commande pour système d'in-
jection de fluide à un patient ^{qui} permet de régler de manière précise le débit
du fluide ; cette cassette est caractérisée en ce qu'elle comporte : un corps
dans lequel est ménagée une cavité interne de volume prédéterminé ; un canal
35 d'entrée percé dans le corps et communiquant avec la cavité interne ; des
moyens d'obturation d'entrée associés audit canal d'entrée, pour contrôler
le passage du fluide pénétrant dans la cavité interne par ce canal ; un canal

de sortie percé dans le corps et communiquant avec la cavité interne ; des moyens d'obturation de sortie associés audit canal de sortie, pour contrôler le passage du fluide sortant de la cavité interne par ce canal de sortie ; un canal de commande également percé dans le corps et débouchant dans la cavité interne ; un diaphragme imperméable monté dans le corps et recouvrant ladite cavité interne, pour l'obturer de manière étanche vis à vis du fluide, afin d'empêcher le fluide de s'échapper par le canal de commande ; le diaphragme est réalisé en une matière élastique, pour pouvoir épouser périodiquement le profil au fond de la cavité interne, afin de réaliser un volume de pompage ayant la forme de la cavité, et d'en permettre le remplissage par le fluide arrivant par le canal d'entrée ; et pour pouvoir assurer périodiquement une expulsion du fluide hors du volume de pompage, par le canal de sortie, en réponse à une pression positive dans le canal de commande.

Pour expulser ainsi le fluide accumulé dans la cavité de pompage, le diaphragme élastique reprend sa forme normale sensiblement plane. En combinaison avec ce mouvement alternatif du diaphragme, les moyens d'obturation d'entrée et de sortie sont mis alternativement en position d'ouverture puis en position de fermeture, à tour de rôle, au cours du cycle de pompage qu'on peut ensuite répéter indéfiniment.

De préférence, un canal interne de liaison est ménagé dans la cassette, entre les moyens d'obturation d'entrée et de sortie, pour faciliter l'introduction du fluide dans la cavité interne et son expulsion ultérieure. On évite ainsi de laisser des poches de fluide emprisonnées dans la cassette entre les canaux d'entrée et de sortie, et on assure par ce canal de liaison une expulsion complète du fluide hors de la cavité interne.

Comme la cavité interne présente un volume connu et prédéterminé, le volume de fluide débité au moyen de la cassette est directement proportionnel au nombre des cycles de pompage effectués par la cassette. De même, le taux de débit réglé au moyen de la cassette dépend du nombre de cycles de pompages de la cassette dans un laps de temps donné. Grâce à la cassette conforme à l'invention, on peut régler de manière plus commode et plus précise le volume de fluide à injecter, ou le taux de débit, puisque c'est le volume de la cavité interne de la cassette qui détermine le volume de fluide qui traverse la cassette. Cette cavité interne permet en outre d'atténuer les effets de la température, de la viscosité du fluide et de la pression atmosphérique ambiante, vis à vis de la précision de mesure du volume de fluide qui passe dans la cassette, à la différence des appareillages connus, où cette mesure de volume

dépend d'éléments élastiques ou déformables. La précision de la mesure de volume est également améliorée grâce au système d'obturation de la cassette conforme à l'invention. En effet, ce système ne provoque sur le diaphragme aucune déformation au voisinage de la cavité interne. Or, une telle déformation pourrait affecter la précision du volume mesuré à l'aide de la cavité interne.

L'invention vise également un dispositif de commande, pour actionner une cassette servant à régler de manière précise le débit d'un fluide qui s'écoule à travers la cassette ; celle-ci comporte un canal d'entrée et un canal de sortie, auxquels sont respectivement associés des moyens d'obturation d'entrée et de sortie, pour y contrôler l'écoulement du fluide ; une cavité interne est ménagée dans le corps de la cassette, et un diaphragme imperméable est monté en regard de cette cavité dans le corps de la cassette, pour isoler par rapport à la cavité un passage pour le fluide, entre les moyens d'obturation associés aux canaux d'entrée et de sortie ; un canal de commande débouche dans la cavité interne, et le diaphragme présente une élasticité suffisante pour épouser le profil du fond de la cavité interne, sous l'effet d'une pression négative appliquée par le canal de commande ; ceci permet de réaliser avec le diaphragme un volume de pompage ayant la forme de la cavité, et d'assurer le remplissage de ce volume de pompage par le fluide arrivant par le canal d'entrée, puis d'assurer l'expulsion du fluide par le canal de sortie, sous l'effet d'une pression positive appliquée par le canal de commande.

Selon l'invention, ce dispositif de commande est caractérisé en ce qu'il comporte : des moyens pour recevoir le canal de commande de la cassette ; des moyens d'étanchéité prévus pour s'ajuster de manière étanche autour du canal de commande de la cassette, à l'endroit des moyens servant à recevoir ce canal dans le dispositif de commande ; et des moyens pour appliquer de manière alternée une pression positive et une pression négative au canal de commande de la cassette.

D'une manière avantageuse, les moyens servant à appliquer alternativement la pression positive et la pression négative comportent un piston monté à coulisse dans un cylindre, avec interposition d'une garniture annulaire d'étanchéité, et des moyens pour manoeuvrer le piston de manière alternée, pour faire passer alternativement la pression dans le canal de commande d'une valeur positive à une valeur négative. Le dispositif de commande comporte par exemple deux broches d'obturation, engagées en position de service dans des orifices de la cassette pour agir de manière alternée sur le diaphragme, tantôt

pour le relâcher, et tantôt pour l'appliquer à l'endroit des zones d'obturation de chacun des canaux d'entrée et de sortie, pour contrôler l'écoulement du fluide dans ces canaux. En outre, le dispositif de commande comporte des moyens pour actionner périodiquement les broches d'obturation d'entrée et de sortie, ainsi que le piston, de telle manière que les effets de pression positive et négative provoqués par le piston soient synchronisés avec les manoeuvres d'ouverture et de fermeture de l'entrée et de la sortie de la cassette, au cours du cycle de fonctionnement décrit plus haut. Par exemple, les broches d'obturation et le piston peuvent être commandés par des culbuteurs actionnés par des électro-aimants eux-mêmes asservis à un circuit approprié pour réaliser les séquences voulues en fonction du temps.

L'invention vise en outre un procédé pour faire passer un fluide par pompage à travers une cassette, en réglant de manière précise le débit du fluide, et en offrant à celui-ci un passage étanche à travers la cassette ; celle-ci comporte intérieurement un canal d'entrée et un canal de sortie pourvus de moyens d'obturation pour contrôler l'écoulement du fluide, et une cavité interne dans laquelle débouche un canal de commande, en regard d'un diaphragme imperméable et élastique recouvrant ladite cavité.

Selon l'invention, le procédé est caractérisé en ce qu'il comporte les phases opératoires suivantes : on crée une pression négative dans le canal de commande, pour attirer le diaphragme et lui faire épouser le profil du fond de la cavité interne ; on met en position d'ouverture les moyens d'obturation associés au canal d'entrée, pour permettre au fluide de passer par le canal d'entrée et de pénétrer dans le volume de pompage formé par le diaphragme ainsi appliqué contre le fond de la cavité interne ; on met ensuite en position de fermeture les moyens d'obturation d'entrée ; on modifie la pression appliquée au canal d'entrée, pour y créer une pression positive ; on fait passer en position d'ouverture les moyens d'obturation de sortie, pour permettre à la pression positive appliquée au diaphragme, par le canal de commande, de ramener le diaphragme à sa forme normale, en assurant par le canal de sortie l'expulsion du fluide contenu dans le volume de pompage formé par le diaphragme appliqué contre le fond de la cavité interne ; et on remet en position de fermeture les moyens d'obturation de sortie, une fois que le fluide a été expulsé par le diaphragme hors de la cassette.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront encore de la description donnée ci-après de quelques modes de réalisation,

présentés à titres d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 5 - la figure 1 est une vue en perspective d'un mode de réalisation de la cassette de réglage de débit conforme à l'invention, associée à son régulateur de commande dans un système d'injection représenté à titre d'exemple et prévu pour administrer divers fluides à partir d'un sac constituant un réservoir ;
- 10 - la figure 1a est une vue en perspective éclatée de la cassette et du régulateur de la figure 1, montrant le mode d'assemblage amovible de ces deux organes ;
- la figure 2 est une vue en perspective de la cassette, montrant sa face opposée à celle qui est visible sur les figures 1 et 1a ;
- la figure 3 est une vue en coupe de la cassette de la figure 2, suivant 3-3, montrant le sens de l'écoulement du fluide qui traverse la cassette, et les éléments internes de celle-ci, notamment le diaphragme associé à la cavité interne ;
- 15 - la figure 4 est une vue explosée en perspective des deux parties du boîtier de la cassette qui s'emboîtent l'un sur l'autre pour serrer le diaphragme interposé ;
- 20 - la figure 5a est une vue en élévation du régulateur et de la cassette en position d'assemblage, avec un arrachement sensiblement suivant la ligne 5-5 de la figure 1, montrant le fonctionnement du dispositif ainsi constitué, au cours d'une phase où une dépression provoquée par le régulateur oblige le diaphragme à épouser le profil du fond de la cavité interne, pour que le diaphragme ainsi appliqué contre la paroi profilée de la cavité permette l'arrivée du fluide qui vient remplir la cavité en passant par la soupape d'entrée, tandis que la soupape de sortie reste fermée;
- 25 - la figure 5b, analogue à la figure 5a, montre la soupape d'entrée en position de fermeture, pour emprisonner le fluide dans le volume de pompe formé par le diaphragme appliqué contre le fond de la cavité profilée ;
- 30 - la figure 5c, analogue à la figure 5b, montre la soupape de sortie en position d'ouverture, au moment où le régulateur exerce une pression positive sur le diaphragme de la cassette, pour faire revenir le diaphragme à sa forme plane normale, en refoulant le fluide par la soupape de sortie et la tuyauterie associée ;
- 35

- la figure 5d, analogue à la figure 5c, montre le diaphragme revenu à sa position plane normale après refoulement du fluide hors de la cassette, au moment où la soupape de sortie se ferme, et où le cycle de débit dosé va recommencer ;

5 - la figure 6 est un schéma en fonction du temps des divers instants caractéristiques du fonctionnement de la soupape d'entrée et de la soupape de sortie de la cassette, ainsi que du piston du régulateur de commande, au cours d'un cycle de débit dosé ;

10 - la figure 7, analogue à la figure 5a, représente une variante du régulateur de commande comportant des cames d'actionnement pour assurer le débit/dosé du fluide à travers la cassette, au lieu des électro-aimants du mode de réalisation des figures 5a à 5d ;

- la figure 8 est une vue agrandie en plan de l'une des cames du régulateur de la figure 7, montrant les détails du profil de cette came ;

15 - la figure 9 est un graphique montrant le fonctionnement de chaque came du régulateur de la figure 7, pour commander un cycle de débit dosé de la cassette.

20 Dans le mode de réalisation de la figure 1, le dispositif de débit dosé¹⁰ conforme à l'invention est prévu, pour un système d'injection, et comporte une cassette 11 associée à un régulateur de commande 12. La cassette 11 sert à pomper un liquide, tel qu'un fluide parentéral ou un sérum sanguin, pour en doser avec précision le débit dans le système d'injection. En position de service, la cassette 11 est assemblée avec le régulateur 12 décrit plus en détail ci-après.

25 Outre la cassette 11, le système d'injection comporte un réservoir 13, constitué par une bouteille ou par un sac, qui contient un certain volume de fluide parentéral, de sérum sanguin, ou d'un liquide analogue, destiné à être administré à un patient, au moyen d'une première tuyauterie 14 qui relie le sac 13 à un orifice d'entrée de la cassette 11, et d'une autre tuyauterie 30 15 qui relie un orifice de sortie de la cassette à une aiguille d'injection 16 ou à un organe analogue. Des pinces d'étranglement 17, 18, sont montées au besoin sur chacune des tuyauteries 14, 15, pour régler ou stopper séparément et d'une manière indépendante le débit du fluide du système d'injection, en étranglant plus ou moins les tuyauteries 14,15. En variante, la cassette 35 11 peut également comporter un embout d'entrée pointu (non représenté), permettant au besoin de crever une tuyauterie scellée ou un récipient scellé de fluide, pour en assurer une mise en communication avec la cassette.

Cet embout pointu peut être entouré par une collerette sur laquelle

agit l'opérateur, pour appuyer énergiquement sur l'embout et crever la tuyauterie ou le récipient d'alimentation.

Comme on le voit plus clairement sur la figure 1a, la cassette 11 peut être facilement associée de manière amovible avec le régulateur de commande 12. La cassette 11 est conçue de manière à assurer avec le système d'injection un circuit étanche, de telle sorte que le fluide pompé par la cassette reste stérile, et à l'abri de toute espèce de contamination. C'est pourquoi on prévoit de livrer chaque système d'injection avec une cassette 11 incorporée. Comme on l'expose plus loin, la conception de la cassette conforme à l'invention permet une réalisation industrielle peu onéreuse, si bien que le système d'injection consommable peut être mis au rebut sans inconvénient après emploi.

Par contre, le régulateur de commande 12 conforme à l'invention peut être utilisé de manière répétitive, pour assurer le réglage du débit dosé qui passe dans la cassette et dans les tuyauteries 14 et 15 du système d'injection. En vue d'un tel mode d'utilisation de la cassette consommable 11, et du régulateur 12 ré-utilisé à chaque fois, l'invention prévoit un mode d'assemblage commode économique et efficace, entre la cassette 11 et le régulateur 12.

Dans le mode de réalisation préféré de la cassette 11, tel que représenté sur les figures 2,3 et 4, la cassette comporte un boîtier 20 qui se divise en deux parties, à savoir une partie avant 21 et une partie arrière 22. Ces deux parties présentent en regard l'une de l'autre des bordures d'assemblage 23,24, sensiblement planes, ajustées l'une à l'autre, et disposées chacune en périphérie de la partie correspondante 21,22. A l'intérieur de la bordure d'assemblage 23 de la partie avant 21, est ménagé un évidement sensiblement ovale 25, de faible profondeur, auquel correspond un évidement analogue 26 à l'intérieur de la bordure d'assemblage 24 de la partie arrière 22, pour recevoir un diaphragme imperméable et élastique 27 logé dans ces deux évidements. De préférence, la somme des profondeurs des évidements 25 et 26 est égale ou légèrement inférieure à l'épaisseur du diaphragme 27, pour assurer par serrage élastique la fixation du diaphragme 27 entre les deux évidements, lorsque les parties avant et arrière, 21,22 sont accolées l'une à l'autre en position d'assemblage. Des pions de guidage 29 sont prévus, en saillie sur la bordure d'assemblage 24 de la partie arrière 22, pour coopérer avec des trous correspondants 30 de la bordure d'assemblage 23 de la partie avant 21, afin d'aligner l'une sur l'autre de manière précise les parties avant et arrière 21,22 du boîtier 20, et de maintenir les deux parties dans cette position, une fois assemblées.

En combinaison avec le diaphragme 27, la partie arrière 22 du boîtier 20 de la cassette permet de réaliser un circuit étanche pour le passage du fluide à injecter. De préférence la bordure périphérique du diaphragme 27 est collée, ou soudée par ultra-sons, à la périphérie de forme correspondante de l'évidement 26, pour assurer une étanchéité parfaite du circuit du fluide. Du côté de l'entrée du fluide, la partie arrière 22 du boîtier présente une extrémité 32, où est ménagé un canal d'entrée 31 ayant une extrémité élargie 33 où est montée de manière étanche une extrémité de la tuyauterie d'arrivée 14 du système d'injection. Le fond de l'évidement ovale 26, près de l'une de ses extrémités, présente un creux 34 constituant une zone d'obturation, qui communique avec la tuyauterie d'alimentation 14 par l'intermédiaire du canal d'entrée 31.

De même, du côté de la sortie du fluide, la partie arrière 22 comporte une extrémité 37 percée d'un canal de sortie 36 qui présente une extrémité élargie 38 pour recevoir de manière étanche une extrémité de la tuyauterie de sortie 15. A une extrémité du fond de l'évidement 26, opposée à la zone d'obturation d'entrée 34, est prévu un autre creux 39 constituant une zone d'obturation de sortie, qui communique avec la tuyauterie de sortie 15 par l'intermédiaire du canal de sortie 36.

Entre la zone d'obturation d'entrée 34 et la zone d'obturation de sortie 39, le fond de l'évidement 26 présente un canal de liaison 40 de section sensiblement circulaire. Ce canal de liaison 40 permet l'écoulement par gravité du fluide dans le système d'injection, en laissant passer le fluide entre la zone d'obturation d'entrée 34 et la zone d'obturation de sortie 39, lorsqu'on ne veut pas faire fonctionner la cassette 11 au moyen du régulateur de commande 12. Au besoin, on peut ainsi laisser s'écouler par gravité le fluide du sac 13, pour en administrer d'abord un certain volume à un patient, pour assurer ensuite un débit régulièrement dosé du même fluide, en utilisant la cassette 11 associée à son régulateur de commande 12. Le canal de liaison 40 sert en outre à faciliter le remplissage en fluide et la vidange du volume de pompage du diaphragme 27, en prolongeant le canal d'entrée 31 pour le remplissage du volume de pompage, et en empêchant tout emprisonnement de poches de fluide entre le diaphragme et le fond de l'évidement 26, au cours de l'évacuation du fluide hors de la cassette. Dans ce deuxième cas, le canal de liaison 40 constitue une prolongation du canal de sortie 36.

Le fond de l'évidement 25 de la partie avant 21 du boîtier 20 présente une cavité 42 profilée en dôme, et située sensiblement au centre de l'évidement. Le diaphragme 27 recouvre l'ouverture de la cavité 42 que l'on

a pris soin de ne disposer en regard d'aucune partie de la zone d'obturation d'entrée 34 et de la zone d'obturation de sortie 39, en position d'assemblage des parties avant et arrière 21, 22, du boîtier de la cassette. Dans ces conditions, la cavité 42 définit un volume connu et prédéterminé, indépendamment du fonctionnement de l'une ou l'autre des zones d'obturation 34 ou 39.

5 Dans la cavité 42 débouche un canal de commande 43, qui permet d'appliquer à la cavité 42 des alternances de pression négative et de pression positive, pour agir sur la partie du diaphragme 27 située en regard de la cavité interne 42. Par pression négative, on entend une pression inférieure à la pression atmosphérique ambiante, c'est à dire un vide partiel, et par pression positive, on entend une pression d'air supérieure à la pression atmosphérique ambiante.

10

Sous l'effet d'une pression négative appliquée par le canal de commande 43 à la cavité 42, la partie du diaphragme 27 qui se trouve en regard de la cavité 42 tend à épouser le profil du fond de la cavité interne 42, pour former un volume de pompage ayant le même profil que la cavité, et dans lequel peut être admise une dose prédéterminée et connue de fluide. Celui-ci pénètre dans la cassette 11 en passant par le canal d'entrée 31, par la zone d'obturation d'entrée 34, et par la partie du canal de liaison 40 qui communique avec la zone d'obturation d'entrée 34. Ensuite, sous l'effet d'une pression positive appliquée à la cavité 42 par l'intermédiaire du canal de commande 43, le diaphragme 27 tend à reprendre sa forme généralement plane, pour refouler le fluide accumulé dans le volume de pompage du diaphragme 27, appliqué sur le fond profilé de la cavité, en obligeant le fluide à passer par la partie du canal de liaison 40 qui communique avec la zone d'obturation de sortie 39, pour atteindre la tuyauterie de sortie 15 par l'intermédiaire du canal de sortie 36.

15

20

25

Comme indiqué déjà, la cassette 11 permet aussi d'assurer librement l'écoulement par gravité du fluide qui traverse la cassette, lorsque celle-ci n'est pas assemblée avec son régulateur de commande 12. Donc, pour commander le débit du fluide à travers la cassette lorsque des alternances de pression ont lieu dans le canal de commande 43, il faut prévoir des moyens pour contrôler le débit du fluide, à l'endroit des zones d'obturation d'entrée et de sortie 34 et 39, à des instants précis, synchronisés avec les alternances de pression qui ont lieu dans le canal de commande 43. A cet effet, la partie avant 21 du boîtier de la cassette comporte un trou 45, pour un organe d'obturation d'entrée, et un trou 46 pour un organe d'obturation de sortie. Ces deux trous traversent la partie avant 21 en des endroits exactement alignés avec les zones d'obturation d'entrée et de sortie 34, 39, mais de l'autre

30

35

côté du diaphragme 27 par rapport à ces zones.

Comme on le voit sur la figure 4, on peut monter respectivement dans chacun des trous d'obturation 45,46, une broche d'obturation d'entrée 47 et une broche d'obturation de sortie 48, pour agir alternativement sur les parties du diaphragme 27 en regard des zones d'obturation d'entrée ou de sortie 34,39, en appuyant sur ces parties ou en les relâchant, afin d'obturer ou de libérer les canaux correspondants d'entrée et de sortie 31,36. Les broches d'obturation 47, 48, ont des bouts arrondis pour pouvoir appliquer les diaphragmes 27 contre les zones d'obturation d'entrée et de sortie 34, 39, en assurant un contact étanche à l'endroit de chaque zone, et sans risquer de percer le diaphragme 27 sur lequel appuie chaque broche.

Le dos de la partie arrière 22 du boîtier de la cassette, à l'opposé de sa bordure d'assemblage 24, présente un évidement transversal 50 qui facilite la mise en place précise de la cassette 11 par rapport au régulateur de commande 12, et la fixation de la cassette sur le régulateur en position d'assemblage (figures 1 et 1a).

La cassette est conçue pour pouvoir être fabriquée de manière simple et économique en matière thermoplastique moulée, suivant une technique connue. Il suffit d'une faible quantité de matière pour réaliser chaque cassette, car celle-ci présente par exemple une longueur de 75 mm environ au maximum, pour rendre la cassette facilement consommable en ne l'utilisant qu'une seule fois. On peut réaliser facilement le diaphragme 27 en le découpant dans une feuille de latex ou d'un élastomère analogue.

Bien entendu, on peut utiliser divers moyens pour appliquer des alternances positives et négatives de pression dans le canal de commande 43 de la cassette 11. De préférence, on utilise à cet effet le régulateur de commande 12, car on évite ainsi d'avoir recours à deux sources séparées pour la pression positive et pour la pression négative, grâce à un système de soupapes judicieusement combinées et synchronisées, comme on l'expose plus loin. Comme on le voit sur les figures 1a et 5a à 5d, une partie de la surface externe du régulateur de commande 12, qui vient s'emboîter sur la cassette 12, présente un évidement annulaire 52, contenant un bossage annulaire 53 percé d'un trou 54 dans lequel peut venir s'ajuster un embout effilé 55, qui prolonge le canal de commande 43 de la cassette 11. La paroi du trou 54 présente intérieurement une gorge 57, pour recevoir un dispositif d'étanchéité tel qu'un joint torique 56, qui s'applique de manière étanche en position de service autour de l'embout effilé 55 du canal de commande 43. La surface externe du canal de

commande 43 présente un épaulement brusque 58, servant de butée d'arrêt pour le bossage 53 lorsque l'embout 55 du canal de commande 43 est suffisamment enfoncé dans le trou 54. Sur sa face en regard de la cassette 11, le régulateur 12 présente une partie annulaire externe 59 (figure 1a), formant une bordure d'appui sensiblement plane qui entoure l'évidement annulaire 52. En position de service, cette bordure 59 vient s'appliquer contre la face externe de la partie avant 21 de la cassette 11, autour d'un bossage 60 qui se trouve ainsi emboîté (figures 2 et 5a), pour contribuer au centrage de la cassette 11 sur le régulateur 12.

Des moyens sont prévus pour commander les mouvements alternatifs du diaphragme 27. Ces moyens comportent de préférence un piston 67 à mouvement alternatif. En variante, on peut également utiliser à la place du piston des sources externes de pression et de vide, agissant à tour de rôle. On peut également avoir recours à une liaison mécanique directement fixée au diaphragme 27, pour assurer les mouvements du diaphragme dans la cavité interne de pompage 42.

Après avoir emboîté en position de service la cassette 11, sur le régulateur de commande 12, pour permettre le fonctionnement de la cassette commandée par le régulateur, on rabat une patte de serrage 61 (figures 1 et 1a), qui vient se loger dans l'évidement 50 de la face externe de la partie arrière 22 de la cassette 11, pour verrouiller la cassette sur le régulateur. Des moyens sont prévus pour retenir la patte de serrage 61 en position de verrouillage. Ces moyens comportent par exemple une vis de retenue 63, associée à une couche de matière élastique 64 disposée sur la face interne de la patte de verrouillage 61, pour venir en appui contre le fond de l'évidement 50 du dos de la cassette, afin d'amortir les vibrations dues notamment au fonctionnement du régulateur 12.

Le corps du régulateur 12 comporte un logement cylindrique 66 sensiblement central qui communique avec le trou 54 et dans lequel est montée à coulisse le piston 67 déjà mentionné. Celui-ci porte en périphérie un joint torique 68 (figures 5a à 5d), qui assure entre le piston 67 et le cylindre 68 l'étanchéité voulue pour obtenir des effets de pression dans l'air présent dans le cylindre 66 en regard de la face de compression du piston 67 correspondant au trou 54 et au canal de commande 43. De préférence, l'autre extrémité du cylindre 66 est ouverte, par exemple grâce à des trous 69 (figure 5c), pour réduire autant que possible le travail nécessaire pour actionner le

piston 67. Sur sa face opposée à sa face de compression, le piston 67 porte une tige 70, qui sert à manoeuvrer le piston.

De part et d'autre du piston 67, les deux broches d'obturation 47 et 48 déjà mentionnées sont montées à coulisse dans le corps du régulateur 12, et viennent en saillie hors du boîtier annulaire 59, pour s'engager respectivement dans les trous d'obturation d'entrée et de sortie 45, 46, de la cassette 11, lorsque celle-ci est montée en position de fonctionnement sur le régulateur de commande 12.

Divers moyens à la portée d'un spécialiste peuvent être utilisés pour commander les mouvements des broches d'obturation 47, 48 et du piston 67 ; mais il faut synchroniser le fonctionnement du piston avec celui des broches d'obturation 47, 48, en respectant les séquences indiquées sur le graphique de la figure 6. Dans le mode de réalisation préféré du régulateur 12 représenté sur les figures 5a à 5d, un électro-aimant d'entrée 72 associé à un culbuteur d'entrée 73, commande le mouvement de la broche d'obturation d'entrée 47, tout en provoquant un soulèvement du piston 67 dans le cylindre 66, afin de créer une pression négative dans le canal de commande 43, au cours des phases de débit dosé qui correspondent à la position d'ouverture de la soupape d'entrée. De l'autre côté du régulateur un électro-aimant de sortie 74, associé à un culbuteur de sortie 75, commande le mouvement de la broche d'obturation de sortie 48, tout en appuyant sur le piston 67 pour provoquer une pression positive dans le canal de commande 43, au cours des phases du débit dosé qui correspondent à la position d'ouverture de la broche d'obturation 48.

Une extrémité 77 du culbuteur d'entrée 73 est articulée sur le corps du régulateur 12, et l'autre extrémité est échancree et montée à coulisse autour de la tige 70, entre le piston 67 et une collerette de retenue 79 fixée à la tige 70. Un ressort 80 travaillant en compression met normalement la broche d'obturation 47 en appui sur le diaphragme 27, pour maintenir en position de fermeture la zone d'obturation 34 (figures 5b à 5d). Lorsque l'électro-aimant d'entrée 72 est excité (figure 5a), une armature 84 du solénoïde 72 appuie sur le culbuteur 73 en écrasant le ressort de rappel 80, pour faire pivoter le culbuteur et l'écartier de l'électro-aimant 72. Ce mouvement du culbuteur 73 provoque une rétraction du piston 67, et donc une dépression dans le canal de commande 43, si bien que la partie du diaphragme 27 située en regard de la cavité interne 42 vient épouser le profil du fond de la cavité (figure 5a). En même temps, la broche d'obturation d'entrée 47, articulée sur

le culbuteur au point 83, libère la zone d'obturation d'entrée 34, pour y permettre le passage du fluide. Lorsqu'on cesse d'exciter l'électro-aimant d'entrée 72, le ressort 80 repousse le culbuteur 73 et la broche d'obturation d'entrée 47 qui referme le passage de la zone d'obturation d'entrée 34. Ce-
5 pendant le montage coulissant de l'extrémité 78 du culbuteur 73 sur la tige 70 du piston permet au culbuteur 73 de commander la rétraction du piston 67, à un instant voulu de chaque cycle de débit dosé, en appuyant sur la colle-
rette 79. Par contre, le culbuteur 73 ne peut appuyer sur le piston 67 dans le sens de la compression, et le piston 67 reste donc immobile en position de
10 retrait lorsque le culbuteur 73 revient en position initiale.

Le culbuteur de sortie 75 diffère du culbuteur d'entrée 73, à la fois par sa forme et par le rôle qu'il joue, et comporte en particulier une articulation de pivotement 86 à proximité de l'extrémité 87 du culbuteur montée à coulisse sur la tige 70 du piston 67, alors que sur le culbuteur d'entrée 73,
15 l'articulation 77 est située à l'opposé de son extrémité associée à la colle-
rette 79 de la tige du piston. Sur le culbuteur de sortie 75, l'extrémité 88 est reliée à un ressort de rappel 89 agissant en traction, pour mettre en
appui la broche d'obturation de sortie 48 sur le diaphragme 27, afin de fermer
20 le passage de la zone d'obturation de sortie 39. En excitant l'électro-aimant
de sortie 74, on provoque le déplacement d'une armature 90 qui appuie sur
l'extrémité 88 du culbuteur 75, pour commander le passage en position d'ouver-
ture de la broche d'obturation de sortie 48. Celle-ci et l'armature mobile de
l'électro-aimant 74 agissent sur des points d'articulation situés du côté de
25 l'extrémité 88 du culbuteur 75, afin de ne pas gêner le pivotement de ce culbu-
tueur. Les électro-aimants 72 et 74 sont pourvus chacun de deux bornes de raccor-
dement 91, pour les relier à un circuit électrique de commande et de synchro-
nisation (non représenté), servant à exciter les électro-aimants conformément au
schéma des séquences de la figure 6. De préférence, le circuit de commande
30 permet de réaliser un cycle de fonctionnement à une fréquence répétitive ré-
glable, afin de pouvoir commander la cassette 11 au moyen du régulateur 12
suivant une gamme étendue de débits variables, en fonction d'une capacité volu-
métrique prédéterminée de la cavité interne 42.

On voit d'après le graphique des séquences de la figure 6 que le mode
de fonctionnement du régulateur 12 assure, soit la fermeture simultanée des
35 soupapes d'entrée et de sortie, soit au contraire l'ouverture de l'une seule
de ces soupapes. Il est en effet préférable de maintenir au moins l'une des
soupapes fermées en permanence, pour empêcher un écoulement non dosé de s'ef-
fectuer par gravité à travers la cassette. Il faut donc absolument prévoir un

bref intervalle de temps 94, avant l'ouverture de la soupape d'entrée ou de la soupape de sortie, intervalle pendant lequel les deux soupapes sont en position de fermeture. De même, il faut absolument que la soupape d'entrée et la soupape de sortie soient l'une et l'autre en position de fermeture, avant d'agir sur le piston de commande, pour faire passer d'une valeur positive à une valeur négative, ou vice versa, la pression appliquée au diaphragme 27 servant d'organe de pompage.

Le fonctionnement de la cassette 11 associée au régulateur 12 pour assurer un cycle complet de débit dosé est représenté en détail sur les figures 5a à 5d. Sur la figure 5a, l'excitation de l'électro-aimant 72 déplace l'armature 84, qui fait pivoter le culbuteur d'entrée 73. Ce dernier provoque une rétraction du piston 67 dans le cylindre 66, pour obliger le diaphragme 27 à épouser le profil du fond de la cavité de pompage 42, en aspirant le fluide par la zone d'obturation d'entrée 34 libérée par la broche d'obturation d'entrée 47, qui se trouve elle-même mise en position d'ouverture par le pivotement du culbuteur d'entrée 73. Au cours du remplissage du volume de pompage ainsi formé par la partie du diaphragme 27 qui a épousé le profil de la cavité, la broche d'obturation de sortie 48 reste en position de fermeture, pour que l'accumulation de fluide dans le volume de pompage du diaphragme déformé 27 s'effectue uniquement par l'entrée de la cassette.

Sur la figure 5b, on a cessé d'exciter l'électro-aimant d'entrée 72, et le culbuteur d'entrée 73 est revenu en position initiale en ramenant la broche coulissante d'entrée 47 en regard de la zone d'obturation d'entrée 36, pour fermer l'entrée de la cassette en appliquant le diaphragme 27 sur la zone d'entrée 36. En même temps, l'extrémité échancrée 78 du culbuteur d'entrée 73 coulisse le long de la tige 70 du piston 67, sans rien changer à la position de retrait du piston. La pression dans le canal de commande 43 reste donc inchangée lorsque la zone d'obturation d'entrée 36 passe en position de fermeture. Une dose déterminée de liquide se trouve ainsi accumulée et temporairement emprisonnée dans le volume de pompage du diaphragme 27, qui a épousé le profil du fond de la cavité interne de la cassette, entre les soupapes d'entrée et de sortie qui sont en position de fermeture.

Sur la figure 5c, on a excité l'électro-aimant de sortie 74, pour permettre à la broche d'obturation de sortie 48 de coulisser, pour s'écarter de la zone d'obturation de sortie 39 afin de libérer celle-ci. En même temps, le piston 67 se trouve poussé dans le sens de la compression, pour exercer sur le diaphragme déformé 27 une pression positive, c'est à dire supérieure

à la pression atmosphérique ambiante. Le fluide jusque là emprisonné dans la cavité de pompage du diaphragme déformé se trouve ainsi progressivement expulsé hors de la cassette 11 par la tuyauterie de sortie 15. Au cours de cette phase, la soupape d'entrée de la cassette reste en position de fermeture, de sorte que la dose de liquide qui était retenue jusque là dans la cassette 11 se trouve expulsée en totalité par la sortie de la cassette.

Sur la figure 5d, le diaphragme 27 a repris sa forme naturelle sensiblement plane, en regard de la cavité interne 42, après avoir assuré l'expulsion du fluide par la sortie de la cassette. L'excitation de l'électro-aimant de sortie 74 se trouve alors interrompue, pour permettre au ressort de rappel 89 de ramener le culbuteur de sortie 75 à sa position normale. Dans ce mouvement de retour, le culbuteur 75 applique à nouveau la broche d'obturation de sortie 48 sur le diaphragme 27, pour écraser celui-ci contre la zone d'obturation de sortie 39 ; et l'extrémité échancrée 87 du culbuteur 75 coulisse librement le long de la tige 70 du piston 67, pour laisser ce dernier en position de compression. La cassette 11 a ainsi effectué un cycle complet de pompage dosé, qu'on peut alors répéter en excitant à nouveau l'électro-aimant d'entrée 72 (figure 5a).

On vient d'exposer les rapports mutuels et le mode de fonctionnement des divers éléments constitutifs de la cassette 11 et de son régulateur de commande 12 ; et cette description correspond implicitement à un procédé permettant d'assurer d'une manière précise un débit dosé de fluide à travers la cassette montée dans un circuit étanche de fluide. Essentiellement, le procédé pour assurer ainsi un débit dosé de fluide à travers la cassette 11 du genre indiqué comporte les phases opératoires suivantes : on crée une pression négative dans le canal de commande 43, pour attirer le diaphragme 27 et le forcer à épouser la forme de la cavité interne 42 ; on ouvre la soupape d'entrée, pour permettre au fluide de pénétrer dans le volume de pompage constitué par le diaphragme déformé, en passant par le canal d'entrée 31 ; on met en position de fermeture la zone d'obturation d'entrée 34 ; on modifie la pression existant dans le canal de commande 43, pour y appliquer une pression positive et non plus négative ; on met en position d'ouverture la zone d'obturation de sortie 39, pour permettre à la pression positive du canal de commande 43 d'agir sur le diaphragme 27, afin de ramener le diaphragme à sa forme plane normale, en expulsant le fluide par le canal de sortie 36 ; et on remet en position de fermeture la zone d'obturation de sortie 39 après l'expulsion du fluide, une fois que le diaphragme a repris sa forme normale.

On peut répéter ce processus opératoire d'une manière périodique, pour pomper ainsi à chaque cycle un volume prédéterminé et connu de fluide. Pour mettre en position d'ouverture et en position de fermeture les zones d'obturation d'entrée et de sortie 34, 39, on peut agir de manière alternée sur les parties du diaphragme 27 qui sont en regard des zones d'obturation d'entrée et de sortie, respectivement, tantôt pour relâcher ces parties du diaphragme, et tantôt pour les appliquer sur les zones en question, par exemple au moyen des broches d'obturation d'entrée et de sortie 47,48. Pour réaliser dans le canal de commande 43, les alternances de pression positive et négative, on peut utiliser un régulateur de commande 12, du genre décrit plus haut.

Bien entendu, on peut utiliser d'autres moyens pour actionner le piston 67 et les soupapes d'entrée et de sortie 34 et 39, comme le savent bien les spécialistes de ce genre de technique. On peut par exemple commander les pistons 67 et les broches d'obturation 47 et 48 en utilisant d'autres moyens pour faire pivoter le culbuteur d'entrée 73 et le culbuteur de sortie 75 et notamment (figure 7) une came de commande d'entrée 93 montée dans le corps du régulateur 12 où elle peut tourner en regard du culbuteur d'entrée 73. Dans ce mouvement de rotation, la came 93 agit sur un galet 94, monté de manière pivotante sur le culbuteur 73. De même, une came de commande de sortie 95 est montée de l'autre côté du corps du régulateur, où elle peut tourner en regard du culbuteur de sortie 75, en agissant sur un galet 96 monté de manière à pivoter librement sur le culbuteur 75.

Ainsi qu'on l'a représenté sur la figure 8, les comes 93 et 95 présentent chacune une plage d'actionnement 97, pour appuyer sur les culbuteurs et commander les mouvements d'ouverture de chacune des broches d'obturation 47 et 48, conformément au graphique de la figure 9 qui représente ces mouvements d'ouverture en fonction de la position angulaire de chaque came. A cet effet, le profil de chaque came 93 et 95 comportant la plage d'actionnement 97, est établi pour que les comes, entraînées en rotation par un moteur courant, tel qu'un moteur électrique (non représenté) mettent à chaque fois chacune des broches d'obturation 47 et 48 en position de fermeture complète avant que l'autre broche passe en position d'ouverture. Il faut également que les plages d'actionnement 97 soient réalisées de manière à assurer par la broche d'entrée 47, une durée d'ouverture suffisante pour le remplissage de la cavité 42, et une durée d'ouverture suffisante par la broche de sortie 48, pour vider la cavité. Il est préférable d'utiliser les galets 94 et 96 sur les culbuteurs

pour réduire le frottement des cames correspondantes 93 et 95 ; mais il est évident qu'on peut laisser les cames 93 et 95 agir par glissement sur chaque culbuteur 73 et 75.

5 De même, il est évident qu'on peut utiliser sur la cassette 11 d'autres genres d'organes d'obturation, et notamment des clapets anti-retour, au besoin disposés en dehors de la cassette, et par exemple montés sur les tuyauteries d'entrée et de sortie.

10 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation que l'on vient de décrire à titre d'exemples, et on peut y apporter diverses variantes sans sortir du domaine de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Cassette de commande de réglage précis de débit, pour système d'injection de fluide à un patient, caractérisée en ce qu'elle comporte :

5 - un corps dans lequel est ménagée une cavité interne de volume prédéterminé ;

- un canal d'entrée percé dans le corps et communiquant avec la cavité interne ;

10 - des moyens d'obturation d'entrée associés audit canal d'entrée, pour contrôler le passage du fluide pénétrant dans la cavité interne par le canal d'entrée ;

- un canal de sortie percé dans le corps et communiquant avec la cavité interne ;

15 - des moyens d'obturation de sortie associés audit canal de sortie pour contrôler le passage du fluide sortant de la cavité interne par ledit canal de sortie ;

- un canal de commande également percé dans le corps, et communiquant avec la cavité interne ;

20 - un diaphragme imperméable monté dans le corps et recouvrant ladite cavité interne, pour en obturer l'ouverture de manière étanche vis à vis du fluide, afin d'empêcher le fluide de s'échapper par le canal de commande ; ce diaphragme étant réalisé en une matière élastique, épousant périodiquement le profil du fond de ladite cavité interne, en réponse à un effet d'aspiration dans le canal de commande, afin de réaliser un volume de pompage ayant la forme de la cavité et d'en permettre le remplissage par le fluide arrivant par le canal d'entrée ; et pour pouvoir assurer périodiquement
25 une expulsion du fluide hors du volume de pompage par le canal de sortie, en réponse à une pression positive dans le canal de commande.

2. Cassette selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens d'obturation d'entrée comportent :

30 - une zone d'obturation d'entrée, ménagée dans le corps, autour d'une partie du canal d'entrée ;

- une partie du diaphragme recouvrant ladite zone d'obturation d'entrée ;

35 - un passage d'obturation d'entrée percé dans le corps, en regard de la partie du diaphragme recouvrant la zone d'obturation d'entrée, pour permettre d'insérer dans ce passage un organe d'obturation servant à appliquer ladite partie du diaphragme contre la zone d'obturation d'entrée, afin d'interrompre l'écoulement du fluide dans le canal d'entrée.

3. Cassette selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens d'obturation de sortie comportent :

- une zone d'obturation de sortie ménagée dans le corps autour d'une partie du canal de sortie ;

5 - une autre partie du diaphragme, recouvrant ladite zone d'obturation de sortie ;

- un passage d'obturation de sortie percé dans le corps en regard de la partie du diaphragme qui recouvre la zone d'obturation de sortie, pour permettre d'insérer dans ce passage un organe d'obturation de sortie servant à appliquer ladite partie du diaphragme contre la zone d'obturation de sortie, afin d'interrompre l'écoulement du fluide dans le canal de sortie.

4. Cassette selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens d'obturation d'entrée et les moyens d'obturation de sortie permettent normalement le passage du fluide par les canaux correspondants d'entrée et de sortie, en position de repos de la cassette ; celle-ci comportant en outre un canal de liaison interne disposé entre le canal d'entrée et le canal de sortie, pour permettre par gravité un écoulement du fluide à travers la cassette et dans le système d'injection.

5. Cassette selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps de la cassette est divisé en une partie avant et une partie arrière ; ces deux parties présentant chacune en périphérie une bordure d'assemblage sensiblement plane, qui coopère avec une bordure analogue de l'autre partie ; la partie arrière étant percée des canaux d'entrée et de sortie, et portant les moyens d'obturation d'entrée et de sortie ; la partie avant du corps de la cassette comportant la cavité interne et le canal de commande associé ; le diaphragme étant monté de manière étanche en position de service contre au moins une partie de la bordure d'assemblage de la partie arrière du corps, pour réaliser un passage étanche pour le fluide entre la partie arrière du corps et le diaphragme.

6. Cassette selon la revendication 5, caractérisée en ce que les moyens d'obturation d'entrée et de sortie comportent :

- la zone d'obturation d'entrée et la zone d'obturation de sortie, respectivement ménagées chacune dans la partie arrière du corps de la cassette, autour d'une partie du canal d'entrée et d'une partie du canal de sortie ;

35 - les deux parties du diaphragme qui recouvrent les zones d'obturation d'entrée et de sortie ;

- les passages d'obturation d'entrée et de sortie ménagés dans la partie avant du corps, respectivement en regard desdites zones d'obturation d'entrée et de sortie ménagées dans la partie arrière du corps, lesdits passages d'obturation d'entrée et de sortie pouvant recevoir chacun un organe d'obturation, pour appuyer indépendamment sur le diaphragme et l'appliquer contre chacune des zones d'obturation d'entrée et de sortie, pour y contrôler indépendamment l'écoulement du fluide.

7. Casette selon la revendication 5, caractérisée en ce que les moyens d'obturation d'entrée et de sortie permettent normalement l'écoulement du fluide, en position de repos de la cassette ; et en ce que le corps de la cassette comporte un canal de liaison ménagé dans la partie arrière du corps, entre le canal d'entrée et le canal de sortie, pour permettre par gravité un écoulement du fluide à travers la cassette.

8. Casette selon la revendication 5, caractérisée en ce que la face dorsale de la partie arrière du corps présente une zone en retrait sensiblement plane et parallèle à la bordure d'assemblage de ladite partie arrière du corps, dont elle est séparée par une certaine épaisseur de cette partie ; cette zone en retrait de la partie arrière du corps coopérant avec des moyens de fixation du corps.

9. Casette selon la revendication 1, caractérisée en ce que la cavité interne ménagée dans le corps de la cassette présente le profil d'un dôme, et en ce que le canal de commande débouche au sommet de ce dôme.

10. Casette de commande de débit pour régler de manière précise le débit d'un fluide la traversant, caractérisée en ce qu'elle comporte :

- un corps,
- un canal d'entrée percé dans le corps ;
- des moyens d'obturation d'entrée associés audit canal d'entrée, pour y contrôler l'écoulement du fluide ;
- un canal de sortie percé dans le corps ;
- des moyens d'obturation de sortie associés audit canal de sortie, pour y contrôler l'écoulement du fluide ;
- un diaphragme imperméable monté dans le corps, en regard d'un passage ménagé dans celui-ci pour le fluide, entre les canaux d'entrée et de sortie ;
- une cavité interne de volume prédéterminée ménagée dans le corps, à l'opposé des canaux d'entrée et de sortie par rapport au diaphragme ;
- et un canal de commande débouchant dans la cavité interne, pour appliquer périodiquement au diaphragme une pression négative ou une pression

positive, afin de déformer le diaphragme de manière alternée, tantôt en l'appliquant contre le fond de la cavité interne, et tantôt en le laissant revenir hors de la cavité, afin d'assurer un débit dosé du fluide s'écoulant à travers la cassette.

5 11. Dispositif de commande, pour actionner une cassette servant à régler de manière précise le débit d'un fluide qui s'écoule à travers la cassette ; celle-ci comportant : un canal d'entrée et un canal de sortie, des
10 moyens d'obturation d'entrée et de sortie respectivement associés à chacun desdits canaux, pour y contrôler l'écoulement du fluide ; une cavité interne ménagée dans le corps de la cassette ; un diaphragme imperméable monté dans le corps de la cassette en regard de la cavité interne, pour isoler par rapport à celle-ci un passage pour le fluide entre les canaux d'entrée et de sortie à l'endroit des moyens d'obturation associés ; un canal de commande débouchant dans la cavité interne ; le diaphragme présentant une élasticité suffisante
15 pour épouser le profil de la cavité interne sous l'effet d'une pression négative appliquée par le canal de commande, afin de réaliser un volume de pompage ayant la forme de la cavité, et d'assurer le remplissage de ce volume de pompage par le fluide arrivant par le canal d'entrée, puis d'assurer l'expulsion du fluide par le canal de sortie, sous l'effet d'une pression positive appliquée par le canal de commande ; le dispositif de commande étant caractérisé en ce qu'il comporte :

20 - des moyens pour recevoir le canal de commande de la cassette ;
 - des moyens d'étanchéité s'ajustant de manière étanche autour du canal de commande de la cassette, à l'endroit des moyens recevant ce canal
25 dans le dispositif de commande ;
 - et des moyens pour appliquer de manière alternée une pression négative et une pression positive au canal de commande de la cassette.

30 12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de fixation pour retenir la cassette montée en position de service sur le dispositif.

35 13. Dispositif selon la revendication 11, pour une cassette dans laquelle sont ménagés une zone d'obturation sur chacun des canaux d'entrée et de sortie, ainsi que des passages d'obturation en regard de chaque zone d'obturation et à l'opposé de celles-ci par rapport au diaphragme ; ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

 - des moyens pour commander les moyens d'obturation d'entrée et de sortie, en appuyant périodiquement sur le diaphragme, pour appliquer celui-ci contre les zones d'obturation d'entrée et de sortie, afin de contrôler indépendamment l'écoulement du fluide dans les canaux d'entrée et de sortie ;

- et des moyens pour actionner périodiquement lesdits moyens de commande d'obturation d'entrée et de sortie, en synchronisme avec les effets alternés de pression positive et négative.

5 14. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens pour réaliser les effets alternés de pression positive et négative comportent un piston monté à coulisse dans un cylindre et entouré par une garniture d'étanchéité et des moyens pour communiquer au piston, un mouvement alternatif dans le cylindre, afin de produire dans le cylindre une pression alternativement positive et négative par rapport à la pression atmosphérique ambiante.

10 15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

15 - une tige de manoeuvre solidaire du piston, cette tige venant en saillie hors du cylindre, et portant un organe de retenue pour manoeuvrer la tige ;

- et des moyens d'actionnement pour manoeuvrer le piston, ainsi que les moyens d'obturation d'entrée et de sortie de la cassette ; ces moyens d'actionnement comportant :

20 - un culbuteur d'entrée, ayant une extrémité articulée sur le corps du dispositif et l'autre extrémité ajourée et montée à coulisse sur la tige du piston, entre l'organe de retenue de la tige et le cylindre ; ce culbuteur d'entrée étant relié à l'organe d'obturation de l'entrée de la cassette par une articulation située entre les extrémités du culbuteur ;

25 - un organe d'actionnement d'entrée agissant sur le culbuteur d'entrée en un point situé entre les extrémités dudit culbuteur d'entrée, pour provoquer une rétraction du piston dans le cylindre, afin de produire une pression négative dans celui-ci ; et pour provoquer en même temps une rétraction de l'organe d'obturation de l'entrée de la cassette, afin de permettre un écoulement du fluide dans le canal d'entrée de celle-ci ; et pour que le diaphragme puisse épouser le profil du fond de la cavité interne de la cassette, en laissant pénétrer une dose prédéterminée de fluide qui remplit le volume de pompage formé par le diaphragme appliqué sur le fond de la cavité ;

30 - et un culbuteur de sortie articulé sur le corps du dispositif, en un point situé entre les extrémités du culbuteur d'entrée ; une extrémité de celui-ci étant échancrée et montée à coulisse autour de la tige du piston, entre l'extrémité de cette tige opposé au piston et l'organe de retenue porté par cette tige ; un organe d'actionnement de sortie associé à une

35

extrémité opposée du culbuteur, pour provoquer une rétraction de l'organe d'obturation de sortie, afin de permettre un écoulement du fluide par le canal de sortie ; et pour provoquer en même temps un enfoncement du piston dans le cylindre, afin d'y produire par compression une pression positive qui ramène le diaphragme à sa forme normale dans la cassette, en y assurant l'expulsion de la dose prédéterminée de fluide qui avait été introduite dans la cassette par le canal d'entrée.

5
10
16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens d'actionnement d'entrée et les moyens d'actionnement de sortie comportent respectivement un électro-aimant d'entrée, et un électro-aimant de sortie, avec des moyens pour exciter électriquement chacun desdits électro-aimants, pour commander respectivement le culbuteur d'entrée et le culbuteur de sortie.

15
17. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens d'actionnement d'entrée et les moyens d'actionnement de sortie comportent respectivement une came d'entrée et une came de sortie, avec des moyens pour entraîner ces cames en rotation, afin de commander respectivement le culbuteur d'entrée et le culbuteur de sortie.

20
18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que chaque came comporte une plage d'actionnement couvrant moins de 180° sur chaque came, les moyens d'entraînement en rotation des cames étant réalisés de manière à empêcher une rétraction simultanée de l'organe d'obturation d'entrée et de l'organe d'obturation de sortie, pour éviter un écoulement libre et sans réglage du fluide à travers la cassette.

25
30
19. Procédé pour faire passer par pompage un fluide à travers une cassette, en réglant de manière précise le débit du fluide, et en offrant à celui-ci un passage étanche à travers la cassette ; celle-ci comportant intérieurement un canal d'entrée et un canal de sortie, et des moyens d'obturation associés à chacun desdits canaux pour y contrôler l'écoulement du fluide ; et une cavité interne dans laquelle débouche un canal de commande, en regard d'un diaphragme imperméable et élastique recouvrant ladite cavité ; procédé caractérisé en ce qu'il comporte les phases opératoires suivantes :

35
- on produit une pression négative dans le canal de commande, pour attirer le diaphragme, et lui faire épouser le profil du fond de la cavité interne ;

- on met en position d'ouverture les moyens d'obturation associés au canal d'entrée, pour permettre au fluide de passer par le canal d'entrée, pour pénétrer dans ^{le} volume de pompage ainsi formé par le diaphragme appliqué contre le fond de la cavité interne ;

5 - on met ensuite en position de fermeture les moyens d'obturation d'entrée ;

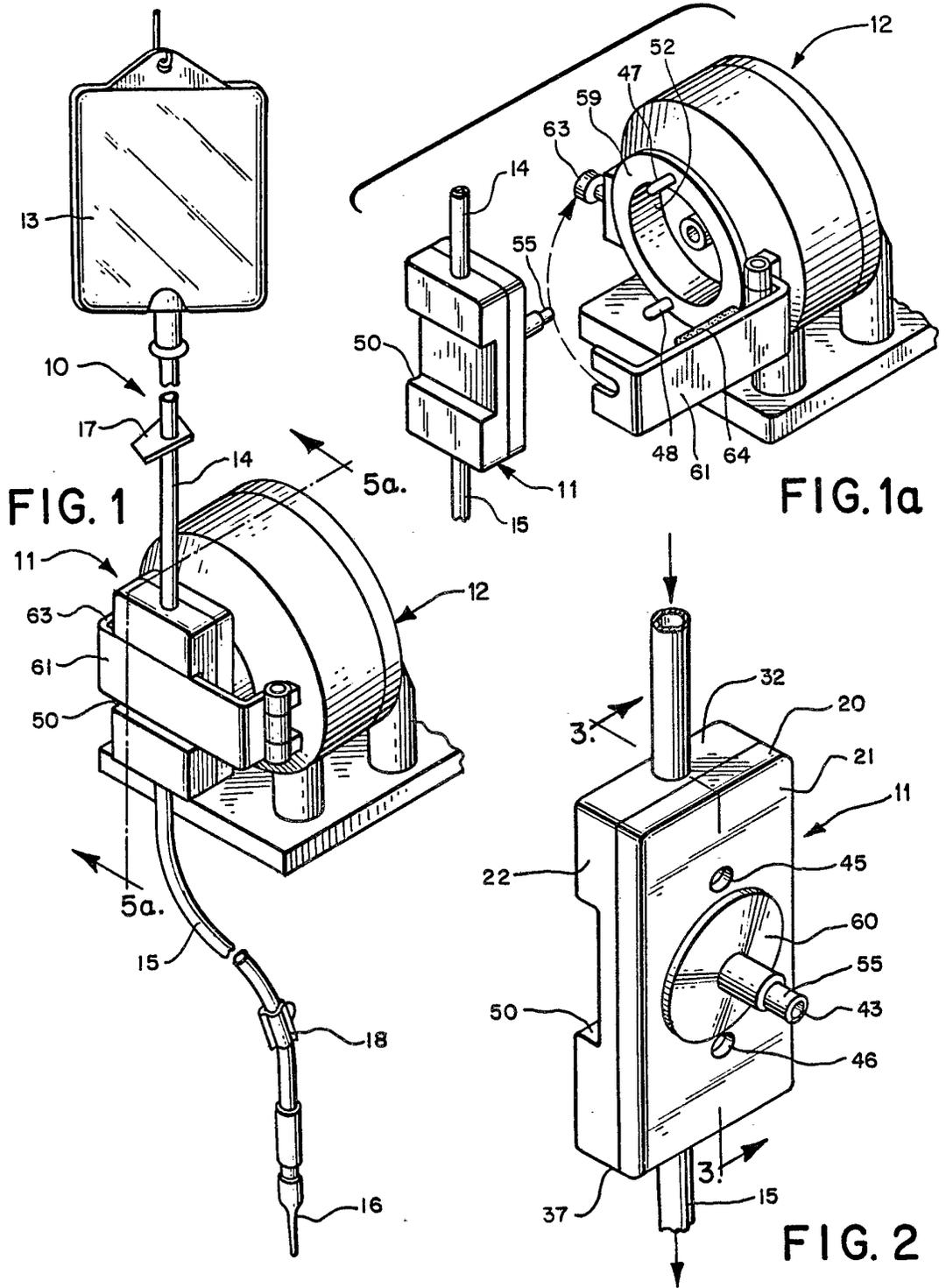
- on modifie la pression appliquée au canal de commande, pour y produire une pression positive ;

10 - on fait passer en position d'ouverture les moyens d'obturation de sortie, pour permettre à la pression positive appliquée au diaphragme, par le canal de commande, de ramener le diaphragme à sa forme normale, en assurant par le canal de sortie l'expulsion du fluide contenu dans le volume de pompage formé par le diaphragme appliqué contre le fond de la cavité interne ;

15 - et on remet en position de fermeture les moyens d'obturation de sortie, une fois que le fluide a été expulsé par le diaphragme.

20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'on répète périodiquement le cycle opératoire en question.

20 21. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que, pour mettre alternativement en position d'ouverture et en position de fermeture les moyens d'obturation d'entrée et de sortie, on agit alternativement sur les parties du diaphragme qui recouvrent respectivement les zones d'obturation d'entrée et de sortie ménagées dans la cassette, tantôt pour relâcher ces parties du diaphragme, et tantôt pour les appliquer contre les zones d'obturation.



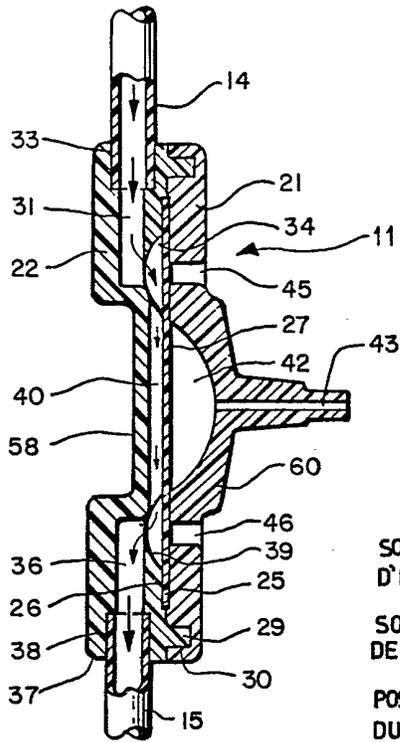


FIG. 3

SOUPAPE D'ENTRÉE	{	OUVERTE
		FERMÉE
SOUPAPE DE SORTIE	{	OUVERTE
		FERMÉE
POSITION DU PISTON	{	RETRACTÉ
		ENFONCÉ

FIG. 6

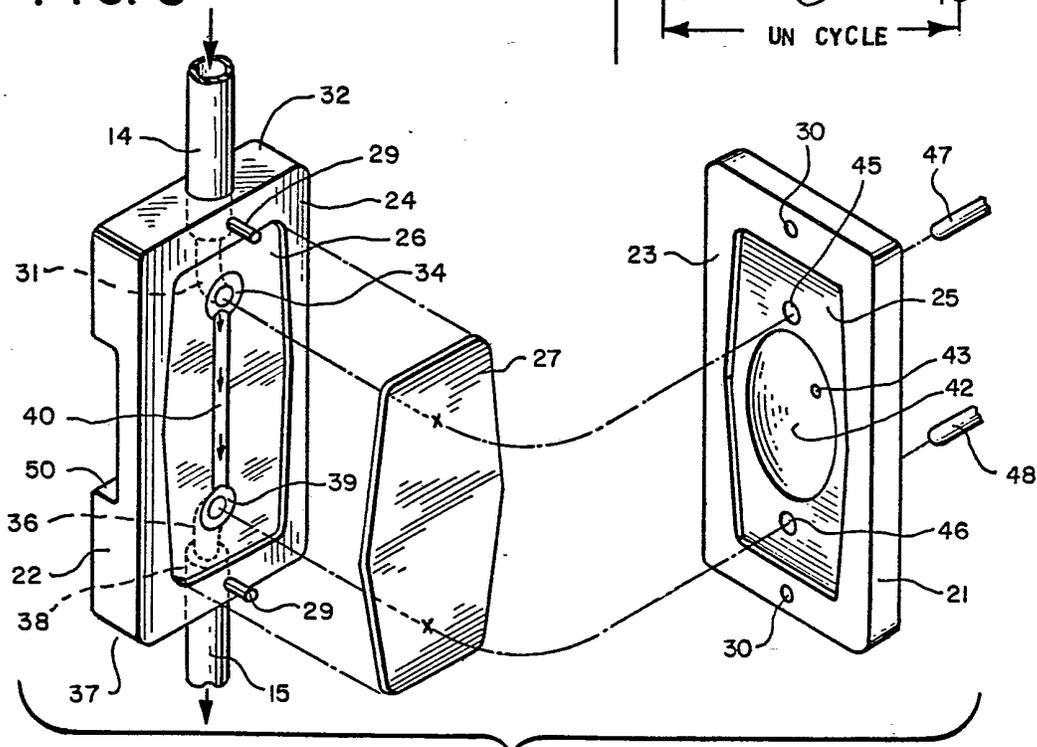
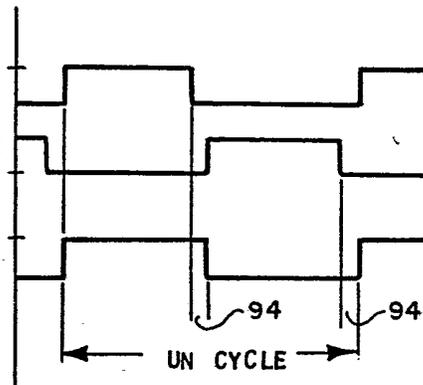


FIG. 4

FIG. 5b

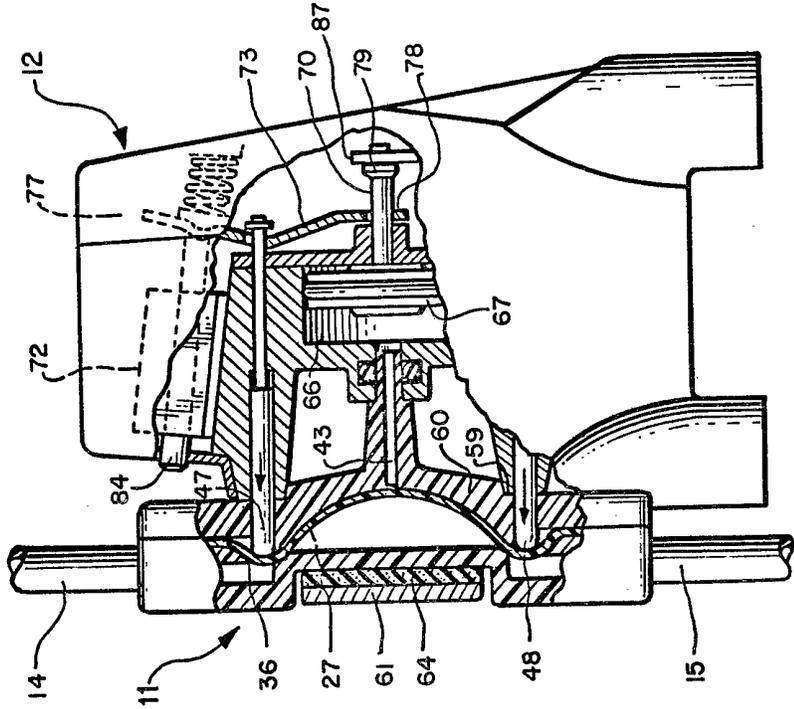


FIG. 5a

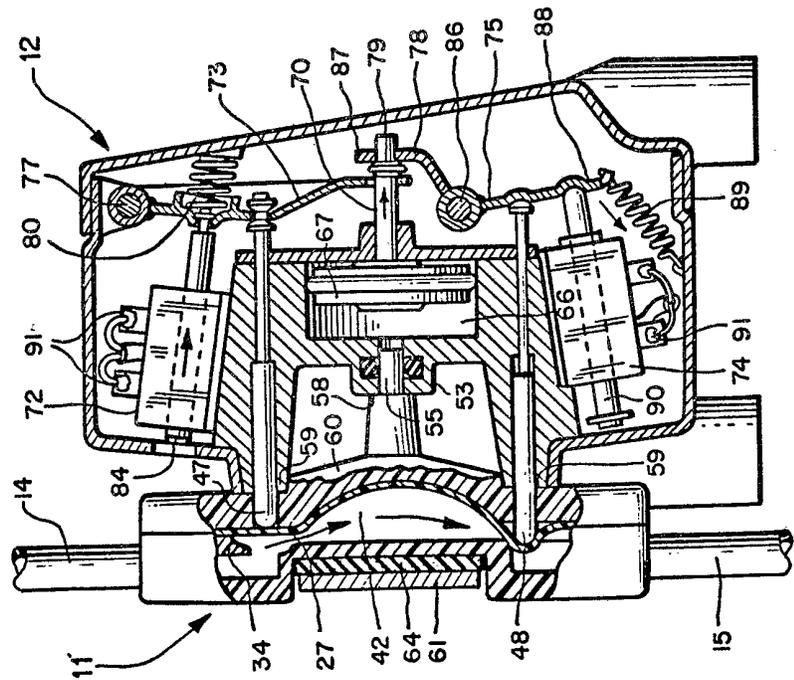


FIG. 5d

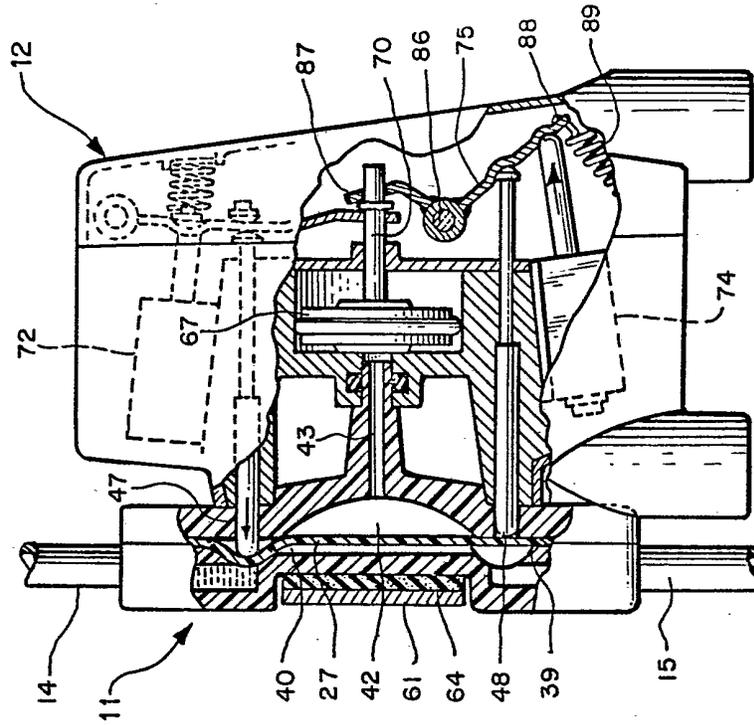


FIG. 5c

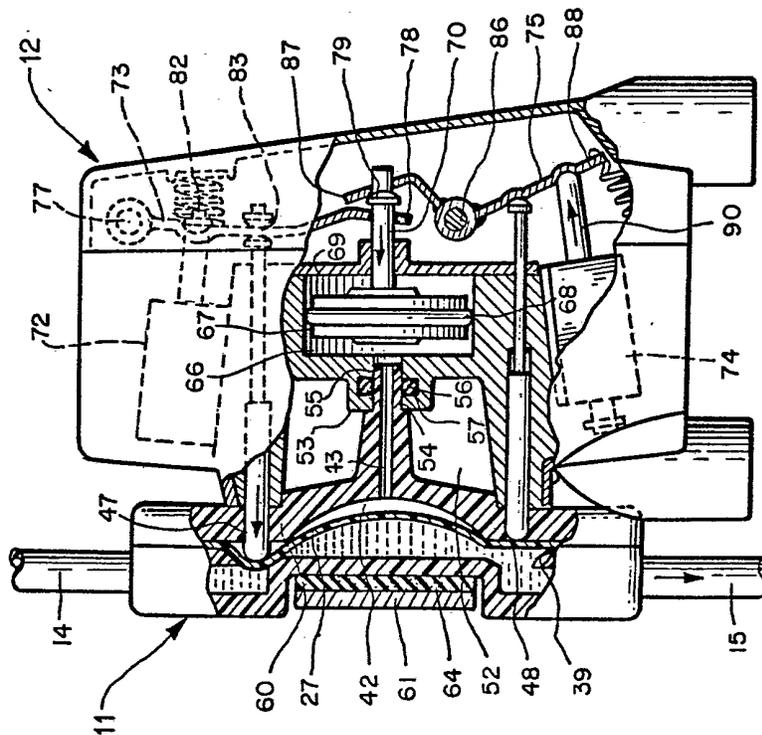


FIG. 8

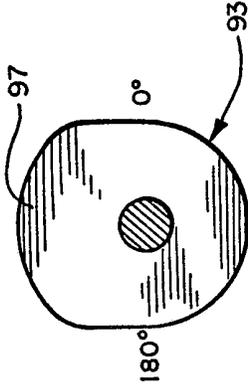
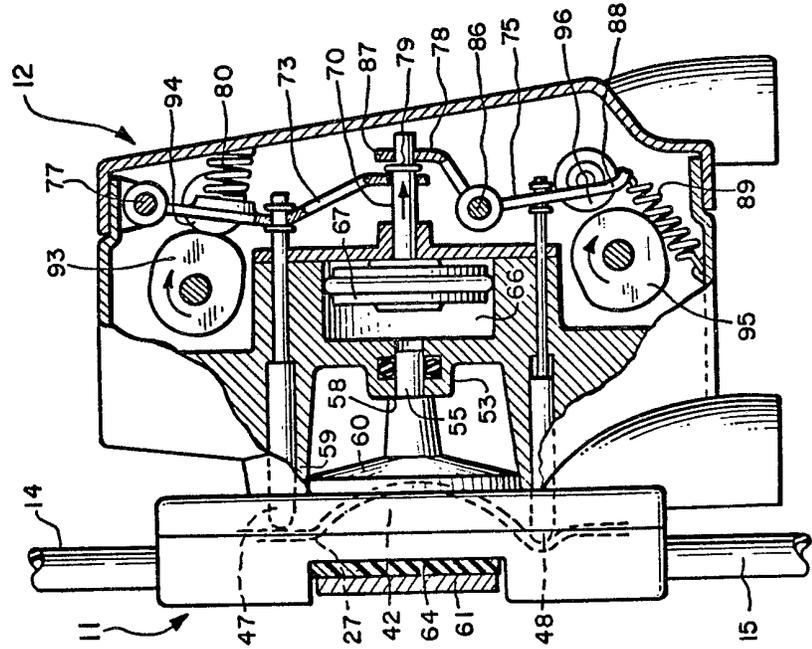


FIG. 7



POSITION DES BROCHES
D'OBTURATION

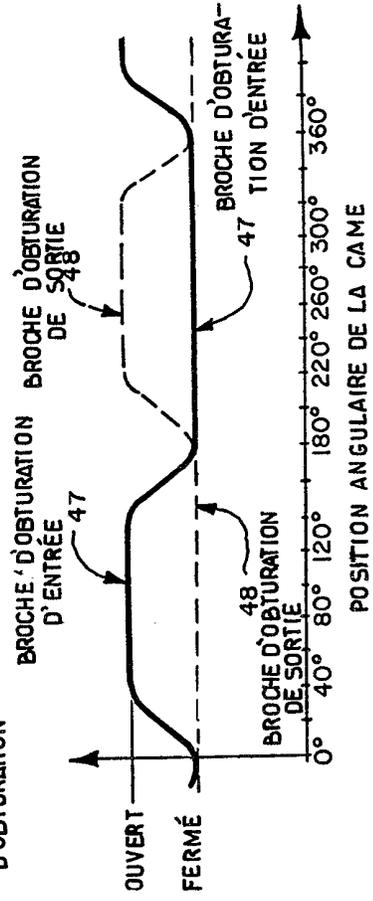


FIG. 9