

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 13.11.07.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 15.05.09 Bulletin 09/20.

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) : CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - CNRS Etablissement public à caractère industriel et commercial — FR.

72 Inventeur(s) : FOUCAULT ALAIN PAUL OLIVIER, LEGRAND JACK, MARCHAL LUC et AGAISE CHARLES ELIE PIERRE.

73 Titulaire(s) :

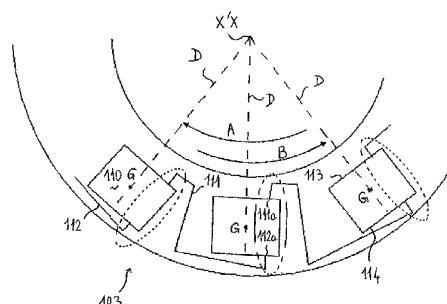
74 Mandataire(s) : CABINET ORES.

54 DISPOSITIF DE CHROMATOGRAPHIE DE PARTAGE CENTRIFUGE ET PROCEDE MIS EN OEUVRE PAR CE DISPOSITIF.

57 La présente invention concerne un dispositif de chromatographie de partage centrifuge d'un liquide à au moins deux phases, et un procédé de chromatographie de partage centrifuge mis en oeuvre par ce dispositif.

Un dispositif de chromatographie selon l'invention comporte au moins un anneau plat (103) qui est apte à être entraîné en rotation autour de son axe (X'X) de symétrie et qui comprend une multitude de cellules (110) destinées à être parcourues par le liquide, chaque cellule étant pourvue de deux canaux d'entrée/ sortie (111 et 112) qui sont destinés à faire circuler le liquide d'une cellule à une autre et qui débouchent respectivement par deux orifices d'entrée/ sortie (111a et 112a) de la cellule en deux côtés radialement interne et externe (113 et 114) de cette dernière par rapport à l'axe de rotation.

Selon l'invention, ce dispositif est tel que pour au moins une partie de cette multitude de cellules, ces orifices débouchant dans une même cellule sont agencés d'un même côté d'une droite radiale (D) de l'anneau passant par l'axe et par le barycentre (G) de la cellule, vue en section radiale.



DISPOSITIF DE CHROMATOGRAPHIE DE PARTAGE CENTRIFUGE ET PROCEDE MIS EN ŒUVRE PAR CE DISPOSITIF.

La présente invention concerne un dispositif de
5 chromatographie de partage centrifuge d'un liquide à au moins deux phases,
et un procédé de chromatographie de partage centrifuge mis en œuvre par ce
dispositif. L'invention concerne en particulier la séparation liquide-liquide de
deux phases non miscibles au contact l'une de l'autre.

La chromatographie de partage centrifuge (« CPC » en
10 abrégé pour « Centrifugal Partition Chromatography ») est une méthode de
séparation des composés d'un mélange entre une phase mobile et une phase
stationnaire pour chacune desquelles les composés ont une affinité différente.
Les dispositifs de chromatographie connus comportent un empilement
d'anneaux plats qui sont entraînés en rotation autour de leur axe de symétrie
15 et qui comportent chacun dans un plan perpendiculaire à cet axe une
multitude de cellules reliées entre elles par des conduits ou canaux d'entrée/
sortie par exemple gravés sur ces anneaux. La phase stationnaire est
maintenue immobile à l'intérieur des cellules par l'intermédiaire de la force
centrifuge à laquelle elle est soumise du fait de la rotation des anneaux,
20 pendant que la phase mobile percole cette phase stationnaire. On pourra par
exemple se référer au document FR-A-2 791 578 pour la description d'un tel
dispositif.

Ces dispositifs présentent un gain significatif de productivité,
en comparaison des dispositifs de chromatographie liquide à haute
25 performance (« HPLC » pour « High Performance Liquid Chromatography ») à
colonne garnie, notamment du fait des avantages suivants :

- absence de phase stationnaire solide (relativement
coûteuse), avec à la place une phase stationnaire liquide dont la régénération
ou le remplacement sont réalisables en un temps très court, et
- 30 - taux de phase stationnaire nettement supérieur, ce qui
retarde l'apparition indésirable de phénomènes non linéaires et se traduit par
une augmentation en proportion de la capacité de la colonne en permettant

l'élution des composés à des concentrations augmentées avec une consommation de phase mobile inversement proportionnelle.

On a cherché ces dernières années à améliorer l'efficacité de ces dispositifs de « CPC » afin d'optimiser les séparations obtenues, sachant
5 que cette efficacité repose essentiellement sur l'écoulement de la phase mobile à travers la phase stationnaire. On a ainsi mis en évidence l'effet de l'accélération de Coriolis générée par la rotation des anneaux sur les écoulements biphasiques observés dans les cellules, comme présenté notamment dans l'article Mass Transport and Flow Regimes in Centrifugal
10 Partition Chromatography, par L. Marchal, J. Legrand, A. Foucault, AIChE J., 48 (2002) 1692. Plus précisément, chaque cellule peut être divisée en trois zones comprenant une zone d'entrée où doit être favorisée la dispersion de la phase mobile provenant du canal d'entrée sous forme de gouttelettes, une zone intermédiaire de mouvement curvilinéaire de ces gouttelettes et une
15 zone de sortie où doit être favorisée la coalescence des gouttelettes avant le transfert de la phase mobile dans le canal de sortie.

Les figures 2 et 3 jointes, qui se réfèrent au document FR-A-2 791 578 précité, illustrent l'agencement usuel des deux canaux d'entrée/sortie 11 et 12, 11' et 12' de chaque cellule 10, 10' par rapport à une droite
20 radiale D de l'anneau 3, 3' correspondant passant par son axe de rotation X'X et par le barycentre G de la cellule 10, 10'. On voit à la figure 2 que les deux orifices d'entrée/sortie 11a et 12a par lesquels ces canaux 11 et 12 débouchent respectivement dans chaque cellule 10 sont situés tous deux sur cette droite radiale D de l'anneau 3 et, à la figure 3, que les deux orifices
25 d'entrée/sortie 11a', 12a' de chaque cellule 10' de l'anneau 3' sont situés de part et d'autre de cette droite D (sont également visibles aux figures 2 et 3 les deux cellules d'entrée et de sortie 10a et 10b de l'anneau 3, 3').

De manière connue, un écoulement du liquide du côté radialement externe vers le côté radialement interne de chaque cellule (i.e. de
30 la périphérie vers le centre) représente pour l'empilement d'anneaux un écoulement ascendant, alors qu'à l'inverse un écoulement vers le côté radialement externe de chaque cellule (i.e. du centre vers la périphérie)

représente un écoulement descendant, le sens de l'écoulement étant déterminé par le rapport des masses de la phase mobile et de la phase stationnaire.

Un but de la présente invention est de proposer un dispositif
5 de chromatographie de partage centrifuge d'un liquide à au moins deux phases présentant une efficacité chromatographique améliorée en comparaison de celle des dispositifs existants, et ce but est atteint en ce que la Demanderesse vient de découvrir d'une manière inattendue que si l'on choisit d'agencer ces orifices d'entrée/ sortie de chaque cellule non pas sur la
10 droite radiale, ni de part et d'autre de celle-ci contrairement à l'état de la technique, mais d'un même côté de cette droite radiale, alors on améliore d'une manière significative la coalescence des gouttelettes dans la zone de sortie de cellule au terme de leur trajectoire curviligne, du fait de la déviation qu'implique l'accélération de Coriolis en fonction du sens de rotation des
15 cellules, ce qui se traduit par une efficacité nettement accrue de la chromatographie.

A cet effet, un dispositif de chromatographie de partage centrifuge selon l'invention, qui comporte au moins un anneau plat apte à être entraîné en rotation autour de son axe de symétrie et comprenant une
20 multitude de cellules destinées à être parcourues par le liquide, chaque cellule étant pourvue de deux canaux d'entrée/ sortie destinés à faire circuler le liquide d'une cellule à une autre et débouchant respectivement par deux orifices d'entrée/ sortie de la cellule en deux côtés radialement interne et externe de cette dernière par rapport audit axe, est tel que pour au moins une
25 partie de cette multitude de cellules, les orifices débouchant dans une même cellule sont agencés d'un même côté latéral de la droite radiale de l'anneau passant par ledit axe et par le barycentre de cette cellule, vue en section radiale.

On notera que cette section radiale (i.e. perpendiculaire à cet
30 axe) de chaque cellule concernée pour la détermination de son barycentre, sous-entend que chaque cellule présente une section radiale constante le long de sa direction parallèle à l'axe de rotation du ou de chaque anneau.

On notera également qu'il serait possible de remplacer cette droite radiale par un plan radial contenant à la fois cet axe de rotation et le centre de gravité de chaque cellule tridimensionnelle concernée, en tenant compte de l'épaisseur de celle-ci dans la direction de cet axe et donc sans
5 faire référence à une section radiale de cellule.

Par côté latéral de cette droite radiale, on entend dans la présente description chacun des deux côtés sensiblement radiaux de chaque cellule qui relient lesdits côtés radialement interne et externe entre eux.

Avantageusement, chacune des cellules du ou de chaque
10 anneau a ses deux orifices d'entrée/ sortie agencés d'un même côté latéral de ladite droite radiale.

Selon une autre caractéristique de l'invention, pour une même cellule, on peut définir cet agencement desdits orifices strictement d'un même côté de cette droite radiale par le fait que la distance minimale entre ladite
15 droite radiale et celui des deux orifices qui est le plus proche de cette droite est supérieure à la largeur de chaque orifice.

Par « distance minimale », on entend ici la distance mesurée selon une direction perpendiculaire à cette droite radiale (i.e. selon une direction tangentielle pour le ou chaque anneau), et par « largeur de chaque
20 orifice », on entend la plus grande dimension transversale de cet orifice (e.g. le diamètre dans le cas d'un canal hémicylindrique se terminant par un orifice semi-circulaire).

En d'autres termes, on notera que cet agencement selon l'invention desdits orifices d'entrée/ sortie d'un même côté de cette droite
25 radiale est ainsi visible à l'œil nu.

De préférence, pour une même cellule, le ratio de cette distance minimale sur la longueur de chacun desdits côtés de cellule radialement interne et externe est supérieur ou égal à 5 % et, à titre encore plus préférentiel, ce ratio est supérieur ou égal à 30 %.

30 On notera que cet agencement selon l'invention des orifices ou sections « débouchantes » des canaux ou conduits d'entrée dans chaque cellule permet d'augmenter nettement l'efficacité de l'opération de séparation

mise en œuvre au moyen de ce dispositif, notamment via l'optimisation de la coalescence en fin de parcours des gouttelettes de phase mobile dans chaque cellule.

On notera également que cet agencement des orifices d'un même côté de ladite droite radiale contribue également à l'obtention d'une stabilité ou rétention améliorée pour la phase stationnaire contenue dans chaque cellule, en particulier à l'échelle industrielle lors de l'injection de quantités élevées de solutés.

Grâce à cet agencement des orifices d'entrée/ sortie de cellules selon l'invention, on peut ainsi avantageusement utiliser des quantités injectées de solutés ou de solutions plus importantes et un débit volumique de liquide plus élevé, lequel entraîne des temps d'élution plus courts que par le passé.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, lesdits côtés de chaque cellule pourvus des orifices d'entrée/ sortie correspondants sont symétriques l'un de l'autre par rapport à un axe de symétrie de cette cellule, le ou chaque anneau étant alors par exemple destiné à être entraîné indifféremment dans le sens horaire pour un écoulement du liquide à travers la cellule allant du côté radialement externe vers le côté radialement interne, ou bien dans le sens antihoraire (i.e. trigonométrique) pour un écoulement du liquide en sens inverse.

On notera que le sens de rotation à utiliser pour le ou chaque anneau selon l'invention - pouvant être tant horaire qu'antihoraire selon ce premier mode - est ici déterminé de manière univoque par le sens d'écoulement réversible du liquide, du fait que la géométrie de chaque cellule est adaptée pour les deux sens d'écoulement du liquide.

Conformément à ce premier mode de l'invention, chaque cellule peut avantageusement présenter une forme sensiblement polygonale vue en section radiale, par exemple sensiblement rectangulaire ou hexagonale, ou bien sensiblement elliptique, à titre non limitatif.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, lesdits côtés de chaque cellule pourvus des orifices d'entrée/ sortie correspondants

sont asymétriques l'un par rapport à l'autre, le ou chaque anneau étant alors par exemple destiné être entraîné :

5 - seulement dans le sens horaire pour un écoulement du liquide à travers la cellule allant du côté radialement externe vers le côté radialement interne, si ce côté interne présente une longueur supérieure à celle du côté externe, ou bien

 - seulement dans le sens antihoraire pour un écoulement du liquide en sens inverse si ce côté interne présente une longueur inférieure à celle du côté externe.

10 Conformément à ce second mode de l'invention, chaque cellule peut avantageusement présenter, à titre non limitatif, une forme sensiblement trapézoïdale vue en section radiale, dont les grande et petite bases sont respectivement formées par lesdits côtés de cellule pourvus desdits orifices d'entrée/ sortie.

15 On notera que le sens de rotation préférentiel du ou de chaque anneau selon ce second mode – étant uniquement horaire ou uniquement antihoraire du fait de l'asymétrie précitée entre les deux côtés radialement interne et externe de chaque cellule - est ainsi prédéterminé de manière univoque par la géométrie de chaque cellule, laquelle est adaptée
20 pour un seul sens d'écoulement non réversible du liquide.

 On notera également que cette asymétrie de chaque cellule est avantageusement conçue pour générer une perturbation de l'écoulement dans la zone d'entrée de cette cellule pour favoriser l'atomisation en gouttelettes de la phase mobile, et au contraire pour réduire les turbulences
25 de cet écoulement dans la zone de sortie pour favoriser la coalescence de ces gouttelettes.

 D'une manière générale en référence à ces deux modes de réalisation de l'invention, on notera que ce sens de rotation est inversé lorsque lesdits orifices d'entrée/ sortie de chaque cellule sont tous deux
30 agencés de l'autre côté latéral de ladite droite radiale.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif de chromatographie peut comporter une multitude desdits anneaux plats, avec l'amélioration précitée de l'efficacité chromatographique.

Un procédé de chromatographie de partage centrifuge d'un
5 liquide selon l'invention est mis en œuvre par un dispositif de l'invention tel que défini ci-dessus, et ce procédé est tel que l'on choisit le sens de rotation du ou de chaque anneau autour dudit axe de rotation en fonction du sens de l'écoulement du liquide à travers chaque cellule, de telle manière que l'on entraîne le ou chaque anneau dans le sens horaire si le liquide s'écoule du
10 côté de cellule radialement externe vers le côté de cellule radialement interne, ou bien dans le sens antihoraire si le liquide s'écoule en sens inverse, ou vice versa si lesdits orifices d'entrée/ sortie de chaque cellule sont agencés de l'autre côté latéral de ladite droite radiale.

Selon une caractéristique essentielle de la présente invention,
15 on notera que l'agencement précité des orifices d'entrée/ sortie de chaque cellule selon l'invention (i.e. d'un même côté de la droite radiale de chaque anneau passant par son axe de rotation et par le barycentre de cette cellule) implique que le choix du sens de rotation imprimé aux anneaux par le rotor du dispositif de chromatographie est dicté par le sens de l'écoulement du liquide
20 à travers chaque cellule. En d'autres termes, pour un agencement des orifices d'entrée/ sortie d'un côté latéral prédéterminé de cette droite radiale de cellule, un sens d'écoulement ascendant (i.e. de la périphérie vers le centre de chaque cellule) impose un sens de rotation du rotor seulement dans le sens horaire, alors qu'un sens d'écoulement descendant (i.e. du centre vers la
25 périphérie de chaque cellule) impose un sens de rotation du rotor seulement dans le sens antihoraire et, pour un agencement de ces orifices de l'autre côté latéral de cette droite radiale, un sens d'écoulement ascendant impose à l'inverse un sens de rotation du rotor seulement dans le sens antihoraire, alors qu'un sens d'écoulement descendant impose un sens de rotation du rotor
30 seulement dans le sens horaire.

Comme indiqué précédemment en référence au premier mode de l'invention, le choix de cellules dont les côtés radialement externe et

interne sont symétriques l'un de l'autre par rapport à un axe de symétrie de chaque cellule rend possible l'utilisation au choix des deux sens d'écoulement et, par conséquent, des deux sens de rotation qu'ils impliquent.

En référence au second mode de l'invention, on entraîne le ou
5 chaque anneau dans un seul sens de rotation possible du fait de l'asymétrie entre les côtés radialement externe et interne de chaque cellule, cet entraînement étant réalisé :

- dans le sens horaire, si le liquide s'écoule du côté radialement externe vers le côté radialement interne de chaque cellule, du fait
10 que ce côté interne est d'une longueur supérieure à celle du côté externe, ou inversement (i.e. dans le sens antihoraire) si lesdits orifices d'entrée/ sortie sont agencés de l'autre côté latéral de ladite droite radiale ; et

- dans le sens antihoraire, si le liquide s'écoule du côté radialement interne vers le côté radialement externe de chaque cellule, du fait
15 que ce côté interne présente une longueur inférieure à celle du côté radialement externe, ou inversement (i.e. dans le sens horaire) si lesdits orifices sont agencés de l'autre côté latéral de ladite droite radiale.

Les caractéristiques précitées de la présente invention, ainsi
20 que d'autres, seront mieux comprises à la lecture de la description suivante de plusieurs exemples de réalisation de l'invention, donnés à titre illustratif et non limitatif, ladite description étant réalisée en relation avec les dessins joints, parmi lesquels :

la figure 1 est une vue en coupe axiale dans un plan vertical
25 d'un dispositif de chromatographie de partage centrifuge selon un exemple de réalisation de l'invention,

la figure 2 est une vue schématique de dessus d'un anneau connu utilisable dans le dispositif de la figure 1, où les cellules sont agencées selon l'état antérieur de la technique,

30 la figure 3 est une vue schématique de dessus d'une variante d'anneau connu utilisable dans le dispositif de la figure 1, où les cellules sont également agencées selon l'état antérieur de la technique,

la figure 4 est une vue schématique partielle et de dessus d'un anneau selon l'invention utilisable dans le dispositif de la figure 1 et conçu pour être entraîné dans les deux sens de rotation, où les cellules sont agencées conformément au premier mode de l'invention,

5 la figure 5 est une vue schématique partielle et de dessus d'un autre anneau selon ce premier mode de l'invention utilisable dans le dispositif de la figure 1 et conçu pour être entraîné dans les deux sens de rotation, où les cellules sont agencées selon une variante de la figure 4,

la figure 6 est une vue schématique partielle et de dessus
10 d'un autre anneau selon l'invention utilisable dans le dispositif de la figure 1 et conçu pour être entraîné dans le seul sens horaire, où les cellules sont agencées selon le second mode de l'invention, et

la figure 7 est une vue schématique partielle et de dessus d'un autre anneau selon l'invention utilisable dans le dispositif de la figure 1 et
15 conçu pour être entraîné dans le seul sens antihoraire, où les cellules sont également agencées selon ce second mode de l'invention.

Comme illustré à la figure 1, un dispositif de chromatographie de partage centrifuge selon l'invention comporte un rotor 1 monté sur une
20 table 2 et apte à être entraîné en rotation autour d'un axe X'X disposé verticalement dans l'exemple de la figure 1, par l'intermédiaire de moyens d'entraînement connus et non représentés. Le rotor 1 est constitué de plusieurs anneaux plats empilés 3a, de même diamètre et solidaires d'une colonne 4 de structure connue formée d'un tube creux disposé entre deux
25 joints tournants haut 5 et bas 5'. L'axe de rotation X'X correspond à l'axe des anneaux 3a empilés. La colonne 4 est alimentée en liquide à travers les joints 5 et 5' via un circuit de tuyaux 6 relié à des moyens d'alimentation et de récupération connus et non illustrés.

Le dispositif étant apte à fonctionner selon deux sens
30 d'écoulement respectivement ascendant et descendant, chacun des deux joints tournants 5 et 5' peut constituer soit l'entrée, soit la sortie du système, le trajet du liquide dans le circuit 6 étant matérialisé par un trait gras à la figure 1.

Dans le cas d'un fonctionnement descendant par exemple, une première branche 6a du circuit 6 relie les moyens d'alimentation (tels qu'une pompe) au joint tournant supérieur 5. Après avoir traversé ce joint 5, une deuxième branche 6b amène le liquide jusqu'à l'entrée du rotor 1 et, après l'avoir traversé, ressort en partie basse au niveau de la branche 6c. La branche 6d, située à l'intérieur de la colonne 4, amène le liquide jusqu'au joint tournant inférieur 5' qui, après l'avoir traversé, est récupéré au niveau de la branche 6e, et acheminé vers les moyens de récupération.

Ainsi, le liquide sous pression entre au niveau du joint supérieur 5 pour atteindre par le haut l'empilement d'anneaux 3a en passant par la colonne 4, puis circule à l'intérieur des cellules du premier anneau 3a, puis celles du second et ainsi de suite, pour ressortir au niveau inférieur de l'empilement d'anneaux 3a et traverser la colonne 4 jusqu'au joint tournant inférieur 5'. Si le dispositif fonctionne en mode ascendant, le cheminement du liquide est inversé.

Les figures 4 et 5 illustrent de manière partielle deux exemples d'anneaux 103, 103' dont les cellules 110, 110' sont reliées entre elles par des canaux d'entrée/ sortie 111 et 112, 111' et 112' agencés selon le premier mode de réalisation de l'invention. Comme le montrent les médaillons en pointillés entourant les orifices d'entrée/ sortie 111a et 112a, 111a' et 112a' respectifs des canaux 111 et 112, 111' et 112' dans chacune des trois cellules 110, 110' représentées, ces orifices sont situés d'un même côté latéral de la droite radiale D (représentée par des tirets) de l'anneau 103, 103' passant par son axe de rotation X'X et par le barycentre G de chaque cellule 110, 110', dans une section radiale de cette dernière (i.e. une section horizontale dans l'exemple de ces figures 4 et 5).

Selon une caractéristique importante de l'invention qui est liée à cet agencement des orifices 111a et 112a, 111a' et 112a' d'un même côté de la droite D qui dans l'exemple des figures 4 et 5 est le côté droit pour un observateur positionné au-dessus du dispositif, le sens d'écoulement ascendant ou descendant du liquide dans le dispositif (i.e. radialement vers l'intérieur ou radialement vers l'extérieur de chaque cellule 110, 110')

respectivement) dicte le choix du sens de rotation des anneaux 103, 103' via l'entraînement du rotor 1.

Dans le premier exemple d'anneaux 103 selon la figure 4, chaque cellule 110 présente en section radiale une forme rectangulaire délimitée radialement par deux grands côtés radialement interne 113 et externe 114 qui sont perpendiculaires à la direction radiale de la droite D, et les orifices d'entrée/ sortie 111a et 112a sont chacun distants de cette droite D d'une distance qui, mesurée selon ces grands côtés 113 et 114, est supérieure à 30 % de la longueur de ces côtés 113 et 114.

10 Du fait de la symétrie de chaque cellule 110 par rapport à son axe longitudinal de symétrie parallèle aux grands côtés 113 et 114, qui signifie que ces derniers et les orifices 111a et 112a dont ils sont pourvus sont de même longueur et agencés à l'identique, on peut utiliser au choix le dispositif incorporant les anneaux 103 de la figure 4 dans l'un ou l'autre des deux sens d'écoulement ascendant et descendant, étant précisé que :

- si l'on fait circuler le liquide dans le sens ascendant (i.e. du côté externe 114 vers le côté interne 113 de chaque cellule 110) alors on choisit de faire tourner les anneaux 103 dans le sens horaire (flèche A) dans l'exemple de la figure 4, et que
- 20 - si l'on fait circuler le liquide dans le sens descendant (i.e. du côté interne 113 vers le côté externe 114 de chaque cellule 110) alors on choisit de faire tourner les anneaux 103 dans le sens antihoraire (flèche B) toujours dans l'exemple de la figure 4.

Ce libre choix du sens d'écoulement et donc du sens de rotation qui en résulte pour les anneaux 103 est dû au fait que les zones d'entrée et de sortie de chaque cellule 110, où sont respectivement réalisées la dispersion des gouttelettes de phase mobile pénétrant dans la cellule 110 et leur coalescence avant d'en sortir, sont interchangeable (i.e. réversibles pour le sens d'écoulement du liquide) du fait de la symétrie précitée.

30 Dans le second exemple de la figure 5, chaque cellule 110' présente en section radiale une forme hexagonale délimitée radialement par deux paires de grands côtés qui sont respectivement radialement interne 113'

et externe 114' pour la cellule 110' et qui sont symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe longitudinal de symétrie de la cellule 110'.

A l'instar de l'exemple de la figure 4, il résulte de cette symétrie que l'on peut utiliser au choix le dispositif incorporant les anneaux 103' de la figure 5 dans l'un ou l'autre des deux sens d'écoulement, étant précisé que dans le sens ascendant (i.e. du côté externe 114' vers le côté interne 113' de chaque cellule 110) on choisit de faire tourner les anneaux 103' dans le sens horaire dans l'exemple de la figure 5, alors que dans le sens descendant (i.e. du côté interne 113' vers le côté externe 114') on choisit de faire tourner les anneaux 103' dans le sens antihoraire selon ce même exemple.

Dans le second mode de l'invention illustré aux figures 6 et 7, chaque cellule 210, 210' de l'anneau 203, 203' présente une forme asymétrique qui est par exemple trapézoïdale vue en section radiale, et dont :

- à la figure 6, la grande base 213 et la petite base 214 forment respectivement les côtés radialement interne et externe de chaque cellule 210 pourvus des orifices d'entrée/ sortie 211a et 212a, ces cellules 210 étant spécifiquement conçues pour un écoulement de liquide uniquement ascendant (i.e. de la petite base 214 à la grande base 213, pour favoriser l'atomisation et la coalescence des gouttelettes de phase mobile en entrée et en sortie de cellule) et, par conséquent, pour une rotation spécifiquement mise en oeuvre via le rotor 1 dans le sens horaire dans l'exemple de la figure 6 où les orifices 211a et 212a sont agencés du côté droit de la droite radiale de chaque cellule 210 pour un observateur positionné au-dessus du dispositif ; et

- à la figure 7, la petite base 213' et la grande base 214' forment respectivement les côtés radialement interne et externe de chaque cellule 210' pourvus des orifices d'entrée/ sortie 211a' et 212a', ces cellules 210' étant spécifiquement conçues pour un écoulement de liquide uniquement descendant (i.e. de la petite base 213' à la grande base 214', pour favoriser l'atomisation et la coalescence des gouttelettes dans les zones d'entrée et de sortie) et, par conséquent, pour une rotation spécifiquement mise en oeuvre

via le rotor 1 dans le sens antihoraire dans l'exemple de la figure 7 où les orifices 211a' et 212a' sont également agencés du côté droit de la droite radiale de chaque cellule 210' pour un observateur positionné au-dessus du dispositif.

5 On notera que le sens de rotation des anneaux 203, 203' selon ce second mode est ainsi prédéterminé de manière univoque par la géométrie asymétrique de chaque cellule 210, 210', laquelle est adaptée pour un seul sens d'écoulement du liquide, tout en remarquant que les sens de rotations horaire ou antihoraire respectivement dictés par ces écoulements
10 ascendants ou descendants seraient inversés dans le cas d'orifices d'entrée/sortie de cellules agencés non pas à droite, mais à gauche de ladite droite radiale, à titre de variantes des figures 6 et 7.

 D'une manière générale, on notera que la géométrie des cellules 110, 110' et 210, 210' et des canaux 111, 112, 111', 112', 211, 212,
15 211', 212' illustrés aux figures 4 à 7 selon l'invention n'est nullement limitative, et que les portions de raccordement sensiblement radiales de ces canaux aux cellules correspondantes pourraient présenter des orientations et/ou des longueurs différentes. En particulier, les tronçons intermédiaires de ces canaux 111, 112, 111', 112', 211, 212, 211', 212' qui sont sur ces figures deux
20 à deux perpendiculaires et au nombre de trois pourraient présenter des orientations et/ou des longueurs relatives également différentes de celles illustrées.

REVENDICATIONS

1) Dispositif de chromatographie de partage centrifuge d'un liquide à au moins deux phases, le dispositif comportant au moins un anneau plat (103, 103', 203, 203') qui est apte à être entraîné en rotation autour de son axe (X'X) de symétrie et qui comprend une multitude de cellules (110, 110', 210, 210') destinées à être parcourues par le liquide, chaque cellule étant pourvue de deux canaux d'entrée/ sortie (111 et 112, 111' et 112', 211 et 212, 211' et 212') qui sont destinés à faire circuler le liquide d'une cellule à une autre et qui débouchent respectivement par deux orifices d'entrée/ sortie (111a et 112a, 111a' et 112a', 211a et 212a, 211a' et 212a') de la cellule en deux côtés radialement interne et externe (113 et 114, 113' et 114', 213 et 214, 213' et 214') de cette dernière par rapport audit axe de rotation, caractérisé en ce que pour au moins une partie de cette multitude de cellules, lesdits orifices débouchant dans une même cellule sont agencés d'un même côté latéral d'une droite radiale (D) de l'anneau passant par ledit axe et par le barycentre (G) de cette cellule, vue en section radiale.

2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque cellule (110, 110', 210, 210') du ou de chaque anneau (103, 103', 203, 203') a ses deux orifices d'entrée/ sortie (111a et 112a, 111a' et 112a', 211a et 212a, 211a' et 212a') agencés d'un même côté latéral de ladite droite radiale (D).

3) Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, pour une même cellule (110, 110', 210, 210'), la distance minimale entre ladite droite radiale (D) et celui des deux orifices (111a et 112a, 111a' et 112a', 211a et 212a, 211a' et 212a') qui est le plus proche de cette droite est supérieure à la largeur de chaque orifice.

30

4) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que, pour une même cellule (110, 110', 210, 210'), le ratio de cette distance

minimale sur la longueur de chacun desdits côtés de cellule radialement interne et externe (113 et 114, 113' et 114', 213 et 214, 213' et 214') est supérieur ou égal à 5 %.

- 5 5) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que, pour une même cellule (110, 110', 210, 210'), ce ratio est supérieur ou égal à 30 %.

- 10 6) Dispositif selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdits côtés (113 et 114, 113' et 114') de chaque cellule (110, 110') pourvus des orifices d'entrée/ sortie (111a et 112a, 111a' et 112a') correspondants sont symétriques l'un de l'autre par rapport à un axe de symétrie de cette cellule, le ou chaque anneau (103, 103') étant par exemple destiné à être entraîné indifféremment dans le sens horaire (A) pour un
15 écoulement du liquide à travers la cellule allant du côté radialement externe (114, 114') vers le côté radialement interne (113, 113'), ou bien dans le sens antihoraire (B) pour un écoulement du liquide en sens inverse.

- 20 7) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque cellule (110, 110') présente une forme sensiblement polygonale vue en section radiale, par exemple sensiblement rectangulaire ou hexagonale, ou bien sensiblement elliptique.

- 25 8) Dispositif selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdits côtés (213 et 214, 213' et 214') de chaque cellule (210, 210') pourvus des orifices d'entrée/ sortie (211a et 212a, 211a' et 212a') correspondants sont asymétriques l'un par rapport à l'autre, le ou chaque anneau (203, 203') étant par exemple destiné à être entraîné :

- 30 - seulement dans le sens horaire pour un écoulement du liquide à travers la cellule allant du côté radialement externe (214) vers le côté radialement interne (213), si ce côté interne présente une longueur supérieure à celle du côté externe, ou bien

- seulement dans le sens antihoraire pour un écoulement du liquide en sens inverse si ce côté interne (213') présente une longueur inférieure à celle du côté externe (214').

5 9) Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que chaque cellule (210, 210') présente une forme sensiblement trapézoïdale vue en section radiale, dont les grande et petite bases sont respectivement formées par lesdits côtés de cellule (213 et 214, 214' et 213') pourvus desdits orifices d'entrée/ sortie (211a et 212a, 212a' et 211a').

10 10) Dispositif selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une multitude desdits anneaux plats (3a, 103, 103', 203, 203').

15 11) Procédé de chromatographie de partage centrifuge d'un liquide à au moins deux phases mis en œuvre par un dispositif selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on choisit le sens de rotation du ou de chaque anneau (103, 103', 203, 203') autour dudit axe de rotation (X'X) en fonction du sens d'écoulement du liquide à travers chaque
20 cellule (110, 110', 210, 210'), de telle manière que l'on entraîne le ou chaque anneau dans le sens horaire (A) si le liquide s'écoule dudit côté de cellule radialement externe (114, 114', 214) vers ledit côté de cellule radialement interne (113, 113', 213) ou bien dans le sens antihoraire (B) si le liquide s'écoule en sens inverse, ou vice versa si lesdits orifices d'entrée/ sortie (111a
25 et 112a, 111a' et 112a', 211a et 212a, 211a' et 212a') de chaque cellule sont agencés de l'autre côté latéral de ladite droite radiale (D).

12) Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'on entraîne le ou chaque anneau (203) dans le sens horaire, si le liquide
30 s'écoule du côté radialement externe (214) vers le côté radialement interne (213) de chaque cellule (210) et si ce côté radialement interne présente une longueur supérieure à celle du côté radialement externe, ou inversement si

lesdits orifices d'entrée/ sortie (211a et 212a) de chaque cellule sont agencés de l'autre côté latéral de ladite droite radiale.

- 13) Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que
- 5 l'on entraîne le ou chaque anneau (203') dans le sens antihoraire, si le liquide s'écoule du côté radialement interne (213') vers le côté radialement externe (214') de chaque cellule (210') et si ce côté radialement interne présente une longueur inférieure à celle du côté radialement externe, ou inversement si
- 10 lesdits orifices d'entrée/ sortie (211a' et 212a') de chaque cellule sont agencés de l'autre côté latéral de ladite droite radiale.

2/5

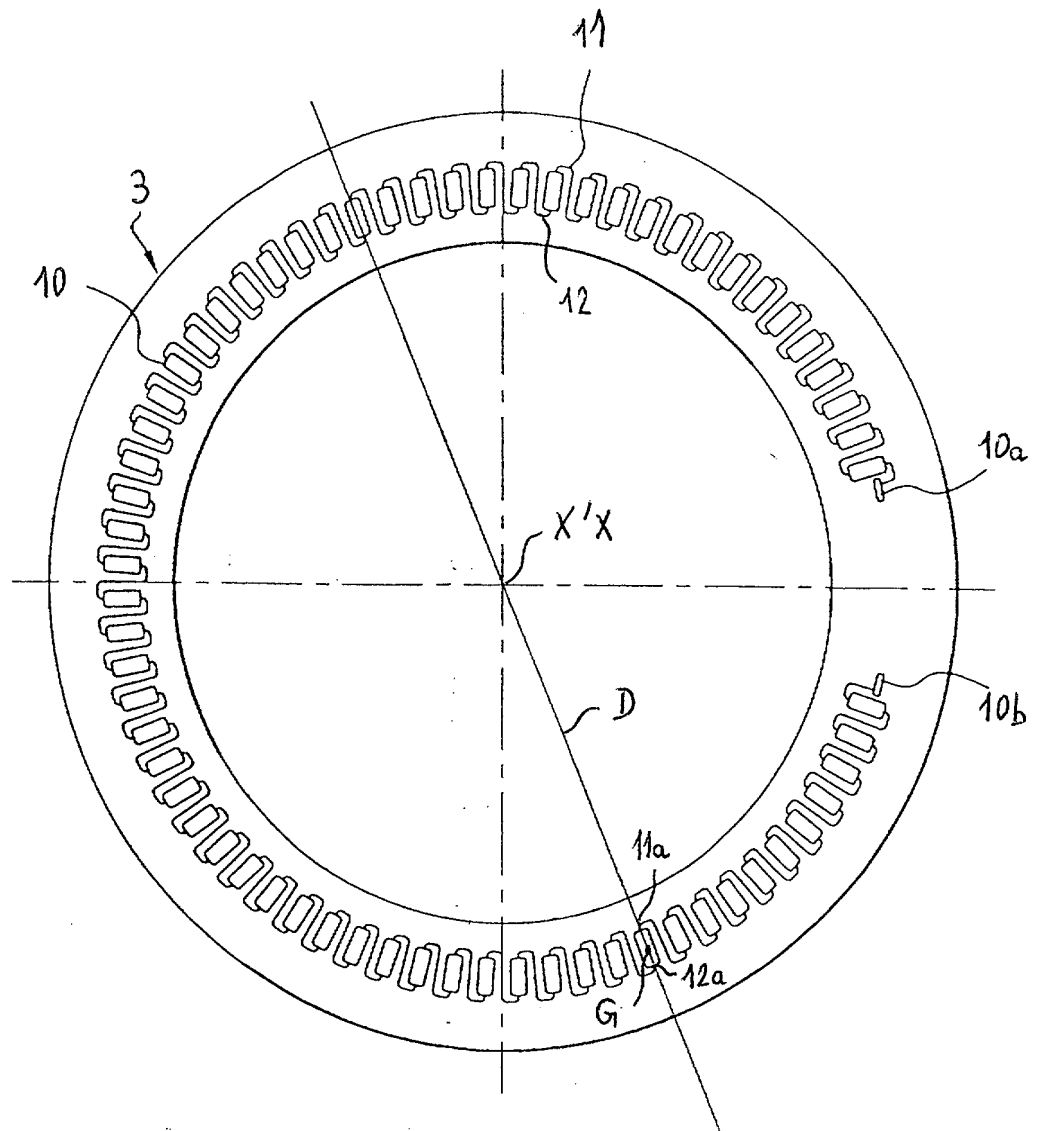


Fig. 2

3/5

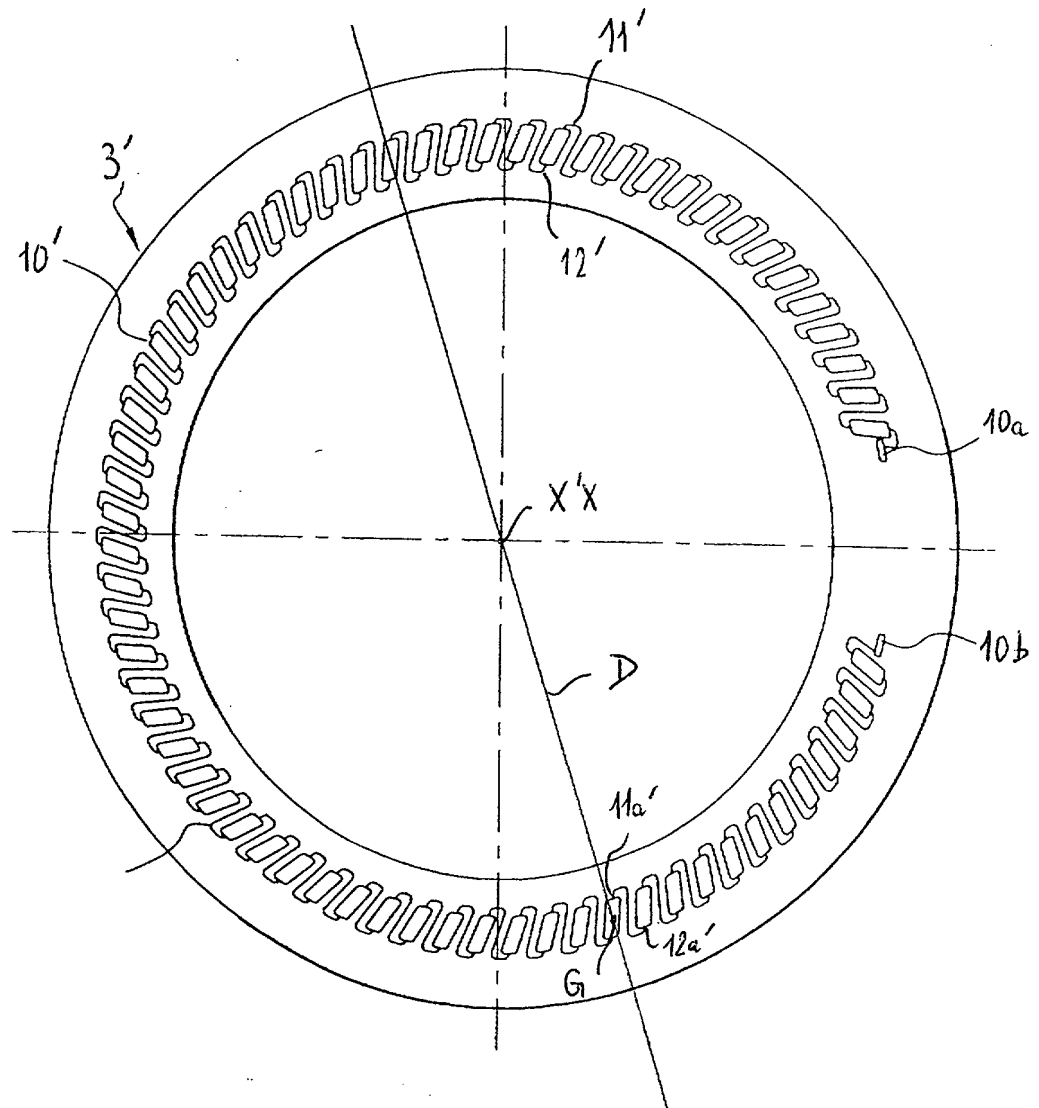


Fig. 3

4/5

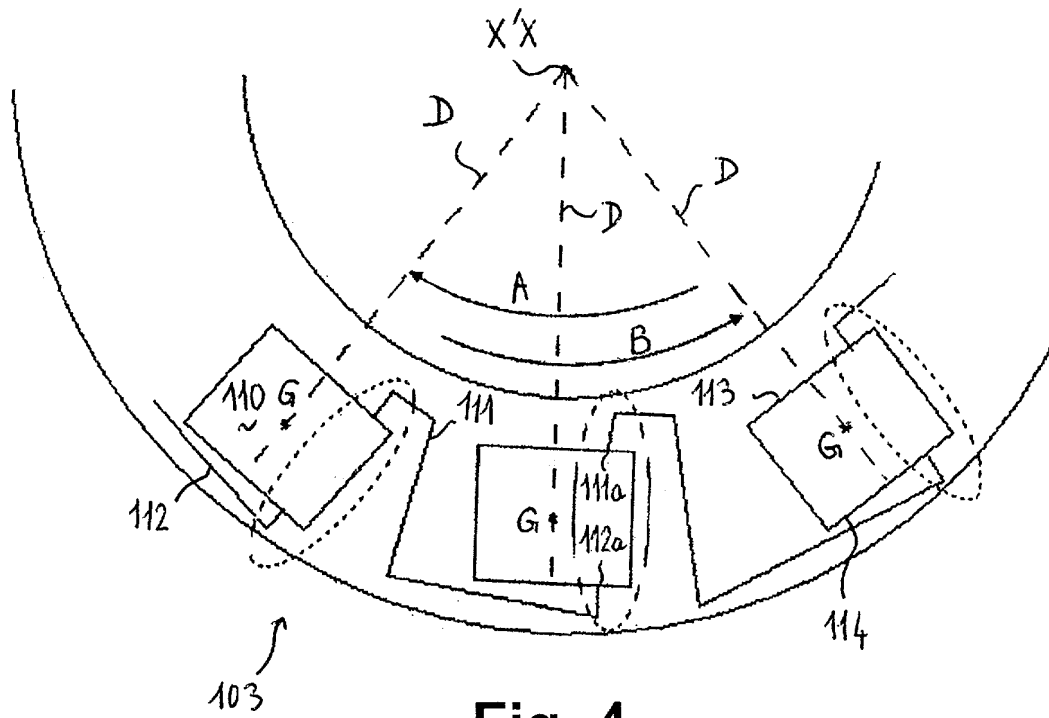


Fig. 4

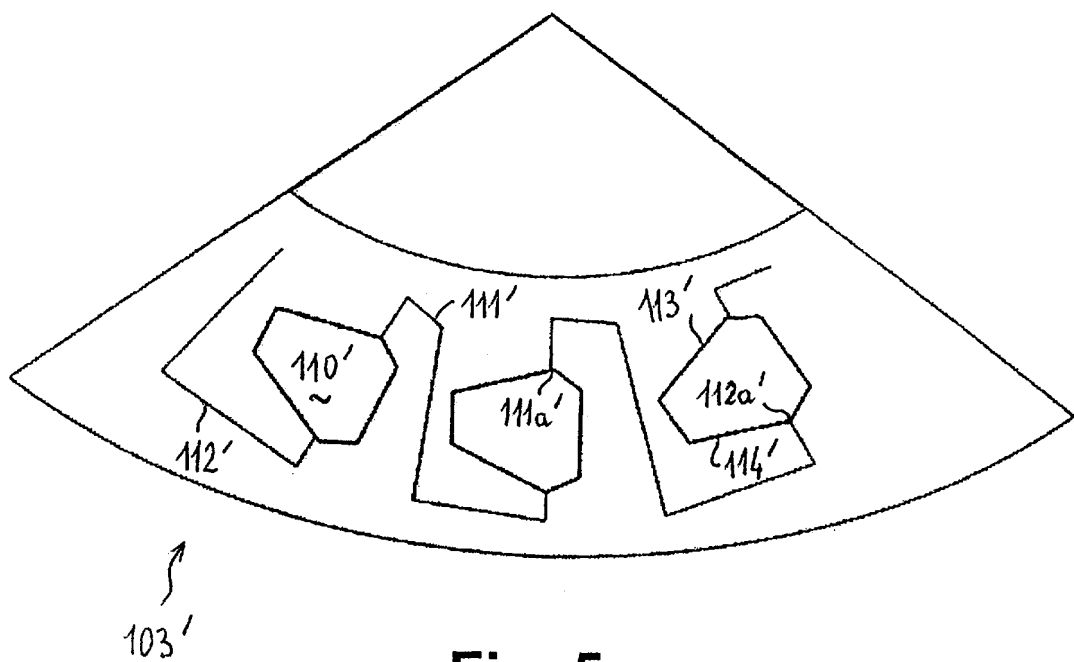


Fig. 5

5/5

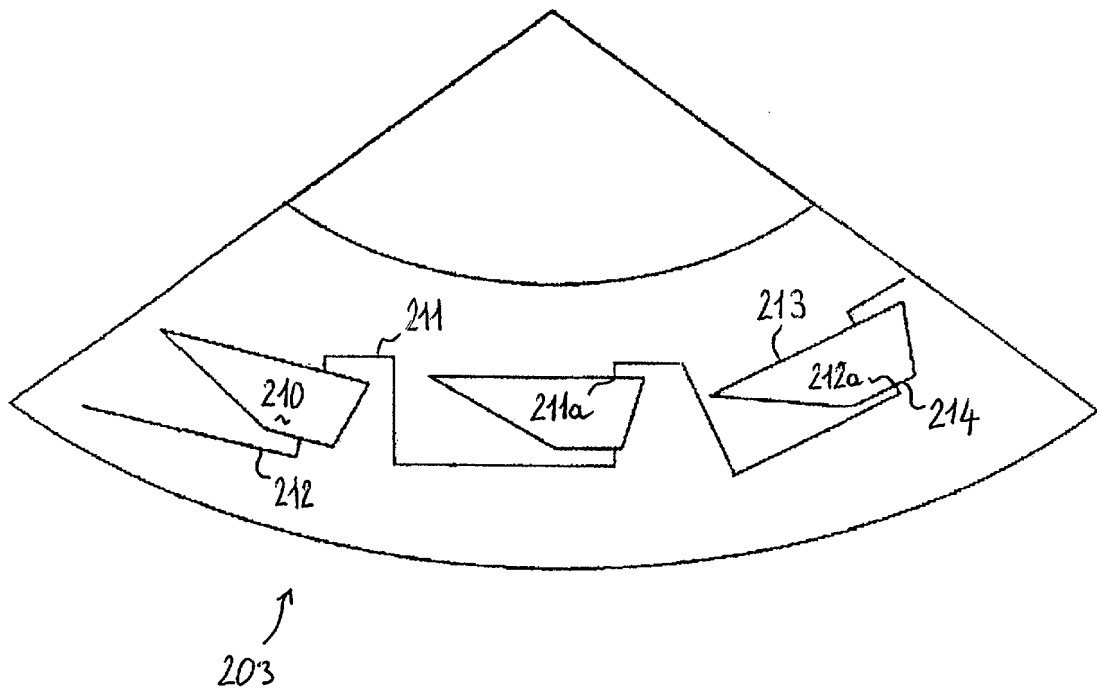


Fig. 6

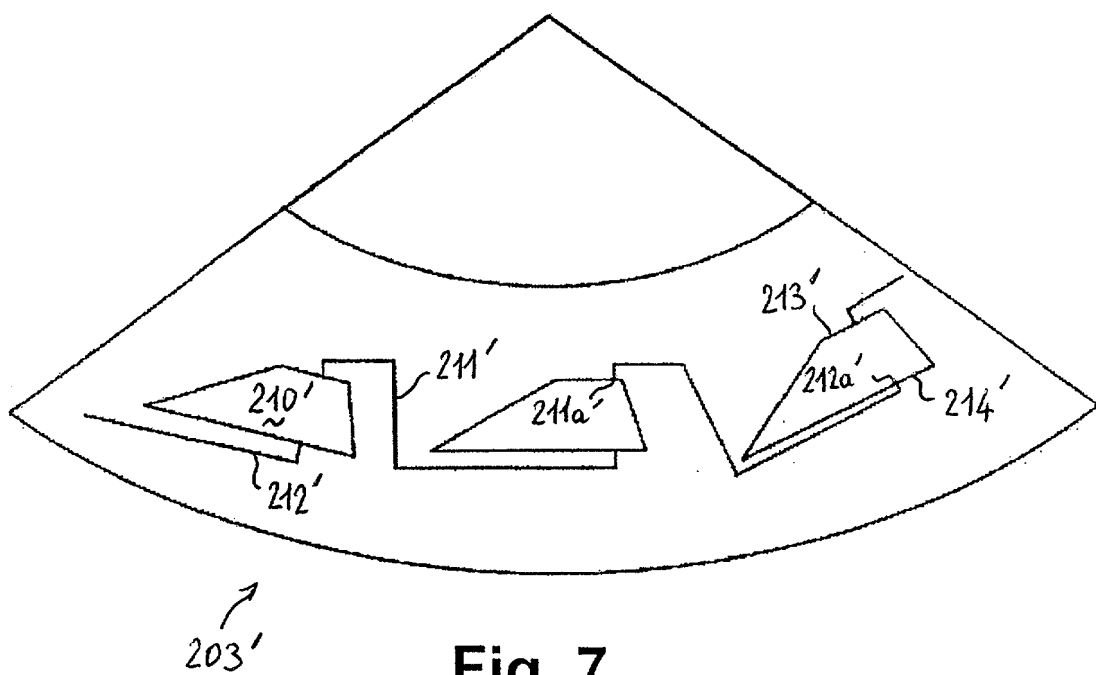


Fig. 7

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 701891
FR 0707975

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	IKEHATA J-I ET AL: "Effect of Coriolis force on counter-current chromatographic separation by centrifugal partition chromatography" JOURNAL OF CHROMATOGRAPHY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V. AMSTERDAM, NL, vol. 1025, no. 2, 6 février 2004 (2004-02-06), pages 169-175, XP004482094 ISSN: 0021-9673 * le document en entier * -----	1-13	B01D15/30 G01N30/42
D,A	FR 2 791 578 A (S E A B SOCIETES D ETUDES ET D [FR]) 6 octobre 2000 (2000-10-06) * revendications; figures * -----	1-13	
A	US 4 968 428 A (NUNOGAKI YOSHIKI [JP]) 6 novembre 1990 (1990-11-06) * le document en entier * -----	1-13	
A	JP 56 016868 A (SANKI ENG CO LTD) 18 février 1981 (1981-02-18) * abrégé; figures * -----	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B01D G01N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 mai 2008		Fourgeaud, Damien	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet 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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0707975 FA 701891

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-05-2008**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2791578	A	06-10-2000	AT 394667 T	15-05-2008
			AU 3664800 A	16-10-2000
			CA 2368514 A1	05-10-2000
			EP 1166100 A1	02-01-2002
			WO 0058722 A1	05-10-2000
			US 6537452 B1	25-03-2003

US 4968428	A	06-11-1990	AUCUN	

JP 56016868	A	18-02-1981	JP 1170946 C	17-10-1983
			JP 58001386 B	11-01-1983
