

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
23 octobre 2008 (23.10.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/125751 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B01D 15/18 (2006.01) **C07C 15/08** (2006.01)
C07C 7/12 (2006.01) **G01N 30/38** (2006.01)

(71) **Déposant** (pour tous les États désignés sauf US) : **IFP**
[FR/FR]; 1-4, avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil Mal-
maison Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/000204

(72) **Inventeurs; et**
(75) **Inventeurs/Déposants** (pour US seulement) : **HOTIER, Gérard** [FR/FR]; 39, av Berthelot, F-92500 Rueil Mal-
maison (FR). **LEFLAIVE, Philibert** [FR/FR]; 0008, rue
Joseph Brissaud, F-69780 Mions (FR). **LOURET, Sylvain**
[FR/FR]; 0032b, rue Lt. Colonel Girard, F-69003 Lyon
(FR). **AUGIER, Frédéric** [FR/FR]; 0029, av 8 Mai 1945,
F-69360 Saint Symphorien d'Ozon (FR).

(22) Date de dépôt international :
14 février 2008 (14.02.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

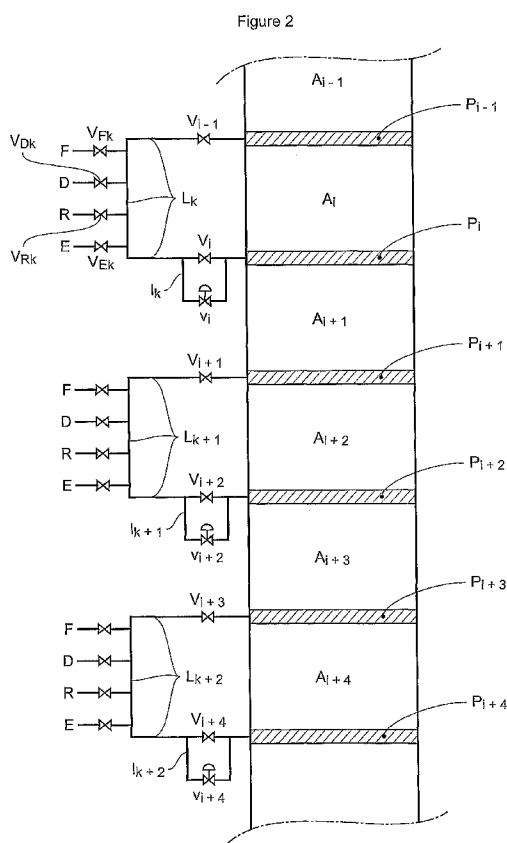
(30) Données relatives à la priorité :
07/01772 9 mars 2007 (09.03.2007) FR

(74) **Mandataire** : **ELMALEH, Alfred**; IFP, 1-4, avenue de
Bois Préau, F-92852 Rueil Malmaison Cedex (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR SEPARATION INTO SIMULATED MOBILE BED WITH REDUCED VALVE NUM-
BER AND DUCT VOLUME

(54) **Titre :** PROCEDE ET DISPOSITIF DE SEPARATION EN LIT MOBILE SIMULE A NOMBRE DE VANNES ET VOLUME
DE LIGNES REDUITS



(57) **Abstract:** The invention relates to a device for the adsorption separation into a simulated mobile bed that comprises a limited number of valves. According to the invention, the device includes a column with a plurality of sections S_k with 2 superimposed plates P_i with a unique distribution network, each section S_k including a main outer bypass duct L_k connected to each P_i of S_k by a plate valve V_i . Each duct L_k includes flow limiting means and is connected to each of the fluid networks via a single valve. Moreover, the tappings of the lines L_k on the column are offset by 20° at most inside S_k in order to limit the volume of the lines L_k and are offset by an average angle of between 70° and 110° between two adjacent sections S_k and S_{k+1} in order not to mechanically weaken the column. The trays preferably include DMEi,j plates with parallel sectors the direction of which varies from one plate to the other or by groups of two plates. The invention also relates to a separation method that uses this device in particular for separating paraxylene or metaxylene from an aromatic C8 cut.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un dispositif de séparation par adsorption en lit mobile simulé comprenant des vannes en nombre limité. Selon l'invention, le dispositif comprend une colonne avec une pluralité de tronçons S_k à 2 plateaux superposés P_i à réseau unique de distribution, chaque tronçon S_k comprenant une ligne de dérivation externe principale L_k connectée à chaque plateau P_i de S_k par une vanne de plateau V_i . Chaque ligne L_k comprend un moyen de limitation de débit, et est reliée à chacun des réseaux de fluides via une vanne unique. De plus, les piquages des lignes L_k sur la colonne sont décalés d'au plus 20° à l'intérieur de S_k , pour limiter le volume

[Suite sur la page suivante]

WO 2008/125751 A1



(81) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

des lignes Lk, et décalés d'un angle moyen compris entre 70° et 110° entre 2 tronçons voisins Sk et Sk+1 pour ne pas fragiliser mécaniquement la colonne. Les plateaux comprennent de préférence des panneaux DME_{i,j} à secteurs parallèles dont la direction varie plateau par plateau ou par groupe de 2 plateaux. L'invention concerne également un procédé de séparation utilisant ce dispositif, notamment pour la séparation du paraxylène ou du métaxylène à partir d'une coupe C8 aromatique.

PROCEDE ET DISPOSITIF DE SEPARATION EN LIT MOBILE SIMULE A NOMBRE DE VANNES ET VOLUME DE LIGNES REDUITS

Domaine de l'invention:

5 L'invention se rapporte au domaine des séparations de produits naturels ou chimiques, que l'on peut difficilement séparer par distillation. On utilise alors une famille de procédés, et de dispositifs associés, connus sous le nom de procédés, ou dispositifs de séparation « chromatographique », ou « en lit mobile simulé », ou « en contre-courant simulé », ou « en co-courant simulé », que nous désignerons ci-après par l'appellation « SMB ».

Les domaines concernés sont notamment, et de façon non exclusive :

- la séparation entre d'une part les paraffines normales et d'autre part les paraffines ramifiées, naphtènes, et aromatiques,
- la séparation oléfines / paraffines,
- 15 - la séparation du paraxylène des autres isomères en C8 aromatiques,
- la séparation du métaxylène des autres isomères en C8 aromatiques,
- la séparation de l'éthylbenzene des autres isomères en C8 aromatiques.

Hors raffinerie et complexe pétrochimique il existe de nombreuses autres applications parmi lesquelles on peut citer la séparation glucose / fructose, la
20 séparation des isomères de position du crésol, des isomères optiques etc...

Art antérieur :

La séparation chromatographique SMB est bien connue dans l'état de la technique. En règle générale, un lit mobile simulé comporte au moins trois zones chromatographiques, avantageusement quatre ou cinq, chacune de ces zones étant
25 constituée par au moins un lit ou une portion de colonne et comprise entre deux points successifs d'alimentation ou soutirage. Typiquement, on alimente au moins une charge F à fractionner et un désorbant D (parfois appelé éluant) et l'on soutire au moins un raffinat R et un extrait E. Les points d'alimentation et de soutirage sont
30 modifiés au cours du temps, typiquement décalés vers le bas d'un lit et ce de façon synchrone.

Plusieurs variantes avantageuses permettent d'améliorer le fonctionnement de ce type d'unité en faisant appel à des permutations asynchrones. De façon simplifiée, ces permutations asynchrones servent à compenser le(s) volume(s) mort de(s) la pompe(s) de recirculation, tel qu'indiqué dans le brevet US 5,578,215, à travailler
5 avec un débit de recyclage constant sur la pompe de recirculation de manière à éliminer les à-coup de débit et de pression, tel qu'indiqué dans le brevet US 5,762,806, ou enfin à opérer avec au moins deux zones chromatographiques dont chacune est équivalente à un nombre non entier de lits d'adsorbant. Cette dernière variante, tel qu'indiquée dans les brevets US 6,136,198, US 6,375,839, US
10 6,712,973, et US 6,413,419 est connue sous le nom de Varicol[®]. Naturellement, ces trois variantes peuvent être combinées.

Il est à noter qu'une vanne rotative multivoie mettant en communication d'une part les fluides entrants et sortants et d'autre part les lits disposés dans la ou les colonnes d'adsorption ne permet qu'une permutation de type synchrone. Pour des
15 permutations asynchrones, une pluralité de vannes tout ou rien est indispensable. Cet aspect technologique est exposé plus loin.

L'état de la technique décrit de façon approfondie différents dispositifs et procédés permettant d'effectuer la séparation de charges en lit mobile simulé. On peut citer notamment les brevets US 2,985,589, US 3,214,247, US 3,268,605, US
20 3,592,612, US 4,614,204, US 4,378,292, US 5,200,075, US 5,316,821. Ces brevets décrivent également en détail le fonctionnement d'un SMB.

Les dispositifs SMB comportent typiquement au moins une colonne (et souvent deux), des lits d'adsorbant Ai disposés dans cette colonne, séparés par des plateaux Pi à chambre(s) Ci de distribution et/ou d'extraction de fluides dans ou à partir des
25 différents lits d'adsorbant, et des moyens commandés de distribution et d'extraction séquentiels de fluides.

Chacun des plateaux Pi comprend typiquement une pluralité de panneaux distributeurs-mélangeurs-extracteurs ou « DME » alimentés par des lignes ou
30 « araignées de distribution/extraction ». Les plateaux peuvent être de tout type et de toute géométrie, notamment à panneaux formant des secteurs adjacents de la

section de la colonne, par exemple des panneaux à secteurs angulaires tels que présentés dans le brevet US 6,537,451 figure 8, qui sont à alimentation (araignée) symétrique, ou des secteurs parallèles tels que découpés dans une circonférence, ainsi qu'indiqué dans la demande publiée de brevet US 03/0,127,394, qui sont à
5 alimentation disymétrique. De façon préférée, la colonne de séparation comprend des plateaux à DME de type à secteurs parallèles et alimentations disymétriques (selon l'invention, on parlera indifféremment de panneaux ou de secteurs). De façon également préférée, l'adsorbant est installé en chargement dense. Ceci permet d'utiliser une plus grande quantité d'adsorbant dans une colonne donnée, et
10 d'accroître la pureté du produit recherché et/ou le débit de charge du SMB.

La distribution sur chacun des lits requiert une collecte du flux provenant du lit précédent (fluide principal circulant selon l'axe principal de la colonne), la possibilité d'y injecter un fluide annexe ou fluide secondaire tout en mélangeant le mieux
15 possible ces deux fluides, ou encore la possibilité de prélever une partie du fluide collecté, de l'extraire pour l'envoyer vers l'extérieur du dispositif et aussi de redistribuer un fluide sur le lit suivant.

Pour ce faire, on peut utiliser dans un plateau P_i des chambres $C_{i,k}$ de distribution (injection / extraction) qui peuvent être séparées ou communes avec des
20 chambres de mélange. On connaît des plateaux P_i à une ou plusieurs chambres, soit alimentées (ou soutirées) séparément par des fluides différents à un instant donné, soit alimentées (ou soutirées) simultanément et en parallèle par le même fluide à un instant donné. Dans le premier cas, on dit que le plateau est à plusieurs réseaux de distribution, alors qu'il est à réseau de distribution unique dans le second cas.
25 L'invention se rapporte exclusivement à un dispositif comprenant des plateaux à réseau de distribution unique.

De façon générale, on peut soit faire transiter l'intégralité du fluide ou flux principal dans la colonne selon un schéma décrit dans le brevet US 2,985,589, soit
30 faire ressortir une grande partie ou la totalité de ce flux vers l'extérieur selon un procédé décrit dans le brevet US 5,200,075.

Un problème générique de l'ensemble des dispositifs SMB est de minimiser la pollution générée par le liquide se trouvant dans les différentes zones et volumes des circuits d'alimentation et de soutirage de fluides des plateaux, lors des modifications des points d'alimentation et de soutirage au cours du fonctionnement du SMB. En effet, lorsque, au cours de la séquence de fonctionnement, une ligne, chambre, ou zone d'alimentation d'un plateau Pi n'est plus balayée par un fluide de procédé, elle devient une zone morte dans lequel le liquide stagne, et n'est remis en mouvement que lorsqu'un autre fluide de procédé y circule à nouveau. Comme, de par le fonctionnement du SMB, il s'agit alors d'un fluide de procédé qui est différent, le liquide de la zone morte est nécessairement déplacé par un liquide de composition notablement différente. Le mélange, ou la circulation à bref intervalle de temps de fluides de compositions notablement différentes introduit donc une perturbation par rapport au fonctionnement idéal, pour lequel les discontinuités de composition sont à proscrire.

Un autre problème peut résider dans les éventuelles recirculations entre différentes zones d'un même plateau, ce qui induit alors également une perturbation par rapport au fonctionnement idéal.

Pour résoudre ces problèmes liés aux recirculations et aux zones mortes, différentes techniques sont déjà connues de l'art antérieur :

a) Il a déjà été proposé de réaliser un balayage (on utilise souvent également le mot anglais « flush ») des lignes et zones mortes par notamment du désorbant ou du produit recherché, relativement pur. Cette technique permet effectivement d'éviter la pollution du produit désiré lors de son extraction. Toutefois, comme le liquide de balayage a typiquement une composition très différente du liquide qu'il déplace, cela introduit des discontinuités de composition préjudiciables au fonctionnement idéal. Cette première variante de balayage réalise typiquement des « balayages de courte durée à gradient de concentration élevé ». Ces balayages sont de courte durée pour limiter les effets des discontinuités de composition.

b) Une autre solution consiste, comme il est décrit dans le brevet US 5,972,224, à faire transiter une majorité du flux principal vers l'intérieur de la colonne et une minorité de ce flux vers l'extérieur, typiquement de 2 % à 20 % du flux, par des lignes de dérivation externes entre plateaux voisins. Ce balayage est

typiquement réalisé pendant la majorité du temps ou en continu, de telle sorte que les lignes et zones ne soient plus « mortes », mais balayées. Un tel système avec balayage via des lignes de dérivation est présenté à la figure 1 du brevet US 5,972,224 et repris de façon simplifiée à la figure 1 de la présente demande. Les

5 lignes de dérivation étant prévues pour un débit faible, elles peuvent être en conséquence de petit diamètre, et comprendre une vanne de petit diamètre, ce qui réduit le coût du système.

Un premier avantage d'un tel système est que les circuits d'injection et de prélèvement des fluides secondaires sont balayés par du liquide ayant une

10 composition très voisine du liquide déplacé puisque d'une part la dérivation provient du plateau voisin, et d'autre part qu'il y a balayage non pas ponctuel mais sensiblement continu. De plus, on détermine de préférence les débits dans les dériviati ons de façon à ce que la vitesse de transit dans chaque dérivation soit sensiblement la même que la vitesse d'avancement du gradient de concentration

15 dans le flux principal du SMB. Ainsi, d'une part on réalise un balayage des différentes lignes et capacités par un fluide qui a une composition sensiblement identique à celle du liquide qui s'y trouve, et d'autre part on réintroduit le liquide circulant dans une dérivation en un point où la composition du flux principal est sensiblement identique. Cette deuxième variante réalise donc des « balayages de

20 longue durée à gradient de concentration faible ou nul ».

Un second avantage de ce système à balayages de longue durée (hors périodes d'injection ou de soutirage), est qu'il permet de supprimer les effets de possibles recirculations entre zones d'un même plateau, dues à de petites différences de pertes de charge.

25 Pour ce qui concerne le fonctionnement d'un SMB, les moyens commandés de distribution et d'extraction de fluides d'un SMB sont typiquement de l'un des deux grands types suivants de technologie :

- soit, pour chaque plateau, une pluralité de vannes commandées tout ou rien pour

30 l'alimentation ou le soutirage des fluides, ces vannes étant typiquement situées au voisinage immédiat du plateau correspondant, et comprenant notamment, pour chaque plateau Pi au moins 4 vannes commandées tout ou rien à 2 voies pour

respectivement les alimentations des fluides F et D et les soutirages des fluides E et R.

- soit une vanne rotative multi-voies pour l'alimentation ou le soutirage des fluides sur l'ensemble des plateaux.

- 5 La première technologie utilise des vannes à 2 voies, ce qui permet une fabrication standard en série conduisant à une fiabilité accrue et à un coût unitaire relativement faible. La seconde technologie n'utilise qu'une vanne unique, mais cette vanne unique est multivoies, et nécessairement de construction spéciale, de grande dimension et de complexité élevée. De plus cette seconde technologie exclut la
- 10 possibilité de permutations asynchrones, comme dans les dispositif Varicol.

L'invention se rattache aux SMB utilisant des vannes conventionnelles à 2 voies, c'est-à-dire utilisant la première des deux technologies décrites ci-dessus. Elle concerne en particulier un dispositif perfectionné de séparation en lit mobile simulé comprenant une pluralité de vannes tout ou rien à 2 voies, mais en nombre réduit

15 par rapport à l'art antérieur. Elle est utilisable aussi bien pour un SMB à permutations synchrones que pour un SMB à permutations asynchrones, par exemple un Varicol.

Description simplifiée de l'invention :

L'invention concerne un dispositif perfectionné de séparation en lit mobile simulé appartenant au grand type technologique des SMB utilisant une pluralité de vannes

20 commandées tout ou rien à 2 voies, typiquement des vannes standard fabriquées en série à coût réduit pour un niveau de qualité (étanchéité / fiabilité) élevé requis.

L'un des buts essentiels de l'invention est de réduire l'inconvénient relatif de ce type de SMB qui est de requérir un nombre élevé de vannes commandées à 2 voies.

25 L'invention permet de réduire le nombre de ces vannes, tout en conservant l'avantage de pouvoir mettre en oeuvre un balayage efficace des zones mortes du type «de longue durée à gradient de concentration faible ou nul ».

Un autre but de l'invention est de présenter un dispositif qui nécessite un nombre de vannes à 2 voies réduit sans que ces vannes aient une fréquence d'ouverture

30 fermeture / augmentée par rapport à la solution de l'art antérieur, ce qui compte tenu

du nombre réduit de vannes limite les risques statistiques de dysfonctionnement et accroît donc la fiabilité du système.

De plus, une variante préférée du dispositif permet de réduire encore le nombre de vannes de grand diamètre qui permettent la circulation des principaux fluides du SMB à leur débit nominal.

Le dispositif selon l'invention peut être mis en oeuvre sur des installations neuves mais est également compatible avec diverses installations existantes sur lesquelles il peut être installé en réalisant des modifications limitées. Il est aussi compatible avec divers types et géométries de plateaux P_i , par exemple des plateaux à panneaux à secteurs angulaires ou bien à secteurs parallèles, dans la mesure où ces plateaux (ou la majorité d'entre eux) sont du type à réseau de distribution unique.

Il a donc été trouvé un moyen permettant de réduire sensiblement le nombre des vannes commandées principales, correspondant aux entrées sorties des fluides de procédé du SMB : Dans l'art antérieur, il y a pour chaque plateau au moins un jeu de 4 vannes principales de réseau pour les alimentations / soutirages de F, D, R, E. Ce nombre est encore augmenté si l'on a plus de 4 fluides, par exemple si l'on a 2 raffinats R1, R2 ou bien si l'on utilise un reflux RE riche en produit recherché. Les lignes de dérivation, de petit diamètre, ne sont dans l'art antérieur que des lignes annexes qui ne sont pas empruntées par les fluides F, D, R, E (E1) (E2) (RE) à leur débit nominal d'alimentation ou de soutirage.

Selon l'invention, on regroupe la colonne, ou la partie principale de cette colonne en tronçons Sk superposés, chaque tronçon Sk comportant 2 lits d'adsorbants et 2 plateaux, et comprenant une ligne de dérivation L_k . Contrairement à l'art antérieur, la ligne L_k est empruntée par les fluides du SMB à leur débit nominal et l'on utilise un seul jeu de vannes principales de réseau (d'alimentation ou soutirage) par tronçon de colonne (et non par plateau comme dans l'art antérieur), ces vannes étant raccordées à la ligne de dérivation L_k de façon à permettre la circulation de ces fluides via L_k . Selon l'invention, on prévoit également des "vannes de plateau" et des moyens de limiter les débits de fluide de dérivation, mais le nombre total de vannes demeure sensiblement réduit, comme il sera explicité ci-après.

Enfin, selon une disposition caractéristique du dispositif selon l'invention, les piquages des lignes L_k sur la colonne sont décalés d'au plus 20° à l'intérieur de Sk ,

pour limiter la longueur et le volume des lignes L_k , et décalés d'un angle moyen compris entre 70° et 110° entre 2 tronçons voisins Sk et $Sk+1$ pour ne pas fragiliser mécaniquement la colonne. Les plateaux comprennent de préférence des panneaux $DME_{i,j}$ à secteurs parallèles dont la direction varie plateau par plateau ou par groupe de 2 plateaux.

L'invention concerne également un procédé de séparation SMB utilisant le dispositif ainsi décrit, notamment pour la séparation du paraxylène ou du métaxylène à partir d'une charge d'hydrocarbures aromatiques à 8 atomes de carbone.

L'invention concerne également l'utilisation du dispositif ainsi décrit pour la séparation d'un aromatique à partir d'une coupe d'aromatiques ayant le même nombre d'atomes de carbone.

Description détaillée de l'invention:

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et en consultant les figures 1 (art antérieur) et les figures 2 à 6b (dispositif ou parties du dispositif selon l'invention).

Pour réaliser l'un des buts précités, il est donc proposé selon l'invention un dispositif permettant de séparer au moins un composé recherché à partir d'un mélange comprenant ce composé par adsorption en lit mobile simulé comportant :

au moins une colonne divisée en une pluralité de lits d'adsorbants A_i séparés par des plateaux distributeurs/extracteurs P_i pour l'alimentation et l'extraction séquentielles d'au moins deux fluides d'alimentation : une charge F et un désorbant D , et d'au moins deux fluides soutirés : un raffinat R et un extrait E , P_i étant disposé entre le lit A_i , et le lit immédiatement inférieur A_{i+1} ,

le dispositif comprenant également au moins un réseau F-Net de charge, un réseau D-Net de désorbant, un réseau R-Net de raffinat et un réseau E-Net d'extrait, chacun de ces réseaux étant relié à la colonne par une pluralité de lignes intermédiaires comprenant des vannes de sectionnement commandées à 2 voies, appelées vannes de réseau, pour l'alimentation ou le soutirage séquentiels des fluides F , D , R , E ,

dans lequel la colonne est divisée, sur la plus grande partie au moins de sa hauteur en une pluralité de tronçons superposés adjacents Sk , chaque tronçon Sk étant constitué par un tronçon de colonne comprenant essentiellement un groupe de 2 lits d'adsorbant successifs et les deux plateaux distributeurs/extracteurs Pi qui sont
5 disposés immédiatement en dessous de ces lits d'adsorbant successifs (Sk comprenant exactement 2 lits et 2 plateaux, et évidemment également le tronçon de la virole de la colonne correspondant),

chacun des plateaux distributeurs/extracteurs Pi de chacun des secteurs Sk utilise un réseau unique commun pour l'alimentation et le soutirage séquentiels des fluides
10 F, D, R, E ,

les plateaux Pi de chaque tronçon Sk sont reliés entre eux par une ligne de dérivation externe Lk connectée à chaque plateau Pi de Sk par un embout comprenant une vanne de sectionnement commandée à 2 voies unique propre au plateau Pi , appelée vanne de plateau Vi , pour l'alimentation ou le soutirage
15 séquentiels des fluides F, D, R, E dans ou à partir de Pi ,

chacune des dites lignes de dérivation Lk comprend au moins un moyen commandé de limitation du débit circulant dans Lk (tel qu'un ensemble vanne commandée + débitmètre + système de commande de la vanne) qui est soit installé sur la ligne Lk soit en dérivation autour d'une vanne de plateau Vi d'un plateau Pi de Sk ,

20 dans lequel la ligne de dérivation Lk de chacun des tronçons Sk est reliée à chacun des réseaux F -Net, D -Net, R -Net et E -Net via une ligne unique comprenant une vanne de réseau unique, respectivement $V_{Fk}, V_{Dk}, V_{Rk}, V_{Ek}$ pour l'alimentation ou le soutirage séquentiel du fluide correspondant F, D, R ou E vers ou à partir du tronçon Sk considéré,

25 ce dispositif comprenant au moins 2 tronçons superposés adjacents Sk et $Sk+1$, Sk comprenant les plateaux $Pi-1$ et Pi reliés par une ligne de dérivation externe Lk raccordée à la colonne par deux embouts comprenant respectivement les vannes de plateau $Vi-1$ et Vi , et $Sk+1$ comprenant les plateaux $Pi+1$ et $Pi+2$ reliés par une ligne de dérivation externe $Lk+1$ raccordée à la colonne par deux embouts comprenant
30 respectivement les vannes de plateau $Vi+1$ et $Vi+2$,

et dans lequel les deux embouts de Sk sur la colonne présentent entre eux un décalage angulaire par rapport à l'axe de la colonne qui est nul ou inférieur ou égal à

20°, les deux embouts de $Sk+1$ sur la colonne présentent entre eux un décalage angulaire par rapport à l'axe de la colonne qui est nul ou inférieur ou égal à 20°, et les embouts de Sk présentent avec les embouts de $Sk+1$ un décalage angulaire moyen compris entre 70° et 110°.

5

Contrairement au dispositif selon l'art antérieur, le dispositif selon l'invention permet d'utiliser la ligne de dérivation L_k pour la circulation des fluides F , D , R , E alimentés au SMB et soutirés du SMB au niveau du tronçon Sk , via un jeu unique de vannes de réseau correspondantes, au lieu d'un jeu de vannes de réseau par plateau P_i comme selon l'art antérieur. Ceci permet une réduction sensible du nombre global de vannes commandées, même en tenant compte de l'ajout de vannes supplémentaires, à savoir les vannes de plateau V_i .

10

Les vannes commandées précitées: vannes de réseau et vannes de plateau V_i sont typiquement des vannes de haute qualité (fiabilité, étanchéité, durée de vie) réalisant le fonctionnement séquentiel du SMB.

15

De façon plus générale, toutes les vannes commandées assurant le fonctionnement séquentiel du SMB : vannes de réseau, vannes V_i de plateau, et aussi vannes des moyens commandés de limitation du débit circulant dans L_k doivent être considérées selon l'invention comme les vannes "principales" du SMB, reliées à la colonne et commandées par le système de commande du fonctionnement séquentiel du SMB (ordinateur, automate programmable ou autre système équivalent).

20

Certaines vannes principales du fonctionnement séquentiel du SMB ont été mentionnées précédemment comme étant uniques selon l'invention : V_i pour chaque plateau P_i ; jeu unique de vannes de réseau V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} pour chaque tronçon Sk . On ne sortirait cependant pas du cadre de l'invention si l'on utilisait en sus d'autres vannes telles que des vannes secondaires d'isolement occasionnel, typiquement de qualité bien inférieure, commandées ou non, mais ne participant pas au fonctionnement séquentiel du SMB et permettant par exemple le démontage d'un équipement quelconque: pompe ou vanne principale utilisée pour le fonctionnement séquentiel etc....

30

Typiquement, la ligne de dérivation L_k , qui est utilisée pour le transit de tous les fluides F , D , R , E à leur débit nominal n'est plus, dans le dispositif selon l'invention,

une petite ligne annexe comme dans l'art antérieur, mais a généralement un diamètre intérieur au moins égal au plus grand diamètre d'ouverture des vannes de réseau reliées à Lk, de façon à pouvoir faire circuler les fluides F, D, R, E sans limitation de capacité.

- 5 Du fait de l'utilisation de lignes de dérivation Lk aptes à véhiculer des débits importants, on utilise avantageusement des moyens commandés de limitation du débit afin de réaliser les circulations en dérivation à faible débit (typiquement de 2 à 20% du débit circulant dans la colonne). Le terme "circulation en dérivation" signifie ici qu'une fraction (faible) du débit circulant dans la colonne est soutirée d'un plateau et réintroduite sur un autre plateau du même tronçon Sk. Le terme moyens commandés s'applique typiquement à une vanne commandée, typiquement au moyen d'une chaîne de régulation, à partir de l'information fournie par un débitmètre. On peut à cet effet utiliser une vanne de régulation de débit installée directement sur la ligne Lk. Cette vanne est alors typiquement une vanne à ouverture progressive et
- 10 non une vanne commandée tout ou rien (ayant seulement 2 positions possibles : pleine ouverture et fermeture).

Cependant, selon une variante préférée de l'invention, au moins une, ou de préférence chacune des dites lignes de dérivation Lk comprend un moyen commandé de limitation du débit circulant dans Lk, qui n'est pas installé directement sur Lk mais en dérivation autour d'une vanne de plateau Vi d'un plateau Pi de Sk, sur une petite dérivation secondaire l_k . Ce moyen est généralement une vanne commandée vi de plus petit diamètre d'ouverture que celui de Vi, par exemple de diamètre d'ouverture au plus égal à 60%, ou à 50% de celui de Vi, par exemple compris entre 10% et 50% du diamètre d'ouverture de Vi. Lorsqu'on veut effectuer un balayage interne en dérivation de Lk et limiter ce débit interne en dérivation (circulant d'un plateau de Sk vers un autre plateau de Sk), on laisse la vanne de plateau Vi fermée et l'on ouvre la petite vanne vi en dérivation autour de Vi. Ainsi, l'utilisation d'une petite dérivation secondaire l_k autour d'une des vannes de plateau Vi (typiquement la vanne Vi du plateau Pi inférieur de Sk) permet d'utiliser une vanne

20 de plus petit diamètre d'ouverture que si le moyen de limitation de débit est une vanne disposée sur la ligne de dérivation principale Lk, qui est de relativement plus

25

30

grand diamètre du fait que Lk doit permettre la circulation des fluides F, D, R, E à leur débit nominal.

Selon l'invention, l'embout comprenant Vi doit être interprété comme ne comprenant pas la petite dérivation secondaire l_k autour de Vi, ni la petite vanne v_i disposée sur l_k . Cet embout comprend donc bien une vanne unique Vi permettant la circulation des fluides principaux F, D, R, E.

La définition d'un tronçon Sk doit être précisée dans le cas du fond de la colonne. En effet, il n'y a typiquement pas de plateau Pn en dessous du lit d'adsorbant An disposé en fond de colonne, car il n'y a pas de nécessité de distribuer les fluides dans un lit immédiatement inférieur. Aussi, selon l'invention, on considère dans ce cas que le plateau Pn manquant est remplacé par la ligne de sortie inférieure de la colonne, typiquement reliée soit à l'entrée de la même colonne, via une pompe de recirculation, soit à la tête d'une deuxième colonne de séparation.

De préférence, la colonne entière (à l'exception du plateau de tête, exclu par la définition choisie du mot tronçon) est constituée par les tronçons superposés adjacents Sk.

Elle peut aussi être sensiblement constituée par une association de tronçons à 2 lits et 2 plateaux et d'un ou plusieurs tronçons à 3 lits et 3 plateaux. Enfin, selon une variante non préférée, on peut aussi utiliser des tronçons Sk à 2 lits et 2 plateaux selon l'invention et un ou quelques plateaux individuels Pi alimentés selon l'art antérieur, tel qu'il est notamment représenté en figure 1.

L'invention, décrite précédemment dans le cas de 4 réseaux de fluides F, D, R, E est aussi utilisable de façon similaire lorsqu'il y a non pas 4, mais 5 ou 6 réseaux de fluides, par exemple en utilisant 2 raffinats R1, R2 et/ou un reflux RE de produit riche en produit recherché. Il y a alors 5 ou 6 vannes de réseau par tronçon Sk et ligne Lk.

Le dispositif selon l'invention conduit également à limiter les longueurs des lignes de dérivation externes Lk et Lk+1 puisque les embouts de raccordement (ou piquages,

un embout étant aussi un piquage sur la colonne) de chacune de ces lignes sont superposés, ou à décalage angulaire faible (au plus 20°). Ceci est favorable du point de vue de la limitation des volumes intérieurs de lignes qu'il faut balayer lorsqu'on change de fluide alimenté/extrait. Le dispositif permet toutefois grâce à un décalage angulaire moyen important, compris entre 70° et 110° entre les embouts de deux tronçons adjacents superposés Sk et $Sk+1$ d'éviter de fragiliser mécaniquement la colonne par une accumulation de piquages sensiblement superposés sur une même génératrice de la colonne.

10 Selon l'invention, le terme orientation d'un embout, ou piquage s'applique à la droite orientée, partant du centre du plateau, sur l'axe de la colonne, et dirigée vers cet embout (à son point de raccordement avec la colonne). Par définition, le décalage angulaire entre deux orientations d'embouts (pour deux plateaux différents) est le plus petit angle formé par les orientations des embouts de ces deux plateaux, en
15 projection sur le même plan horizontal de référence. Il s'agit donc d'un angle toujours compris dans l'intervalle $[0^\circ - 180^\circ]$. L'orientation moyenne de deux embouts (pour un ensemble de deux plateaux différents) présentant un décalage angulaire d'un angle $\alpha < 180^\circ$, est par définition l'orientation médiane, correspondant à un décalage angulaire de $\alpha / 2$ par rapport aux deux orientations des embouts
20 considérés. Le décalage angulaire moyen entre les embouts de deux tronçons Sk et $Sk+1$ est le décalage angulaire des orientations moyennes des embouts de ces deux tronçons.

Typiquement, la colonne entière, à l'exception de la tête de colonne comprenant le plateau de tête, et optionnellement du fond de colonne comprenant le lit inférieur
25 et/ou le plateau inférieur, est constituée par une pluralité de tronçons superposés à 2 plateaux, dans laquelle les deux embouts d'un même tronçon Sk présentent entre eux un décalage angulaire par rapport à l'axe de la colonne nul ou inférieur ou égal à 20° , et deux tronçons adjacents superposés quelconques présentent entre eux un décalage angulaire moyen de leurs embouts compris entre 70° et 110° .

30 Le plateau inférieur peut aussi appartenir à un tronçon Sk , avec raccordement de Lk en point bas à la ligne de sortie de colonne (et non plus à la colonne), et présenter alors de préférence les mêmes caractéristiques de décalage angulaire entre ses

deux piquages (nul ou inférieur ou égal à 20°), ainsi qu'un décalage angulaire moyen de ces piquages par rapport à ceux du tronçon Sk-1 immédiatement supérieur, qui est typiquement compris entre 70° et 110° .

- 5 De préférence, les embouts d'un tronçon Sk quelconque présentent entre eux un décalage angulaire sensiblement nul, et deux tronçons adjacents superposés quelconques présentent entre eux un décalage angulaire moyen de leurs embouts de sensiblement 90° . Dans ce cas, les lignes de dérivation Lk sont typiquement parallèles à une génératrice de la colonne, et donc de longueur minimale.

10

Selon une autre caractéristique préférée de l'invention, on utilise les décalages angulaires des piquages pour changer l'orientation des panneaux DME_{i,j} à secteurs parallèles composant typiquement les plateaux. Ce changement de direction des panneaux à secteurs parallèles (ou d'orientation des panneaux) permet de limiter les

15 hétérogénéités locales de circulation des fluides dues à la géométrie des plateaux et à leur système d'alimentation / extraction : En évitant une orientation uniforme des panneaux, et en changeant au contraire leur orientation, de préférence d'un angle voisin de 90° , on évite un cumul des effets des hétérogénéités de circulation le long de la colonne. Par exemple une circulation moindre au niveau d'une zone locale d'un

20 plateau sera partiellement ou totalement compensée par une zone de circulation accrue d'un plateau inférieur située dans la même partie de la colonne. Ceci tend à égaliser les fronts d'adsorption des produits sur une section de la colonne.

Selon l'invention, le terme "direction des secteurs parallèles" s'applique à la droite, non orientée dans un sens ou dans l'autre, située dans un plan horizontal de

25 référence, qui est parallèle aux secteurs considérés et passe par l'axe de la colonne. Par définition, le décalage angulaire entre deux directions (ou orientations) de panneaux à secteurs parallèles (de deux plateaux différents) est le plus petit angle formé par les directions des secteurs parallèles de ces deux plateaux, en projection sur le même plan horizontal de référence. Il s'agit donc d'un angle toujours compris

30 dans l'intervalle $[0^\circ - 90^\circ]$.

La direction (ou orientation) moyenne de secteurs parallèles de deux plateaux différents dont l'une des directions est décalée d'un angle $\alpha < 90^\circ$ par rapport à l'autre, est par définition la direction médiane, correspondant à un angle décalé de $\alpha / 2$ par rapport aux deux directions considérées.

5

Ainsi, selon une première variante de conception des plateaux du dispositif, chaque plateau P_i d'un tronçon Sk est subdivisé en une pluralité de panneaux $DME_{i,j}$ à secteurs parallèles à une direction, raccordés à un embout unique (EMI) pour l'alimentation des fluides d'alimentation et l'extraction des fluides soutirés, et pour tout plateau d'un tronçon Sk , les directions des panneaux à secteurs parallèles des plateaux d'un même tronçon Sk présentent un décalage angulaire nul ou inférieur ou égal à 20° , et la direction moyenne des panneaux à secteurs parallèles des plateaux d'un tronçon Sk présente un décalage angulaire compris entre 70° et 90° bornes comprises par rapport à celle des panneaux d'un tronçon voisin $Sk+1$ ou $Sk-1$.

10

15

La direction des secteurs parallèles de ce plateau présente de préférence un décalage angulaire constant avec l'embout raccordé à ce plateau, ce décalage constant étant typiquement soit sensiblement nul soit sensiblement égal à 90° .

20

Selon cette variante, les directions des panneaux $DME_{i,j}$ à secteurs parallèles des plateaux d'un même tronçon Sk sont donc sensiblement voisines ou identiques (à au plus 20° de décalage). A contrario, les directions moyennes des panneaux à secteurs parallèles des plateaux changent d'un angle compris entre 70° et 90° lorsqu'on passe d'un tronçon Sk à un tronçon adjacent. Il y a donc un changement important de direction (voisin de 90°) des panneaux, 2 plateaux par 2 plateaux (tronçon par tronçon).

25

Selon une seconde variante de conception des plateaux et du dispositif, chaque plateau P_i d'un tronçon Sk est subdivisé en une pluralité de secteurs parallèles à une direction, raccordés à un embout unique pour l'alimentation des fluides d'alimentation et l'extraction des fluides soutirés, et, pour chaque ensemble de deux plateaux superposés adjacents appartenant à un même tronçon Sk ou à deux tronçons superposés, la direction des panneaux à secteurs parallèles de l'un des

30

plateaux présente un décalage angulaire compris entre 70° et 90° , bornes comprises, avec la direction des secteurs parallèles de l'autre plateau.

5 Selon cette variante, les directions des secteurs parallèles des deux plateaux d'un même tronçon S_k sont sensiblement décalées de 90° , et ce même décalage existe lorsqu'on passe du plateau inférieur de S_k au plateau inférieur adjacent appartenant au tronçon inférieur S_{k+1} . Les alternances de direction des secteurs parallèles se produisent donc dans ce cas à chaque plateau, et non plus à chaque groupe de 2
10 plateaux (à chaque tronçon), ce qui augmente les alternances de direction des secteurs. Par contre, comme les 2 embouts ont un décalage angulaire faible ou nul à l'intérieur d'un même tronçon, ce changement de direction nécessite alors deux conceptions différentes de plateau, avec des orientations de secteurs décalées de 90° , comme il sera explicité lors de la description des figures.

15 Typiquement, la ligne de dérivation L_k a un diamètre intérieur au moins égal au plus grand diamètre d'ouverture des vannes de réseau reliées à L_k . Ainsi, le diamètre de L_k ne constitue pas une limitation de débit par rapport au diamètre d'ouverture des vannes de réseau connectées directement à L_k .

20 Comme déjà mentionné, le SMB peut fonctionner avec un reflux RE, comprenant de l'extrait, ou typiquement riche en produit recherché obtenu en distillant l'extrait pour éliminer le désorbant (comprenant plus de 50%, ou même 90% voire 99% de produit recherché). De préférence, le dispositif selon l'invention comprend alors un réseau d'alimentation séquentielle RE-Net du reflux RE, ce réseau étant relié à chacun des secteurs S_k via une ligne unique de grand diamètre. Ainsi, le réseau du reflux est
25 raccordé de façon identique à ceux des autres fluides de procédé F, D, R, E.

De façon analogue, le SMB peut aussi fonctionner avec un soutirage séquentiel d'un second raffinat R2, et dans ce cas, le dispositif selon l'invention comprend de préférence un réseau R2-Net relié à chacun des secteurs S_k via une ligne unique de
30 grand diamètre comprenant une vanne de réseau unique qui est aussi de grand diamètre. Ainsi, le réseau du second raffinat est raccordé de façon identique à ceux des autres fluides de procédé F, D, R, E, (RE).

L'invention concerne également un procédé de séparation utilisant le dispositif décrit précédemment, dans lequel au cours d'un cycle on utilise séquentiellement chacune des lignes Lk pour la circulation à leur débit nominal des fluides F, D, R, E, vers ou à partir de chacun des plateaux Pi de Sk via en série la vanne de plateau Pi et l'une
5 des vannes de réseau V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , et dans lequel Lk est empruntée par chacun des fluides F, D, R, E sur la totalité de sa longueur au cours d'un cycle.

Généralement, on réalise un balayage interne d'une partie au moins de chacune des lignes de dérivation Lk lorsque aucune vanne de réseau reliée à Lk n'est ouverte et
10 l'on stoppe tout balayage interne de Lk lorsque qu'une vanne de réseau reliée à Lk est ouverte.

De préférence, on réalise un balayage interne de Lk à partir du plateau Pi situé en position supérieure dans Sk et vers le plateau Pi+1 ou Pi+2 qui est situé en position
15 inférieure dans Sk, dans toute période de temps où Sk n'est pas relié à l'un des réseaux fluides, et qui se trouve immédiatement avant une période où l'une des vannes de réseaux reliées à Sk est ouverte pour l'alimentation ou le soutirage de l'un des fluides vers ou à partir du plateau Pi. Ce balayage interne conduit à l'ouverture de Vi dans la période précédant une période d'alimentation ou de soutirage du
20 plateau Pi (ce qui requiert aussi l'ouverture de Vi) et évite un mouvement d'ouverture ou fermeture de Vi entre ces périodes consécutives. La réduction du nombre de mouvements de vannes réduit l'usure de ces vannes et accroît la fiabilité du dispositif et du procédé associé.

Généralement, on réalise des balayages internes d'au moins deux et souvent de la totalité des lignes de dérivation Lk. Typiquement, le balayage interne dure pendant
25 au moins 20%, souvent au moins 40 %, ou même au moins 50 % du temps.

L'invention permet de réaliser toutes sortes de séparations chromatographiques, et
30 notamment de mettre en oeuvre un procédé de séparation de paraxylène, en tant que produit recherché, à partir d'une charge d'hydrocarbures aromatiques à 8 atomes de carbone, ou un procédé de séparation de métaxylène, en tant que

produit recherché, à partir d'une charge d'hydrocarbures aromatiques à 8 atomes de carbone.

De façon générale, elle permet l'utilisation du dispositif décrit précédemment pour la séparation d'un hydrocarbure aromatique quelconque à partir d'une charge
5 d'hydrocarbures aromatiques ayant le même nombre d'atomes de carbone.

Description des figures et fonctionnement des dispositifs représentés:

L'invention sera comprise aisément en suivant la description des figures annexées dans lesquelles:

10 La figure 1 représente schématiquement une partie d'un dispositif SMB selon l'art antérieur, avec les vannes de réseau correspondantes.

La figure 2 représente schématiquement une partie d'un dispositif SMB selon l'invention, comprenant des tronçons Sk à 2 lits et 2 plateaux, avec les vannes de réseau, les vannes de plateau et les vannes de limitation de débit de dérivation
15 correspondantes.

Les figures 3a et 3b représentent schématiquement respectivement un tronçon intermédiaire et le tronçon de fond de colonne d'un dispositif selon l'invention dans le cas de tronçons Sk à 2 lits et 2 plateaux.

La figure 4 représente schématiquement un tronçon Sk intermédiaire à 2 lits et 2
20 plateaux, dans le cas où le moyen de limitation de débit de Lk est une vanne de régulation disposée sur Lk.

Les figures 5a, 5b, 5c, et 5d représentent quatre variantes de plateau Pi à secteurs parallèles avec leur réseau d'alimentation/extraction.

Les figures 6a et 6b représentent deux variantes de disposition de 4 plateaux
25 successifs adjacents, correspondant à deux tronçons Sk et Sk+1.

On se réfère maintenant à la figure 1 représentant une partie de colonne chromatographique d'un SMB selon l'art antérieur. Chacun des lits d'adsorbants Ai-1, Ai, Ai+1, Ai+2, Ai+3, Ai+4 est disposé au dessus d'un plateau Pi-1, Pi, Pi+1, Pi+2, Pi+3, Pi+4, et chacun de ces plateaux est relié par une ligne, respectivement 3, 4, 5,
30 6, 7, 8 à chacun des 4 réseaux fluides F, D, R, E par une vanne (non référencée). Il y a donc 4 vannes principales par plateau. De plus, les plateaux sont reliés deux à

deux par une ligne de dérivation 1a, 1b, 1c, comprenant une vanne de petit diamètre, respectivement 2a, 2b, 2c pour permettre le passage d'un débit de dérivation limité : 2 % à 20 % du débit circulant dans la colonne. Au total, il y a donc 4 vannes principales et en moyenne 0,5 vanne de petit diamètre (une pour 2 plateaux) pour chaque plateau P_i , soit en moyenne 4,5 vannes par plateau.

Le fonctionnement d'un SMB utilisant une telle colonne est bien connu de l'homme de l'art. Typiquement la vanne 2a, ou 2b, ou 2c d'une ligne de dérivation est ouverte lorsque aucun fluide F, D, R, E n'est alimenté ou soutiré de l'un des 2 plateaux reliés par la ligne de dérivation (dérivation temporairement en service). Inversement la vanne 2a, ou 2b, ou 2c d'une ligne de dérivation est fermée lorsque l'un des fluides F, D, R, E est alimenté ou soutiré de l'un des 2 plateaux reliés par la ligne de dérivation (dérivation temporairement hors service).

La figure 2 représente une partie de colonne d'un dispositif selon l'invention comprenant 3 tronçons S_k , S_{k+1} , S_{k+2} , chacun comprenant 2 lits d'adsorbant et 2 plateaux situés immédiatement en dessous. Les 2 plateaux de chaque tronçon sont reliés par une ligne de dérivation, respectivement L_k , L_{k+1} , L_{k+2} qui est apte à la circulation des fluides F, D, R, E à leur débit nominal. Chaque ligne de dérivation est reliée à un ensemble de 4 vannes de réseau pour l'alimentation et le soutirage des fluides. Contrairement à l'art antérieur, cet ensemble de 4 vannes alimente non pas 1 mais 2 plateaux.

Ainsi, pour le premier tronçon S_k , il y a 4 vannes de réseau V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} alimentant à la fois P_{i-1} et P_i .

Chaque plateau est par ailleurs relié à la ligne de dérivation correspondante L_k , ou L_{k+1} , ou L_{k+2} par un embout (correspondant à la partie de ligne horizontale sur la figure) comprenant une vanne de sectionnement commandée à 2 voies unique propre au plateau, appelée vanne de plateau : V_{i-1} , V_i , V_{i+1} , V_{i+2} , V_{i+3} , V_{i+4} . Chaque vanne de plateau inférieure d'un tronçon : V_i , V_{i+2} , V_{i+4} possède par ailleurs une petite ligne de dérivation secondaire l_k , l_{k+1} , l_{k+2} munie d'une vanne typiquement de petit diamètre : v_i , v_{i+2} , v_{i+4} .

Au total, pour chaque tronçon de 2 plateaux, il y a 4 vannes de réseau, 2 vannes de plateau, et une vanne de petit diamètre en dérivation secondaire, soit 7 vannes, et donc en moyenne 3,5 vannes par plateau.

Le dispositif fonctionne de la façon suivante:

- 5 Pour le tronçon S_k par exemple, lorsqu'on veut, dans une période donnée, alimenter ou soutirer l'un des fluides F, D, R, E au plateau P_{i-1} , on ouvre la vanne de réseau correspondante V_{Fk}, V_{Dk}, V_{Rk} , ou V_{Ek} ainsi que la vanne de plateau V_{i-1} . Les autres vannes de réseau du tronçon S_k sont alors fermées, ainsi que V_i et la petite vanne en dérivation secondaire v_i .
 - 10 Lorsqu'on veut, dans une autre période, alimenter ou soutirer l'un des fluides F, D, R, E au plateau P_i , on ouvre la vanne de réseau correspondante V_{Fk}, V_{Dk}, V_{Rk} , ou V_{Ek} ainsi que la vanne de plateau V_i . Les autres vannes de réseau du tronçon S_k sont alors fermées, ainsi que V_{i-1} . La petite vanne en dérivation secondaire v_i peut rester fermée.
 - 15 Lorsqu'on veut, dans une troisième période, ne pas alimenter ni soutirer l'un des fluides F, D, R, E aux plateaux P_{i-1} et P_i , on ferme les vannes de réseau V_{Fk}, V_{Dk}, V_{Rk} , et V_{Ek} . On réalise alors une circulation d'un débit limité de dérivation dans la ligne L_k (soutiré de P_{i-1} et injecté dans P_i) en ouvrant V_{i-1} , fermant V_i et ouvrant la petite vanne en dérivation secondaire v_i . On peut ainsi assurer via L_k un petit débit de
 - 20 dérivation. v_i est typiquement une vanne de régulation (à ouverture progressive) pilotée par régulation de débit à partir d'un débitmètre non représenté.
- Les autres tronçons S_{k+1}, S_{k+2} fonctionnent de façon analogue.

Les figures 3a et 3b représentent schématiquement un tronçon à 2 lits et 2 plateaux.

- 25 A la figure 3b est représenté un tel tronçon en fond de colonne. On considère alors selon l'invention que la ligne réréncée P_{i+1} remplace par définition le plateau situé en dessous du lit A_{i+1} , ce plateau étant absent en fond de colonne.

- 30 La figure 4 représente un tronçon S_k à 2 lits et 2 plateaux dans lequel le moyen de limitation du débit de dérivation ne comprend pas une dérivation secondaire avec une vanne v_i , mais une vanne de plus grand diamètre 9 disposée sur la ligne S_k elle-même (avec les moyens de mesure de débit associés, non représentés).

Les figures 5a, 5b, 5c, et 5d représentent des vues de dessus de différentes réalisations d'un plateau P_i à panneaux $DME_{i,j}$ à secteurs parallèles avec leur réseau d'alimentation/extraction. La présente invention n'est pas liée à la géométrie des ramifications de ce réseau.

Pour chacun des plateaux correspondant aux figures 5a, 5b et 5c, L'embout unique EM_i raccordé au réseau d'alimentation/extraction des fluides de procédé rentre radialement dans la colonne pour rejoindre via un conduit radial le centre de la colonne où est réalisée une première division en 2. Une série de subdivisions successives permet d'alimenter individuellement tous les panneaux $DME_{i,j}$ afin d'alimenter et extraire les fluides du SMB de façon régulière sur l'ensemble de la section du plateau.

Pour le plateau de la figure 5d, le conduit radial est subdivisé plus en amont, et ne passe pas par le centre de la colonne, ce qui permet éventuellement d'installer un mât central supportant les plateaux et le lit d'adsorbant situé au dessus du plateau.

Pour les plateaux des figures 5a et 5b les panneaux $DME_{i,j}$ s'étendent perpendiculairement à l'embout EM_i , parallèlement à une même direction indiquée par la droite non orientée 10. Cette direction des secteurs parallèles présente un décalage angulaire de 90° avec l'embout EM_i .

Au contraire, pour les plateaux des figures 5c et 5d les panneaux $DME_{i,j}$ s'étendent parallèlement à l'embout EM_i , et à une même direction indiquée par la droite non orientée 11. Cette direction des secteurs parallèles présente donc un décalage angulaire nul avec l'embout EM_i .

Les ramifications du réseau unique commun pour l'alimentation et le soutirage séquentiels des fluides de procédé peuvent être réalisées de diverses manières. Les réseaux des plateaux des figures 5a et 5c comprennent à la fois des divisions en 2, par exemple en amont des extrémités terminales 12 de raccordement aux panneaux, et également des subdivisions en réseau.

Les réseaux des plateaux des figures 5b et 5d comprennent exclusivement des divisions en 2 successives. On peut aussi utiliser des divisions telles qu'exposées dans le brevet US 5,938,333.

La dimension des conduits est en général décroissante, au fur et à mesure des ramifications, mais on peut également avoir des parties du réseau avec des conduits de même diamètre, des divisions en 2 avec réduction de diamètre sur une ou les deux branches aval etc... On peut aussi, sans sortir du cadre de l'invention, alimenter
5 chaque panneau $DME_{i,j}$ par deux extrémités terminales 12 et non une seule.

La figure 6a représente une première variante de disposition de 4 plateaux superposés adjacents, correspondant à deux tronçons Sk et $Sk+1$. dans cette variante, tous les plateaux ont la conception de la figure 5b, tous les panneaux
10 $DME_{i,j}$ à secteurs parallèles d'un plateau étant perpendiculaires à l'embout unique EM_i correspondant à ce plateau, donc présentant un décalage angulaire de 90° avec cet embout.

Les embouts des plateaux $Pi-1$ et Pi appartenant au même tronçon Sk sont superposés et présentent donc un décalage angulaire nul. De ce fait, la ligne L_k
15 représentée en pointillé est typiquement de longueur minimale, et est facile à installer n'ayant pas à tourner autour de la colonne.

Les embouts des plateaux $Pi+1$ et $Pi+2$ appartenant au même tronçon immédiatement inférieur $Sk+1$ sont également superposés et présentent donc aussi un décalage angulaire nul. De ce fait, la ligne L_{k+1} représentée en pointillé est aussi
20 typiquement de longueur minimale, et est facile à installer n'ayant pas à tourner autour de la colonne.

Les embouts de $Sk+1$ sont par contre décalés de 90° par rapport à ceux de Sk . Il en est de même pour les directions des panneaux à secteurs parallèles des plateaux de $Sk+1$, qui sont décalés de 90° par rapport à ceux des plateaux de Sk . Il y a donc un
25 décalage angulaire de 90° des secteurs parallèles, 2 plateaux par 2 plateaux, c'est-à-dire tronçon par tronçon. Cette disposition permet d'éviter ou de limiter le cumul des hétérogénéités de circulation de fluides dans la section de la colonne, du fait du caractère non parfaitement homogène du système d'alimentation/extraction. Elle tend à régulariser les fronts d'adsorption dans les différents points de la section de la
30 colonne, par rapport à une disposition avec tous les plateaux directement superposés conduisant au cumul des hétérogénéités dues à chaque nouveau plateau.

La variante de disposition de 4 plateaux superposés adjacents (voisins) de la figure 6a permet donc à la fois d'obtenir une longueur typiquement minimale pour les lignes de dérivation L_k , L_{k+1} , faciles à installer mais aussi d'éviter ou limiter le cumul des hétérogénéités de circulation dans la colonne. Enfin, elle permet d'éviter l'accumulation de piquages sur une génératrice de la colonne, les embouts étant décalés de 90° à chaque nouveau tronçon. Ceci est favorable du point de vue de la tenue mécanique de la colonne, qui n'est pas fragilisée.

La figure 6b représente une autre variante de disposition de 4 plateaux successifs adjacents, correspondant à deux tronçons S_k et S_{k+1} . Selon cette variante, il y a un décalage angulaire de 90° de la direction des panneaux à secteurs parallèles d'un plateau à celle des panneaux à secteurs parallèles d'un ou du plateau adjacent (plateau(x) le(s) plus proche(s)), c'est-à-dire plateau par plateau et non plus tronçon par tronçon. Ceci augmente encore la limitation du cumul des hétérogénéités de circulation dans la colonne.

Les deux embouts (piquages) d'un même tronçon S_k ou S_{k+1} restent superposés, permettant de conserver l'avantage de lignes de dérivation typiquement de longueur minimale, et faciles à installer. Ceci est permis par l'utilisation alternée de deux types de plateaux à réseau de distribution différents: un type selon la conception de la figure 5a (pour P_{i-1} et P_{i+2}) et un type selon la conception de la figure 5c (pour P_i et P_{i+1}).

Cette variante permet donc l'obtention d'une alternance plus fréquente de plateaux avec changement d'orientation des secteurs parallèles, en contrepartie de l'utilisation de 2 types de plateaux différents. Elle conserve l'avantage de lignes de dérivation typiquement de longueur minimale, faciles à installer.

Meilleur mode de réalisation:

Le meilleur mode de réalisation de l'invention est un SMB dont la ou les colonnes sont essentiellement constituées par des tronçons S_k à 2 lits et 2 plateaux, à l'exception, par définition de la tête de colonne comprenant le plateau de tête. Les tronçons S_k comprennent des petites lignes de dérivation secondaire l_k , munies de vannes de petit diamètre v_i .

Dans un tel dispositif, à titre d'exemple de 24 lits et 24 plateaux (par exemple 2 colonnes en boucle de 12 lits et 12 plateaux chacune), il y a 6 tronçons Sk par colonne, soit 12 au total. Il n'y a donc besoin pour le contrôle du SMB que de 24 vannes de plateau, et $4 \times 12 = 48$ vannes de réseau (4 pour chacun des 12 tronçons Sk nécessaires), soit 72 vannes principales auxquelles il faut ajouter 12 petites vannes v_i de régulation (en dérivation secondaire), soit 84 vannes au total, ce qui représente 3,5 vannes par plateau en moyenne.

Dans l'art antérieur correspondant à la figure 1, le SMB équivalent requiert $4 \times 24 = 96$ vannes principales (4 vannes par plateau) et 12 vannes de diamètre réduit, soit 108 vannes au total, et 4,5 vannes par plateau.

Les plateaux du mode de réalisation préféré du dispositif, et leurs secteurs parallèles sont décalés deux par deux à 90° (tronçon par tronçon, sans changement de géométrie de plateau), tel qu'indiqué à la figure 6a, ou sont décalés un par un à 90° (plateau par plateau, avec changement de géométrie de plateau), tel qu'indiqué à la figure 6b, ce qui régularise l'écoulement des fluides dans la colonne et réduit le volume des lignes de dérivation externes principales Lk qui n'ont pas besoin de tourner autour de la colonne, sans fragiliser la colonne par une accumulation de piquages (embouts) superposés.

Le dispositif selon l'invention ainsi décrit peut être utilisé pour un procédé de séparation chromatographique quelconque, notamment pour la séparation d'un hydrocarbure aromatique à partir d'une charge d'hydrocarbures aromatiques ayant essentiellement 8 atomes de carbone et comprenant cet hydrocarbure.

En particulier il peut être utilisé pour la séparation de paraxylène à partir d'une coupe aromatique essentiellement composés d'hydrocarbures en C8, en utilisant du toluène ou du paradiéthylbenzène comme désorbant et une zéolithe comme adsorbant comme décrit par exemple dans le brevet FR 2 789 914. Il peut aussi être utilisé pour la séparation de métaxylène à partir d'une coupe aromatique en C8, en utilisant du toluène ou de la tétraline comme désorbant et un adsorbant tel que décrit par exemple dans le brevet US 5,900,523 et les demandes de brevet FR 05/52.485 et FR 05/52.486.

Il peut aussi être utilisé pour la séparation d'une ou de plusieurs normales paraffines (séparées du reste des hydrocarbures) à partir d'un mélange d'hydrocarbures, notamment paraffiniques ou paraffiniques et naphténiques, par exemple en utilisant le normal butane ou le normal pentane comme désorbant (éventuellement
5 l'isooctane comme diluant inerte) et une zéolithe 5A comme adsorbant.

Il peut enfin être utilisé pour la séparation d'au moins une oléfine d'une coupe d'hydrocarbures comprenant un tel hydrocarbure, selon des conditions connues de l'art antérieur, par exemple en utilisant une zéolithe X échangée au calcium.

10

L'invention n'est pas limitée à la description précédente, et l'homme de l'art pourra utiliser pour sa mise en oeuvre toute autre caractéristique technique connue dans l'état de l'art.

REVENDICATIONS

1. Dispositif permettant de séparer au moins un composé recherché à partir d'un mélange comprenant ce composé par adsorption en lit mobile simulé comportant :

au moins une colonne divisée en une pluralité de lits d'adsorbants A_i séparés par des plateaux distributeurs/extracteurs P_i pour l'alimentation et l'extraction séquentielles d'au moins deux fluides d'alimentation : une charge F et un désorbant D , et d'au moins deux fluides soutirés : un raffinat R et un extrait E , P_i étant disposé entre le lit A_i , et le lit immédiatement inférieur A_{i+1} ,

le dispositif comprenant également des réseaux de fluides, soit au moins un réseau F -Net de charge, un réseau D -Net de désorbant, un réseau R -Net de raffinat et un réseau E -Net d'extrait, chacun de ces réseaux étant relié à la colonne par une pluralité de lignes comprenant des vannes de sectionnement commandées à 2 voies, appelées vannes de réseau, pour l'alimentation ou le soutirage séquentiels desdits fluides,

dans lequel la colonne est divisée, sur la plus grande partie au moins de sa hauteur en une pluralité de tronçons superposés adjacents Sk , chaque tronçon Sk étant constitué par un tronçon de colonne comprenant essentiellement deux lits d'adsorbant successifs et les deux plateaux distributeurs/extracteurs P_i qui sont disposés immédiatement en dessous desdits lits d'adsorbant successifs, chacun des plateaux distributeurs/extracteurs P_i de chacun des tronçons Sk est à réseau unique commun pour l'alimentation et le soutirage séquentiels des fluides F , D , R , E ,

les plateaux P_i de chaque tronçon Sk sont reliés entre eux par une ligne de dérivation externe L_k connectée à chaque plateau P_i de Sk par un embout (EMi) comprenant une vanne de sectionnement commandée à 2 voies unique propre au plateau P_i , appelée vanne de plateau V_i , pour l'alimentation ou le soutirage séquentiels des fluides F , D , R , E dans ou à partir de P_i ,

chacune des dites lignes de dérivation L_k comprend au moins un moyen commandé de limitation du débit circulant dans L_k , qui est soit installé sur la

ligne Lk soit en dérivation autour d'une vanne de plateau Vi d'un plateau Pi de Sk,

dans lequel la ligne de dérivation Lk de chacun des tronçons Sk est reliée à chacun des réseaux F-Net, D-Net, R-Net et E-Net via une ligne unique
5 comprenant une vanne de réseau unique, respectivement V_F , V_D , V_R , V_E pour l'alimentation ou le soutirage séquentiel du fluide correspondant F, D, R ou E vers ou à partir du tronçon Sk considéré,

ce dispositif comprenant au moins 2 tronçons superposés adjacents Sk et Sk+1, Sk comprenant les plateaux Pi-1 et Pi reliés par une ligne de dérivation
10 externe Lk raccordée à la colonne par deux embouts comprenant respectivement les vannes de plateau Vi-1 et Vi, et Sk+1 comprenant les plateaux Pi+1 et Pi+2 reliés par une ligne de dérivation externe Lk+1 raccordée à la colonne par deux embouts comprenant respectivement les vannes de plateau Vi+1 et Vi+2, dans lequel les deux embouts de Sk sur la colonne
15 présentent entre eux un décalage angulaire par rapport à l'axe de la colonne qui est nul ou inférieur ou égal à 20° , les deux embouts de Sk+1 sur la colonne présentent entre eux un décalage angulaire par rapport à l'axe de la colonne qui est nul ou inférieur ou égal à 20° , et les embouts de Sk présentent avec les embouts de Sk+1 un décalage angulaire moyen compris entre 70° et 110° .

20 2. Dispositif selon la revendication 1 dans lequel la colonne entière, à l'exception de la tête de colonne comprenant le plateau de tête, et optionnellement du fond de colonne comprenant le lit inférieur et/ou le plateau inférieur, est constituée par une pluralité de tronçons superposés à 2 plateaux, dans laquelle les deux
25 embouts d'un même tronçon Sk présentent entre eux un décalage angulaire par rapport à l'axe de la colonne nul ou inférieur ou égal à 20° , et deux tronçons adjacents superposés quelconques présentent entre eux un décalage angulaire moyen de leurs embouts compris entre 70° et 110° .

30 3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2 dans lequel les embouts d'un tronçon Sk quelconque présentent entre eux un décalage angulaire

sensiblement nul, et deux tronçons adjacents superposés quelconques présentent entre eux un décalage angulaire moyen de leurs embouts de sensiblement 90°.

- 5 4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes dans lequel chaque plateau P_i d'un tronçon S_k est subdivisé en une pluralité de panneaux $DME_{i,j}$ à secteurs parallèles à une direction, raccordés à un embout unique (EM_i) pour l'alimentation des fluides d'alimentation et l'extraction des fluides soutirés, et dans lequel pour tout plateau d'un tronçon S_k , les directions des panneaux à secteurs parallèles des plateaux d'un même tronçon S_k présentent entre eux un décalage angulaire nul ou inférieur ou égal à 20°, et la direction moyenne des panneaux à secteurs parallèles des plateaux d'un tronçon S_k présente un décalage angulaire compris entre 70° et 90° bornes comprises par rapport à celle des panneaux d'un tronçon voisin S_{k+1} ou S_{k-1} .
- 10
- 15 5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel chaque plateau P_i d'un tronçon S_k est subdivisé en une pluralité de panneaux $DME_{i,j}$ à secteurs parallèles à une direction, raccordés à un embout unique (EM_i) pour l'alimentation des fluides d'alimentation et l'extraction des fluides soutirés, dans lequel pour chaque ensemble de deux plateaux superposés adjacents appartenant à un même tronçon S_k ou à deux tronçons superposés, la direction des secteurs parallèles de l'un des plateaux présente un décalage angulaire compris entre 70° et 90° bornes comprises avec la direction des secteurs parallèles de l'autre plateau.
- 20
- 25 6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes dans lequel la ligne de dérivation L_k a un diamètre intérieur au moins égal au plus grand diamètre d'ouverture des vannes de réseau reliées à L_k .
- 30 7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes dans lequel la colonne entière, à l'exception éventuellement de la tête de colonne comprenant le

plateau de tête est constituée par lesdits tronçons superposés adjacents Sk , la colonne comprenant une ligne de sortie inférieure assimilée à un plateau Pn correspondant au lit d'adsorbant inférieur An .

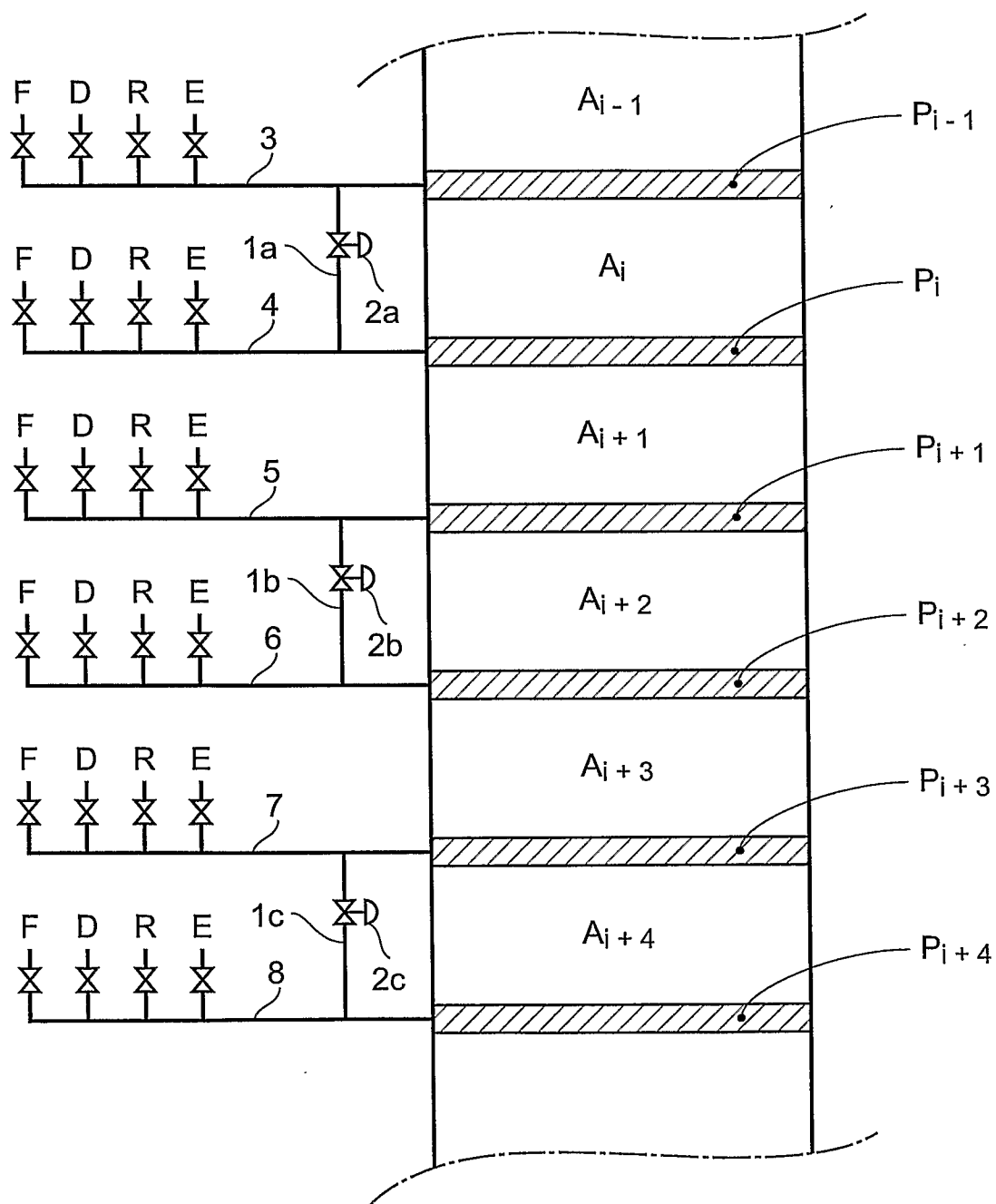
- 5 8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes dans lequel chacune des dites lignes de dérivation Lk comprend au moins un moyen commandé de limitation du débit circulant dans Lk , qui est installé en dérivation autour d'une vanne de plateau Vi d'un plateau Pi de Sk .
- 10 9. Dispositif selon la revendication 8 dans lequel ledit moyen de limitation du débit circulant dans Lk installé en dérivation autour de ladite vanne de plateau Vi comprend une vanne commandée de plus petit diamètre d'ouverture que celui de Vi .
- 15 10. Procédé de séparation d'un produit par adsorption en lit mobile simulé utilisant un dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au cours d'un cycle on utilise séquentiellement chacune des lignes Lk pour la circulation à leur débit nominal des fluides F , D , R , E , vers ou à partir de chacun des plateaux Pi de Sk via en série la vanne de plateau Pi et l'une des vannes de
- 20 réseau V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , et dans lequel Lk est empruntée par chacun des fluides F , D , R , E sur la totalité de sa longueur au cours d'un cycle.
- 25 11. Procédé selon la revendication 10 dans lequel on réalise un balayage interne d'une partie au moins de chacune des lignes de dérivation Lk lorsque aucune vanne de réseau reliée à Lk n'est ouverte et l'on stoppe tout balayage interne de Lk lorsque qu'une vanne de réseau reliée à Lk est ouverte.
- 30 12. Procédé selon l'une des revendications 10 et 11 dans lequel on réalise un balayage interne de Lk à partir du plateau Pi situé en position supérieure dans Sk et vers le plateau $Pi+1$ ou $Pi+2$ qui est situé en position inférieure dans Sk , dans toute période où Sk n'est pas relié à l'un desdits réseaux fluides et qui se

trouve immédiatement avant une période où l'une des vannes de réseaux reliées à Sk est ouverte pour l'alimentation ou le soutirage de l'un desdits fluides vers ou à partir du plateau Pi.

- 5 13. Procédé selon l'une des revendications 10 à 12 dans lequel on réalise des balayages d'au moins 2 lignes de dérivation Lk.
- 10 14. Procédé selon l'une des revendications 10 à 13 de séparation d'un hydrocarbure aromatique à partir d'une charge d'hydrocarbures d'aromatiques ayant essentiellement 8 atomes de carbone et comprenant cet hydrocarbure.
- 15 15. Procédé selon la revendication 14 de séparation de paraxylène à partir d'une charge d'hydrocarbures aromatiques ayant essentiellement 8 atomes de carbone.
16. Procédé selon la revendication 14 de séparation de métaxylène à partir d'une charge d'hydrocarbures aromatiques ayant essentiellement 8 atomes de carbone.
- 20 17. Procédé selon l'une des revendications 10 à 13 de séparation d'au moins un hydrocarbure normal-paraffinique à partir d'une charge d'hydrocarbures comprenant un tel hydrocarbure.
- 25

1 / 7

Figure 1



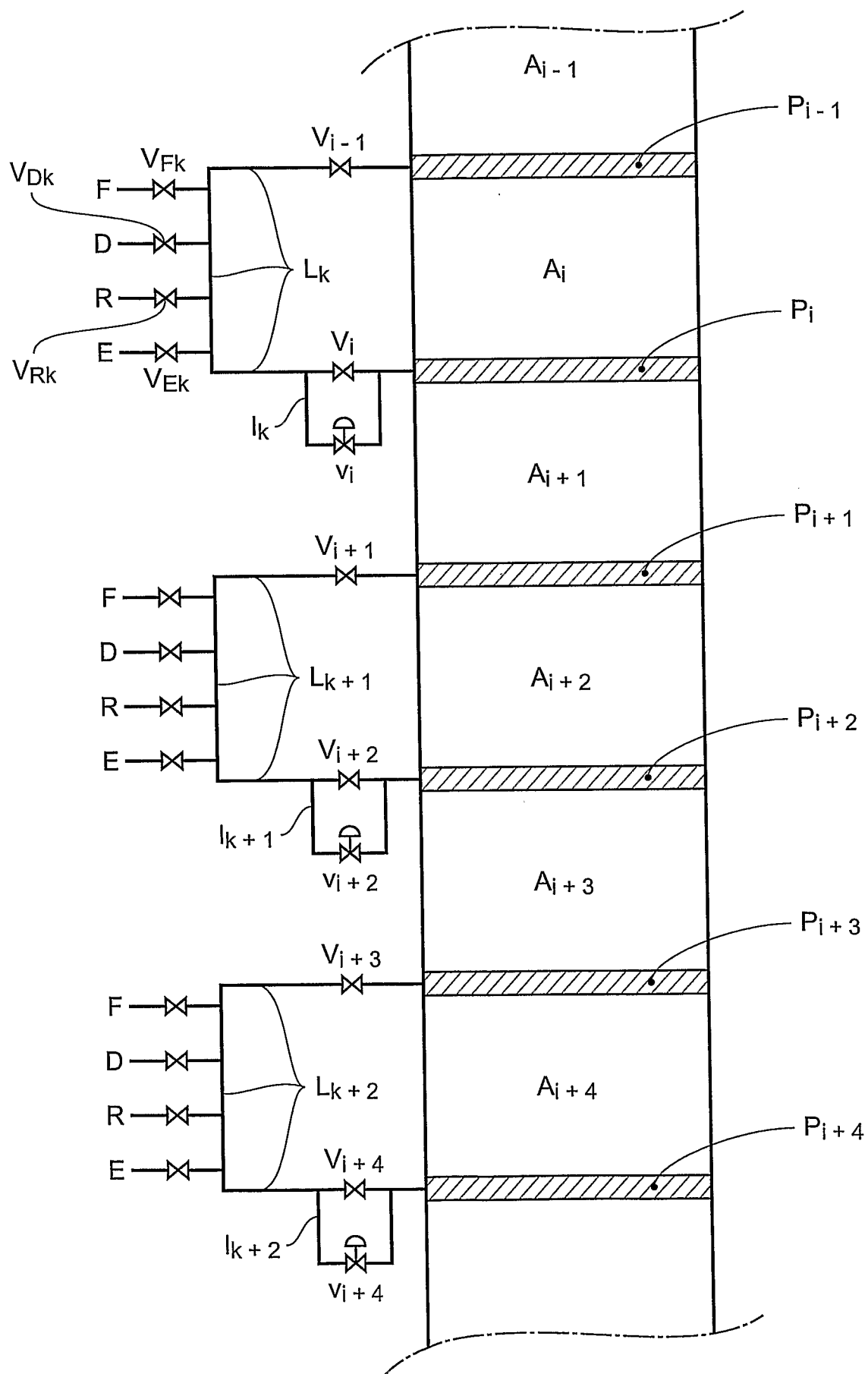
2 / 7
Figure 2

Figure 3a

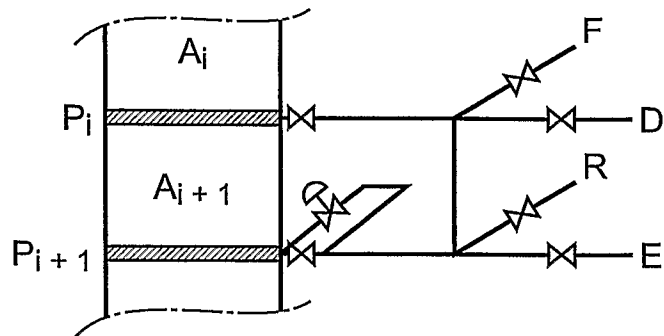


Figure 3b

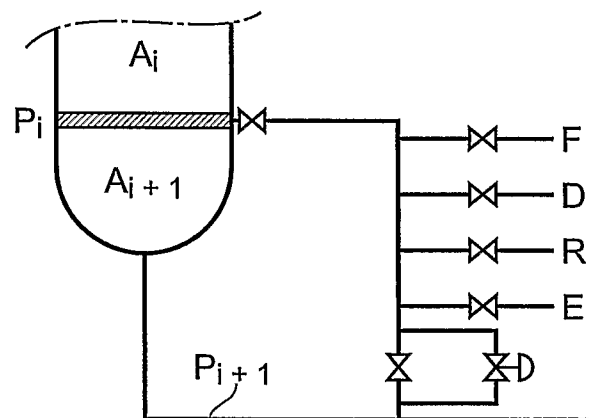


Figure 4

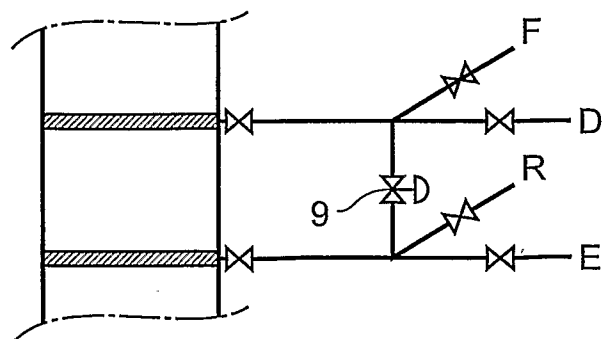


Figure 5a

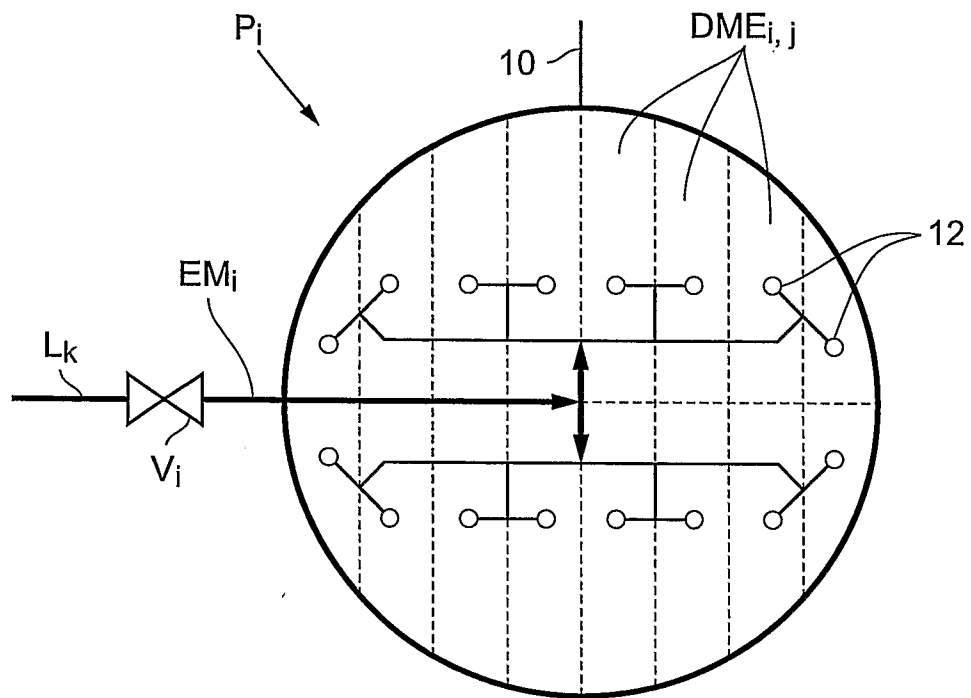
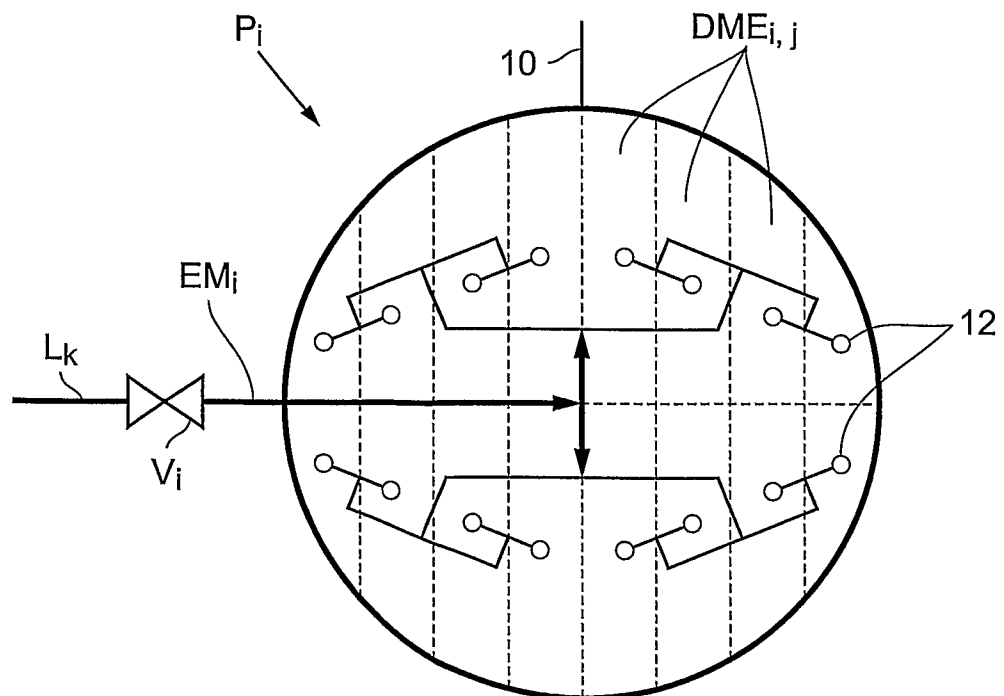


Figure 5b



5 / 7

Figure 5c

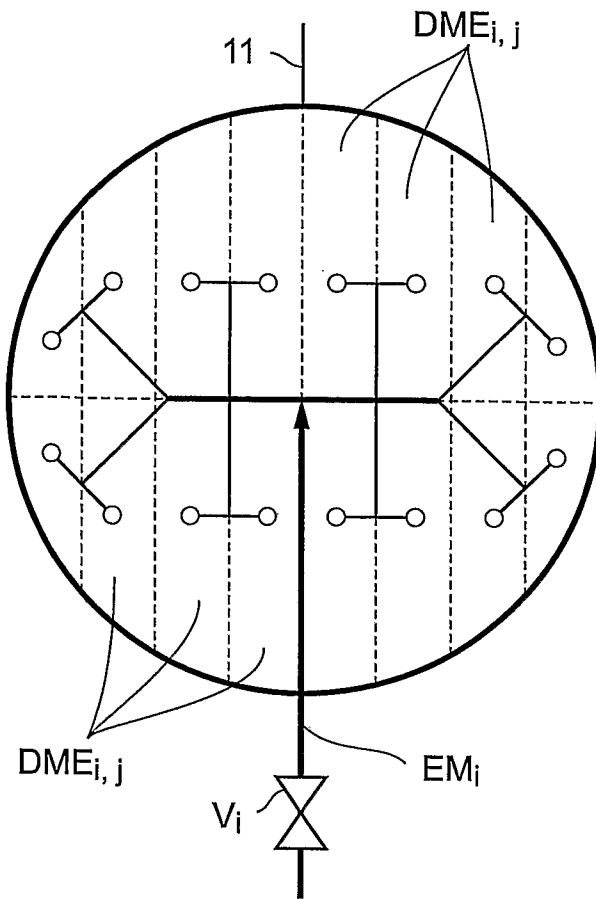
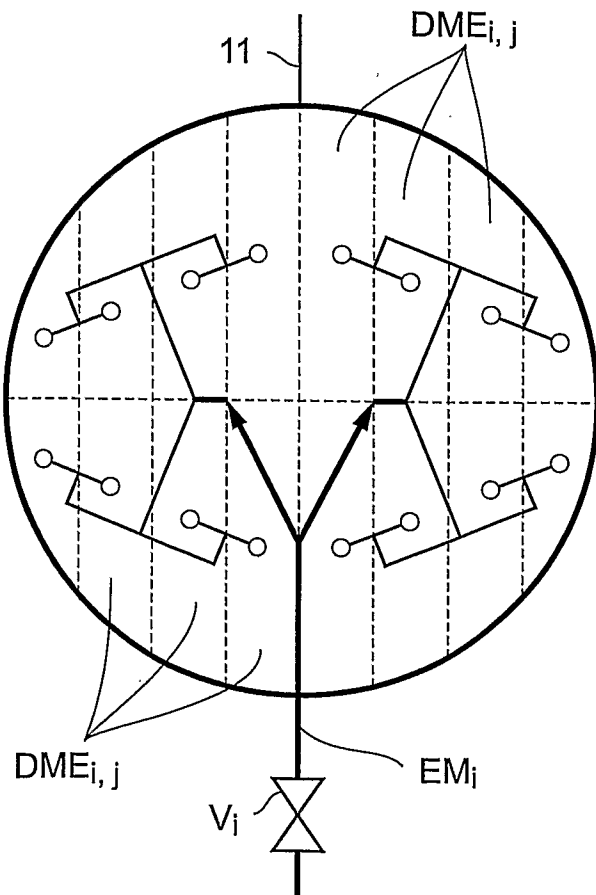


Figure 5d



6 / 7

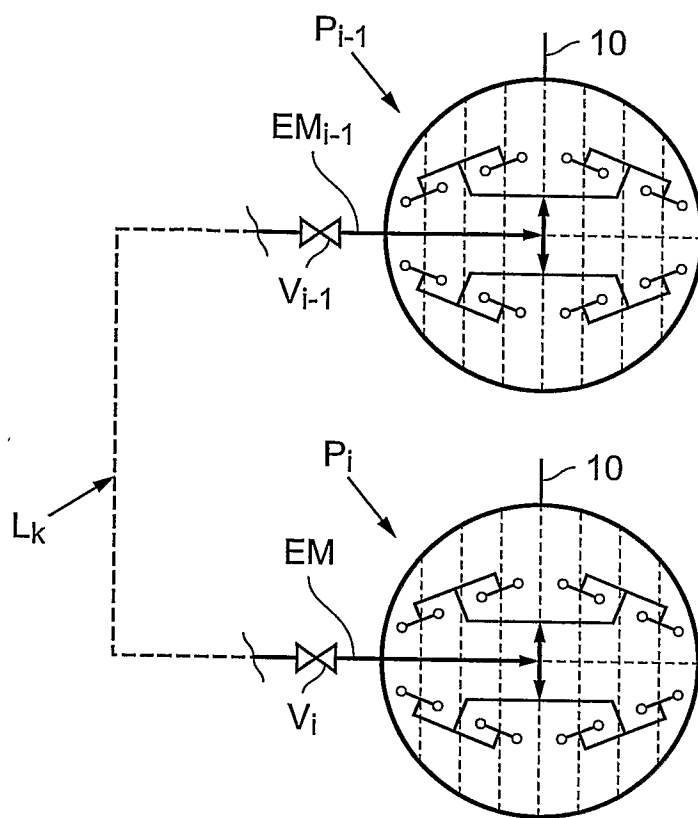
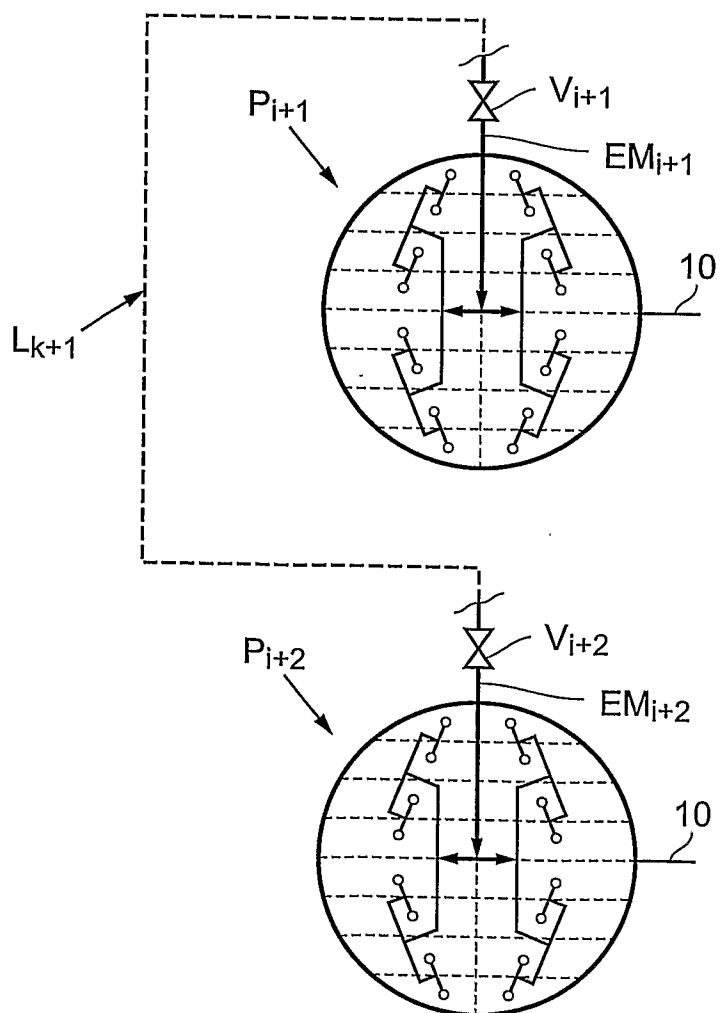


Figure 6a



7 / 7

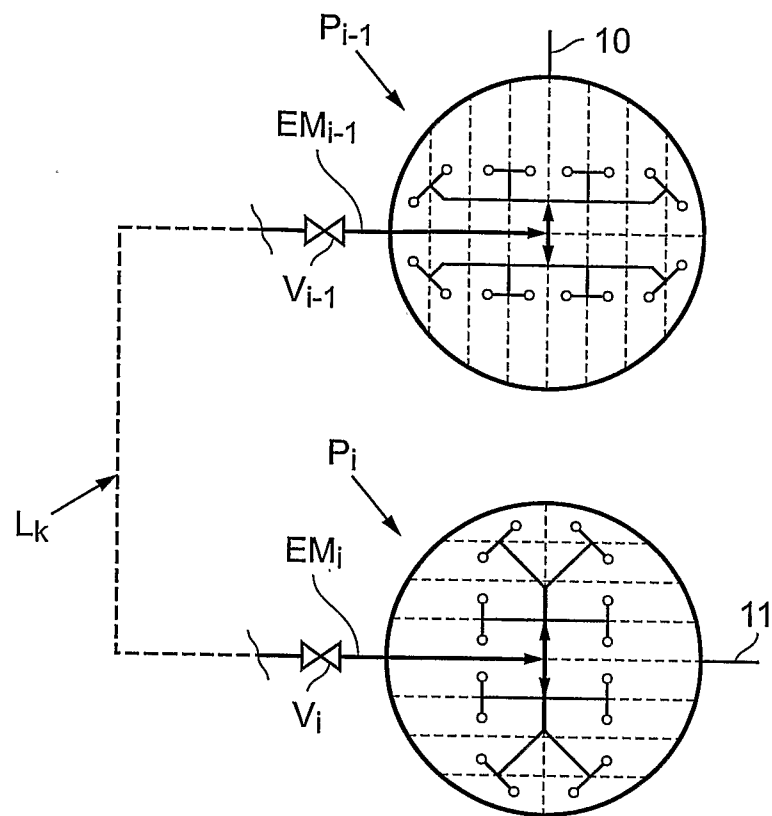
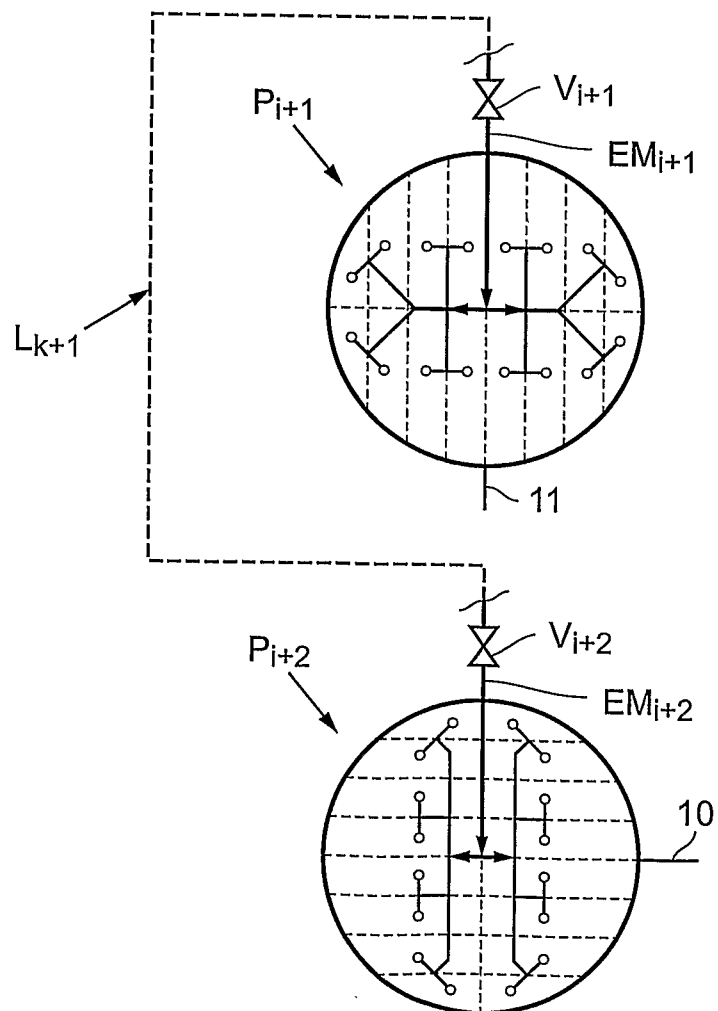


Figure 6b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2008/000204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01D15/18 C07C7/12 C07C15/08 G01N30/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D C07C G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 261 458 B1 (CALLEBERT OLIVIER [FR] ET AL) 17 July 2001 (2001-07-17) column 5, line 25 - column 9, line 10; figures 1-3C	1-8, 10-17
Y	EP 1 325 772 A (INST FRANCAIS DU PETROL [FR]) 9 July 2003 (2003-07-09) paragraph [0064]; figure 4	1-8, 10-17
A	EP 0 818 226 A (INST FRANCAIS DU PETROL [FR]) 14 January 1998 (1998-01-14) the whole document	
A	US 4 434 051 A (GOLEM MICHAEL W [US]) 28 February 1984 (1984-02-28) the whole document	
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 septembre 2008

Date of mailing of the international search report

08/10/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roider, Josef

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2008/000204

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>FR 2 794 663 A (INST FRANCAIS DU PETROL [FR]) 15 December 2000 (2000-12-15) the whole document</p> <p>-----</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2008/000204

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6261458	B1	17-07-2001	DE 19935162 A1 03-02-2000
			FR 2781860 A1 04-02-2000
			IT MI991705 A1 30-01-2001
EP 1325772	A	09-07-2003	FR 2833499 A1 20-06-2003
			US 2003127394 A1 10-07-2003
EP 0818226	A	14-01-1998	BR 9703955 A 09-02-1999
			CN 1174750 A 04-03-1998
			DE 69725224 D1 06-11-2003
			DE 69725224 T2 06-05-2004
			FR 2750886 A1 16-01-1998
			ID 18884 A 20-05-1998
			US 6149874 A 21-11-2000
US 4434051	A	28-02-1984	CA 1182620 A1 19-02-1985
			DE 3371479 D1 19-06-1987
			EP 0096567 A2 21-12-1983
			ES 8501995 A1 16-03-1985
			IN 159398 A1 16-05-1987
			JP 1395961 C 24-08-1987
			JP 59010324 A 19-01-1984
			JP 62001522 B 14-01-1987
FR 2794663	A	15-12-2000	BR 0006676 A 02-05-2001
			EP 1102615 A1 30-05-2001
			ES 2241613 T3 01-11-2005
			WO 0074807 A1 14-12-2000
			ID 29087 A 26-07-2001
			TW 494007 B 11-07-2002
			US 7288200 B1 30-10-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2008/000204

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. B01D15/18 C07C7/12 C07C15/08 G01N30/38

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

B01D C07C G01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 6 261 458 B1 (CALLEBERT OLIVIER [FR] ET AL) 17 juillet 2001 (2001-07-17) colonne 5, ligne 25 - colonne 9, ligne 10; figures 1-3C	1-8, 10-17
Y	EP 1 325 772 A (INST FRANCAIS DU PETROL [FR]) 9 juillet 2003 (2003-07-09) alinéa [0064]; figure 4	1-8, 10-17
A	EP 0 818 226 A (INST FRANCAIS DU PETROL [FR]) 14 janvier 1998 (1998-01-14) le document en entier	
A	US 4 434 051 A (GOLEM MICHAEL W [US]) 28 février 1984 (1984-02-28) le document en entier	
	-/--	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 septembre 2008

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08/10/2008

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Roider, Josef

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2008/000204

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 794 663 A (INST FRANCAIS DU PETROL [FR]) 15 décembre 2000 (2000-12-15) le document en entier -----	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2008/000204

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6261458	B1	17-07-2001	DE 19935162 A1 FR 2781860 A1 IT MI991705 A1	03-02-2000 04-02-2000 30-01-2001
EP 1325772	A	09-07-2003	FR 2833499 A1 US 2003127394 A1	20-06-2003 10-07-2003
EP 0818226	A	14-01-1998	BR 9703955 A CN 1174750 A DE 69725224 D1 DE 69725224 T2 FR 2750886 A1 ID 18884 A US 6149874 A	09-02-1999 04-03-1998 06-11-2003 06-05-2004 16-01-1998 20-05-1998 21-11-2000
US 4434051	A	28-02-1984	CA 1182620 A1 DE 3371479 D1 EP 0096567 A2 ES 8501995 A1 IN 159398 A1 JP 1395961 C JP 59010324 A JP 62001522 B	19-02-1985 19-06-1987 21-12-1983 16-03-1985 16-05-1987 24-08-1987 19-01-1984 14-01-1987
FR 2794663	A	15-12-2000	BR 0006676 A EP 1102615 A1 ES 2241613 T3 WO 0074807 A1 ID 29087 A TW 494007 B US 7288200 B1	02-05-2001 30-05-2001 01-11-2005 14-12-2000 26-07-2001 11-07-2002 30-10-2007