

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16.03.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 21.09.01 Bulletin 01/38.

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) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME  
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE-  
DES GEORGES CLAUDE — FR.

72 Inventeur(s) : BOSQUAIN MAURICE, LEHMAN  
JEAN YVES, PETIT PIERRE et TRANIER JEAN  
PIERRE.

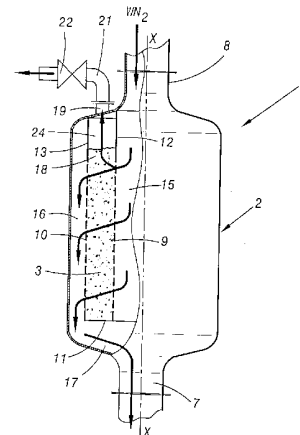
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) :

54 PROCÉDE ET REACTEUR DE TRAITEMENT D'UN GAZ AU MOYEN D'UN GARNISSAGE ACTIF REGENERABLE.

57 Dans ce procédé, pendant au moins une phase du cycle de traitement, on augmente ou on diminue localement l'écoulement gazeux dans au moins une région marginale du garnissage.

Application à la dessiccation-décarbonatation de l'air atmosphérique destinée à être distillée, ou à la séparation de mélanges gazeux par adsorption à pression modulée.



La présente invention est relative à un procédé de  
5 traitement d'un gaz au moyen d'un garnissage actif, du type  
dans lequel on met en œuvre un cycle qui comprend au moins  
une phase de traitement, au cours de laquelle on fait  
circuler le gaz à traiter à travers le garnissage, et au  
10 moins une phase de régénération du garnissage. D'autres  
phases d'un tel cycle peuvent être la pressurisation ou la  
dépressurisation du garnissage actif.

L'invention s'applique en particulier aux procédés  
de traitement de mélanges gazeux par adsorption sélective,  
tels que la dessiccation-décarbonatation de l'air  
15 atmosphérique destiné à être distillé, qui peut être un  
procédé dit TSA (Temperature Swing Adsorption ou adsorption  
à température modulée) ou un procédé dit PSA (Pressure Swing  
Adsorption ou adsorption à pression modulée) ; ou la  
séparation de mélanges gazeux par adsorption PSA ou VPSA  
20 (Vacuum Pressure Swing Adsorption ou adsorption à pression  
modulée avec mise sous vide), par exemple pour la production  
d'oxygène à partir d'air atmosphérique.

L'invention concerne notamment les procédés  
d'adsorption utilisant au moins un lit annulaire  
25 d'adsorbant, et c'est à cette application qu'il sera fait  
référence dans la suite.

Dans ces procédés, le lit est contenu dans un espace  
délimité entre deux grilles cylindriques concentriques. Le  
gaz à traiter traverse le lit annulaire de façon globalement  
30 radiale dans un premier sens, tandis qu'un gaz de  
régénération traverse le lit de façon globalement radiale  
dans le sens opposé.

Pour garantir que les flux gazeux traversent  
effectivement l'adsorbant en totalité, il est nécessaire de  
35 prévoir au sommet du lit un dispositif pour éviter tout by-

pass ou court-circuit. Il peut s'agir par exemple d'une garde annulaire d'adsorbant, laquelle peut être délimitée par deux parois cylindriques pleines reliées à joint étanche au dôme supérieur du récipient d'adsorption. Cette garde  
5 doit être suffisante pour rester entre les deux parois pleines après le tassement de l'adsorbant qui se produit après un certain nombre de cycles de fonctionnement du fait des phénomènes de dilatation/contraction périodiques des grilles d'origine thermique.

10           Cependant, la garde constitue un espace dans lequel la circulation gazeuse n'est pas maîtrisée. Dans cet espace, certaines zones peuvent être mal régénérées dans les procédés TSA, soit parce qu'une partie de la chaleur du gaz de régénération chauffe une paroi adjacente et ne sert pas à  
15 régénérer l'adsorbant, soit, plus fondamentalement, parce que la chaleur de régénération va se perdre dans des zones où la quantité d'adsorbant est surabondante, soit encore parce que le débit total de régénération n'est pas suffisant pour assurer une bonne régénération.

20           Suivant la configuration du lit d'adsorbant, d'autres effets de bord peuvent se produire, c'est-à-dire que d'autres régions marginales de ce lit peuvent se comporter de façon défavorable par rapport à l'écoulement de l'un au moins des fluides en circulation, conduisant à  
25 l'utilisation d'une masse excessive d'adsorbant.

          Le US-A-4 541 851 décrit un procédé du type indiqué plus haut. Pour tenter de limiter des effets de bord et les by-pass locaux, le EP-A-0 526 343 propose d'empêcher la libre circulation du gaz dans la zone supérieure du lit en  
30 utilisant une membrane souple étanche. Un tel système est aussi décrit dans le US-A-5 759 242.

Le EP-A-0 778 082 propose une autre solution consistant en un ou plusieurs déflecteurs, afin de ralentir le gaz traité pendant la phase d'adsorption. Cependant, les  
5 déflecteurs ralentissent également le gaz de régénération, de sorte que le problème de l'existence de zones mal régénérées subsiste.

L'invention a pour but de fournir une technique permettant de lutter efficacement et économiquement contre  
10 les effets de bords et les by-pass locaux, et de pallier les déficiences constatées sur des adsorbants existants.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de traitement du type précité, caractérisé en ce que, pendant l'une au moins des phases du cycle, on augmente ou on  
15 diminue localement l'écoulement gazeux dans au moins une région marginale du garnissage.

L'invention a également pour objet un réacteur à garnissage actif régénérable destiné à la mise en œuvre du procédé défini ci-dessus. Ce réacteur est caractérisé en ce  
20 qu'au moins une région marginale du garnissage est munie de moyens de mise en communication au moins temporaire avec un point qui se trouve à une pression différente de celle d'une région adjacente du garnissage.

Des exemples de mise en œuvre de l'invention vont  
25 maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 représente schématiquement, en coupe axiale, un adsorbeur à un seul lit annulaire conforme à l'invention, en phase d'adsorption ;

5 - la Figure 2 est une vue analogue qui représente le même adsorbeur en étape de balayage par un gaz de régénération ;

- la Figure 3 représente schématiquement un appareil d'adsorption utilisant une variante de l'adsorbeur des Figures 1 et 2 ;

10 - la Figure 4 est une vue partielle en coupe axiale d'un adsorbeur à deux lits annulaires suivant l'invention ;

- la Figure 5 est une vue analogue à la Figure 4 d'une variante ;

15 - la Figure 6 est une vue analogue à la Figure 3 d'un appareil d'adsorption utilisant une variante de l'adsorbeur de la Figure 4 ;

- les Figures 7 à 9 sont des vues partielles en coupe axiale de trois autres adsorbeurs à deux lits annulaires suivant l'invention ; et

20 - les Figures 10 à 12 sont des vues analogues à la Figure 6 illustrant d'autres variantes de mise en oeuvre de l'invention.

L'adsorbeur 1 représenté sur les Figures 1 et 2 est destiné à la dessiccation-décarbonatation par adsorption TSA  
25 d'air atmosphérique destiné à être distillé. Il comprend essentiellement une enveloppe extérieure 2 et un lit annulaire 3 d'un adsorbant particulaire approprié, qui est par exemple un tamis moléculaire. L'ensemble possède une symétrie générale de révolution autour d'un axe vertical X-  
30 X.

L'enveloppe 2 est constituée d'une virole cylindrique 4, d'un dôme inférieur 5 et d'un dôme supérieur

6. Une première conduite 7 débouche dans le dôme 5, et une seconde conduite 8 débouche dans le dôme 6.

Deux grilles cylindriques concentriques, intérieure 9 et extérieure 10, sont suspendues au dôme 6. L'extrémité inférieure des deux grilles est fixée à un fond inférieur 11 circulaire, plan et horizontal, la grille 10 étant fixée le long de la périphérie de ce fond. Chaque grille est reliée au dôme supérieur 6 par l'intermédiaire d'une tôle cylindrique 6 pleine, respectivement 12 et 13. Les bords inférieurs de ces deux tôles se trouvent au même niveau.

Les deux grilles délimitent ainsi :

- entre elles, un espace annulaire intermédiaire 14 rempli du lit 3 ;
- à l'intérieur de la grille 9, un espace cylindrique central 15 en communication avec la conduite 8 ; et
- entre la grille 10 et l'enveloppe, un espace annulaire extérieur 16 en communication avec l'espace 17 situé sous le fond 11 et, de là, avec la conduite 7.

Le niveau supérieur du lit 3 doit toujours être situé entre les deux tôles 12 et 13, même après tassement du lit à la suite des dilatations/contractions cycliques des deux grilles d'origine thermique. Mais, bien entendu, la garde 18 d'adsorbant située entre ces deux tôles doit être minimale pour limiter la quantité d'adsorbant. Une hauteur  $h$  de garde voisine de  $e/2$ , ou  $e$  désigne l'épaisseur radiale du lit, est considérée comme un bon compromis.

Le dôme 6 est muni, au droit de l'espace intermédiaire 14, d'au moins une tubulure 19 de remplissage de cet espace avec l'adsorbant. Cette tubulure se termine par une bride 20 qui, dans les adsorbants classiques, est obturée par un couvercle, comme décrit par exemple dans le

US-A-4 541 851 précité. Ici, ce couvercle est remplacé par un tronçon de conduite 21 ouvert sur l'atmosphère et muni d'une vanne 22 et d'une bride 23 de raccordement à la bride 20.

5           En phase d'adsorption (Figure 1), la vanne 22 est fermée. Comme indiqué par les flèches, l'air à épurer pénètre dans l'adsorbeur via la conduite 7, se répartit dans l'espace extérieur 16 et traverse le lit 3 de façon globalement radiale et centripète. L'air épuré se rassemble  
10 dans l'espace central 15 et est envoyé vers la ligne d'échange thermique de l'appareil de distillation (non représenté) via la conduite 8.

          Du fait de la relation  $h \# e/2$  relative à la garde  
15 18 d'adsorbant, l'air n'a que peu tendance à pénétrer dans cette garde. Une certaine quantité d'air pénètre néanmoins dans la garde et en ressort, de façon non maîtrisée, comme représenté par la flèche sinueuse sur la Figure 1.

          Lorsque le front d'adsorption est voisin de la grille intérieure 9, ce qui se détecte par la mesure de la  
20 teneur en  $CO_2$  de l'air épuré qui sort de l'adsorbeur, ce dernier passe en régénération, tandis qu'un second adsorbeur identique est mis en phase d'adsorption. La régénération comprend en particulier une phase de balayage par un gaz de régénération sec et décarbonaté, illustrée sur la Figure 2.  
25 Ce gaz est de l'azote impur qui constitue le gaz résiduaire de la colonne de distillation d'air ( $WN_2$ ), préalablement chauffé.

          L'essentiel du courant de gaz de régénération entre par la conduite 8 dans l'espace central 15, traverse le lit  
30 3 de façon globalement radiale et centrifuge, parvient ainsi dans l'espace extérieur 16 et passe de là dans l'espace

inférieur 17, puis dans la conduite 7, d'où il est évacué dans l'atmosphère.

De plus, pendant toute cette phase de balayage du cycle, la vanne 22 est ouverte, ce qui met en communication  
5 avec l'atmosphère l'espace annulaire 24 surmontant la garde 18 à l'intérieur de l'enveloppe 2.

Du fait de la pression différentielle ainsi créée, un écoulement gazeux ascendant se produit à travers la garde 18, comme représenté. Il est facile de régler cet écoulement  
10 pour assurer une régénération complète de la garde 18, de sorte que lors de la phase d'adsorption suivante, aucune pollution de l'air épuré ne se produira dans cette région.

Pour obtenir ce résultat, on règle ledit écoulement de façon que, dans la garde 18, le rapport du débit de gaz  
15 de régénération au débit d'air soit nettement supérieur à ce qu'il est globalement dans le lit 3.

On constate que, de cette manière, les effets de bord sont supprimés dans la région supérieure du lit 3. Ceci se manifeste par le fait que le « perçage » du front  
20 d'adsorption s'effectue par la partie courante du lit, de manière beaucoup plus nette qu'avec le procédé classique. Ceci permet d'allonger le temps d'adsorption et donc d'augmenter la productivité de l'adsorbant, c'est-à-dire le rapport de la quantité d'air épuré à la masse d'adsorbant.

On a représenté sur la Figure 3 un appareil  
25 d'adsorption comprenant deux adsorbants 1 en parallèle. L'adsorbant 1A de droite est en adsorption et l'adsorbant 1B de gauche est en phase de balayage. Les vannes sont représentées en blanc lorsqu'elles sont ouvertes et en noir  
30 lorsqu'elles sont fermées.

La seule différence par rapport à ce qui a été décrit plus haut en regard des Figures 1 et 2 réside dans le

fait que les conduites 21 sont reliées non plus à l'atmosphère mais aux conduites respectives 25A, 25B d'évacuation à l'atmosphère du gaz de régénération issu des conduites 7A, 7B.

5 L'avantage résultant est que si, en phase d'adsorption, la vanne 22A s'ouvre accidentellement, il se produit simplement une entrée d'air comprimé non épuré dans l'espace 24A, et non un échappement violent d'air comprimé à l'atmosphère via la vanne 22A.

10 L'adsorbant 101 représenté sur la Figure 4 est analogue à l'adsorbant 1 des Figures 1 et 2, à ceci près que le lit d'adsorbant est subdivisé en deux lits annulaires concentriques et contigus, intérieur 31 et extérieur 32, séparés par une grille intermédiaire 33. Cette dernière,  
15 fixée à sa base au fond 11, est suspendue à une troisième tôle cylindrique pleine 34 reliée à joint étanche au dôme supérieur 6. Cette tôle 34 s'étend vers le bas jusqu'au même niveau que les deux autres tôles 12 et 13. Le lit 31 est typiquement en tamis moléculaire et le lit 32 en alumine  
20 activée ou en gel de silice.

Les épaisseurs radiales des deux lits étant respectivement  $e_1$  et  $e_2$ , on choisit de préférence comme hauteurs des deux gardes  $h_1 \# e_1/2$  et  $h_2 \# e_2/2$ , pour les mêmes raisons que précédemment.

25 Une tubulure de remplissage 119 débouche dans chaque espace 124 qui surmonte une garde 118 d'adsorbant. Comme précédemment, cette tubulure est reliée à une conduite 121 équipée d'une vanne 122.

Le fonctionnement est le même que précédemment : en  
30 phase d'adsorption, les vannes 122 sont fermées, tandis qu'elles sont ouvertes pendant l'étape de balayage à l'azote impur, afin de créer un écoulement additionnel ascendant de

gaz de régénération à travers les deux gardes 118 d'adsorbant, comme indiqué par les flèches. Les avantages résultants sont ceux décrits plus haut en regard de la Figure 2.

5           Comme on le comprend, on peut de nouveau relier les conduites 121 à la conduite d'évacuation du gaz de régénération issu de l'adsorbeur, de manière analogue à ce qui a été décrit en regard de la Figure 3.

10           Dans la variante de la Figure 5, les deux conduites 121 sont remplacées par une conduite 121 unique en forme de U inversé qui relie les deux tubulures 119 l'une à l'autre et qui est équipée d'une vanne 122 unique. En effet, les conditions de pression qui règnent pendant le balayage imposent, avec la vanne 122 ouverte, un écoulement ascendant 15 dans la garde du lit 31 et un écoulement descendant dans celle du lit 32, comme indiqué par les flèches.

          Le même type d'écoulements de gaz de régénération à travers les deux gardes 118 d'adsorbants peut être obtenu avec l'adsorbeur 101 de la Figure 4, en reliant la conduite 20 121 du lit 32 à la conduite 35 d'alimentation en azote impur. L'autre conduite 121 peut alors être reliée à l'atmosphère ou, comme représenté sur la Figure 6, à la conduite 25 correspondante d'évacuation du gaz de régénération issu de l'adsorbeur.

25           En variante également (Figure 7), les deux gardes 118 de l'adsorbeur 101 peuvent être balayées de haut en bas par un flux d'azote impur, en reliant les deux conduites 121 à la conduite 35.

          La Figure 8 illustre une variante de la Figure 5 30 dans laquelle la conduite 121 et sa vanne 122 sont remplacées par une simple ouverture de la tôle 34 au sommet

de laquelle est articulée une plaque 36 formant clapet anti-retour.

En phase d'adsorption, la pression qui règne au-dessus du lit 32 est supérieure à celle qui règne au-dessus du lit 31, ce qui maintient le clapet fermé. En phase de balayage, au contraire, c'est la pression qui règne au-dessus du lit 31 qui est la plus grande, ce qui provoque l'ouverture du clapet.

Comme illustré sur la Figure 9, le clapet 36 peut également être prévu dans la tôle intérieure 12, avec l'espace 124 surmontant le lit 32 relié à un point à pression plus basse (atmosphère ou conduite 25, ou espace extérieur 16 via un second clapet analogue) ou plus élevée (conduite 35). L'écoulement est alors descendant dans la garde intérieure et, suivant le cas, ascendant ou descendant dans la garde extérieure.

De façon générale, on comprend qu'un clapet anti-retour peut être utilisé en remplacement d'une vanne 22 ou 122 lorsque les différences de pression à ses bornes s'inversent entre la phase d'adsorption et la phase de balayage par du gaz de régénération.

Les Figures 10 à 12 montrent comment la modification locale de l'écoulement gazeux dans la garde d'adsorbant peut être mise en oeuvre dans d'autres phases du cycle d'adsorption, dans le contexte de deux absorbeurs 101A, 101B à deux lits concentriques de la Figure 6.

Dans le cas de la Figure 10, on a ajouté à la Figure 6 : une conduite 40 de surpression d'air, piquée sur la conduite 41 de production d'air épuré, munie d'un compresseur d'air 42. Le refoulement de ce compresseur est relié par des conduites 43, munies de vannes 44, aux espaces

qui surmontent les lits 31, et par des conduites 45, munies de vannes 46, aux espaces qui surmontent les lits 32.

Comme représenté sur la Figure 10, les vannes 44A et 46A correspondant à l'adsorbeur 101A en phase d'adsorption sont ouvertes, tandis que les vannes 44B et 46B correspondant à l'adsorbeur 101B en phase de régénération sont fermées. Ainsi, un courant additionnel d'air épuré traverse de haut en bas les deux gardes d'adsorbant de l'adsorbeur en cours d'adsorption, comme indiqué par les flèches, ce qui évite toute stagnation dans ces gardes.

Dans la variante de la Figure 11, le schéma diffère de celui de la Figure 10 par la suppression du compresseur 42. De plus, on a indiqué sur la Figure 11 une conduite 47 d'équilibrage de pressions, munie d'une vanne 48, qui relie les espaces centraux des deux adsorbeurs. Cette conduite existe en fait également dans toutes les autres variantes, mais n'a pas été représentée, dans un but de clarification des dessins, parce que la phase de repressurisation des adsorbeurs n'est pas concernée.

Ici, au contraire, on s'intéresse à la repressurisation de l'adsorbeur 101B qui a terminé sa régénération. Pour effectuer cette repressurisation, de façon classique, on interrompt le courant d'azote impur, on ferme la conduite 25B et on ouvre la vanne 48. Simultanément, on ouvre les vannes 44B et 46B, de sorte qu'un courant additionnel d'air épuré comprimé provenant de la conduite 41 traverse de haut en bas chaque garde d'adsorbant. De nouveau, toute stagnation est ainsi évitée dans ces gardes pendant la repressurisation de l'adsorbeur.

L'agencement de la Figure 12 diffère de celui de la Figure 6 par le fait que les espaces qui surmontent les deux gardes de chaque adsorbeur sont reliés à l'atmosphère, ou

aux conduites 25, par les conduites 121, comme dans le cas de la Figure 4. Dans le cas de la Figure 12, cependant, les vannes 122 sont également ouvertes, en même temps que la vanne de la conduite 25 correspondante, pendant la phase de  
5 dépressurisation de l'adsorbeur (l'adsorbeur 101B dans l'exemple représenté) qui suit immédiatement la phase d'adsorption. De cette manière, un courant gazeux ascendant est établi à travers les deux gardes d'adsorbant pendant la phase de dépressurisation, ce qui évite toute stagnation  
10 dans ces gardes pendant cette phase.

On notera que l'invention peut être facilement mise en oeuvre sur des adsorbeurs existants, notamment dans ses variantes qui n'impliquent qu'un équipement additionnel extérieur à l'adsorbeur. Elle peut en particulier être  
15 utilisée pour réparer un adsorbeur muni d'autres moyens de lutte contre les effets de bord et de by-pass, par exemple à la suite de la détérioration d'une membrane souple telle que décrite dans le EP-A-0 526 343 précité.

Ainsi, suivant des caractéristiques du procédé de  
20 l'invention :

- le garnissage comprend au moins un lit de particules actives, notamment d'adsorbant ;
- ledit lit est annulaire ;
- ladite région marginale est la région supérieure,  
25 formant garde, du lit annulaire ;
- pendant ladite phase, on met ladite région marginale en communication avec un point qui se trouve à une pression différente de celle d'une région adjacente du garnissage ;
- 30 - ledit point est un point de l'atmosphère environnante ;
- ladite phase est une phase de balayage du garnissage au moyen d'un gaz de régénération ;
- au cours de ladite phase, on rend, dans ladite  
35 région, le rapport du débit de gaz de régénération au débit

de gaz à traiter supérieur au rapport global de ces deux débits dans le garnissage ;

5 - ledit point est un point d'une conduite d'évacuation du gaz de régénération ayant traversé le garnissage ;

- ledit point est un point d'une conduite d'alimentation en gaz de régénération ;

- ladite phase est une phase de traitement dudit gaz ;

10 - ledit point est le refoulement d'un compresseur piqué sur la conduite de production de gaz traité ;

- ladite phase est une phase de recompression du garnissage ;

15 - ledit point est un point de la conduite de production de gaz traité ;

- ladite phase est une phase de décompression du garnissage ;

20 - le garnissage comprend deux lits annulaires concentriques, et ladite région marginale comprend la région supérieure, formant garde, de chaque lit annulaire ;

- la hauteur de chaque région formant garde est au plus égale à la moitié de l'épaisseur radiale du lit correspondant, et, au cours de ladite phase, on met en communication l'une avec l'autre les régions formant gardes  
25 des deux lits ;

- pendant ladite phase, on met la région supérieure du lit radialement intérieur en communication avec un point qui se trouve à une pression plus faible, et on introduit un gaz auxiliaire additionnel dans l'espace qui surmonte  
30 l'autre lit ;

- pendant ladite phase, on introduit un gaz auxiliaire dans chacun des espaces surmontant un lit ;

- ledit traitement est une épuration par adsorption d'air atmosphérique destiné à être distillé ; et

35 - ledit traitement est une séparation d'un mélange gazeux, notamment une production d'oxygène à partir d'air

atmosphérique, par adsorption à modulation de pression éventuellement avec mise sous vide.

De plus, suivant des caractéristiques du réacteur de l'invention défini au début :

- 5           - lesdits moyens comprennent une conduite équipée d'une vanne d'arrêt ;
- lesdits moyens comprennent un passage équipé d'un clapet anti-retour adapté pour se fermer pendant les phases actives de fonctionnement du garnissage et pour s'ouvrir
- 10 pendant les phases de régénération de ce garnissage ;
- le garnissage comprend au moins un lit de particules actives, notamment d'adsorbant ;
- ledit lit est annulaire ;
- ladite conduite ou ledit passage relie l'espace
- 15 situé au-dessus du lit à l'atmosphère environnante ;
- ledit passage relie l'espace situé au-dessus du lit à une conduite d'évacuation de gaz par le bas du réacteur ;
- ladite conduite ou ledit passage relie l'espace
- 20 situé au-dessus du lit à une conduite d'alimentation en gaz auxiliaire ;
- ledit passage relie l'espace situé au-dessus du lit à une conduite d'alimentation en gaz auxiliaire ;
- ladite conduite d'alimentation est reliée à une
- 25 sortie de gaz traité du réacteur ;
- ladite conduite d'alimentation est équipée d'un compresseur ;
- le garnissage comprend deux lits annulaires concentriques, et un passage muni d'une vanne d'un clapet
- 30 anti-retour relie les espaces qui surmontent les deux lits ;
- et
- le garnissage comprend deux lits annulaires concentriques, et au moins une cloison de délimitation d'un espace surmontant un lit est munie d'une ouverture équipée
- 35 d'un clapet anti-retour qui s'ouvre radialement vers l'extérieur ou vers l'intérieur.

REVENDEICATIONS

1 - Procédé de traitement d'un gaz au moyen d'un garnissage actif, du type dans lequel on met en œuvre un cycle qui comprend au moins une phase de traitement, au cours de laquelle on fait circuler le gaz à traiter à travers le garnissage (3 ; 31, 32), et au moins une phase de régénération du garnissage, caractérisé en ce que, pendant l'une au moins des phases du cycle, on augmente ou on diminue localement l'écoulement gazeux dans au moins une région marginale du garnissage.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le garnissage (3 ; 31, 32) comprend au moins un lit de particules actives, notamment d'adsorbant.

3 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit lit (3 ; 31, 32) est annulaire.

4 - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite région marginale est la région supérieure, formant garde (18 ; 118) , du lit annulaire (3 ; 31, 32).

5 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, pendant ladite phase, on met ladite région marginale (18 ; 118) en communication avec un point qui se trouve à une pression différente de celle d'une région adjacente du garnissage (3 ; 31, 32).

6 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit point est un point de l'atmosphère environnante.

7 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite phase est une phase de balayage du garnissage au moyen d'un gaz de régénération.

8 - Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'au cours de ladite phase, on rend, dans ladite région, le rapport du débit de gaz de régénération au débit de gaz à traiter supérieur au rapport global de ces deux débits dans le garnissage.

9 - Procédé selon les revendications 5 et 8 prises ensemble, caractérisé en ce que ledit point est un point d'une conduite (25) d'évacuation du gaz de régénération ayant traversé le garnissage (3 ; 31, 32).

5           10 - Procédé selon les revendication 5 et 8 prises ensemble, caractérisé en ce que ledit point est un point d'une conduite (35) d'alimentation en gaz de régénération.

10           11 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite phase est une phase de traitement dudit gaz.

12 - Procédé selon les revendications 5 et 10 prises ensemble, caractérisé en ce que ledit point est le refoulement d'un compresseur (42) piqué sur la conduite (41) de production de gaz traité.

15           13 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite phase est une phase de recompression du garnissage.

20           14 - Procédé selon les revendications 5 et 12 prises ensemble, caractérisé en ce que ledit point est un point de la conduite (41) de production de gaz traité.

15           15 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite phase est une phase de décompression du garnissage.

25           16 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le garnissage comprend deux lits annulaires concentriques (31,32), et en ce que ladite région marginale comprend la région supérieure, formant garde (118), de chaque lit annulaire.

30           17 - Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que la hauteur ( $h_1$ ,  $h_2$ ) de chaque région formant garde (118) est au plus égale à la moitié de l'épaisseur radiale ( $e_1, e_2$ ) du lit (31,32) correspondant, et en ce que, au cours de ladite phase, on met en communication l'une avec l'autre les régions formant gardes des deux lits.

35           18 - Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que, pendant ladite phase, on met la région supérieure

(118) du lit radialement intérieur (31) en communication avec un point qui se trouve à une pression plus faible, et on introduit un gaz auxiliaire additionnel dans l'espace (124) qui surmonte l'autre lit (32).

5           19 - Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que, pendant ladite phase, on introduit un gaz auxiliaire dans chacun des espaces (124) surmontant un lit (31,32).

10           20 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que ledit traitement est une épuration par adsorption d'air atmosphérique destiné à être distillé.

15           21 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que ledit traitement est une séparation d'un mélange gazeux, notamment une production d'oxygène à partir d'air atmosphérique, par adsorption à modulation de pression éventuellement avec mise sous vide.

20           22 - Réacteur à garnissage actif régénérable, caractérisé en ce qu'au moins une région marginale du garnissage (3;31,32) est munie de moyens (21, 22 ; 121, 122 ; 36) de mise en communication au moins temporaire avec un point qui se trouve à une pression différente de celle d'une région adjacente du garnissage.

25           23 - Réacteur suivant la revendication 22, caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent une conduite (21;121) équipée d'une vanne d'arrêt (22;122).

30           24 - Réacteur suivant la revendication 22, caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent un passage équipé d'un clapet anti-retour (36) adapté pour se fermer pendant les phases actives de fonctionnement du garnissage (3 ; 31, 32) et pour s'ouvrir pendant les phases de régénération de ce garnissage.

35           25 - Réacteur suivant l'une quelconque des revendications 22 à 24, caractérisé en ce que le garnissage

(3 ; 31, 32) comprend au moins un lit de particules actives, notamment d'adsorbant.

26 - Réacteur suivant la revendication 25, caractérisé en ce que ledit lit (3;31,32) est annulaire.

5           27 - Réacteur suivant la revendication 26 lorsqu'elle dépend de la revendication 23 ou 24, caractérisé en ce que ladite conduite (21;121) ou ledit passage relie l'espace (24 ; 124) situé au-dessus du lit (3;31,32) à l'atmosphère environnante.

10           28 - Réacteur suivant la revendication 26 lorsqu'elle dépend de la revendication 23 ou 24, caractérisé en ce que ladite conduite (21 ; 121) ou ledit passage relie l'espace (24 ; 124) situé au-dessus du lit (3;31,32) à une conduite (25) d'évacuation de gaz par le bas du réacteur.

15           29 - Réacteur suivant la revendication 26 lorsqu'elle dépend de la revendication 23 ou 24, caractérisé en ce que ladite conduite (21 ; 121) ou ledit passage relie l'espace (24 ; 124) situé au-dessus du lit (3;31,32) à une conduite (35 ; 40, 41) d'alimentation en gaz auxiliaire.

20           30 - Réacteur suivant la revendication 29, caractérisé en ce que ladite conduite d'alimentation (40) est reliée à une sortie de gaz traité du réacteur.

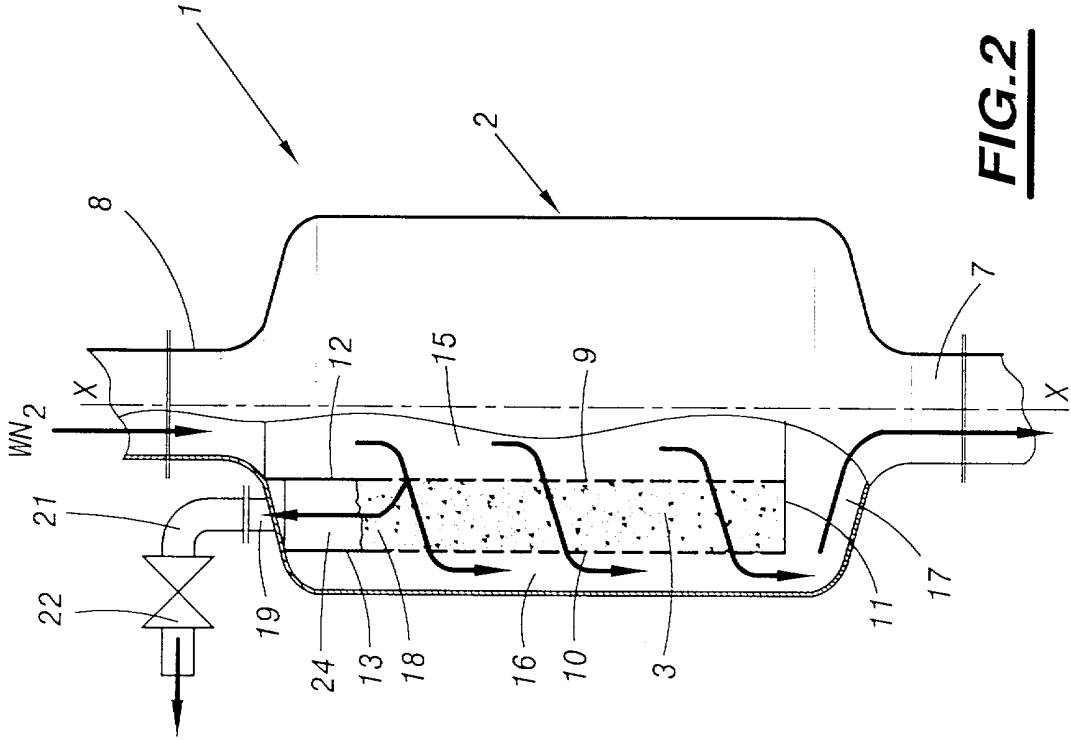
25           31 - Réacteur suivant la revendication 29 ou 30, caractérisé en ce que ladite conduite d'alimentation (40) est équipée d'un compresseur (42).

30           32 - Réacteur suivant la revendication 26, caractérisé en ce que le garnissage comprend deux lits annulaires concentriques (31,32), et en ce qu'un passage muni d'une vanne (122) d'un clapet anti-retour (36) relie les espaces (124) qui surmontent les deux lits (31,32).

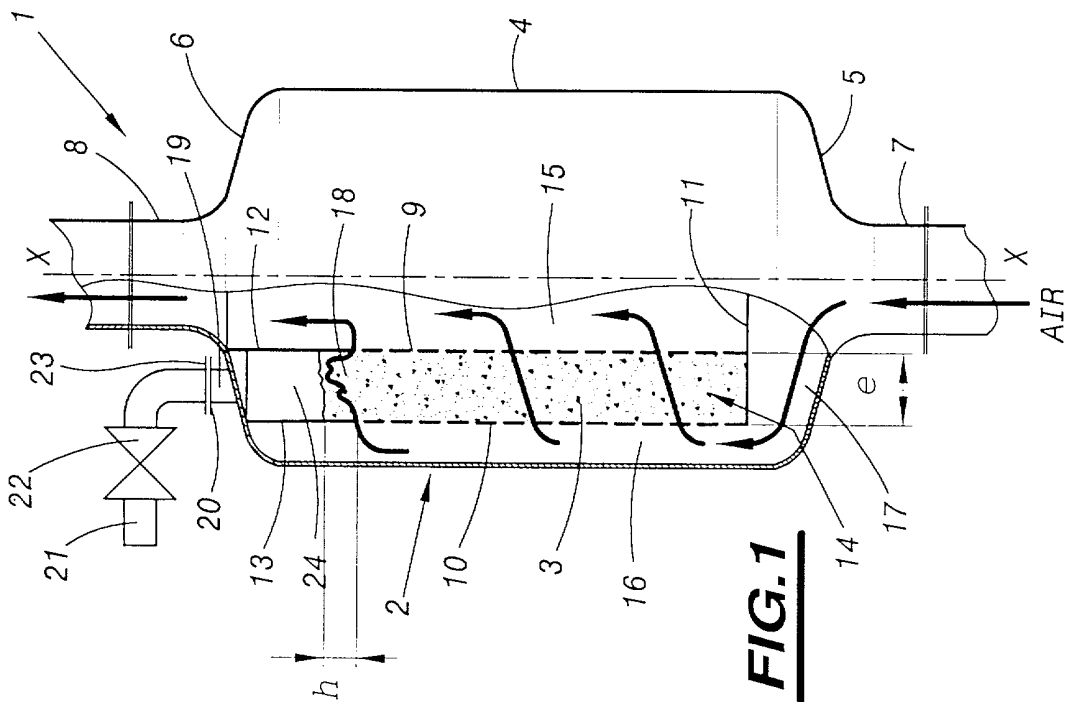
35           33 - Réacteur suivant la revendication 26, caractérisé en ce que le garnissage comprend deux lits annulaires concentriques (31,32), et en ce qu'au moins une cloison (12,13,34) de délimitation d'un espace (124) surmontant un lit (31,32) est munie d'une ouverture équipée

d'un clapet anti-retour (36) qui s'ouvre radialement vers l'extérieur ou vers l'intérieur.

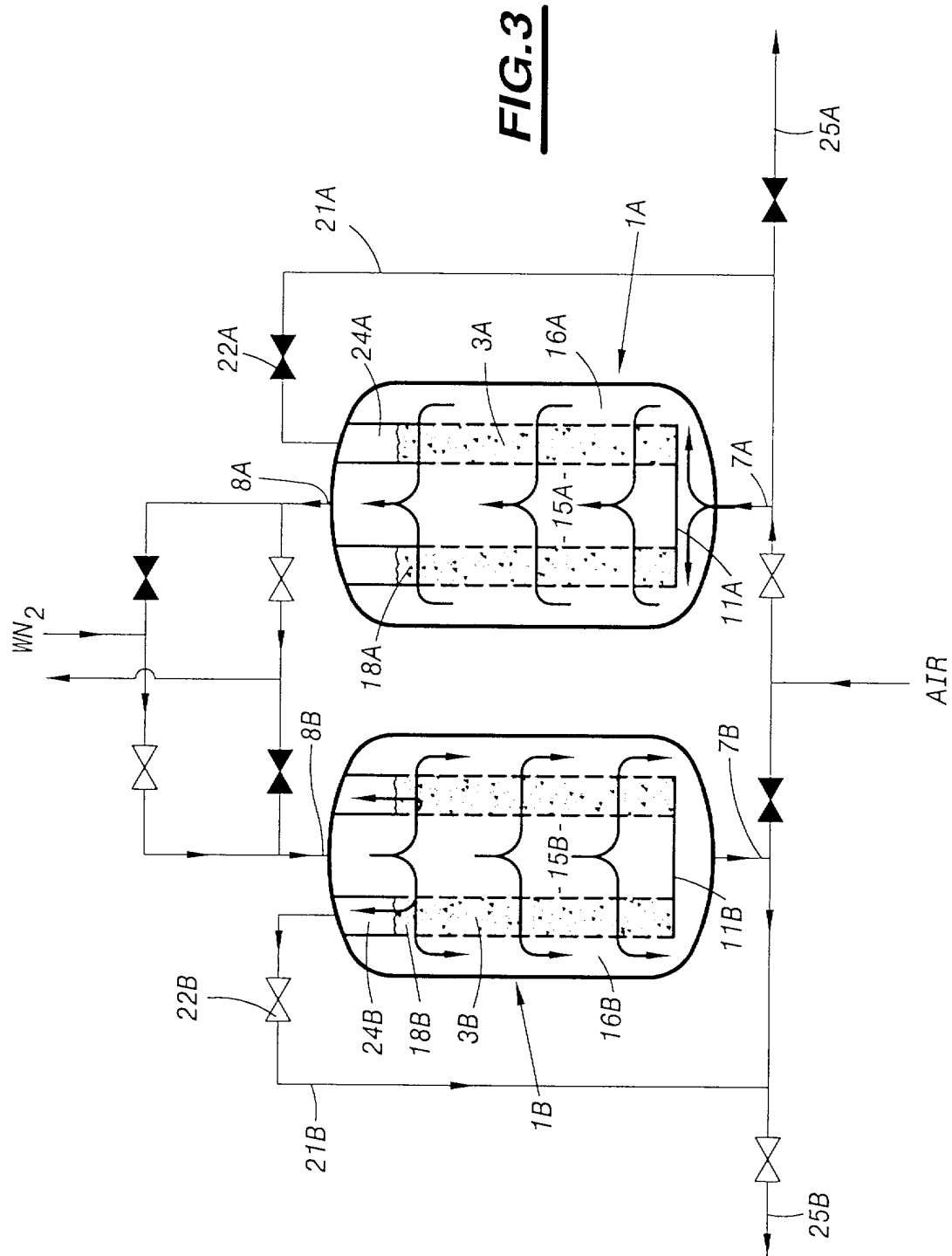
1/8



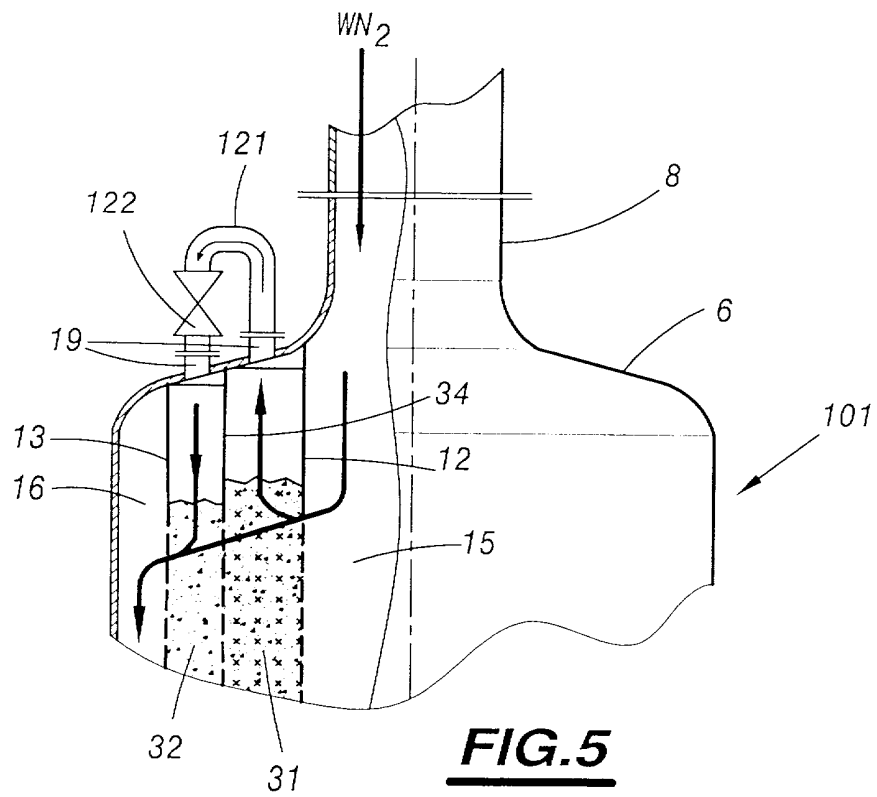
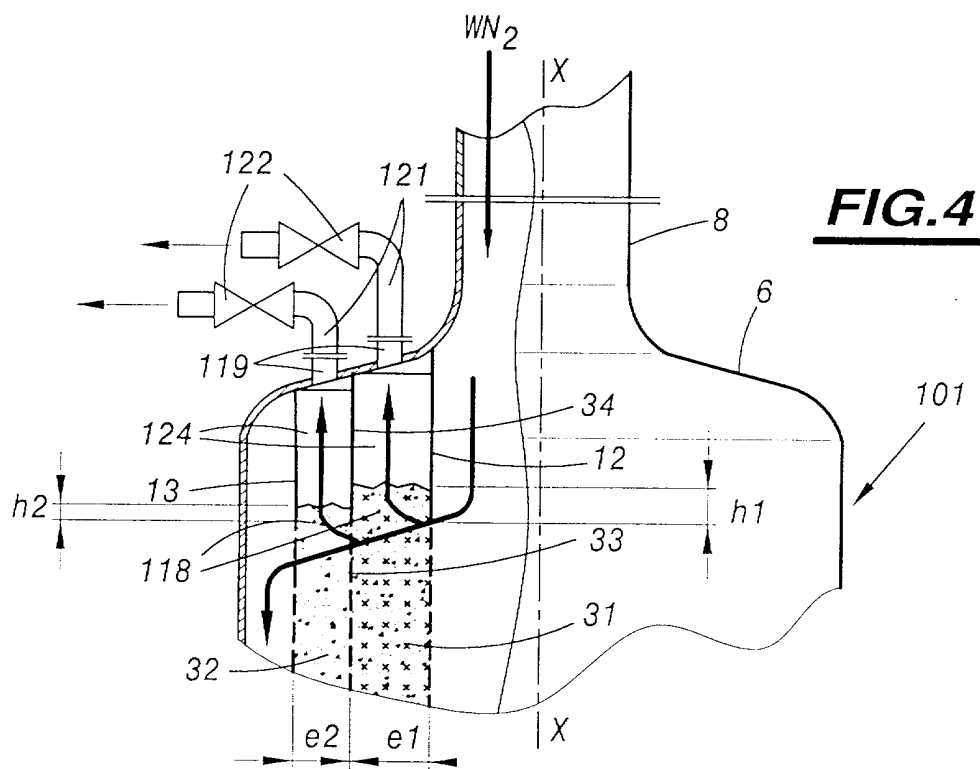
**FIG. 2**



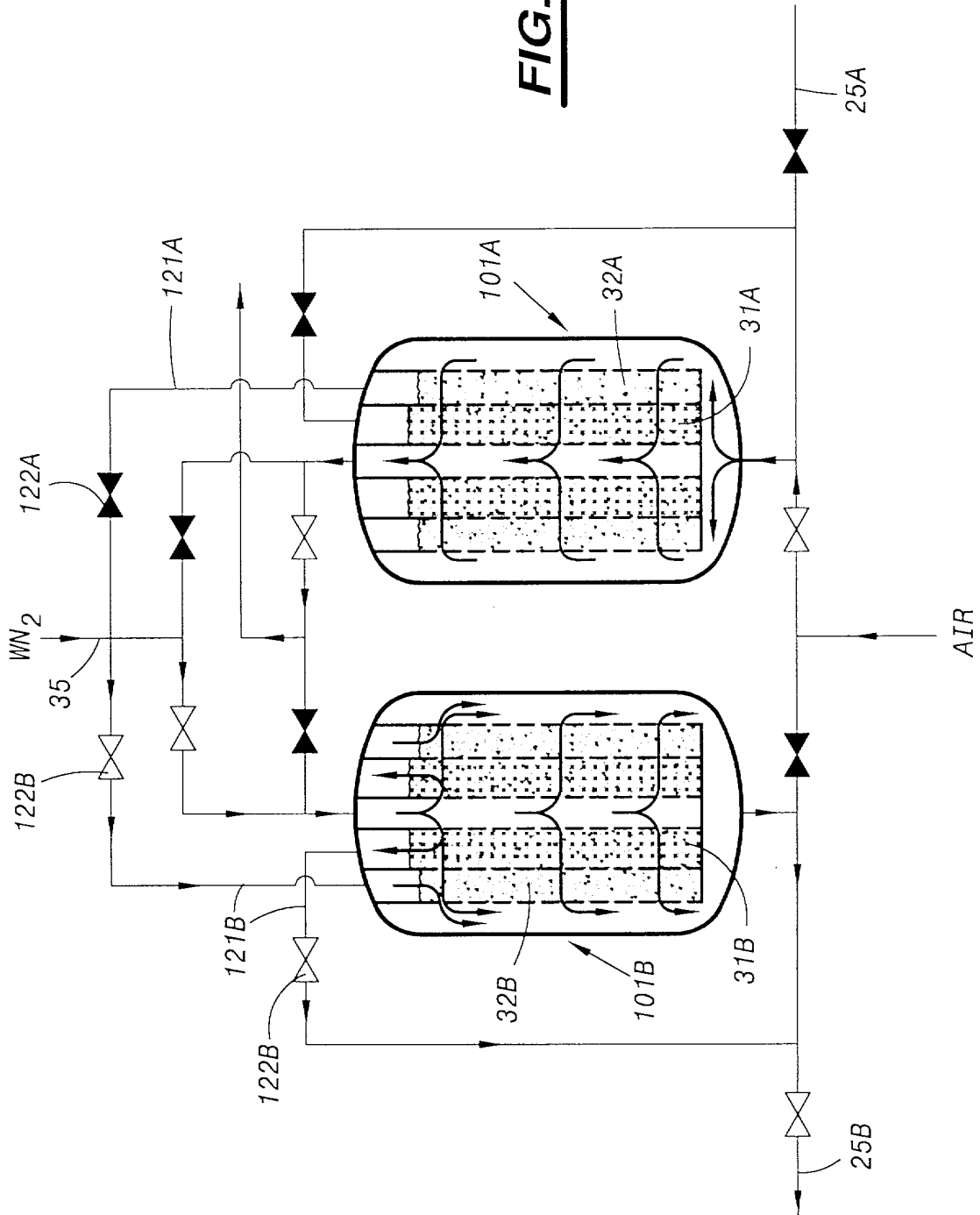
**FIG. 1**

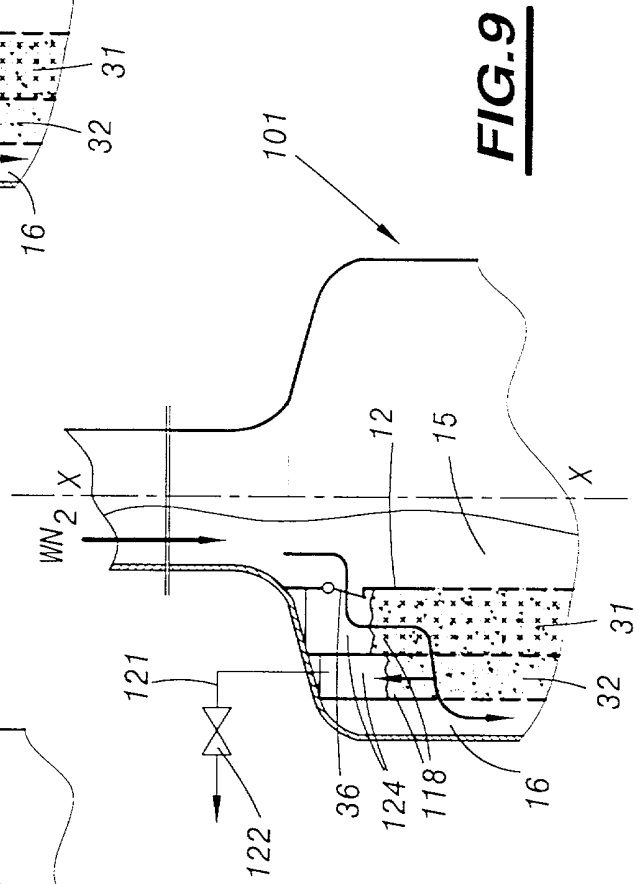
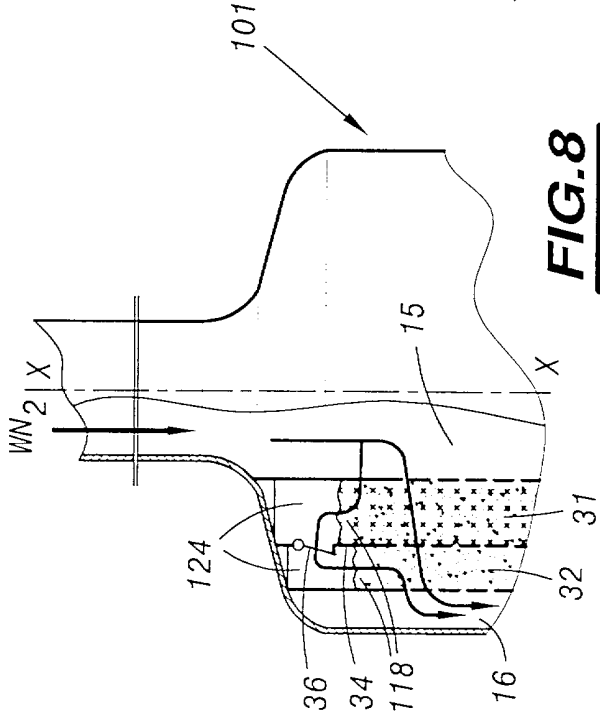
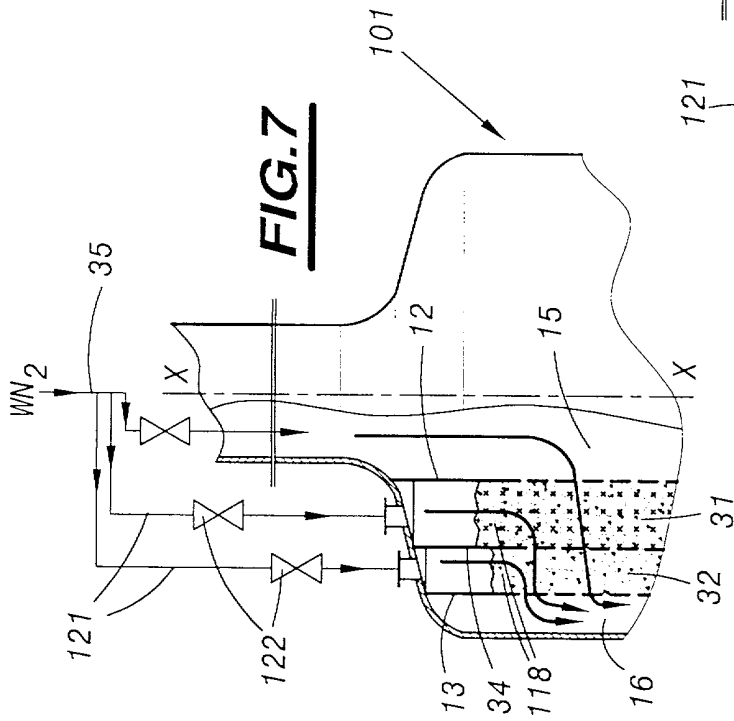


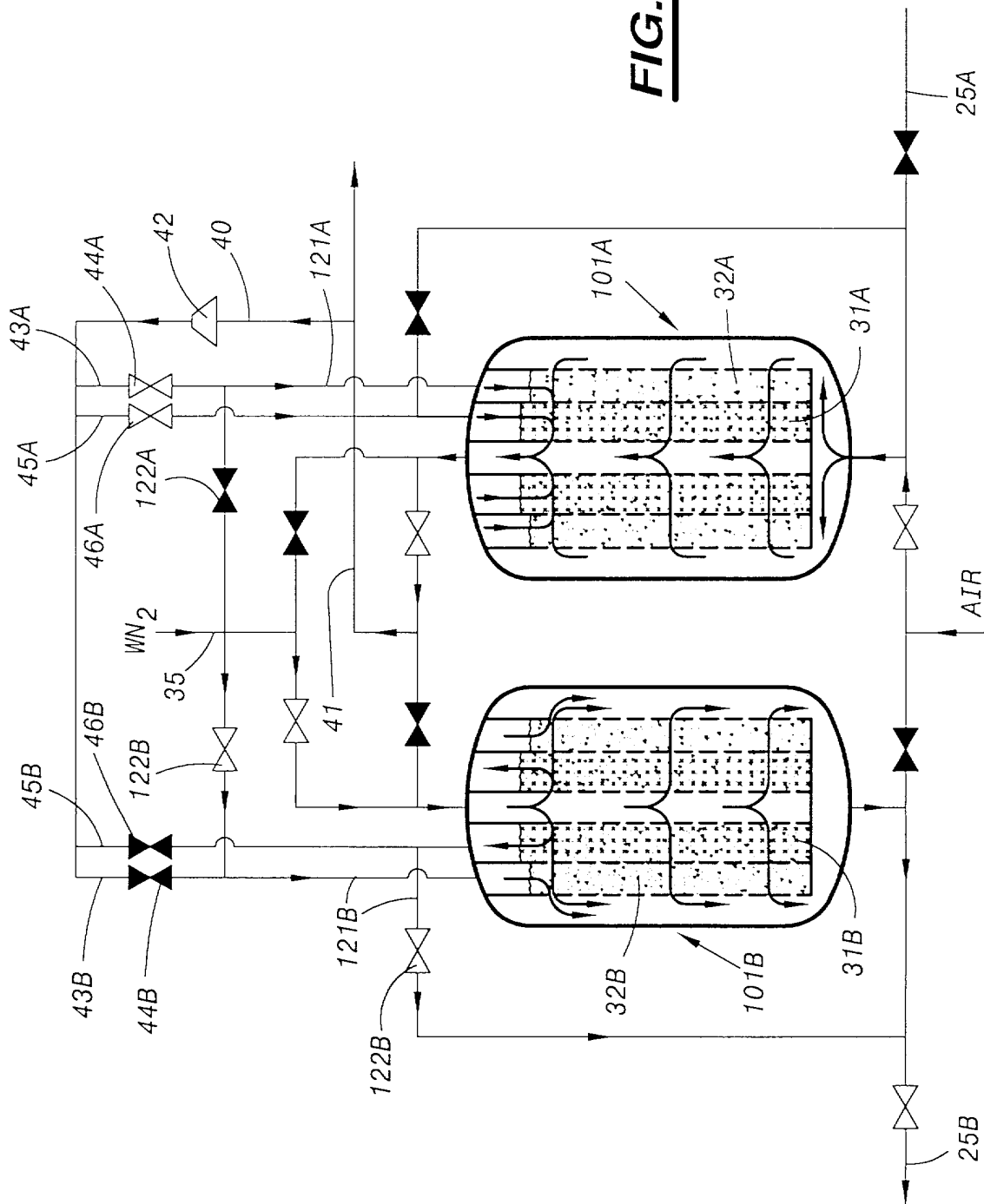
3/8

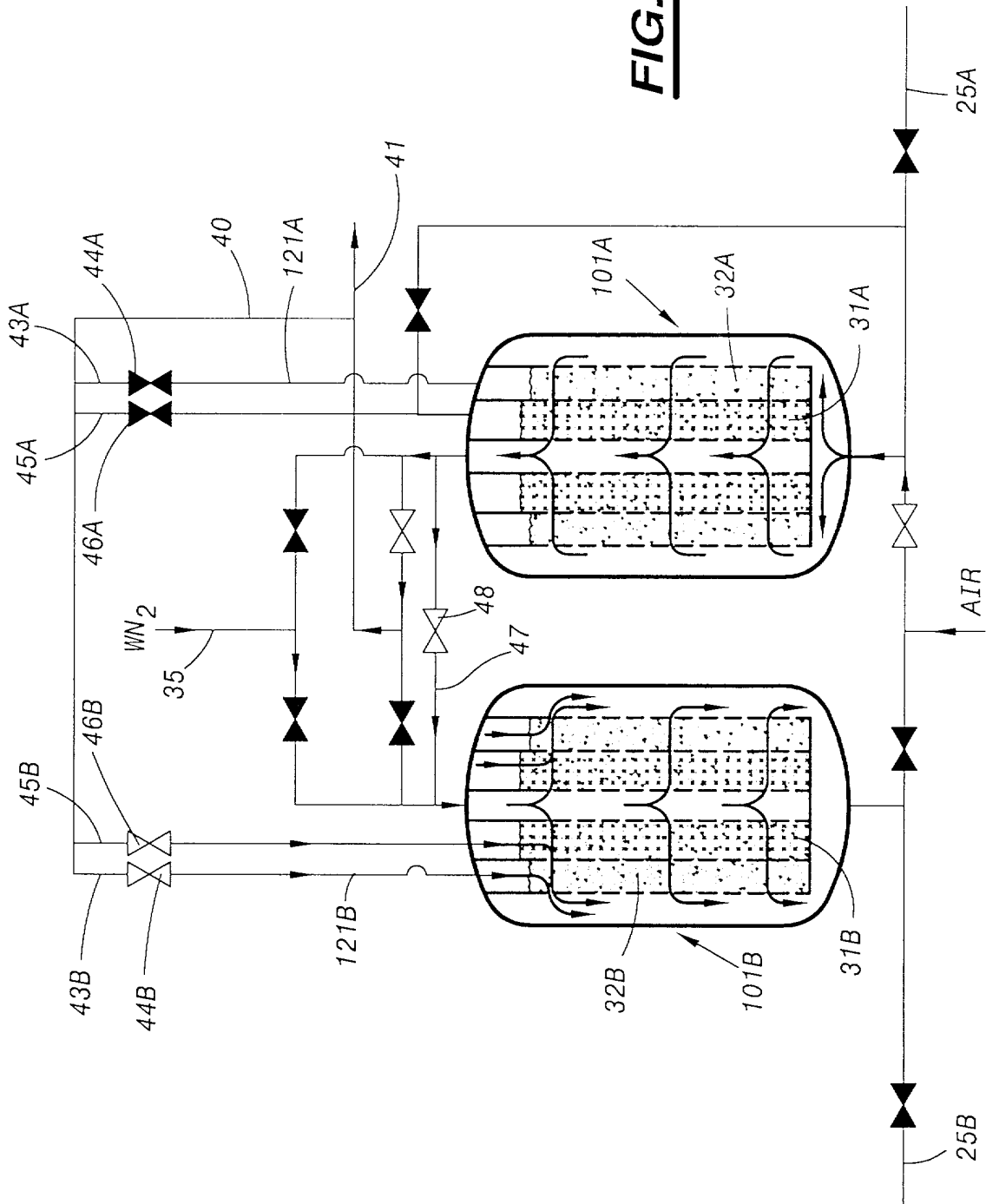


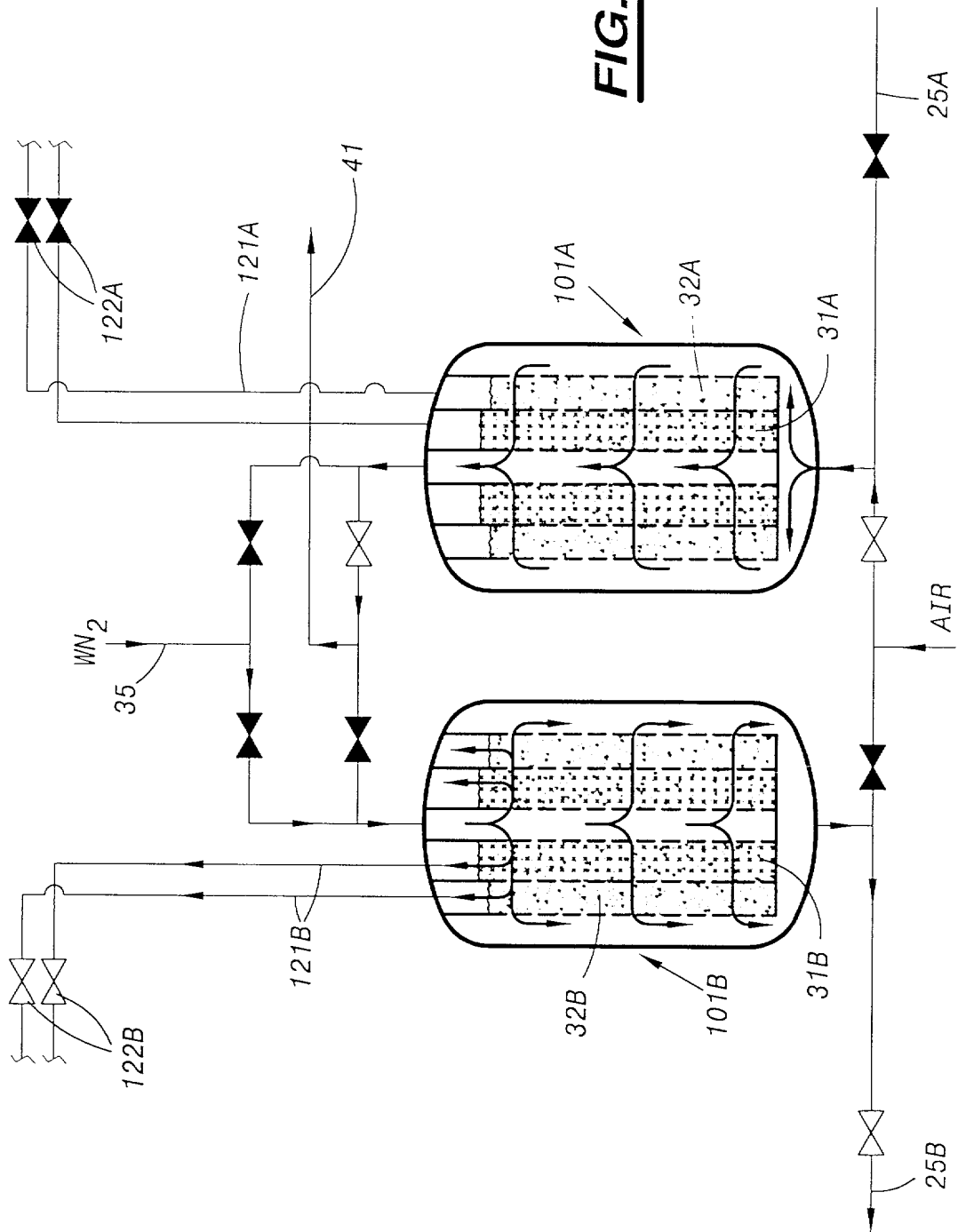
**FIG. 6**





**FIG. 10**



**FIG. 12**



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

2806321

N° d'enregistrement  
national

FA 587384  
FR 0003388

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 283 050 A (GRAY BUDDY D) 1 février 1994 (1994-02-01) * colonne 1, ligne 5 - ligne 14 * * colonne 5, ligne 4 - colonne 6, ligne 63; revendications 1-17; figures 2,4 * ---	22,25, 26,33	B01D53/047
A	EP 0 539 834 A (OTTO OEKO TECH) 5 mai 1993 (1993-05-05) * colonne 1, ligne 1 - ligne 7 * * colonne 1, ligne 43 - ligne 53 * * colonne 4, ligne 49 - colonne 5, ligne 16 * * colonne 5, ligne 42 - colonne 6, ligne 41; figures 2A,2B,4A,4B * ---	1-33	
A	EP 0 898 998 A (AIR LIQUIDE) 3 mars 1999 (1999-03-03) * le document en entier * -----	1-33	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B01D B01J
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		10 janvier 2001	Cubas Alcaraz, J
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul                      Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un                      autre document de la même catégorie                      A : arrière-plan technologique                      O : divulgation non-écrite                      P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention                      E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure                      à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date                      de dépôt ou qu'à une date postérieure.                      D : cité dans la demande                      L : cité pour d'autres raisons                      .....                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)