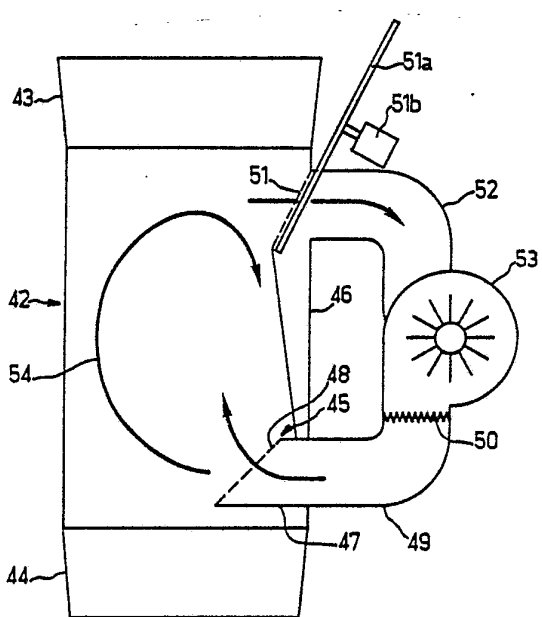


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets³ : F26B 17/10; B01J 8/18	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 83/ 01995 (43) Date de publication internationale: 9 juin 1983 (09.06.83)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR82/00202 (22) Date de dépôt international: 29 novembre 1982 (29.11.82) (31) Numéro de la demande prioritaire: 81 22685 (32) Date de priorité: 3 décembre 1981 (03.12.81) (33) Pays de priorité: FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): ETABLISSEMENTS NEU [FR/FR]; 47, Rue Fourier, F-59000 Lille (FR). (72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement) : BROUARD, Dominique, Marc [FR/FR]; 27, Avenue du Canon d'Or, F-59130 Lambersart (FR). (74) Mandataire: BUREAU D.A. CASALONGA OFFICE JOSSE & PETIT; 8, Avenue Percier, F-75008 Paris (FR).		(81) Etats désignés: AT (brevet européen), BE (brevet européen), CH (brevet européen), DE (brevet européen), GB (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), US. Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>
(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR THE TREATMENT OF SOLID PARTICLES BY MEANS OF A FLUID (54) Titre: PROCEDE ET APPAREIL DE TRAITEMENT DE PARTICULES SOLIDES A L'AIDE D'UN FLUIDE (57) Abstract The apparatus according to the invention is comprised of the assembly of a plurality of similar cells (42) comprising a hollow body (45) provided with a perforated surface (48) used for the introduction of an additional fluid. The additional fluid may come from another cell or from the same cell through a lattice orifice (51). Its physical parameters may be changed for example by means of the heating element (50). Thereby, a substantial improvement of the treatment and particularly of the drying in dryers based on the principle of pneumatic transport is obtained. (57) Abrégé L'appareil est constitué par l'assemblage de plusieurs cellules identiques (42) comportant un corps creux (45) muni d'une surface perforée (48) servant à l'introduction d'un fluide supplémentaire. Le fluide supplémentaire peut provenir d'une autre cellule ou de la même cellule par un orifice grillagé (51). Ses paramètres physiques peuvent être modifiés par exemple par l'élément de chauffage (50). On obtient ainsi une amélioration sensible du traitement et en particulier du séchage dans les séchoirs basés sur le principe du transport pneumatique.		
		

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	LI	Liechtenstein
AU	Australie	LK	Sri Lanka
BE	Belgique	LU	Luxembourg
BR	Brésil	MC	Monaco
CF	République Centrafricaine	MG	Madagascar
CG	Congo	MR	Mauritanie
CH	Suisse	MW	Malawi
CM	Cameroun	NL	Pays-Bas
DE	Allemagne, République fédérale d'	NO	Norvège
DK	Danemark	RO	Roumanie
FI	Finlande	SE	Suède
FR	France	SN	Sénégal
GA	Gabon	SU	Union soviétique
GB	Royaume-Uni	TD	Tchad
HU	Hongrie	TG	Togo
JP	Japon	US	Etats-Unis d'Amérique
KP	République populaire démocratique de Corée		

Procédé et appareil de traitement de particules solides à l'aide d'un fluide.

La présente invention est relative à un procédé et appareil permettant le traitement de particules solides à l'aide d'un fluide servant à la fois à les véhiculer et à effectuer un transfert de matière et/ou de chaleur entre les diverses phases en présence. L'invention est en particulier relative à des perfectionnements de conception et de construction apportés aux dispositifs de séchage par transport pneumatique ainsi qu'aux réacteurs de génie chimique basés sur un principe similaire. D'une manière générale, l'invention consiste à traiter des particules solides plus ou moins humectées et plus ou moins consistantes dans une colonne tubulaire, le plus souvent verticale, à l'aide d'un ou plusieurs fluides qui servent à la fois à les véhiculer, et à transférer de la matière et/ou de la chaleur entre les diverses phases en présence.

Des dispositifs de ce type trouvent de nombreuses applications dans le domaine des industries chimiques, parachimiques, biologiques, et agro-alimentaires par exemple. C'est pourquoi les dispositifs de la présente invention seront désignés à plusieurs reprises dans la description sous le terme générique de réacteurs, bien qu'ils puissent aussi n'être utilisés que pour des opérations de traitements thermiques tels que le séchage ou la pyrolyse plus ou moins totale.

On connaît déjà des dispositifs comportant un tube vertical unique ou plusieurs tubes verticaux montés en épingles successives et servant aussi bien au séchage des poudres, des fibres ou de substances particulières quelconques, qu'à la réalisation de réactions chimiques ou biologiques en phase hétérogène par fluidisation de particules de matières telles qu'un catalyseur dans une ou plusieurs phases liquides ou gazeuses.

Dans l'un et l'autre cas, ces appareils travaillent généralement en régime de co-courants, de sorte que le temps de contact entre phases est particulièrement limité.



On sait que le régime de co-courants est défavorable à un transfert satisfaisant dans le cas de réactions ou de phénomènes comme le séchage qui tendent vers un état d'équilibre entre phases en présence. En effet, dans ce cas, une des phases s'enrichit en énergie ou en matière à transférer au détriment de l'autre, et le potentiel de transfert se trouvant progressivement réduit, la vitesse du processus diminue. Le temps de mise en contact doit donc être augmenté pour obtenir un taux de conversion acceptable qui d'ailleurs ne correspond jamais à une transformation ou à un transfert complets, sauf à s'en rapprocher lorsque l'une des phases mises en présence est en très large excès par rapport à l'autre. Or, le temps de mise en contact par transport pneumatique dans un réacteur tubulaire est limité au temps de trajet commun des éléments des phases en présence entre l'injecteur de solides et le cyclone de séparation. Il est donc très difficile pour cette raison également de laisser dans ce type de réacteur les phases en présence pendant un temps suffisamment long pour que les transferts de matière et/ou de masse s'effectuent bien, quelles que soient les quantités de mouvement mises en jeu.

Lorsqu'on veut assurer un très large excès de la phase représentée par le fluide de transport par rapport à la phase représentée par les particules transportées, on est alors amené à réaliser le processus dans un séchoir ou dans un réacteur à fluidisation. Dans un tel matériel on peut ainsi réaliser des combustions, des réactions chimiques en phase hétérogène, ou un séchage à partir de particules préexistantes dont on cherche à accroître la taille moyenne (granulation). On verra ci-après que l'invention permet également d'accéder à ces techniques dans des conditions intéressantes.

Pour pallier les inconvénients résultant du traitement à co-courants pendant un temps trop court dans un tube rectiligne, plusieurs perfectionnements ont déjà été proposés.

C'est ainsi que selon le brevet US 4.043.049 on sait déjà allonger le temps de contact entre la substance particulaire à traiter et son fluide de transport en constituant le réacteur par un ensemble d'éléments de colonnes parallèles formant des



épingles successives, de telle manière que le flux de matières en contact circule dans ce dispositif dans des directions alternativement ascendantes et descendantes. Un tel dispositif permet de développer un meilleur transfert grâce à l'augmentation du temps de contact. Toutefois, il reste de réalisation très coûteuse et s'il permet de se rapprocher considérablement des conditions d'équilibre imposées par la cinétique physico-chimique du processus, il ne permet pas de les déplacer dans un sens favorable aux augmentations de rendement des réactions mises en jeu.

Une autre manière d'améliorer le contact entre les phases en présence consiste à modifier la forme du tube, de telle manière que l'on n'ait plus recours à un tube cylindrique rectiligne, mais à un tube de section par exemple parallépipédique formé de segments successifs assemblés les uns sur les autres selon une ligne brisée d'éléments d'égale longueur formant entre eux des angles obtus égaux et opposés. Toutefois, une telle pratique, connue dans la manutention pneumatique de solides pulvérulents pour conduire à la construction de "séparateurs zig-zag", ne convient pas au convoyage et à la mise en présence de phases gazeuse et solide pulvérulente lorsque la répartition granulométrique des particules qui constituent cette dernière est trop largement dispersée.

Une telle conception conduit en effet à séparer les fines particules des grosses en raison du ralentissement de ces dernières par inertie conjuguée aux effets de chocs sur les parois. De la sorte, l'opérateur n'est pas maître du temps de traitement de chaque classe de particules selon son diamètre moyen dans l'histogramme de répartition. Cela entraîne souvent des écarts dans les temps de traitement ou de réaction qui ne sont pas toujours bénéfiques aux qualités moyennes des produits traités.

En vue de perfectionner le séparateur zig-zag et de permettre son application au séchage et à la mise en contact de produits pulvérulents avec un fluide, le brevet français n° 76 34 846 du 17 novembre 1976 a proposé d'en revenir à la conception habituelle du tube lisse en garnissant cependant



l'intérieur de ce dernier de coins ou onglets convenablement dimensionnés par rapport à la section du conduit, à la vitesse d'ascension du fluide de circulation, à la vitesse minimale de fluidisation des particules transportées, et à leur angle de talus, lorsqu'elles sont mises en tas au repos.

Ces obstacles ou chicanes répartis à intervalles sensiblement réguliers à l'intérieur de la colonne formant réacteur constituent une pluralité d'étages de fluidisation dans lesquels le brassage est intense, les particules en circulation entre deux chicanes successives parcourant plusieurs fois dans des sens alternativement ascendant et descendant la distance entre les deux chicanes avant d'être transférées dans l'étage immédiatement supérieur à celui dans lequel elles se trouvaient précédemment.

On obtient ainsi un allongement sensible du temps de transit des particules dans le réacteur, ce temps de transit étant d'autant plus uniformément dispersé que le nombre d'étages est plus grand.

L'inconvénient de cet appareil réside toutefois dans le fait que son diamètre inférieur de coupure, défini comme le diamètre minimum moyen des particules qu'il est susceptible de fluidiser, n'est pas inférieur à 2 ou 3 mm environ selon la densité réelle des matières qui les constituent, ce qui interdit de traiter dans cet appareil des particules de diamètre plus faible. En outre, ce type de réacteur ne permet d'améliorer les conditions d'obtention de l'équilibre cinétique qu'au prix d'une forte augmentation de la consommation de fluide et d'énergie.

Pour améliorer le rendement des processus à co-courants, plus particulièrement dans les applications au séchage, le brevet français n° 1.192.565 a préconisé quant à lui d'utiliser un dispositif injecteur convergent/divergent monté dans une chambre de séchage et provoquant de ce fait un recyclage automatique de l'air et de la matière à sécher à l'intérieur de la chambre de séchage.

Une injection d'air additionnel provenant d'une dérivation de l'alimentation principale, est faite tangentiel-



lement à la surface extérieure de la chambre de séchage dans sa partie haute en vue d'augmenter le potentiel de séchage par augmentation de la température sèche et diminution de l'humidité relative de l'air de séchage, tout en augmentant le tourbillonnement des particules transportées en proportion de leurs masses individuelles.

Un tel séchoir présente divers avantages notables, comme notamment celui de permettre le transport de particules de faible diamètre. Toutefois, il n'est pas possible dans ce genre de dispositif d'utiliser un nombre suffisant d'entrées de gaz additionnels pour réaliser tous les processus voulus en raison de l'augmentation sensible de débit massique qui en résulterait et qui diminuerait les temps de traitement des particules dans la colonne.

Par ailleurs, les séchoirs de type classique qui viennent d'être décrits et les réacteurs de génie chimique pour la mise en contact de solides avec des gaz (ou des mélanges de liquides et de gaz), présentent l'inconvénient d'être constitués le plus souvent d'une seule pièce de grande longueur calculée pour la mise en oeuvre d'un processus précis.

En cas d'erreur dans le dimensionnement, le matériel devient totalement inutilisable et doit être détruit et reconstruit, à partir d'éléments différemment dimensionnés; si d'autre part on veut modifier le processus réalisé dans le réacteur, il en va ordinairement de même. Enfin, dans la mesure où l'atelier mettant en oeuvre de tels appareils est amené à être déplacé ou affecté à d'autres fins, ce genre de réacteur ne peut pratiquement jamais être reconstruit à partir des pièces qui l'ont constitué initialement.

L'invention a donc pour objet de supprimer les différents inconvénients de l'état de la technique en améliorant les procédés et appareils connus servant au séchage par transport pneumatique aussi bien qu'à l'exécution de réactions chimiques continues en phase hétérogène entre produits solide et/ou liquide et gazeux.

Le procédé de traitement de particules solides à l'aide d'un fluide servant à la fois à les véhiculer à effectuer un



transfert de matière et/ou de chaleur entre les diverses phases en présence, selon l'invention, utilise un mélange fluidisé de particules solides mises en suspension et en circulation naturelle dans le fluide à l'intérieur d'une enceinte. Le mélange fluidisé est soumis à l'intérieur de ladite enceinte sur son trajet à des mouvements tourbillonnaires dans une pluralité de cellules. En d'autres termes, le mélange fluidisé subit dans chaque cellule ou portion de l'enceinte un mouvement tourbillonnaire effectuant une recirculation partielle du mélange fluidisé de nature à augmenter son temps de séjour dans l'enceinte de traitement. Selon l'invention, on introduit en outre un débit de fluide supplémentaire dans au moins l'une des cellules afin d'apporter une quantité de mouvement créant ou augmentant le mouvement tourbillonnaire du mélange dans la cellule considérée.

De préférence, des moyens de recirculation interne sont prévus dans au moins certaines des cellules de l'enceinte et contribuent ainsi à diminuer la section de passage pour le mélange fluidisé dans certaines portions. De cette manière, le mouvement tourbillonnaire est encore augmenté à l'intérieur de la cellule.

La température, l'hygrométrie ou d'autres caractéristiques physiques du fluide supplémentaire peuvent être contrôlées de façon à agir sur les conditions du traitement des particules solides. C'est ainsi que dans les applications au séchage, on pourra avantageusement préchauffer le fluide supplémentaire avant de l'introduire dans les cellules de l'appareil.

Le fluide supplémentaire ainsi introduit peut provenir d'une alimentation extérieure. Toutefois, dans un mode de réalisation préféré du procédé de l'invention, le fluide supplémentaire provient de la reprise du fluide issu d'une autre portion de l'enceinte.

Cette reprise peut se faire dans la même cellule en aval de l'introduction du fluide. Elle peut se faire à partir d'une autre cellule située en aval de l'introduction du fluide, qui



peut être soit la cellule immédiatement adjacente, soit une cellule plus éloignée dans la direction de l'écoulement du mélange fluidisé.

L'appareil de traitement de l'invention permettant la mise en oeuvre du procédé comprend une enceinte constituée par l'assemblage d'éléments individualisés facilement superposables ou juxtaposables et définissant une pluralité de cellules. L'enceinte est munie à sa base d'un moyen d'alimentation en fluide susceptible de provoquer la mise en suspension et en circulation des particules solides sous forme de mélange fluidisé. Les particules solides peuvent être introduites dans l'enceinte de façon à définir un fonctionnement en co-courants ou, dans une variante un fonctionnement, à contre courant. Au moins l'une des cellules de l'enceinte comporte un orifice de reprise ou d'introduction relié à un conduit d'introduction pour le fluide supplémentaire. Ce conduit est relié à un moyen de circulation externe de fluide qui peut être une pompe ou analogue et le conduit peut en outre comporter des moyens permettant de faire varier la température du fluide supplémentaire. Des moyens de séparation des fluides et des solides mélangés dans la cellule sont de préférence prévus dans ledit conduit.

Au moins certaines cellules comportent des moyens de recirculation interne sous la forme d'un corps creux disposé au moins en partie à l'intérieur de la cellule afin de faire varier la section de passage pour le mélange fluidisé traversant la cellule. Le corps creux est muni d'au moins une portion de surface perforée et est connecté au conduit d'introduction de fluide supplémentaire.

L'orifice de reprise est avantageusement prévu sur la paroi de la cellule et comporte de préférence une grille à aubes ou un élément filtrant. Dans le cas d'un tel élément filtrant, on peut utiliser un filtre continu entraîné en translation ou en rotation, soit en continu, soit en fonction de la valeur de la perte de charge à travers l'élément filtrant. Des moyens d'obturation de l'orifice de reprise peuvent également être prévus dans le cas où la mise en oeuvre du



procédé n'exige pas une reprise du fluide à partir de toutes les cellules de l'appareil.

Dans une première variante, le corps creux est ouvert et comporte une première surface perforée d'aspiration disposée en aval de la circulation générale du mélange fluidisé dans la cellule. Cette première surface est montée à l'extrémité de plus grande section d'un élément de convergent tronconique fixé sur un élément de divergent tronconique dont la plus grande section est entourée d'une deuxième surface perforée de refoulement. Enfin, une plaque d'obturation ferme le corps creux à son extrémité amont. Le conduit d'introduction de fluide supplémentaire traverse la paroi extérieure de la cellule et débouche à l'intérieur du corps creux sensiblement au droit de la jonction de ces deux éléments tronconiques.

Dans une autre variante, le corps creux est fermé et constitué par deux éléments sensiblement tronconiques identiques assemblés par leur grande ou leur petite base de même section à un élément central sensiblement cylindrique. Dans sa zone centrale, le corps creux est muni d'évents permettant l'échappement tangentiel du fluide supplémentaire provenant du conduit d'introduction de fluide qui traverse la paroi extérieure de la cellule et débouche à l'intérieur du corps creux de préférence légèrement en aval de la zone centrale du corps creux. On obtient ainsi un effet de tourbillonnement qui provoque comme précédemment une recirculation interne partielle du mélange fluidisé à l'intérieur des différentes cellules de l'enceinte.

Les corps creux des différentes cellules peuvent être reliés entre eux par des éléments cylindriques de liaison afin d'améliorer la tenue mécanique de l'ensemble et de favoriser l'écoulement du mélange fluidisé entre la paroi de l'enceinte et les corps creux ainsi reliés les uns aux autres.

Dans une autre variante, le corps creux précédent se présente sous la forme d'un onglet ou d'un coin formant une chicane accolée à la paroi de la cellule et comportant une première surface pleine sensiblement perpendiculaire à l'écoulement du mélange fluidisé provoquant une diminution de

la section de passage. Le corps creux comporte une deuxième surface perforée inclinée par rapport à la direction de l'écoulement. Le corps creux est directement relié au conduit d'introduction de fluide supplémentaire. Les différentes chicanes des diverses cellules peuvent être fixées le long de la même génératrice ou sur le même côté de l'appareil. Elles peuvent également être montées en opposition sur deux côtés qui se font face ou sur deux génératrices diamétralement opposées. Enfin, les chicanes peuvent également être montées en quadrature.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

la fig. 1 montre des courbes illustrant la variation de l'humidité résiduelle en fonction de la longueur d'un conduit dans un réacteur selon l'invention appliqué à un processus de séchage;

la fig. 2 montre schématiquement la structure interne d'une cellule individuelle d'un appareil selon la présente invention;

les fig. 3 et 4 montrent schématiquement deux variantes de cellules pouvant être utilisées dans un appareil selon l'invention utilisant un corps creux fermé disposé à l'intérieur de la cellule;

les fig. 5 et 6 illustrent schématiquement deux modes de mise en oeuvre et d'assemblage de cellules analogues à celles de la fig. 3;

la fig. 7 illustre un mode de mise en oeuvre utilisant des cellules analogues à celles de la fig. 4;

la fig. 8 illustre une variante de cellule pouvant être utilisée dans un appareil selon l'invention dans laquelle le corps creux présente une forme de chicane partiellement perforée;

les fig. 9, 10 et 11 montrent des modes de mise en oeuvre utilisant un assemblage de cellules analogues à celles illustrées sur la fig. 8;



les fig. 12, 13, 14, 15, 16 et 17 illustrent chaque fois respectivement un assemblage de cellules s'apparentant à celle qui est illustrée sur la fig. 8 et une vue en coupe transversale montrant la disposition interne des chicanes; et

la fig. 18 illustre une variante de cellule pouvant être utilisée dans un appareil selon l'invention montrant une structure particulière de chicane.

A titre d'exemple purement illustratif et nullement limitatif de la portée de l'invention, on expliquera le fonctionnement de certaines des variantes illustrées dans le cadre d'une application au séchage de particules solides. Lorsqu'on véhicule des particules solides à sécher dans un tube vertical en utilisant de l'air chaud, la quantité de particules transportées par kilogramme de fluide est souvent importante. La courbe A de la fig. 1 montre la variation de l'humidité résiduelle de l'air de séchage fonction de la longueur du tube vertical utilisé dans le cas d'un séchoir formé d'un simple tube lisse. On voit que l'air de transport et de séchage atteint rapidement une humidité relative limite L égale au rapport entre la tension de vapeur de solvant à la surface des particules et la tension de vapeur saturante des mêmes solvants dans le fluide de transport à la température à laquelle le processus de séchage est conduit. A ce stade, le séchage ne se poursuit plus et le parcours des deux phases dans le tube n'a plus d'utilité.

La présente invention préconise pour une telle application de séchage, l'utilisation d'une enceinte verticale constituée par l'assemblage d'une pluralité de cellules constituant chacune un étage à l'intérieur duquel les particules solides à sécher sont soumises à un mouvement tourbillonnaire qui entraîne une recirculation interne partielle. La courbe B de la fig. 1 montre, dans le cas de quatre étages référencés 1, 2, 3 et 4 la variation de l'humidité résiduelle de l'air de transport qu'il est possible d'obtenir. Selon l'invention on a introduit dans les différentes cellules constituant chacune un étage, un débit supplémentaire d'air desséché et chauffé provenant de l'extérieur de l'appareil ou éventuellement après reprise à partir d'un autre étage. Il en résulte l'apparition

des discontinuités que l'on peut voir sur la fig. B et l'obtention d'une diminution plus rapide de l'humidité résiduelle sur toute la longueur de l'appareil, qui améliore très sensiblement le processus de séchage.

Telle qu'elle est illustrée sur la fig. 2, la cellule 5 est constituée par un segment de tube cylindrique muni à chacune de ses extrémités ouvertes d'une bride 6 permettant un assemblage étanche à l'aide de boulons non représentés sur la figure. A l'intérieur de la cellule 5 se trouve monté un corps creux 7 muni d'une première surface perforée d'aspiration 8 disposée en aval de la circulation générale du mélange fluidisé dans la cellule 5, circulation matérialisée par les flèches 9. On notera que l'appareil constitué par l'assemblage des différentes cellules 5 étant ici disposé verticalement, le mélange fluidisé s'écoule depuis le bas vers le haut, la première surface perforée 8 se trouvant donc à la partie haute du corps creux 7. Cette première surface perforée 8 constituée par exemple par une grille d'aspiration est montée à l'extrémité de plus grande section d'un élément de convergence tronconique 10 fixé lui-même sur un élément de divergent tronconique 11 placé dans la partie basse du corps creux 7. La plus grande section de l'élément de divergent 11 est entourée par une deuxième surface perforée de refoulement 12 qui est fixée autour de l'extrémité ouverte de l'élément 11. Une plaque d'obturation 13 en forme de disque galbé à concavité dirigée vers le haut est fixée à la périphérie de la surface perforée 12 fermant ainsi le corps creux 7 à son extrémité amont. Un conduit 14 permettant l'introduction d'un fluide supplémentaire traverse la paroi extérieure de la cellule 5 ainsi que la paroi du corps creux 7 et débouche au moyen d'une buse 15 à l'intérieur dudit corps creux sensiblement au droit de la jonction des deux éléments tronconiques 10 et 11.

L'assemblage de plusieurs cellules 5 identiques par les brides 6 permet la réalisation d'un appareil de séchage ou de réaction en phase hétérogène. La phase solide peut être introduite par tout moyen connu soit dans la partie basse de l'enceinte tubulaire verticale auquel cas le processus se



déroule à co-courants, soit au voisinage de sa partie haute ce qui entraîne un fonctionnement à contre-courant. Il peut être avantageux dans ce dernier cas, de retourner la cellule de telle manière que la coupelle 13 se trouve alors dans la partie supérieure de l'élément. L'extraction des fluides se fait par un orifice disposé à la partie supérieure de l'enceinte de traitement.

EXEMPLE 1

On assemble quatre cellules 5 telles que représentées sur la fig. 2 en vue de procéder au séchage de granulés au moyen d'air chaud de façon à obtenir la courbe B de la fig. 1. Dans ce but on apporte dans chaque cellule 5 par le conduit 14, au niveau du venturi formé par les deux troncs de cône associés 10 et 11 un débit d'air desséché et chauffé à l'extérieur de l'appareil. Cet air apporté de l'extérieur induit dans le convergent 10 une circulation descendante illustrée par les flèches 16 qui entraîne une partie de l'air servant à véhiculer les granulés. Cet air déjà humidifié et refroidi en raison de la diminution isenthalpe de température résultant de l'absorption partielle de l'eau contenue dans les granulés se réchauffe et donc se dilate et se dessèche par mélange avec l'air injecté dans le corps creux 7 par la buse 15. Ce mélange est renvoyé à travers la surface perforée de refoulement 12 grâce à l'existence de la plaque d'obturation 13, à l'intérieur de la cellule 5 à une vitesse suffisante pour augmenter considérablement la turbulence de l'écoulement de la veine rendant ainsi plus efficace la mise en contact de l'air et des granulés à l'intérieur de la cellule considérée. Ce mouvement tourbillonnaire est illustré en particulier par les flèches 17. L'apport d'une quantité de mouvement supplémentaire par l'air extérieur ainsi injecté conduit également à augmenter la vitesse ascensionnelle du mélange fluidifié ce qui facilite la séparation des granulés et de l'air au niveau de la première surface perforée de reprise 8 jouant le rôle de grille de séparation.

La superposition de quatre cellules identiques telle que la cellule 5 permet de constituer un séchoir complet dont la

courbe B de la fig. 1 montre qu'il conduit à un séchage plus rapide sur une hauteur de colonne plus faible qu'un simple tube lisse (courbe A sur la fig. 1).

Les fig. 3 et 4 illustrent une variante de cellule individuelle pouvant être utilisée pour réaliser par assemblage de plusieurs cellules identiques, un appareil de traitement selon l'invention. Dans ces deux variantes où les éléments analogues portent les mêmes références, la cellule 18 est également constituée d'un segment de tube cylindrique ouvert à ses deux extrémités muni de brides 19 permettant la fixation des différentes cellules 18 entre elles par des boulons. Le corps creux monté à l'intérieur de la cellule 18 est fermé et est constitué selon la fig. 3 par deux éléments tronconiques identiques 20 et 21 assemblés par leur grande base ouverte et de même section à un élément central cylindrique 22 lequel est muni d'évents 23 conformés de façon à entraîner un échappement tangentiel illustré par les flèches 24. Un conduit d'introduction de fluide supplémentaire 25 traverse la paroi extérieure de la cellule 18 et débouche à l'intérieur du corps creux légèrement en aval de l'élément central 22 c'est-à-dire dans l'élément tronconique supérieur 20. Le fluide ainsi alimenté s'échappe tangentiellement par les évents 23 de l'élément central 22 augmentant ainsi le mouvement tourbillonnaire du mélange fluidisé traversant de bas en haut la cellule 18. L'existence du corps creux fermé constitué par les éléments 20, 21 et 22 disposés à l'intérieur de la cellule 18 pratiquement sur toute sa hauteur entraîne, comme on peut le voir sur la fig. 3, une variation de la section de passage pour le mélange fluidisé à l'intérieur de la cellule 18, ce passage présentant une section minimale au droit de l'élément central 22. Lorsque plusieurs cellules identiques telles que la cellule 18 sont assemblées, deux cellules adjacentes définissent donc un étage à l'intérieur duquel les particules solides à traiter subissent une recirculation interne partielle en raison d'une part de la variation de la section de passage et d'autre part de l'adjonction de la quantité de mouvement due à l'introduction de fluide supplémentaire. Par ailleurs, l'adjonction de ce fluide supplémentaire dont la

température, l'hygrométrie ou tout autre caractéristique physique peuvent être modifiées permet d'agir efficacement sur les conditions du procédé de traitement.

Dans la variante représentée sur la fig. 4, le corps creux est analogue à celui de la fig. 3 à cette différence près que les éléments tronconiques identiques 26 et 27 sont assemblés à l'élément central cylindrique 28 par leur petite base ouverte, leur grande base étant fermée. Le conduit d'alimentation en fluide supplémentaire 29 débouche, comme pour la variante de la fig. 3, légèrement en aval de l'élément central 28 muni des événements 23. Dans cette variante, l'étage de traitement est donc défini à l'intérieur même de chaque cellule 18.

Le fluide supplémentaire peut provenir de l'extérieur de l'appareil. Dans un mode de réalisation préféré cependant, le fluide supplémentaire provient d'un recyclage partiel du fluide se trouvant dans l'appareil. Les fig. 5 et 6 illustrent deux modes de mise en oeuvre possibles utilisant l'assemblage de plusieurs cellules analogues à celles illustrées sur la fig. 3 et comportant des moyens de recyclage partiel. Selon ces modes de mise en oeuvre, les différents corps creux des cellules 18 sont assemblés entre eux par des éléments cylindriques de liaison 30 de façon à améliorer la tenue mécanique de l'ensemble et à faciliter l'écoulement du mélange fluidisé à l'extérieur des corps creux entre ces derniers et la paroi interne de l'enceinte. Dans la partie haute de chaque cellule 18 se trouve un orifice de reprise 31 qui peut être muni d'un élément filtrant non représenté et est relié à un conduit de reprise 32 muni d'un ventilateur d'aspiration 33 et d'un élément de réchauffage 34. En variante, le conduit 32 peut comporter un injecteur ou un organe de recompression de vapeur. Le fluide ainsi repris et mis en circulation est introduit par le conduit 25 après réchauffage par l'élément 34, dans le corps creux se trouvant dans la cellule 18 immédiatement adjacente en amont de la circulation du mélange fluidisé. Ce fluide sort tangentiellement par les événements 23.

Dans la variante illustrée sur la fig. 6 où les éléments analogues portent les mêmes références, seuls les orifices de reprise 31 de certaines cellules sont utilisés de sorte que le



fluide supplémentaire injecté dans certaines des cellules 18 provient de cellules placées en aval de la circulation du mélange fluidisé et non adjacentes. Les orifices 31 des autres cellules sont alors convenablement obturés. Certaines cellules peuvent ne pas comporter de moyens d'introduction de fluide supplémentaire leur corps creux étant alors totalement fermé comme illustré par le corps creux 35.

EXEMPLE 2

Dans cet exemple on utilise un appareil partiellement illustré sur la fig. 7 pour constituer un réacteur à transport pneumatique comportant trois éléments superposés 36, 37 et 38, les parties basses et hautes de l'appareil n'étant pas représentées sur la figure. L'élément inférieur 36 et l'élément supérieur 38 sont identiques et constituent des cellules analogues à celles illustrées sur la fig. 4 à cette différence près que les corps creux 39, au lieu d'avoir la forme de deux troncs de cône accolés par leur petite base comme illustré sur la fig. 4, présentent une forme d'hyperboloïde de révolution, les événements 23 se trouvant dans la zone de plus faible section et les conduits d'alimentation en fluide supplémentaire 29 débouchant légèrement au-dessus de cette zone dans lesdits corps creux fermés. Dans l'élément intermédiaire 37 se trouve monté un corps creux fermé 40 de forme générale cylindrique muni sur sa périphérie extérieure de cannelures hélicoïdales 41. Le corps creux 40 sert d'élément de liaison entre les corps creux 39 des cellules inférieure 36 et supérieure 38. Il définit entre sa surface extérieure cannelée et la paroi interne de l'élément 37 un passage de section réduite augmentant la turbulence du mélange et permettant par exemple d'assurer une accélération en vue d'une cinétique chimique particulière. A titre d'exemple, on a pu utiliser un diamètre interne du réacteur de 600 mm, le diamètre maximal du corps creux central de liaison 40 étant de 300 mm environ. On a pu montrer que ce dispositif convenablement alimenté pouvait parfaitement convenir à la pyrolyse partielle de déchets de bois en opérant en continu.

Dans le mode de réalisation illustré sur la fig. 8, la cellule 42 est constituée par un segment de tube parallélipipédique à emboîtement susceptible d'être solidarisé avec



deux cellules adjacentes par des grenouillères réalisées sous la forme de deux portions tronconiques d'extrémité 43 et 44 de conicité inversée. Un corps creux en forme de chicane 45 est accolé à l'une des parois 46 de la cellule 42 au voisinage de son extrémité basse ou extrémité amont. La chicane 45 comporte une première surface pleine 47 perpendiculaire à l'écoulement du mélange fluidisé et définissant une section de passage étranglée à l'intérieur de la cellule 42. La chicane 45 comporte également une deuxième surface 48 perforée inclinée vers la direction aval de l'écoulement, c'est-à-dire ici vers le haut. L'inclinaison de la surface 48 est de préférence choisie aux alentours de 45°. D'une manière générale, il convient que les particules solides ne puissent pas rester sur cette surface inclinée ce qui commande le choix de l'inclinaison.

Le corps creux en forme de chicane 45 est directement relié au conduit d'introduction de fluide supplémentaire 49 qui comporte ici à titre d'exemple un moyen de chauffage 50. Le fluide provient d'un orifice de reprise 51 situé dans l'extrémité haute de la même paroi 46 de la cellule 42 et comportant un élément rotatif filtrant 51a entraîné en continu par le moteur 51b. Le conduit de reprise 52 permet de diriger le fluide de l'orifice 51 jusqu'à un ventilateur d'aspiration centrifuge 53. Il va de soi que le ventilateur 53 qui joue le rôle d'un organe de circulation du fluide pourrait être remplacé par un injecteur ou une pompe selon les applications. L'élément de chauffage 50 peut être réalisé sous la forme d'un échangeur de chaleur commandé par un régulateur non représenté sur la figure.

L'adjonction de fluide supplémentaire par la surface perforée 48 de la chicane 45 permet d'augmenter le mouvement tourbillonnaire illustré par la flèche 54 à l'intérieur de la cellule 42 et en outre de modifier les conditions du traitement par l'introduction d'un débit supplémentaire de fluide dont la température ou d'autres caractéristiques physiques peuvent être modifiées.

Les fig. 9 et 10 montrent des variantes de mise en oeuvre d'appareils selon l'invention constitués par l'assemblage de



plusieurs cellules analogues à la cellule 42 illustrée sur la fig. 8 dans lesquelles les orifices de reprise 51 sont équipés de grilles à aubes 51c. Dans le mode de réalisation de la fig. 9, la reprise de fluide et l'introduction de fluide supplémentaire ne se fait plus comme sur la fig. 8 à l'intérieur d'une même cellule 42 mais au contraire entre deux cellules immédiatement adjacentes. Dans ces conditions, comme on peut le voir sur la fig. 9 chaque cellule 42 comporte également une chicane perforée 45 dans sa partie basse et un orifice de reprise 51 muni d'une grille à aube 51c dans sa partie haute. Toutefois, le conduit véhiculant le fluide supplémentaire provenant de l'orifice de reprise 51 d'une cellule aboutit cette fois dans la chicane perforée 45 de la cellule immédiatement inférieure c'est-à-dire en amont de la circulation du mélange. On notera en outre que le montage des cellules 42 se fait de façon que les chicanes successives 45 soient disposées sur les faces opposées de l'enceinte de l'appareil. Comme on peut le voir en effet sur la fig. 9, les différentes chicanes 45 sont placées alternativement sur la paroi droite et sur la paroi gauche de ladite enceinte.

Dans la variante de la fig. 10 on utilise le même assemblage de cellules 42. Toutefois, la reprise du fluide supplémentaire se fait par l'orifice 51 de l'une des cellules 42 et l'introduction de ce fluide est réalisée non plus dans la cellule 42 immédiatement inférieure mais dans une autre cellule 42 se trouvant en amont de la circulation du mélange fluidisé. Dans ces conditions, les orifices des chicanes 45 des cellules 42 qui ne comportent pas d'introduction de fluide supplémentaire sont convenablement obturés. Il en est de même des orifices de reprise 51 qui ne sont pas utilisés.

Sur les fig. 9 et 10, on n'a pas représenté de moyens de réchauffage du fluide supplémentaire mais on comprendra que de tels moyens pourraient parfaitement être prévus si cela était nécessaire.

EXEMPLE 3

On a constitué à l'aide de cellules 42 telles qu'illustrées sur la fig. 8 un réacteur illustré sur la fig. 11. Le



réacteur comporte six cellules 42 superposées. De l'air chaud de séchage est introduit à la partie basse du réacteur par la canalisation d'alimentation 55 reliée par un élément conique 56 à l'extrémité inférieure de la première cellule 42. L'air ainsi introduit permet de fluidiser et de transporter des particules solides à sécher et en particulier des matières pulvérulentes fines telles que de la farine de froment ou des semoules. A la partie supérieure de l'appareil se trouvent disposés des moyens de reprise du mélange fluidisé.

Dans le mode de mise en oeuvre de la fig. 11, l'air de reprise prélevé dans le cinquième étage 42e passe dans un cyclone 57, puis dans un échangeur de chaleur 58 avant d'être réinjecté dans le réacteur partiellement par la canalisation 59 dans le troisième étage 42c et dans le premier étage 42a par la canalisation 60. De la même manière, de l'air prélevé dans le sixième étage 42f est réinjecté pour partie au quatrième étage 42b et pour partie au deuxième étage 42b après avoir traversé un cyclone 57 et un échangeur de chaleur 58. Le réacteur constitué en tout des six étages précités présente une hauteur de 2,5 m et un diamètre de 0,6 m.

On a constaté de la sorte qu'après avoir convenablement dépoussiéré l'air repris aux étages 42f et 42e en le faisant passer au travers des cyclones 57 avant de le réchauffer dans les échangeurs 58, on pouvait facilement fluidiser et sécher des matières pulvérulentes fines telles que de la farine de froment ou des semoules. L'expérience montre par ailleurs que sans cette recirculation d'air conforme à l'invention, le même réacteur ne pourrait fonctionner correctement plus de quelques minutes. On constate en outre, qu'il n'y a pas de différence significative de granulométrie entre les matières pulvérulentes recueillies séparément sur les deux cyclones 57 en raison de l'augmentation du débit masse du gaz porteur. Par ailleurs, le taux de siccité des matières recueillies est comparable, en raison de l'augmentation de l'efficacité du séchage provoquée par le recyclage intensif du gaz porteur partiellement déshydraté et subissant dans chaque cellule un fort mouvement tourbillonnaire dû en partie à l'existence des

chicanes disposées alternativement sur les parois opposées du réacteur.

Bien entendu, un tel dispositif pourrait être utilisé de la même façon pour traiter par exemple des produits pauvres en matière sèche tels que les pulpes de sucrerie ou les drêches ou résidus de brasserie en les recyclant plusieurs fois dans la colonne en présence de vapeur d'eau surchauffée qui les sèche en se saturant de manière quasiment instantanée.

Le même appareil pourrait être utilisé pour la mise en oeuvre de procédés impliquant le traitement de deux phases en présence d'une troisième, l'une de ces phases étant par exemple un liquide que l'on vaporise dans le réacteur et dont on récupère les vapeurs pour les réinjecter après les avoir recomprimées avec ou sans désurchauffe intermédiaire. Il convient alors de prévoir dans les canalisations de recirculation des moyens convenables de recompression de vapeur.

Dans le mode de réalisation illustré sur les fig. 12 à 17 les cellules 61, 61a et 61b permettant de réaliser par assemblage un appareil selon l'invention, sont formées de segments de tube de section circulaire et comportent à leur extrémité supérieure un onglet ou coin 62 muni d'une surface perforée inclinée vers le bas sensiblement à 45° et d'une surface pleine 62a perpendiculaire à l'écoulement du mélange. A leur extrémité inférieure, les cellules comportent un autre onglet ou coin 63 muni d'une surface perforée inclinée orientée vers le haut et d'une surface 63a pleine perpendiculaire à l'écoulement du mélange. Lors de l'assemblage des différentes cellules 61, deux coins 62 et 63 forment donc une chicane comportant deux compartiments isolés. Chacun de ces compartiments est en outre relié à une canalisation 64 qui peut être branchée de façon à assurer soit la reprise soit l'introduction du fluide dans les différentes cellules. Le branchement peut se faire de manière quelconque selon les exigences du procédé à mettre en oeuvre.

Sur les fig. 12 et 13, tous les coins 62 et 63 sont fixés le long de la même génératrice du tube formant les cellules 61. Dans le mode de réalisation des fig. 14 et 15, les coins

62 et 63 sont montées en opposition sur deux génératrices diamétralement opposées et sur les fig. 16 et 17, les coins 62 et 63 sont montés en quadrature c'est-à-dire décalés de 90° les uns par rapport aux autres.

On comprendra bien entendu, que la section circulaire illustrée sur les fig. 12 à 17 pourrait être remplacée par une section carrée, rectangulaire ou autre.

Le branchement des dérivations et circuits extérieurs aux différentes cellules 61 se fait comme on le désire, les les compartiments des coins accolés 62, 63 pouvant alors être branchés ensemble sur le même conduit ou séparément sur deux conduits distincts.

La fig. 18 illustre une autre variante d'une cellule 65 dans laquelle les coins 62 et 63 sont remplacés par des couronnes circulaires 66 et 67 de section triangulaire à surface perforée formant un solide de révolution autour de l'axe de la cellule et disposés respectivement dans la partie haute et dans la partie basse de la cellule 65. La couronne 66 présente donc une surface 66a de forme conique perforée orientée vers le bas, et une surface pleine 66b annulaire orientée perpendiculairement à l'écoulement principal. De la même manière, la couronne 67 présente une surface 67a de forme conique perforée orientée vers le haut et une surface pleine annulaire 67b orientée perpendiculairement à l'écoulement principal.

L'assemblage de plusieurs cellules 65 permet de réaliser un appareil selon l'invention, la recirculation extérieure du fluide se faisant selon les exigences du procédé de traitement par les canalisations 68 et 69. L'une ou l'autre des couronnes 66, 67 peut donc servir indifféremment à la reprise de la phase fluide ou au soufflage. Certaines canalisations 68, 69 peuvent également être obturées en vue d'une recirculation extérieure entre certaines cellules uniquement.

L'invention permet d'améliorer sensiblement le fonctionnement et l'économie d'exploitation des réacteurs et séchoirs basés sur le principe du transport pneumatique. L'invention

permet également grâce à la réalisation d'un appareil par assemblage de cellules individuelles identiques de simplifier la fabrication et les modifications des différents processus réalisés dans l'appareil.



REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement de particules solides à l'aide d'un fluide servant à la fois à les véhiculer et à effectuer un transfert de matière et/ou de chaleur entre les diverses phases en présence, dans lequel le mélange fluidisé des particules solides mises en suspension et en circulation naturelle dans le fluide à l'intérieur d'une enceinte est soumis sur son trajet à des mouvements tourbillonnaires dans une pluralité de cellules de l'enceinte, caractérisé par le fait qu'on introduit un débit de fluide supplémentaire provenant soit d'une alimentation extérieure, soit de la reprise du fluide issu d'une autre position de l'enceinte, dans au moins l'une des cellules afin d'apporter une quantité de mouvement créant ou augmentant le mouvement tourbillonnaire du mélange dans ladite cellule.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que des moyens de recirculation interne sont prévus dans au moins certaines des cellules pour diminuer la section de passage pour le mélange à l'intérieur de l'enceinte et augmenter le mouvement tourbillonnaire dans les portions de ladite enceinte se situant entre les sections rétrécies.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les caractéristiques physiques du fluide supplémentaire sont différentes de celles du fluide circulant dans ladite cellule.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le fluide supplémentaire provient de la reprise d'une partie du fluide issu d'une autre portion de l'enceinte.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le fluide supplémentaire provient d'une zone de la même cellule située en aval par rapport à la circulation du mélange fluidisé.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le fluide supplémentaire provient d'une autre cellule située en aval dans le sens de la circulation du mélange fluidisé.



7. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le fluide supplémentaire provient de la cellule immédiatement adjacente située en aval selon le sens de circulation du mélange fluidisé.

8. Appareil de traitement de particules solides à l'aide d'un fluide servant à la fois à les véhiculer et à effectuer un transfert de matière et/ou de chaleur entre les diverses phases en présence, comprenant une enceinte munie à sa base d'un moyen d'alimentation en fluide susceptible de provoquer la mise en suspension et en circulation des particules solides sous forme de mélange fluidisé, ladite enceinte étant constituée par l'assemblage d'une pluralité de cellules, caractérisé par le fait qu'au moins l'une des cellules comporte un conduit d'introduction pour un fluide supplémentaire muni d'un moyen de circulation de fluide provenant soit d'une alimentation extérieure différente du moyen d'alimentation précité, soit de la reprise du fluide issu d'une autre portion de l'enceinte; ledit conduit comportant en outre éventuellement un moyen permettant de faire varier les caractéristiques physiques du fluide supplémentaire.

9. Appareil selon la revendication 8, caractérisé par le fait qu'au moins l'une des cellules comprend un conduit de reprise d'une partie du fluide relié au conduit d'introduction de fluide supplémentaire précité et muni d'un moyen pour séparer les solides et les fluides mélangés.

10. Appareil selon les revendications 8 ou 9, caractérisé par le fait qu'au moins certaines cellules comportent des moyens de recirculation interne diminuant la section de passage pour le mélange fluidisé au droit desdits moyens.

11. Appareil selon la revendication 10, caractérisé par le fait que les moyens de recirculation interne comprennent un corps creux disposé au moins en partie à l'intérieur de la cellule afin de faire varier la section de passage pour le mélange fluidisé traversant la cellule, ledit corps creux étant muni d'une portion de surface perforée et pouvant être connecté à un conduit d'introduction ou de reprise de fluide supplémentaire.

12. Appareil selon la revendication 11, caractérisé par le fait que le corps creux (7) comporte une première surface perforée d'aspiration (8) disposée en aval de la circulation générale du mélange fluidisé dans la cellule (5), la première surface (8) étant montée à l'extrémité de plus grande section d'un élément de convergent tronconique (10) fixé sur un élément de divergent tronconique (11) dont la plus grande section est entourée d'une deuxième surface perforée de refoulement (12), une plaque d'obturation (13) fermant le corps creux (7) à son extrémité amont et le conduit d'introduction de fluide supplémentaire (14) traversant la paroi extérieure de la cellule (5) et débouchant à l'intérieur du corps creux (7) sensiblement au droit de la jonction de ces deux éléments tronconiques (10, 11).

13. Appareil selon la revendication 11, caractérisé par le fait que le corps creux est fermé et constitué par deux éléments identiques sensiblement tronconiques (20, 21; 26, 27) assemblés par leur grande ou petite base de même section à un élément central sensiblement cylindrique (22, 28) muni d'évents (23) à échappement tangentiel, le conduit d'introduction de fluide supplémentaire (25, 29) traversant la paroi extérieure de la cellule (18) et débouchant à l'intérieur du corps creux légèrement en aval de l'élément cylindrique (22, 28).

14. Appareil selon la revendication 13, caractérisé par le fait que les corps creux des différentes cellules (18) sont reliés entre eux par des éléments cylindriques de liaison (30, 40).

15. Appareil selon la revendication 14, caractérisé par le fait que les éléments sensiblement tronconiques sont assemblés par leur petite base et que les éléments cylindriques de liaison (40) définissent, dans une section de liaison montée entre deux cellules adjacentes (36, 38), un passage de section réduite entraînant une accélération du mélange fluidisé.

16. Appareil selon la revendication 15, caractérisé par le fait que la surface extérieure de l'élément cylindrique de liaison (40) est munie de cannelures hélicoïdales (41).



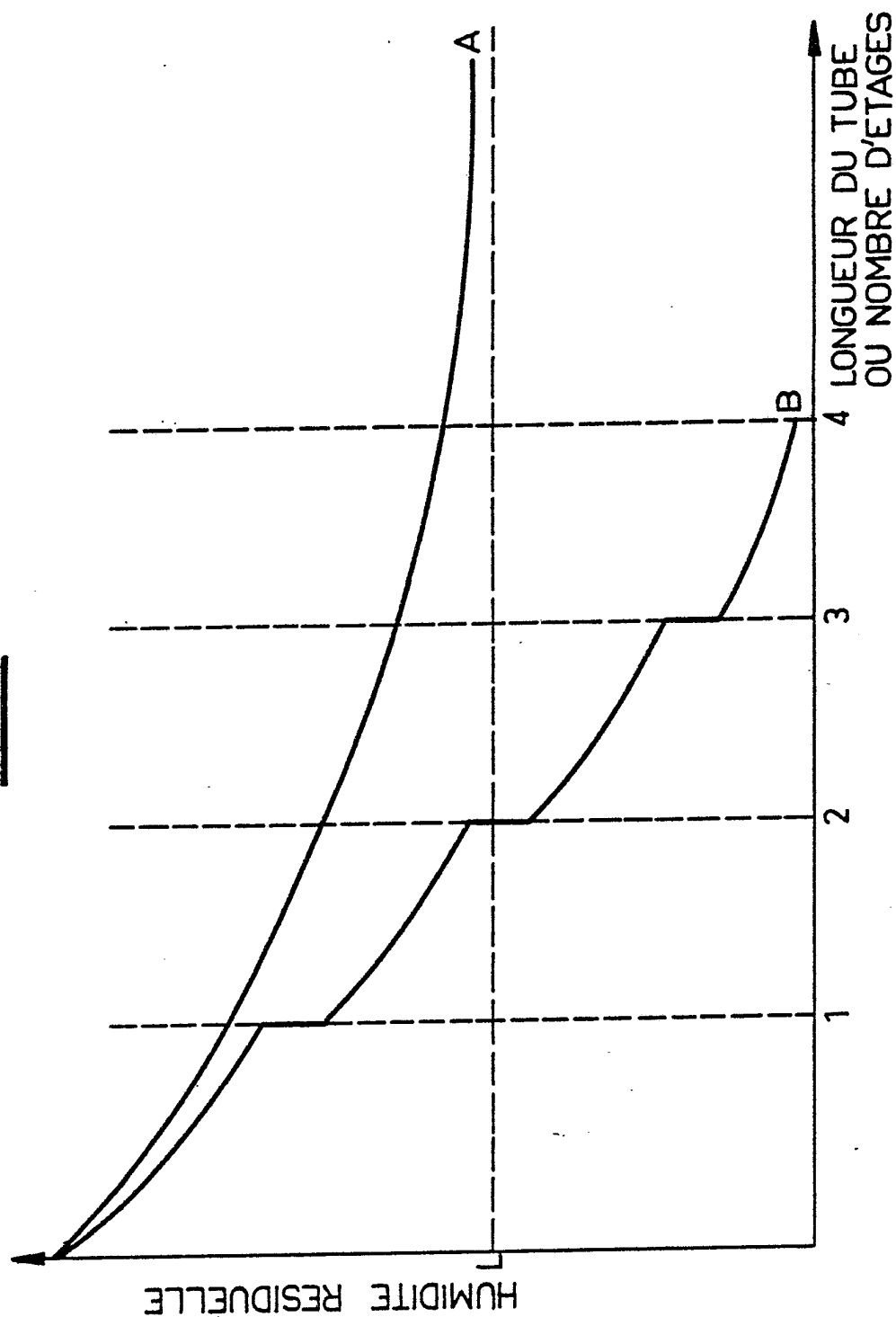
17. Appareil selon la revendication 11, caractérisé par le fait que le corps creux est une chicane (45) accolée à la paroi de la cellule, comportant une première surface pleine (47) sensiblement perpendiculaire à l'écoulement du mélange fluidisé provoquant une diminution de la section de passage et une deuxième surface (48) perforée, inclinée par rapport à la direction de l'écoulement, le corps creux étant directement relié au conduit d'introduction de fluide supplémentaire (49).

18. Appareil selon la revendication 17, caractérisé par le fait que chaque cellule (42) comprend une chicane (45) disposée au voisinage de l'extrémité amont de la cellule (42), la deuxième surface perforée (48) étant inclinée vers la direction aval de l'écoulement et un orifice (51) de reprise muni de moyens de séparation des particules solides, disposé au voisinage de l'extrémité aval de la même cellule et relié à un conduit de reprise (52) connecté au conduit d'introduction de fluide supplémentaire (49).

19. Appareil selon la revendication 17, caractérisé par le fait que les chicanes (62, 63) des diverses cellules sont montées respectivement au voisinage de l'extrémité amont et aval de la cellule (61, 61a, 61b), d'un même côté de l'appareil ou en quinconce.

20. Appareil selon la revendication 19, caractérisé par le fait que la deuxième surface perforée des chicanes (66, 67) est de forme conique, chaque chicane s'étendant sur toute la périphérie interne de la cellule.

FIG.1



2/10

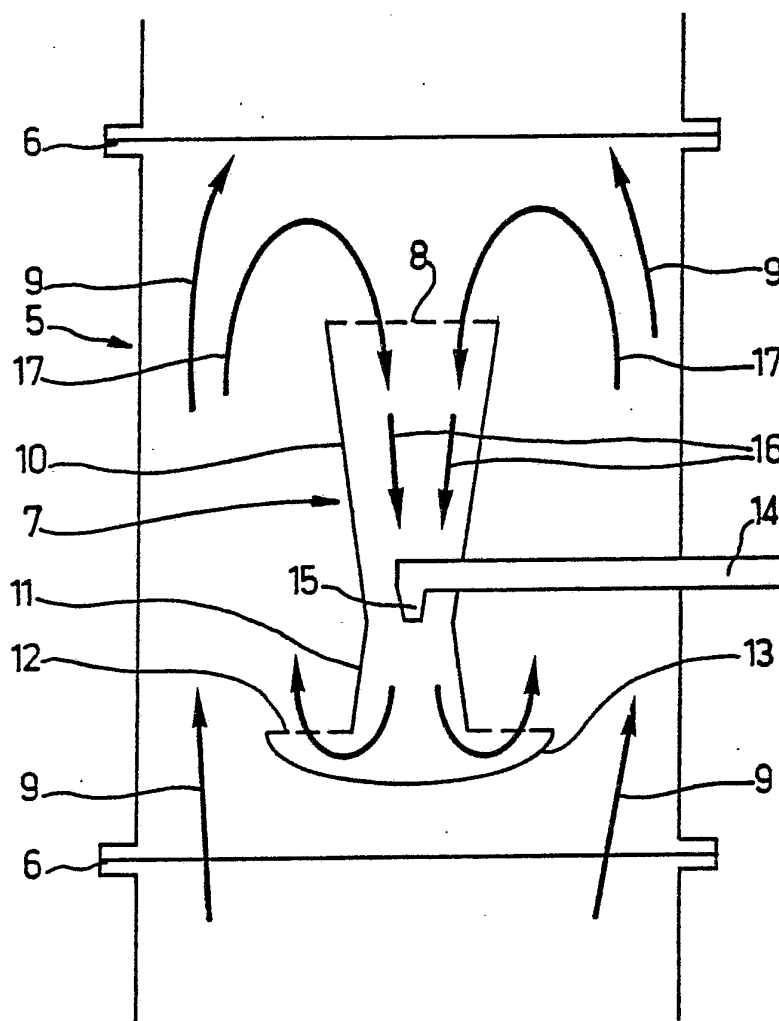
FIG.2

FIG.3

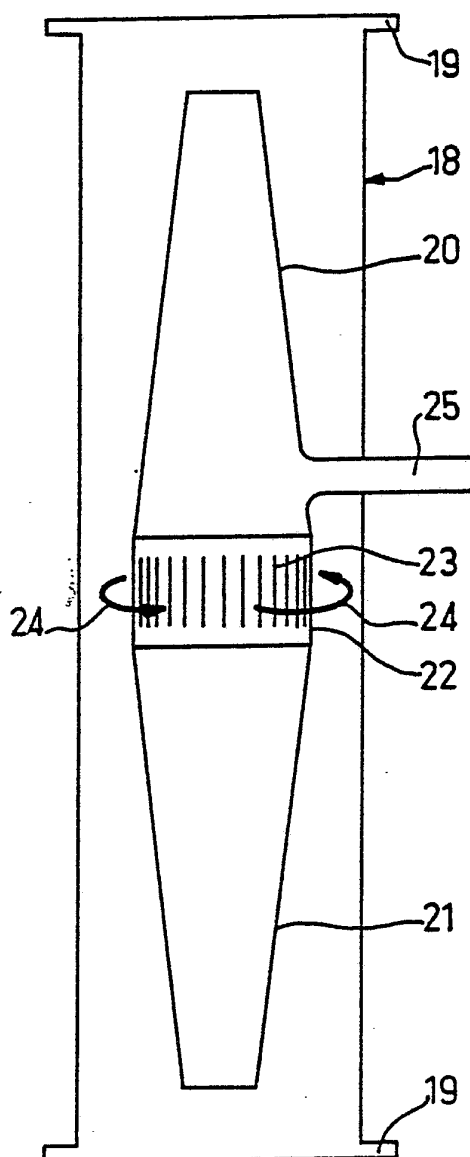
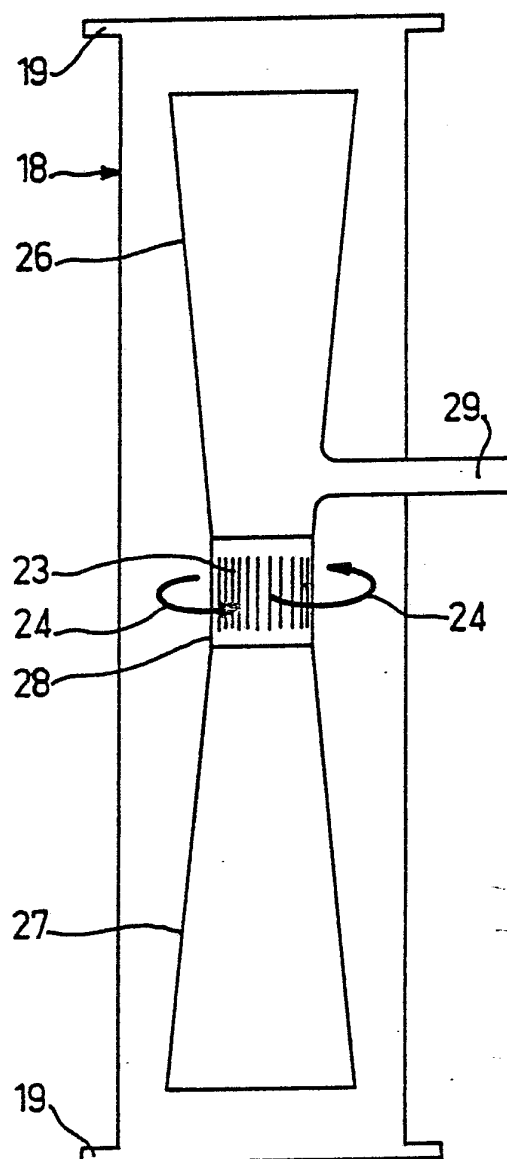


FIG.4



4/10

FIG.5

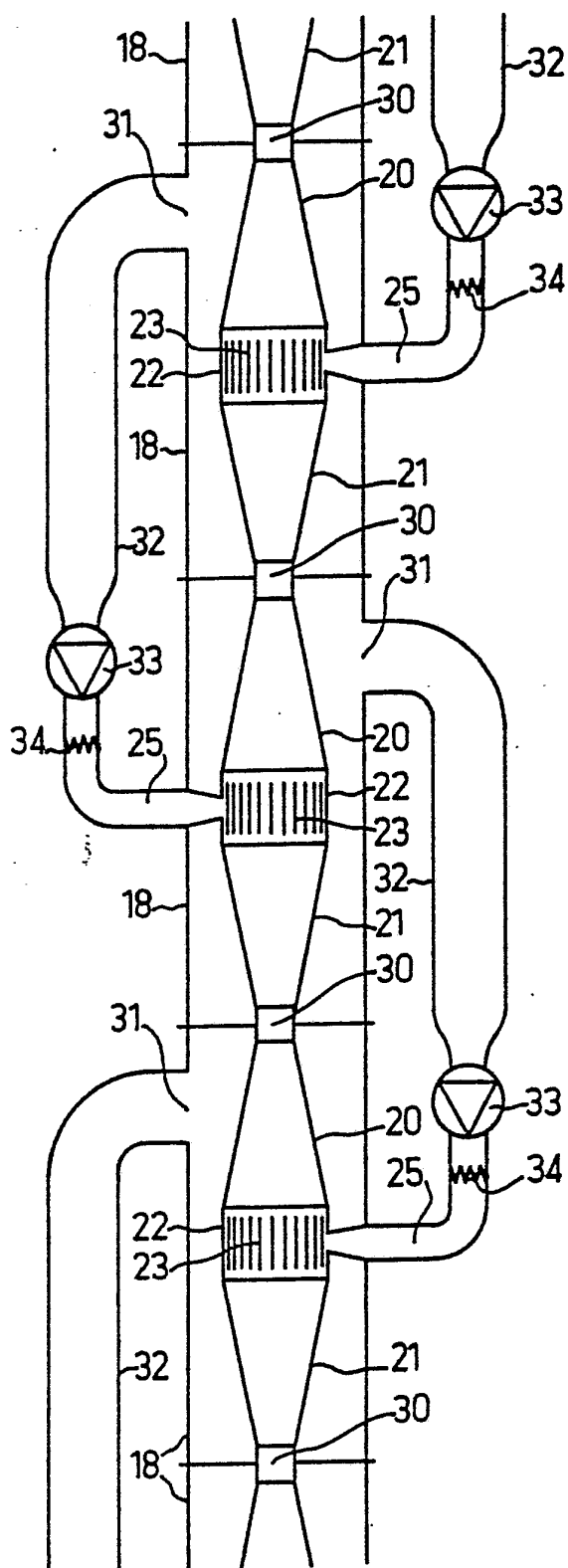
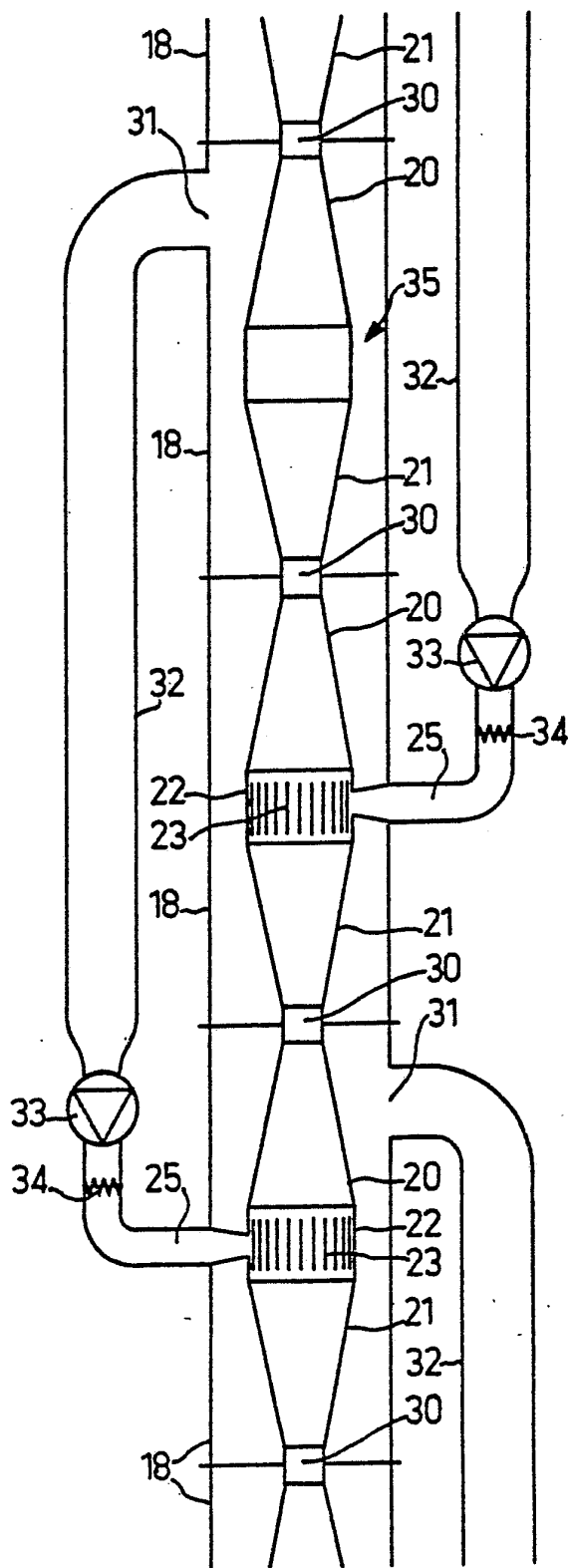
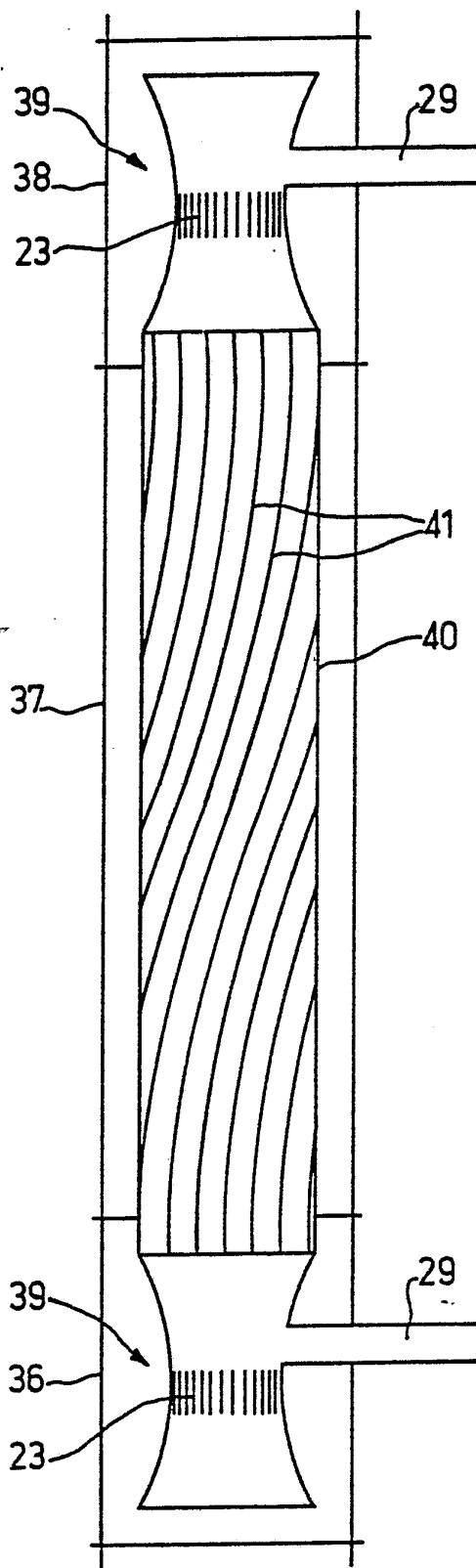


FIG.6



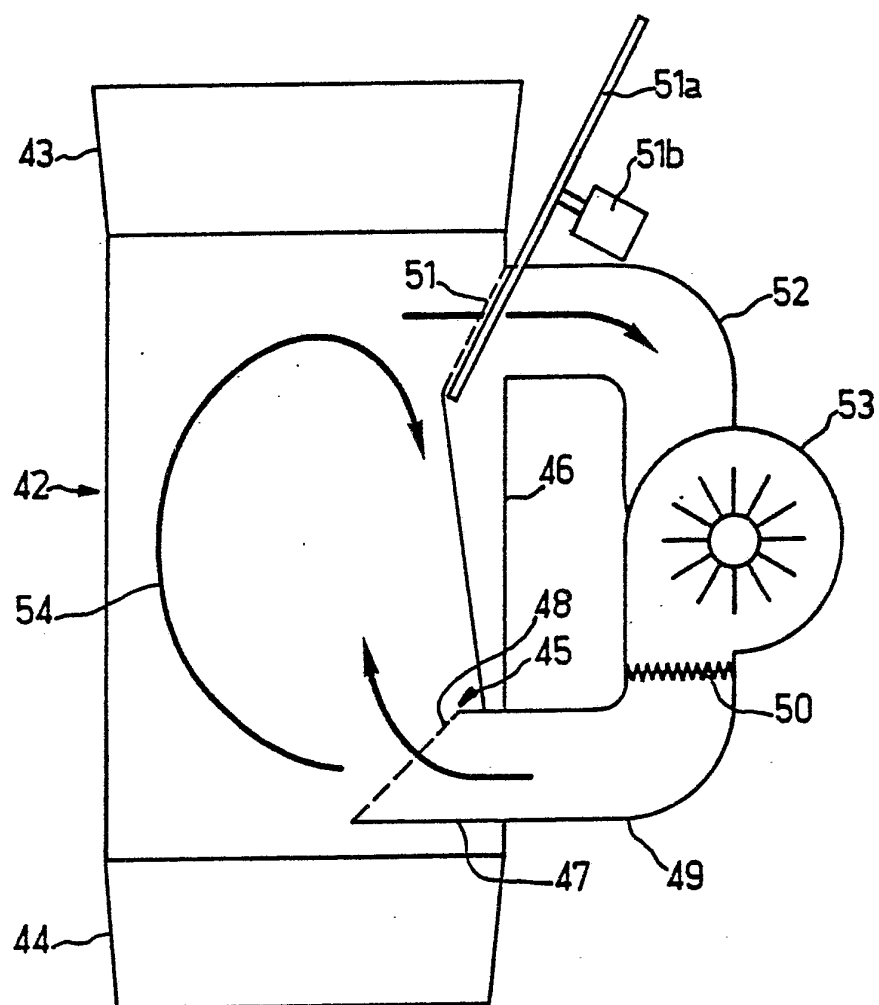
5/10

FIG. 7



6/10

FIG.8



7/10

FIG.9

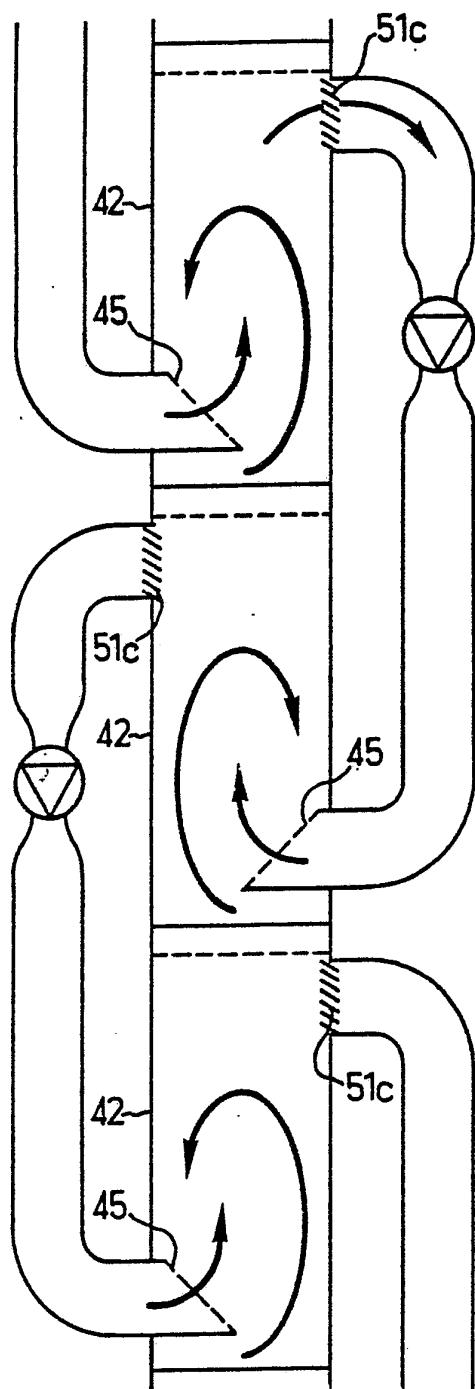
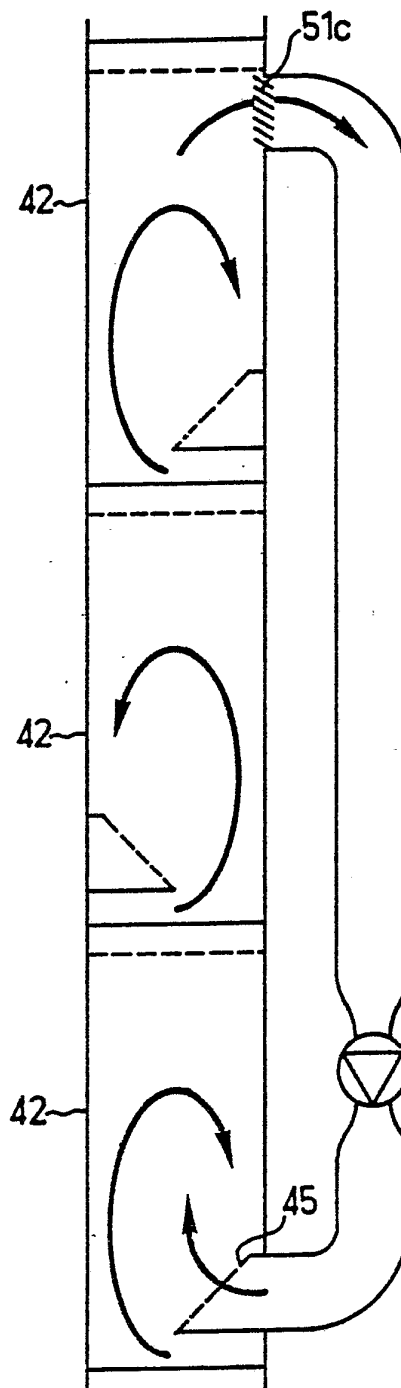
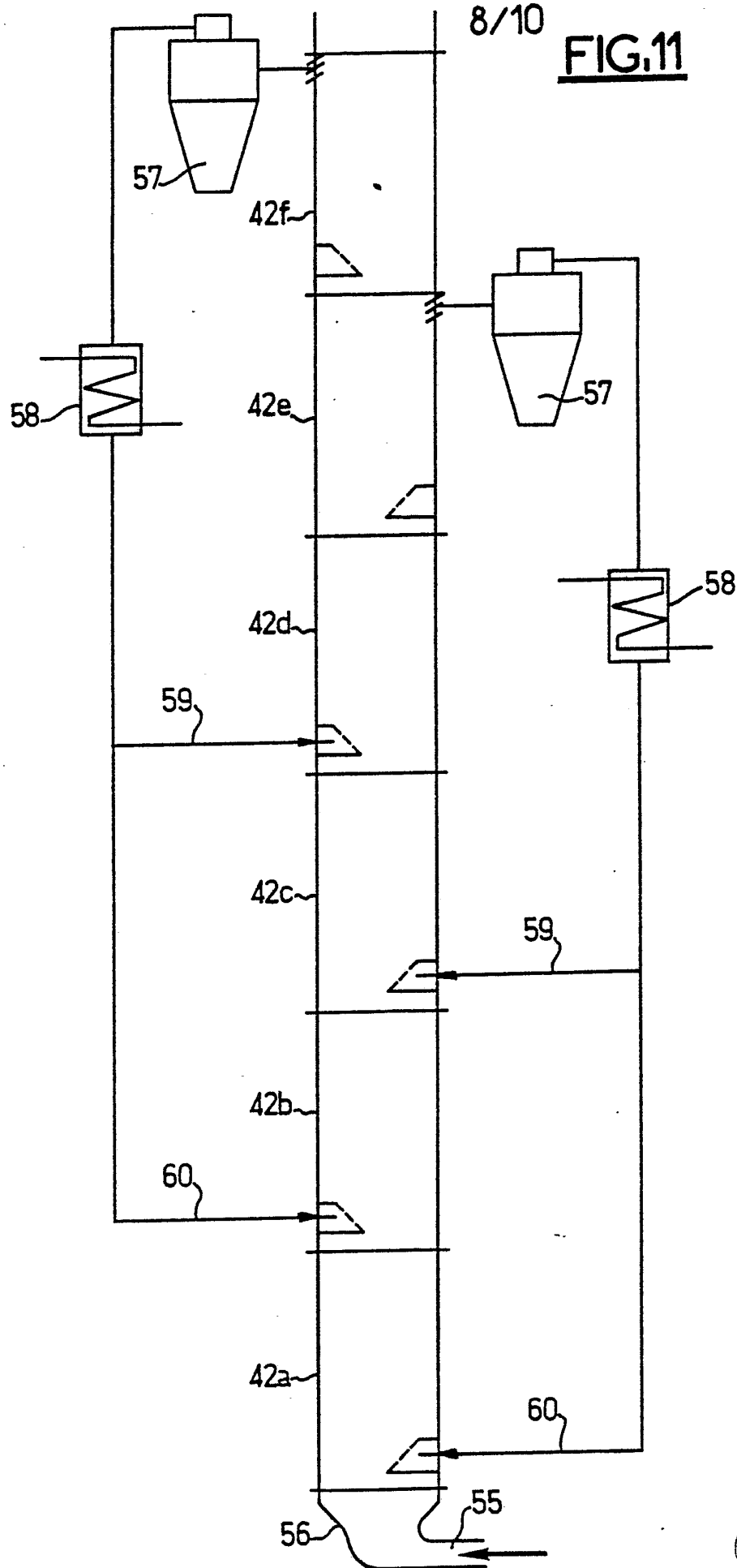


FIG.10



8/10

FIG.11



9/10

FIG.12

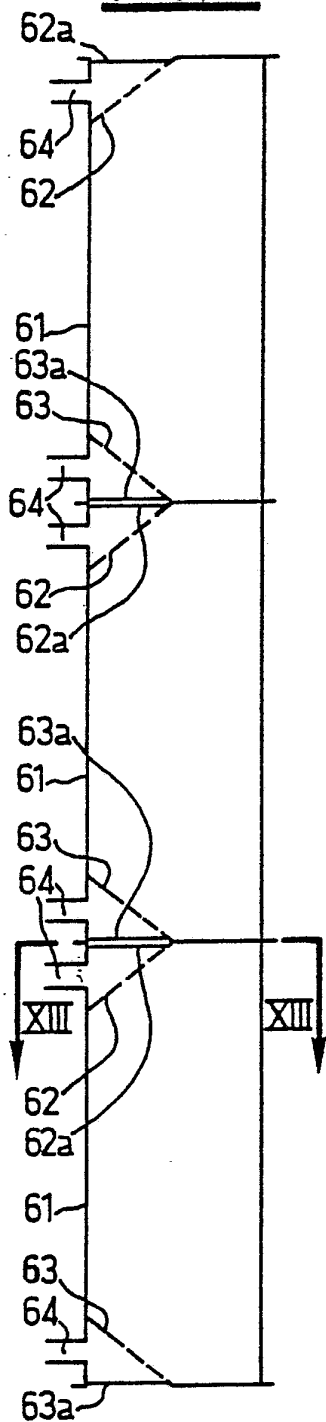


FIG.14

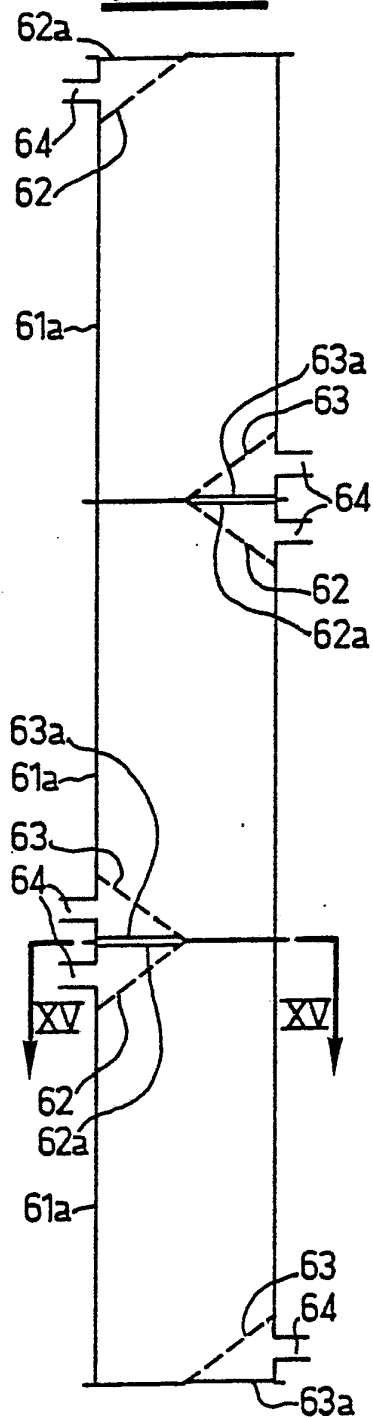


FIG.16

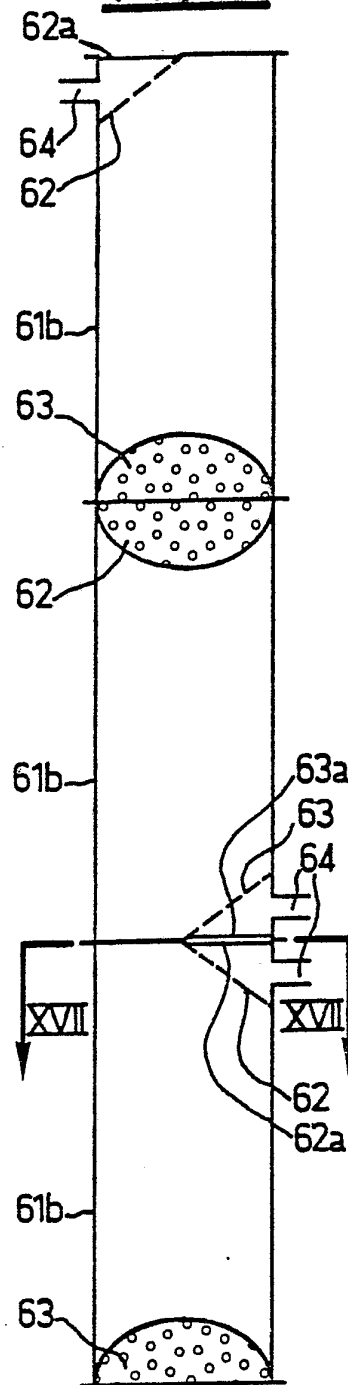


FIG.13

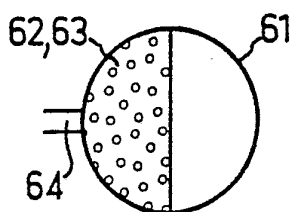


FIG.15

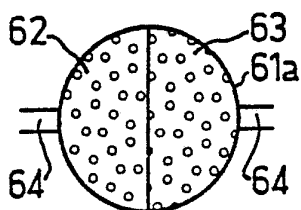
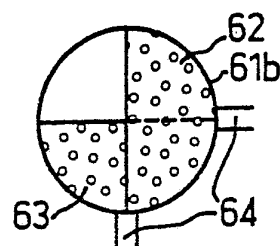
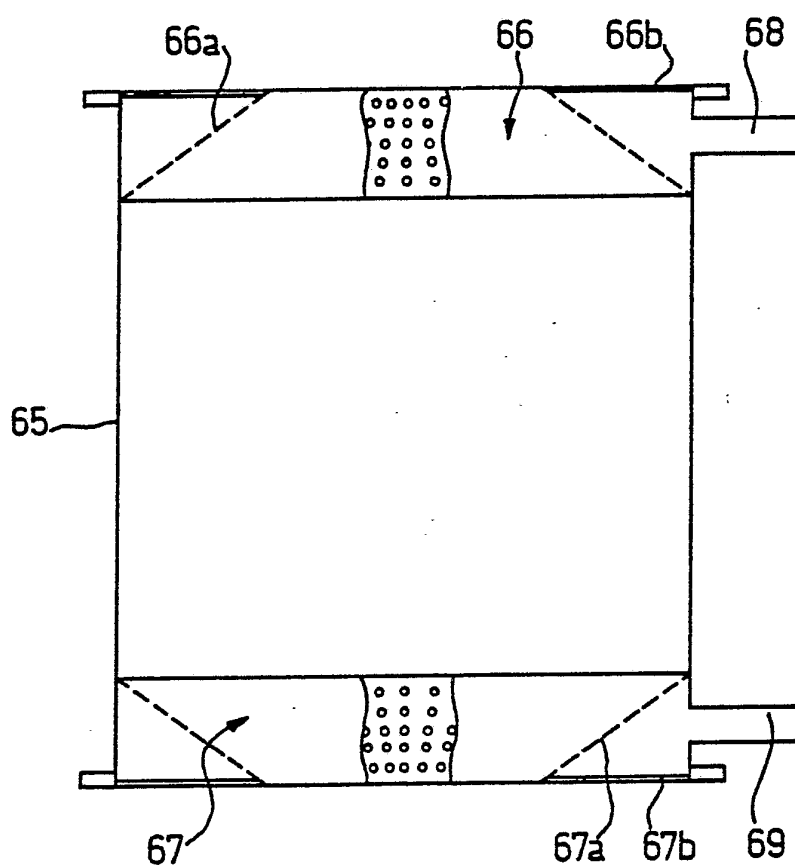


FIG.17



10/10

FIG.18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 82/00202

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int. Cl. ³ : F 26 B 17/10; B 01 J 8/18																				
II. FIELDS SEARCHED Minimum Documentation Searched ⁴ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%; border: 1px solid black; text-align: left;">Classification System</th> <th style="border: 1px solid black; text-align: left;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: middle;">Int. Cl.³</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: middle;">F 26 B; B 01 J</td> </tr> </table> Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵			Classification System	Classification Symbols	Int. Cl. ³	F 26 B; B 01 J														
Classification System	Classification Symbols																			
Int. Cl. ³	F 26 B; B 01 J																			
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%; border: 1px solid black;">Category *</th> <th style="border: 1px solid black;">Citation of Document, ¹⁶ with Indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷</th> <th style="width: 15%; border: 1px solid black;">Relevant to Claim No. ¹⁸</th> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top;">X</td> <td style="border: 1px solid black; vertical-align: top;">US, A, 3178830 (MARK) 20 April 1965 see the whole document</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top;">1,2,8,10</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td style="border: 1px solid black; vertical-align: top;">FR, A, 1048324 (SAINT-JACQUES) 21 December 1953 see the whole document</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top;">1,8</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td style="border: 1px solid black; vertical-align: top;">FR, A, 2171667 (MARK) 21 September 1973</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td style="border: 1px solid black; vertical-align: top;">US, A, 3273257 (JOHNSON et al.) 20 September 1966</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td style="border: 1px solid black; vertical-align: top;">US, A, 4294020 (EVANS) 13 October 1981</td> <td></td> </tr> </table>			Category *	Citation of Document, ¹⁶ with Indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸	X	US, A, 3178830 (MARK) 20 April 1965 see the whole document	1,2,8,10	A	FR, A, 1048324 (SAINT-JACQUES) 21 December 1953 see the whole document	1,8	A	FR, A, 2171667 (MARK) 21 September 1973		A	US, A, 3273257 (JOHNSON et al.) 20 September 1966		A	US, A, 4294020 (EVANS) 13 October 1981	
Category *	Citation of Document, ¹⁶ with Indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸																		
X	US, A, 3178830 (MARK) 20 April 1965 see the whole document	1,2,8,10																		
A	FR, A, 1048324 (SAINT-JACQUES) 21 December 1953 see the whole document	1,8																		
A	FR, A, 2171667 (MARK) 21 September 1973																			
A	US, A, 3273257 (JOHNSON et al.) 20 September 1966																			
A	US, A, 4294020 (EVANS) 13 October 1981																			
* Special categories of cited documents: ¹⁵ "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 "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																				
IV. CERTIFICATION <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> Date of the Actual Completion of the International Search ² 28 February 1983 (28.02.83) </td> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> Date of Mailing of this International Search Report ² 17 March 1983 (17.03.83) </td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> International Searching Authority ¹ European Patent Office </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Signature of Authorized Officer ²⁰ </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search ² 28 February 1983 (28.02.83)	Date of Mailing of this International Search Report ² 17 March 1983 (17.03.83)	International Searching Authority ¹ European Patent Office	Signature of Authorized Officer ²⁰														
Date of the Actual Completion of the International Search ² 28 February 1983 (28.02.83)	Date of Mailing of this International Search Report ² 17 March 1983 (17.03.83)																			
International Searching Authority ¹ European Patent Office	Signature of Authorized Officer ²⁰																			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 82/00202

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ³		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB CIB. ³ : F 26 B 17/10; B 01 J 8/18		
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ		
Documentation minimale consultée ⁴		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB. ³ :	F 26 B; B 01 J	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁶		
III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS ¹⁴		
Catégorie *	Identification des documents cités, ¹⁶ avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹⁷	N° des revendications visées ¹⁸
X	US, A, 3178830 (MARK) 20 avril 1965 voir le document en entier ---	1,2,8,10
A	FR, A, 1048324 (SAINT-JACQUES) 21 décembre 1953 voir le document en entier ---	1,8
A	FR, A, 2171667 (MARK) 21 septembre 1973 ---	
A	US, A, 3273257 (JOHNSON et al.) 20 septembre 1966 ---	
A	US, A, 4294020 (EVANS) 13 octobre 1981 -----	
* Catégories spéciales de documents cités: ¹⁵ « 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 postérieurement à la date de dépôt international ou à 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 « 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		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée ¹	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale ²	
28 février 1983	17 mars 1983	
Administration chargée de la recherche internationale: ¹	Signature du fonctionnaire autorisé ²⁰	
OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	 G. L. M. Kruidenberg	