PCT ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
Bureau international

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

(51) Classification internationale des brevets 6 : **B01D 46/24, 45/02, 39/20, 39/16**

A1

(11) Numéro de publication internationale: **WO 99/19044**

(43) Date de publication internationale: 22 avril 1999 (22.04.99)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/02151

(22) Date de dépôt international: 8 octobre 1998 (08.10.98)

(30) Données relatives à la priorité:
97/12867 13 octobre 1997 (13.10.97) FR

(71) Déposant *(pour tous les Etats désignés sauf US)*: INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE [FR/FR]; Dépt. Brevets, 1 & 4, avenue de Bois Préau, F–92852 Rueil–Malmaison Cedex (FR).

(71)(72) Déposant et inventeur: DULLIEN, Francis, A., L. [US/CA]; R.R. #1, Drumbo, Ontario N0J 1G0 (CA).

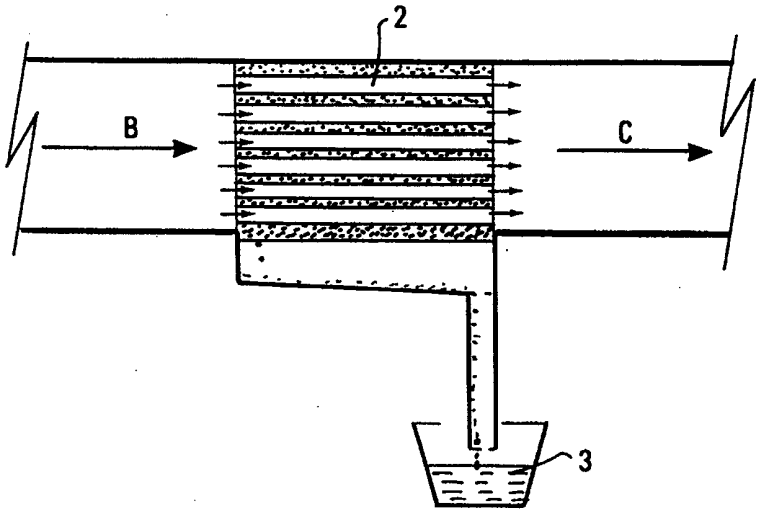
(74) Représentant commun: INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE; Dépt. Brevets, 1 & 4, avenue de Bois Préau, F–92852 Rueil–Malmaison Cedex (FR).

(81) Etats désignés: CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée
Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR SEPARATING DROPLETS OR PARTICLES FROM A GAS STREAM

(54) Titre: PROCEDE ET APPAREIL POUR LA SEPARATION DES GOUTELETTES OU PARTICULES D'UN COURANT GAZEUX



(57) Abstract

The invention generally concerns an apparatus for separating particles contained in a gas effluent, and the related method. The invention more particularly concerns a sponge–like separator for treating gas effluents containing liquid or solid particles of size substantially less than a micrometer, formed of a cross–linked foam pierced with channels for the gas effluents to flow through.

(57) **Abrégé**

La présente invention concerne de façon générale un appareil de séparation de particules contenues dans un effluent gazeux, ainsi que le procédé associé. La présente invention concerne un séparateur de type spongieux destiné à traiter des effluents gazeux contenant des particules liquides ou solides de taille sensiblement inférieure à un micromètre, formé d'une mousse réticulée percée de canaux destinés à l'écoulement des effluents gazeux.

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.

AL	Albanie	**ES**	Espagne	**LS**	Lesotho	**SI**	Slovénie
AM	Arménie	**FI**	Finlande	**LT**	Lituanie	**SK**	Slovaquie
AT	Autriche	**FR**	France	**LU**	Luxembourg	**SN**	Sénégal
AU	Australie	**GA**	Gabon	**LV**	Lettonie	**SZ**	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	**GB**	Royaume-Uni	**MC**	Monaco	**TD**	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	**GE**	Géorgie	**MD**	République de Moldova	**TG**	Togo
BB	Barbade	**GH**	Ghana	**MG**	Madagascar	**TJ**	Tadjikistan
BE	Belgique	**GN**	Guinée	**MK**	Ex-République yougoslave de Macédoine	**TM**	Turkménistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Grèce			**TR**	Turquie
BG	Bulgarie	**HU**	Hongrie	**ML**	Mali	**TT**	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	**IE**	Irlande	**MN**	Mongolie	**UA**	Ukraine
BR	Brésil	**IL**	Israël	**MR**	Mauritanie	**UG**	Ouganda
BY	Bélarus	**IS**	Islande	**MW**	Malawi	**US**	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	**IT**	Italie	**MX**	Mexique	**UZ**	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	**JP**	Japon	**NE**	Niger	**VN**	Viet Nam
CG	Congo	**KE**	Kenya	**NL**	Pays-Bas	**YU**	Yougoslavie
CH	Suisse	**KG**	Kirghizistan	**NO**	Norvège	**ZW**	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	République populaire démocratique de Corée	**NZ**	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			**PL**	Pologne		
CN	Chine	**KR**	République de Corée	**PT**	Portugal		
CU	Cuba	**KZ**	Kazakstan	**RO**	Roumanie		
CZ	République tchèque	**LC**	Sainte-Lucie	**RU**	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Soudan		
DK	Danemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Suède		
EE	Estonie	**LR**	Libéria	**SG**	Singapour		

PROCEDE ET APPAREIL POUR LA SEPARATION DES GOUTELETTES OU PARTICULES D'UN COURANT GAZEUX

La présente invention concerne le domaine des séparateurs et plus spécifiquement des moyens destinés à séparer des gouttelettes ou des particules d'un courant gazeux, dont la taille est inférieure ou de l'ordre d'un micromètre.

De nombreuses méthodes et dispositifs ont déjà été divulgués à cet effet.

Le brevet US 5 626 651 décrit un procédé et un système de ce type selon lequel le courant gazeux turbulent s'écoule au-dessus d'une série de plaques définissant des zones non turbulentes dans lesquelles les particules sont capturées. Plus précisément les plaques sont parallèles entre elles et verticales. Un moyen de filtration constitué de fibres peut en outre être prévu entre lesdites plaques afin d'améliorer la filtration notamment des particules les plus fines.

La demande de brevet internationale WO 95/28217 décrit un dispositif qui repose sur le même fondement mais selon lequel les plaques sont munies de fentes ou bien sont remplacées par des grilles. Des carcasses grillagées enserrant un matelas fibreux sont en outre utilisées dans cet art antérieur.

Par ailleurs la demande de brevet WO 97/00102 concerne un séparateur placé à l'échappement de moteurs diesel afin de recueillir les

particules contenues dans les gaz d'échappement. Une structure en nid d'abeille percée de canaux perpendiculaires à l'ouverture des cellules en nid d'abeille est préférentiellement prévue. La porosité d'une telle structure est de l'ordre de 70 %. Cependant ce dispositif ne peut être utilisé pour des brouillards car les gouttelettes capturées dans les cellules ne peuvent être éliminées par drainage.

On connaît aussi la demande de brevet internationale PCT/FR97/00164 concernant un séparateur ayant un ou plusieurs canaux d'écoulement verticaux latéralement délimités par des éléments plissés fibreux. Un agglomérateur est en outre nécessairement placé en amont du séparateur afin d'avoir des particules de plus grosses taille susceptibles d'être séparées au niveau du séparateur. Ceci est donc relativement coûteux et implique des pertes de pression non négligeables.

Ces moyens connus ne permettent cependant pas de capturer et d'éliminer efficacement des particules et/ou gouttelettes de taille inférieure à environ un micromètre : dans le brevet US 5 626 651, les particules captées s'accumulent sur les parois puis tombent par gravité au fond du dispositif. Des moyens destinés à secouer les parois sont souvent nécessaires pour faire tomber les particules accumulées sur les parois. Ce dispositif pose problème lorsqu'il s'agit de séparer des particules très fines, de taille inférieure au micromètre. Dans ce cas en effet, la hauteur du canal d'écoulement doit être très petite donc la hauteur des plaques très grande de sorte que l'équipement est très encombrant pour une section d'écoulement très faible. Le même problème existe dans le dispositif selon le document WO 95/28217.

Dans la demande de brevet WO 97/00102, les particules capturées sont oxydées.

La présente invention prévoit de résoudre le problème de l'élimination des particules et/ou des gouttelettes d'une façon originale et inattendu, telle qu'expliquée ci-après.

De façon avantageuse, la présente invention évite toute perte de charge due à un encrassement d'une zone du dispositif ; la chute de pression reste constante tout au long de la vie du séparateur selon l'invention.

Par ailleurs, la présente invention permet d'obtenir un très fort taux de séparation grâce à un équipement de petite taille, ayant une faible perte de pression et un fonctionnement continu.

Ainsi la présente invention vise un séparateur de type spongieux destiné à traiter des effluents gazeux contenant des particules liquides ou solides de taille sensiblement inférieure à un micromètre, voire de l'ordre du micromètre.

Selon l'invention, le séparateur est formé d'une mousse réticulée percée de canaux destinés à l'écoulement en état turbulent des effluents gazeux, lesdits canaux étant tels que lesdits canaux étant tels que les effluents gazeux traversent ladite mousse d'une extrémité à l'autre des canaux.

De façon spécifique, la porosité de ladite mousse est comprise entre 90 % et 98 %, de préférence autour de 97 %.

En outre, la taille des cellules formant ladite mousse est comprise entre environ 0,5 mm et environ 5 mm.

De façon particulière, le diamètre des fils formant ladite mousse est compris entre 50 µm et 1000 µm.

Conformément à l'invention, le diamètre des canaux transperçant ladite mousse est compris entre 3 et 100 mm.

Selon un aspect de l'invention, ladite mousse est constituée d'un polyuréthanne réticulé.

Conformément à un autre mode de réalisation de l'invention, ladite mousse réticulée est constituée d'un carbone vitreux. ; ladite mousse peut aussi être constituée d'un métal tel que l'aluminium, le nickel ou le plomb.

Selon une utilisation préférée de l'invention, le séparateur peut être utilisé pour éliminer les gouttelettes de liquide tel que les gouttelettes d'huile contenues initialement dans des brouillards ; ladite mousse assure alors un drainage régulier des gouttelettes capturées.

Conformément à un autre mode de réalisation de l'invention, le dispositif peut être utilisé pour séparer des particules solides en suspension dans un gaz.

Le dispositif peut comprendre en outre un moyen pour secouer ladite mousse afin de faire tomber les particules retenues à l'intérieur de cette mousse.

En d'autres termes, la présente invention concerne un appareil destiné à séparer des particules contenues dans un effluent gazeux, comprenant une enveloppe ayant une entrée et une sortie, au moins un passage droit, complètement libre, non obturé ouvert à ses deux extrémités destiné à laisser passer ledit effluent gazeux en état turbulent de l'entrée vers la sortie, un matériau en mousse réticulée qui définit les parois desdits passages et remplit tout l'espace entre lesdits passages, ledit matériau en mousse étant constitué de fils qui forment des pores ou cellules interconnectées qui communiquent librement avec lesdits passages afin de

créer des zones stagnantes non turbulentes qui s'étendent à partir desdits passages.

Selon l'invention, lesdites particules sont capturées et déposées sur les surfaces de fils formant le matériau en mousse réticulée, lesdits fils étant mutuellement espacés de telle façon que les cellules qu'ils définissent permettent au courant turbulent d'entrer sur une distance de quelques cellules (à partir desdits passages), et empêchent un courant gazeux direct de l'entrée vers la sortie, les cellules forçant les turbulences à décroître dans les zones non turbulentes occupant substantiellement tout l'espace entre les passages.

Selon une caractéristique, lesdits passages sont tous de même dimensions.

De façon plus spécifique, les passages présentent un diamètre compris entre environ 10 cm et environ 200 cm.

Avantageusement, les fils adjacents sont espacés les uns des autres d'une distance d'environ 0,5 mm à environ 5 mm dans chaque direction de l'espace, les fils périphériques et les espaces entre lesdits fils définissant les parois desdits passages; les particules sont déposées sur les surfaces des fils par impact intertiel et par des phénomènes de diffusion Brownienne.

Par ailleurs, lesdits fils présentent un diamètre compris entre environ 50 µm et environ 1000 µm et en ce que la mousse réticulée présente une porosité comprise entre environ 90 et environ 98 %, préférentiellement d'environ 97 %.

En outre, ladite mousse réticulée est constituée d'un polyuréthane ou d'un polyuréthane recouvert de PVC.

Selon une autre possibilité, ladite mousse réticulée est constituée d'un carbone vitreux.

Conformément à l'invention, ladite mousse réticulée est constituée d'un métal tel que l'aluminium, le nickel ou le plomb.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, ladite mousse réticulée est constituée d'un matériau céramique.

Conformément à encore un autre mode de réalisation de l'invention, lesdits passages sont réalisés par assemblage de feuilles de mousse réticulée qui forment des canaux de section carrée ou rectangulaire.

De façon particulière, lesdits passages sont orientés horizontalement, et l'appareil permet d'éliminer des gouttelettes de liquide telles que des gouttelettes contenues dans un brouillard d'huile ou d'eau, le liquide formé après déposition des gouttelettes étant drainé par ladite mousse et étant continuellement déchargé de l'enveloppe dans des moyens appropriés disposés au bas de ladite enceinte.

Les passages pour l'effluent gazeux peuvent être orientés horizontalement ou verticalement et les particules sont séparées de l'effluent gazeux.

L'invention vise par ailleurs un procédé pour séparer des particules d'un effluent gazeux les contenant, comprenant les étapes suivantes :

- faire passer lesdits effluents gazeux à travers au moins un passage droit, complètement libre, non obturé, ouvert à ses deux extrémités, dans une direction donnée dans une enveloppe, au-dessus d'une région où l'effluent est non turbulent et stagnant constituée d'une pluralité de sous-régions interconnectées, dans laquelle il n'y a pas d'écoulement direct et qui communique avec l'effluent gazeux ; et

- disposer une pluralité de surfaces transversalement à la direction de l'écoulement de l'effluent gazeux, lesdites surfaces s'étendant depuis les passages et étant mutuellement espacés de façon à définir lesdites sous-régions interconnectées formant ensemble la région non turbulente communiquant librement avec lesdits passages, chaque sous-région occupant substantiellement tout l'espace entre lesdites surfaces-adjacentes de telle sorte que les courants turbulents de l'effluent gazeux entrent dans lesdits espaces entre les surfaces puis décroissent dans lesdites sous-régions, lesdites particules étant piégées et déposées mécaniquement sur les surfaces définissant les sous-régions stagnantes et non turbulentes.

De façon plus détaillée, lesdites sous-régions stagnantes et non turbulentes sont constituées par les cellules formées par des fils adjacents d'une mousse réticulée qui entoure lesdits passages, les particules sont transportées par les courants gazeux de l'effluent gazeux à l'intérieur des cellules entre les fils et sont déposées sur les surfaces des fils par impact inertiel et par des mécanismes de diffusion Brownienne.

L'invention vise essentiellement les particules présentent un diamètre compris entre environ 0,01 µm et environ 100 µm et en ce que l'effluent gazeux présente une vitesse dans les passages comprise entre environ 3 et environ 20 m/s.

Selon une particularité de l'invention, lesdits passages sont réalisés par perforation ou par forage de trous à travers des feuilles ou des blocs d'un matériau en mousse réticulée.

En outre, l'on secoue ou l'on fait vibrer périodiquement ladite enveloppe de façon à faire tomber la poussière déposée sur lesdits fils de la

mousse dans des moyens appropriés disposés au-dessous de la mousse réticulée.

D'autres avantages, caractéristiques et améliorations selon l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui va suivre, faite à titre illustratif et nullement limitatif en référence aux figures annexées selon lesquelles :

- La figure 1 est une perspective d'une partie d'un séparateur selon l'invention;
- La figure 2 est une coupe longitudinale schématique d'un mode de réalisation de l'invention; et
- La figure 3 est une perspective simplifiée d'un autre mode de réalisation de l'invention.

La figure 1 montre un bloc réalisé en un matériau spongieux 1 selon l'invention. Le matériau peut avantageusement être une mousse réticulée de polyuréthanne, ou de polyuréthane recouvert de PVC, une mousse réticulée de carbone vitreux ou encore une mousse réticulée d'un métal tel que l'aluminium, le nickel ou le plomb. Une mousse réticulée d'un matériau céramique peut aussi être utilisée sans sortir du cadre de l'invention.

Les matériaux visés par l'invention sont constitués de petites cellules par exemple dodécaédriques formés de fils, filaments ou ligaments fins entremêlés. La porosité est couramment comprise entre 90 et 98 %. La taille des cellules varie entre environ 0,5 mm et environ 5 mm et le diamètre des fils est compris entre 50 µm et 1000 µm. Un diamètre de fils compris entre 50 et 100 µm peut parfois être préféré.

Par ailleurs, des canaux 2, préférentiellement parallèles entre eux, sont percés ou forés dans le matériau spongieux 1. Ces canaux permettent l'écoulement du fluide selon les flèches A de la figure 1. Les canaux 2 présentent ici un diamètre compris entre 3 et 100 mm. La distance entre deux canaux peut être comprise entre environ 2 mm jusqu'à environ 20 mm.

La section transversale occupée par les canaux d'écoulement 2 représente entre 30 et 70 % de la section transversale totale de ladite mousse.

La section des canaux est préférentiellement circulaire, comme illustré sur la figure 1. Cependant les sections des canaux peuvent présenter une autre forme sans sortir du cadre de l'invention.

La disposition générale des canaux peut être telle qu'un réseau quadrillé de canaux parallèles est formé. Cependant un réseau de canaux ordonnés différemment peut être envisagé sans sortir du cadre de l'invention.

A titre illustratif, un essai a été effectué sur la base d'un bloc en mousse réticulée de polyuréthanne, percé de 63 canaux de circulation ayant chacun un diamètre d'environ 6 mm et une longueur de 18 cm ; la distance centre à centre des canaux est de 12 mm ; le taux de captation de particules d'environ 1,5 µm de diamètre est alors de 95 %. Le débit des effluents est d'environ 30 m^3/h et la perte de pression dans le dispositif est de l'ordre de 0,75 kPa. Cette perte de pression peut être plus faible encore en augmentant la longueur des canaux et leur diamètre d'un même facteur, tout en maintenant le même taux de captation.

Un autre exemple relatif à l'invention concerne la séparation d'un brouillard d'eau ayant des particules d'environ 30 µm de diamètre, dans un courant d'air. Une mousse réticulée de polyuréthanne dont la taille des

cellules est d'environ 0,5 mm est utilisée. Cette mousse est percée de 162 canaux horizontaux circulaires d'environ 1 cm de diamètre (distance centre à centre de 1 cm), 34 cm de long. La vitesse de l'air dans les canaux est d'environ 7 m/s avec une chute de pression d'environ 0,3 Kpa. Un taux de captation d'environ 99, 98 % a ainsi été obtenu.

Dans le domaine de la séparation des gouttelettes formant un brouillard, la présente invention présente l'avantage de drainer les gouttelettes qui forment ainsi un liquide qui s'écoule par gravité à travers le matériau spongieux réticulé.

Un exemple d'application est illustré par la figure 2 qui concerne un séparateur de brouillard visqueux en coupe longitudinale.

Un mélange de gaz et de brouillard huileux arrive selon la flèche B de la figure 2 dans une enceinte 10 qui contient le matériau spongieux.

La mélange traverse l'ensemble des canaux 2 percés à travers le matériau spongieux et ressort de l'enceinte 10 selon la flèche C à l'autre extrémité des canaux 2. Le drainage obtenu selon l'invention permet à l'huile d'être collectée au fond de l'enceinte 10. Cette huile peut elle-même être évacuée et stockée dans un réservoir ou tout autre moyen spécifique tel que 3. Ainsi l'huile capturée par les fils formant le matériau spongieux s'écoule au fond du dispositif sensiblement au même débit qu'elle est absorbée.

En d'autres termes, le matériel spongieux est saturé de liquide sur une hauteur limitée, correspondant au taux d'absorption des fils du matériel spongieux, limitée par le débit d'évacuation prévu.

Une séparation relative à un brouillard huileux ayant des particules d'environ 1 µm de diamètre dans un courant d'air a été réalisée : une mousse réticulée de polyuréthanne dont la taille des cellules est d'environ

0,5 mm est utilisée. Cette mousse est percée de 162 canaux horizontaux, d'environ 1 cm de diamètre (distance centre à centre 1 cm), de 68 cm de longueur. La vitesse de l'air dans les canaux est d'environ 10 m/s. Une chute de pression de l'ordre de 1,8 kPa est mesurée et un taux de captation de 96 % est ainsi réalisé.

Vis-à-vis des séparateurs constitués de matelas fibreux ou autres, la présente invention permet de se passer de carcasse ou autre élément de maintien du matelas, puisque le matériau spongieux selon l'invention est suffisamment rigide à l'origine pour être perforé par tout moyen connu en soi. De plus une grande précision dans le forage peut être obtenue.

Le dispositif selon l'invention est adapté à la séparation de fumées d'effluents gazeux. Les dépôts se font alors sur les fils de la mousse réticulée, où ils forment une couche solide ou bitumineuse.

Les particules étant présentes dans de faibles concentrations, le nettoyage et/ou le remplacement de la mousse est très peu fréquent.

En outre, sans sortir du cadre de l'invention, la mousse réticulée selon l'invention peut être lavée lorsqu'elle est sale, puis elle est remise en place une fois propre.

Le dispositif selon l'invention est en outre adapté à la séparation de poussières industrielles. Dans ce cas, les canaux d'écoulement, seront préférentiellement orientés verticalement de sorte que la poussière déposée sur les fils peut en être dégagée en faisant vibrer le dispositif. Ainsi la poussière tombe par gravité dans les canaux dans lesquels l'écoulement est arrêté pendant le nettoyage.

Un autre exemple, concernant les fumées issues d'un catalyseur de FCC est donné : les particules ont un diamètre d'environ 6 µm. La mousse

est en céramique réticulé ayant des cellules d'environ 2 mm. 88 canaux circulaires soit horizontaux soit verticaux, ayant un diamètre d'environ 1,3 cm traversent de part en part ladite mousse. La distance centre à centre des canaux est d'environ 1,3 cm. Trois portions de mousse mesurant chacune environ 23 cm, sont disposées en série (longueur totale environ 70 cm). La vitesse de l'air dans les canaux est d'environ 7 m/s et une chute de pression d'environ 0,25 kPa a été mesurée. Un taux de captation d'environ 94 % a ainsi pu être obtenu selon cet exemple.

Sans sortir du cadre de l'invention, un dispositif tel que présenté schématiquement sur la figure 3 peut être prévu.

Le séparateur est ici constitué d'un assemblage de feuilles ou plaques 4 de mousse réticulée qui forment un quadrillage à travers lequel passent les effluents à traiter. Les plaques sont contenues dans une enveloppe 5.

Comme dans les précédents mode de réalisation de l'invention, les effluents à traiter arrivent selon la flèche B, traversent les canaux 2 de part en part puis ressortent selon la flèche C.

Selon un exemple d'application, les carrés du quadrillage ont un coté égal à 1,25 cm ; l'épaisseur des plaques de mousse est de l'ordre de 3 mm ; la mousse est une mousse de Nickel ayant 30 et 40 cellules (ou pores) par inch. La taille des cellules est de l'ordre de 0,75 mm avec des fils d'environ 50 µm de diamètre.

Le quadrillage peut aussi être constitué de rectangles ou autres formes géométriques obtenues à partir d'un enchevêtrement de plaques 4 en mousse réticulée.

La longueur des canaux est selon cet exemple de 18 cm ; la hauteur du séparateur est de 11,5 cm et sa longueur (vue de face) de 49,5 cm. La figure 3 illustre globalement cette géométrie.

REVENDICATIONS

1) Séparateur de type spongieux destiné à traiter des effluents gazeux contenant des particules liquides ou solides de taille sensiblement inférieure à un micromètre ou de l'ordre d'un micromètre, caractérisé en ce qu'il est formé d'une mousse réticulée délimitant des canaux (2) destinés à l'écoulement en état turbulent des effluents gazeux, lesdits canaux étant tels que les effluents gazeux traversent ladite mousse d'une extrémité à l'autre des canaux.

2) Séparateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la porosité de ladite mousse est comprise entre 90 % et 98 %, de préférence autour de 97 %.

3) Séparateur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la taille des cellules formant ladite mousse est comprise entre environ 0,5 mm et environ 5 mm.

4) Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le diamètre des fils formant ladite mousse est compris entre 50 µm et 1000 µm.

5) Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le diamètre des canaux (2) transperçant ladite mousse est compris entre 3 et 100 mm.

6) Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite mousse est constituée d'un polyuréthanne.

7) Séparateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite mousse est constituée d'un carbone vitreux.

8) Séparateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite mousse réticulée est constituée d'un métal tel que l'aluminium, le nickel ou le plomb .

9) Séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un moyen pour secouer ladite mousse afin de faire tomber les particules retenues à l'intérieur de ladite mousse.

10) Utilisation d'un séparateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour éliminer les gouttelettes de liquide tel que des gouttelettes d'huile contenues initialement dans des brouillards et en ce que ladite mousse assure un drainage régulier des gouttelettes capturées.

11) Utilisation d'un séparateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, pour séparer des particules solides en suspension dans un gaz.

12) Appareil destiné à séparer des particules contenues dans un effluent gazeux, comprenant une enveloppe (5 ; 10) ayant une entrée et une sortie, au moins un passage (2) droit, complètement libre, non obturé, ouvert à ses deux extrémités et destiné à laisser passer ledit effluent gazeux en état turbulent de l'entrée vers la sortie, un matériau en mousse réticulée qui définit les parois desdits passages (2) et remplit tout l'espace entre lesdits passages, ledit matériau en mousse étant constitué de fils qui forment des pores ou cellules interconnectées qui communiquent librement avec lesdits passages (2) afin de créer des zones stagnantes non turbulentes qui s'étendent à partir desdits passages (2), caractérisé en ce que lesdites particules sont capturées et déposées sur les surfaces de fils formant le

matériau en mousse réticulée, lesdits fils étant mutuellement espacés de telle façon que les cellules qu'ils définissent permettent au courant turbulent de pénétrer sur une distance de quelques cellules (à partir desdits passages), mais y empêchent un courant gazeux direct de l'entrée vers la sortie, les cellules forçant les turbulences à décroître dans les zones non turbulentes occupant substantiellement tout l'espace entre les passages (2).

13) Appareil selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdits passages sont tous de même dimensions.

14) Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que les passages (2) présentent un diamètre compris entre environ 10 cm et environ 200 cm.

15) Appareil selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que les fils adjacents sont espacés les uns des autres d'une distance d'environ 0,5 mm à environ 5 mm dans chaque direction de l'espace, les fils périphériques et les espaces entre lesdits fils définissant les parois desdits passages (2), en ce que les particules sont déposées sur les surfaces des fils par impact intertiel et par des phénomènes de diffusion Brownienne.

16) Appareil selon la revendication 15, caractérisé en ce que lesdits fils présentent un diamètre compris entre environ 50 μm et environ 1000 μm et en ce que la mousse réticulée présente une porosité comprise entre environ 90 et environ 98 %, préférentiellement d'environ 97 %.

17) Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 ou 15, caractérisé en ce que ladite mousse réticulée est constituée d'un polyuréthane ou d'un polyuréthane recouvert de PVC.

18) Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 ou 15, caractérisé en ce que ladite mousse réticulée est constituée d'un carbone vitreux.

19) Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 ou 15, caractérisé en ce que ladite mousse réticulée est constituée d'un métal tel que l'aluminium, le nickel ou le plomb.

20) Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 ou 15, caractérisé en ce que ladite mousse réticulée est constituée d'un matériau céramique.

21) Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 ou 15, caractérisé en ce que lesdits passages (2) sont réalisés par assemblage de feuilles de mousse réticulée qui forment des canaux de section carrée ou rectangulaire.

22) Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 à 21, caractérisé en ce que lesdits passages (2) sont orientés horizontalement, en ce qu'il permet d'éliminer des gouttelettes de liquide telles que des gouttelettes contenues dans un brouillard d'huile ou d'eau, en ce que le liquide formé après déposition des gouttelettes est drainé par ladite mousse et est continuellement déchargé de l'enveloppe (1 ; 10) dans des moyens appropriés (3) disposés au bas de ladite enceinte (5, 10).

23) Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 à 21, caractérisé en ce que lesdits passages (2) sont orientés horizontalement ou verticalement et en ce que lesdites particules sont séparées de l'effluent gazeux.

24) Procédé pour séparer des particules d'un effluent gazeux les contenant, comprenant les étapes suivantes :

- faire passer lesdits effluents gazeux à travers au moins un passage (2) droit, complètement libre, non obturé, ouvert à ses deux extrémités, dans une direction donnée dans une enveloppe (5 ; 10), au-dessus d'une région où l'effluent est non turbulent et stagnant constituée d'une pluralité de sous-régions interconnectées, dans laquelle il n'y a pas d'écoulement direct et qui communique avec l'effluent gazeux ; et

- disposer une pluralité de surfaces transversalement à la direction de l'écoulement de l'effluent gazeux, lesdites surfaces s'étendant depuis les passages (2) et étant mutuellement espacés de façon à définir lesdites sous-régions interconnectées formant ensemble la région non turbulente communiquant librement avec lesdits passages (2), chaque sous-région occupant substantiellement tout l'espace entre lesdites surfaces-adjacentes de telle sorte que les courants turbulents de l'effluent gazeux entrent dans lesdits espaces entre les surfaces puis décroissent dans lesdites sous-régions, lesdites particules étant piégées et déposées mécaniquement sur les surfaces définissant les sous-régions stagnantes et non turbulentes.

25) Procédé selon la revendication 24, caractérisé en ce que lesdites sous-régions stagnantes et non turbulentes sont constituées par les cellules formées par des fils adjacents d'une mousse réticulée qui entoure lesdits passages (2), en ce que les particules sont transportées par les courants gazeux de l'effluent gazeux à l'intérieur des cellules entre les fils et sont déposées sur les surfaces des fils par impact inertiel et par des mécanismes de diffusion Brownienne.

26) Procédé selon l'une quelconque des revendications 24 ou 25, caractérisé en ce que lesdites particules présentent un diamètre compris entre environ 0,01 µm et environ 100 µm et en ce que l'effluent gazeux

présente une vitesse dans les passages (2) comprise entre environ 3 et environ 20 m/s.

27) Procédé selon l'une quelconque des revendications 24 à 26, caractérisé en ce que lesdits passages (2) sont réalisés par perforation ou par forage de trous à travers des feuilles ou des blocs d'un matériau en mousse réticulée.

28) Procédé selon l'une quelconque des revendications 24 à 27, caractérisé en ce que l'on secoue ou l'on fait vibrer périodiquement ladite enveloppe (5 ; 10) de façon à faire tomber la poussière déposée sur lesdits fils de la mousse dans des moyens appropriés (3) disposés au-dessous de la mousse réticulée.

FIG.1

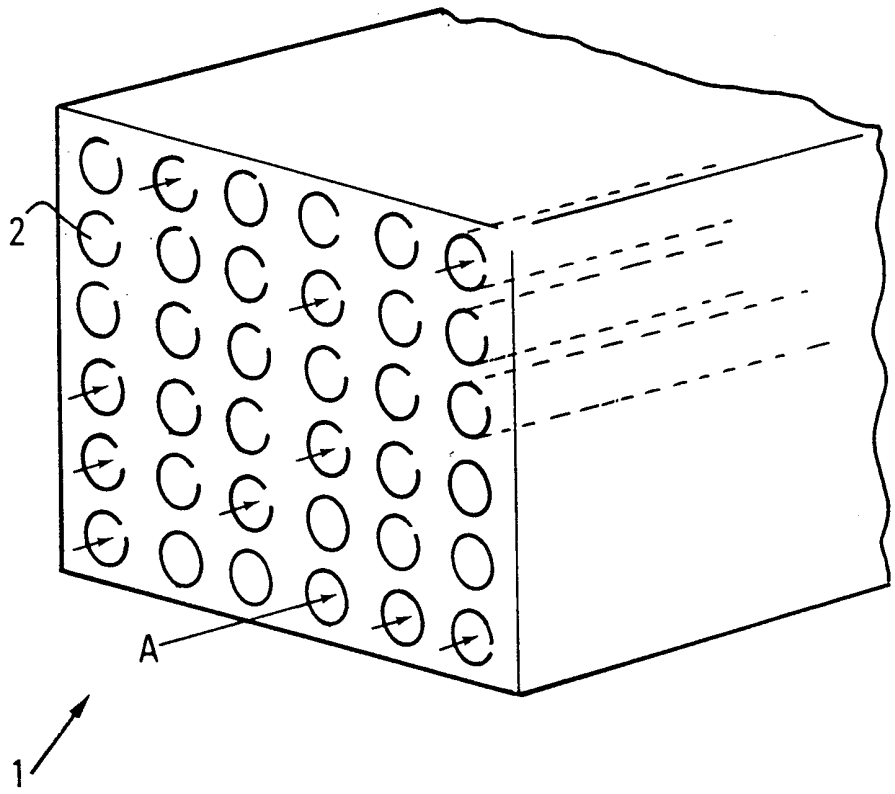


FIG.2

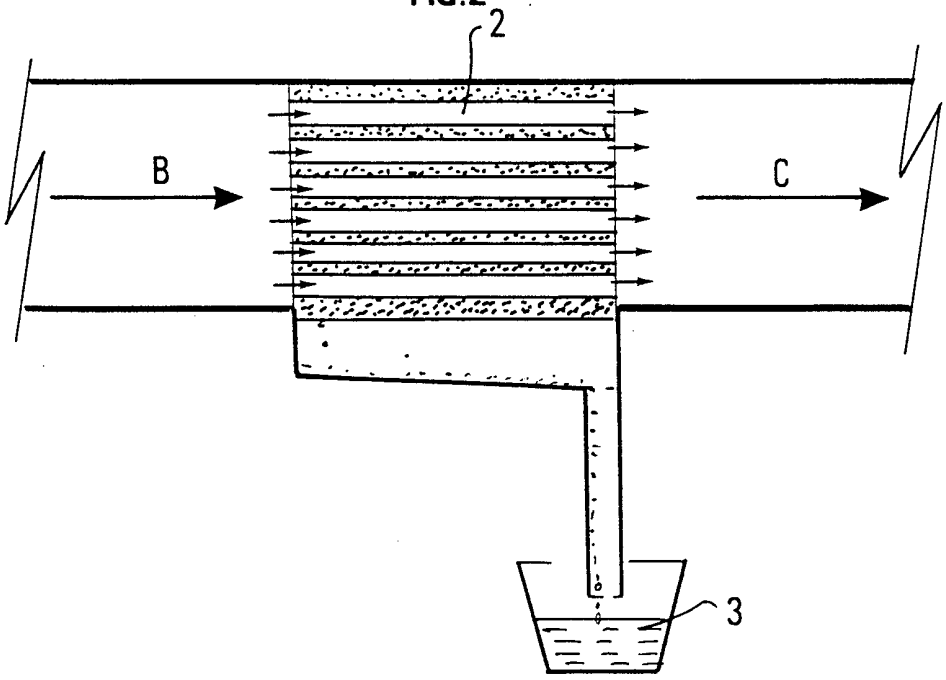
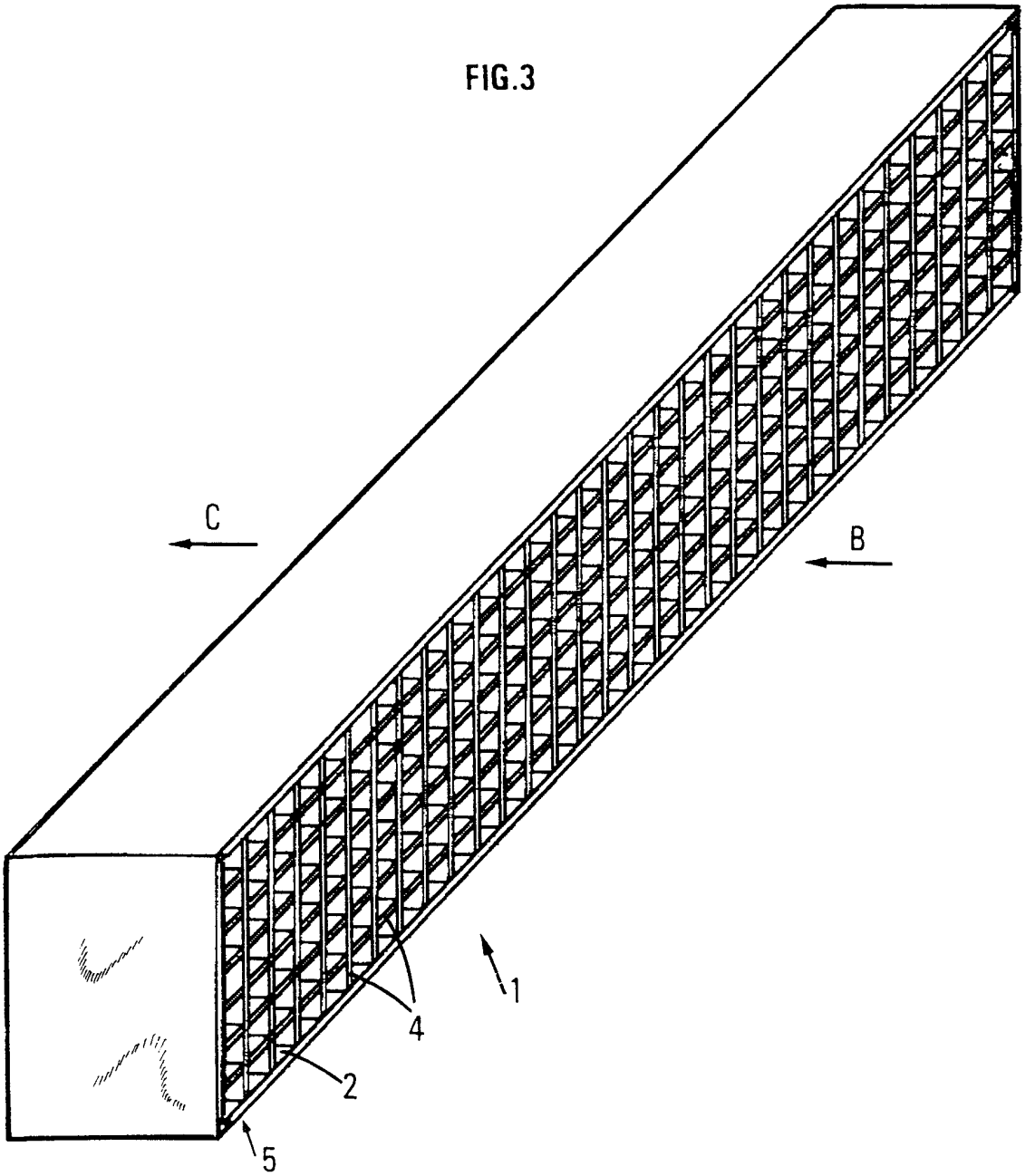


FIG.3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte ional Application No
PCT/FR 98/02151

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B01D46/24 B01D45/02 B01D39/20 B01D39/16

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 B01D

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 2 390 193 A (LERNER BERNARD) 8 December 1978 see page 1, line 1 - page 3, line 19; figures 1,2,6; examples I,II see page 6, line 19 - page 8, line 5 see page 8, line 6 - line 30 ---	1,2,4-6, 9-13,17
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 097, no. 008, 29 August 1997 & JP 09 096209 A (TENETSUKUSU:KK), 8 April 1997 see abstract ---	1,2,4-6, 9-13,17
A	EP 0 501 138 A (DRACHE KERAMIKFILTER) 2 September 1992 see the whole document --- -/--	1,2,4-6, 9-13, 18-20,24

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 January 1999	04/02/1999

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Cubas Alcaraz, J

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int ional Application No
PCT/FR 98/02151

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 27385 A (DULLIEN FRANCIS A L ;INST FRANCAIS DU PETROL (FR)) 31 July 1997 cited in the application see the whole document ---	1-28
A	EP 0 612 551 A (MONSANTO ENVIRO CHEM SYST) 31 August 1994 -----	1-5, 17-20

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. ional Application No
PCT/FR 98/02151

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2390193 A	08-12-1978	CA 1106777 A	11-08-1981
		DE 2820850 A	23-11-1978
		GB 1594524 A	30-07-1981
		JP 53139278 A	05-12-1978
		US 4437867 A	20-03-1984
EP 0501138 A	02-09-1992	DE 4106303 A	03-09-1992
WO 9727385 A	31-07-1997	CA 2214504 A	31-07-1997
		EP 0817905 A	14-01-1998
EP 0612551 A	31-08-1994	US 5605748 A	25-02-1997
		CA 2113980 A	23-07-1994
		DE 69403361 D	03-07-1997
		DE 69403361 T	23-10-1997

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De de Internationale No
PCT/FR 98/02151

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 B01D46/24 B01D45/02 B01D39/20 B01D39/16

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 6 B01D

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 2 390 193 A (LERNER BERNARD) 8 décembre 1978 voir page 1, ligne 1 - page 3, ligne 19; figures 1,2,6; exemples I,II voir page 6, ligne 19 - page 8, ligne 5 voir page 8, ligne 6 - ligne 30 ---	1,2,4-6, 9-13,17
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 097, no. 008, 29 août 1997 & JP 09 096209 A (TENETSUKUSU:KK), 8 avril 1997 voir abrégé ---	1,2,4-6, 9-13,17
A	EP 0 501 138 A (DRACHE KERAMIKFILTER) 2 septembre 1992 voir le document en entier --- -/--	1,2,4-6, 9-13, 18-20,24

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

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

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

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

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

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

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

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant 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'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

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

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

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
26 janvier 1999	04/02/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Cubas Alcaraz, J

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De de Internationale No
PCT/FR 98/02151

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec le cas échéant, l'indicationdes passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 97 27385 A (DULLIEN FRANCIS A L ;INST FRANCAIS DU PETROL (FR)) 31 juillet 1997 cité dans la demande voir le document en entier	1-28
A	EP 0 612 551 A (MONSANTO ENVIRO CHEM SYST) 31 août 1994	1-5, 17-20

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De de Internationale No
PCT/FR 98/02151

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2390193	A	08-12-1978	CA	1106777 A	11-08-1981
			DE	2820850 A	23-11-1978
			GB	1594524 A	30-07-1981
			JP	53139278 A	05-12-1978
			US	4437867 A	20-03-1984
EP 0501138	A	02-09-1992	DE	4106303 A	03-09-1992
WO 9727385	A	31-07-1997	CA	2214504 A	31-07-1997
			EP	0817905 A	14-01-1998
EP 0612551	A	31-08-1994	US	5605748 A	25-02-1997
			CA	2113980 A	23-07-1994
			DE	69403361 D	03-07-1997
			DE	69403361 T	23-10-1997