

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : B01F 5/06	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/36165 (43) Date de publication internationale: 22 juillet 1999 (22.07.99)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/00075 (22) Date de dépôt international: 15 janvier 1999 (15.01.99) (30) Données relatives à la priorité: 98/00436 16 janvier 1998 (16.01.98) FR (71) Déposants (pour tous les Etats désignés sauf US): COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75015 Paris (FR). COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES NUCLEAIRES [FR/FR]; 2, rue Paul Dautier, F-78140 Vélizy-Villacoublay (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): FOURNEL, Bruno [FR/FR]; Les Bastides Saint Jean, Rue Pierre et Marie Curie, F-84120 Pertuis (FR). FAURY, Maria [FR/FR]; 13, boulevard Zola, F-13100 Aix en Provence (FR). LE SAMEDY, Jean-Marie [FR/FR]; 13, lotissement des Adrechs, F-04100 Manosque (FR). (74) Mandataire: BREVATOME; 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR).		(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>
(54) Title: METHOD FOR GENERATING AND CIRCULATING A FOAM IN AN INSTALLATION AND DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD		
(54) Titre: PROCEDE DE GENERATION ET DE MISE EN CIRCULATION D'UNE MOUSSE DANS UNE INSTALLATION ET DISPOSITIF POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE		
(57) Abstract		
The invention relates to a method for generating a foam from a liquid phase and a gaseous phase, a method for circulating a foam in an installation and a method for cleaning an installation by circulating a foam. The foam is generated by aspiration of an appropriate liquid phase and gaseous phase so as to create a foam by passage through a porous packing(5). The invention also relates to a device (1) for generating a foam and a device for generating and circulating a foam in an installation (20).		
(57) Abrégé		
L'invention se rapporte à un procédé de génération d'une mousse à partir d'une phase liquide et d'une phase gazeuse, à un procédé de mise en circulation d'une mousse dans une installation et à un procédé de nettoyage d'une installation par mise en circulation d'une mousse. La génération de la mousse est réalisée par aspiration d'une phase liquide et d'une phase gazeuse appropriées pour générer une mousse à travers un garnissage poreux (5). L'invention se rapporte également à un dispositif (1) de génération d'une mousse et à un dispositif de génération et de mise en circulation d'une mousse dans une installation (20).		

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	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PROCEDE DE GENERATION ET DE MISE EN CIRCULATION D'UNE
MOUSSE DANS UNE INSTALLATION ET
DISPOSITIF POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE

5

DESCRIPTION

Domaine technique de l'invention

L'invention se rapporte à un procédé de génération d'une mousse à partir d'une phase liquide et d'une
10 phase gazeuse, à un procédé de mise en circulation d'une mousse dans une installation et à un procédé de nettoyage d'une installation par mise en circulation d'une mousse.

L'invention se rapporte également à un dispositif
15 de génération d'une mousse et à un dispositif de génération et de mise en circulation d'une mousse dans une installation.

Le procédé de l'invention peut être utile par
20 exemple dans un procédé de nettoyage et/ou de décontamination d'une installation par une mousse. En effet, les procédés de nettoyage et/ou de décontamination en phase liquide d'une installation de grand volume possédant par exemple une géométrie
25 interne complexe génèrent des volumes d'effluents importants. L'utilisation d'une mousse, contenant un ou plusieurs réactifs de nettoyage et/ou de décontamination, permet une diminution significative des volumes d'effluents générés. Le nettoyage et/ou la
30 décontamination d'une installation est réalisé par injection de la mousse à l'intérieur de l'installation à nettoyer et/ou à décontaminer et parfois par mise en circulation de la mousse dans ces installations.

Le procédé de l'invention est particulièrement avantageux pour le nettoyage et/ou la décontamination d'installations fonctionnant en dépression tels qu'un réseau de transport pneumatique d'échantillons destinés
5 à des analyses, un circuit de ventilation ou une conduite, ayant subi une contamination radioactive.

Etat de la technique

La génération de mousse s'effectue généralement
10 par agitation mécanique d'un liquide, par détente brutale d'un gaz solubilisé dans un liquide, ou par injection de gaz et de liquide sous pression à l'entrée d'un milieu poreux statique.

Ainsi, la demande de brevet EP-A-0 526 305 décrit
15 d'une part un procédé de préparation d'une mousse consistant à faire passer un gaz sous pression à travers une plaque frittée en présence d'une solution, la solution et le gaz étant appropriés pour former une mousse.

20 Le document cité précédemment décrit également un procédé de nettoyage d'une installation dans lequel la mousse est propulsée dans l'installation par la pression du gaz utilisée pour générer la mousse. Le débit du gaz et du liquide sont fixés pour générer la
25 mousse, à l'entrée de l'installation, indépendamment des caractéristiques de ladite installation à nettoyer. Le procédé de préparation d'une mousse et de nettoyage d'une installation décrit dans ce document ne sont pas appropriés pour le nettoyage d'installations sensibles,
30 notamment d'installations pour lesquelles une pression supérieure à la pression atmosphérique est proscrite.

Il est donc nécessaire de proposer un système de génération et de mise en circulation d'une mousse

fonctionnant à des pressions inférieures ou égales à la pression atmosphérique.

Exposé de l'invention

5 La présente invention a pour but de fournir un procédé de génération d'une mousse à partir d'une phase liquide et d'une phase gazeuse permettant de générer une mousse homogène, présentant peu ou pas de poches d'air.

10 Le procédé de l'invention se caractérise en ce qu'il comprend une étape consistant à générer la mousse par aspiration de la phase liquide et de la phase gazeuse à travers un garnissage poreux.

15 Le principe du procédé de l'invention consiste à ne plus injecter des phases liquides et gazeuses sous pression dans le garnissage poreux, mais à les drainer à travers les pores ou interstices du garnissage, en établissant une dépression constante en aval de ce garnissage.

20 La phase gazeuse et la phase liquide sont aspirées simultanément à travers le garnissage sous l'effet de la dépression. Le garnissage poreux agit donc comme un contacteur entre la phase gazeuse et la phase liquide.

25 Le mélange phase gazeuse-phase liquide est réalisé dans le garnissage poreux dans lequel il y a création d'interfaces et donc de mousse. L'énergie nécessaire au mélange et à la création d'interfaces est apportée par l'écoulement des phases liquide et gazeuse dans le garnissage sous l'effet de la dépression.

30 Afin d'obtenir une mousse de qualité constante en sortie du garnissage, il faut contrôler diverses variables intervenant dans le procédé de génération présenté ci-dessus. Ces variables sont la composition

chimique de la phase liquide, appelée encore solution moussante, le débit de phase liquide arrivant au contact du garnissage poreux, le débit de phase gazeuse entraîné par l'aspiration, la géométrie du garnissage poreux placé dans une enceinte, et la géométrie de ladite enceinte.

La composition chimique de la solution moussante est choisie en fonction de l'utilisation à laquelle est destinée la mousse générée. En effet, la mousse peut être par exemple une mousse de nettoyage, et/ou de décontamination d'une installation, et/ou une mousse de dégraissage, une mousse de rinçage, une mousse destinée à appliquer un film présentant des propriétés par exemple tensioactives ou bactéricides.

La qualité de la mousse peut être définie par exemple par une durée de vie, par un taux d'humidité, ou par son foisonnement. La durée de vie d'une mousse peut être définie comme le temps nécessaire à la transformation totale d'un volume donné de mousse en liquide et gaz. Le taux d'humidité d'une mousse peut être défini par le rapport du volume de phase liquide sur le volume de mousse. Le foisonnement F d'une mousse est défini dans les conditions normales de température et de pression par la relation (1) suivante :

$$F = \frac{V_{\text{gaz}} + V_{\text{liquide}}}{V_{\text{liquide}}} = \frac{V_{\text{mousse}}}{V_{\text{liquide}}}$$

avec :

- F = le foisonnement en unité de foisonnement,
- V_{gaz} = le volume de la phase gazeuse dans la mousse,
- V_{liquide} = le volume de la phase liquide dans la mousse,
- V_{mousse} = le volume de la mousse.

Une mousse de qualité constante aura un foisonnement constant. Généralement, les mousses préparées par les procédés de l'art antérieur présentent un foisonnement de l'ordre de 10 à 15. Le
5 foisonnement fournit également un ordre de grandeur de la valeur de la diminution du volume d'effluents liquides générés par exemple, lorsque la mousse est utilisée pour nettoyer une installation.

Le foisonnement permet également d'évaluer la
10 quantité de poches d'air présentes dans la mousse, et donc d'évaluer la qualité de cette mousse.

Lorsque la mousse est destinée à effectuer un nettoyage et/ou une décontamination et/ou un dégraissage, selon le procédé de l'invention, la phase
15 liquide peut comprendre en plus d'au moins un agent tensioactif moussant classiquement utilisé pour générer une mousse, au moins un agent de stabilisation ou de déstabilisation d'une mousse permettant de modifier la durée de vie de la mousse et son taux d'humidité, et/ou
20 au moins un agent de nettoyage et/ou au moins un agent de décontamination et/ou au moins un agent de dégraissage d'une installation.

Lorsque la mousse est destinée à effectuer un rinçage d'une installation, la phase liquide peut être
25 une solution aqueuse d'au moins un agent tensioactif et d'au moins un agent de déstabilisation de la mousse.

Dans une composition de mousse utilisable pour mettre en oeuvre le procédé de l'invention, les constituants de la phase liquide en particulier l'agent
30 de déstabilisation de la mousse, et leur quantité sont choisis de façon à obtenir une durée de vie de la mousse de 15 à 30 minutes et un taux d'humidité de 2 à 20%.

Des exemples de phases liquides appropriées pour mettre en oeuvre le procédé de l'invention sont décrits dans EP-A-0 526 305.

L'agent de déstabilisation peut être un composé
5 organique qui déstabilise la mousse en agissant sur la tension superficielle dynamique, par exemple un alcool ayant de préférence un point d'ébullition légèrement supérieur à celui de l'eau, par exemple un point d'ébullition de 110°C à 130°C. De préférence on utilise
10 un alcool secondaire en C5 ou C6 tel que du pentanol-2.

Généralement la quantité d'agents de déstabilisation représente de 0,2 à 1% en poids de la phase liquide.

Dans la phase liquide de la mousse, le réactif de
15 décontamination peut être constitué par les réactifs habituellement utilisés dans les procédés de décontamination par voie humide. Lorsque les objets à décontaminer sont métalliques, on utilise en particulier des réactifs constitués par des acides ou
20 des bases inorganiques ou organiques. A titre de réactifs acides on peut citer l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, l'acide sulfurique et l'acide phosphorique qui peuvent être employés seuls ou en combinaison. On peut également utiliser des réactifs
25 organiques tels que les acides citriques et oxaliques.

A titre de réactifs basiques on peut citer NaOH, KOH et leurs mélanges, auxquels on peut ajouter par exemple des oxydants tels que H_2O_2 ou l'ion permanganate.

30 Lorsqu'il s'agit de réactifs acides leur concentration dans la phase liquide peut aller par exemple jusqu'à 10 mol.l⁻¹, lorsqu'il s'agit de réactifs

basiques, leur concentration peut aller par exemple jusqu'à 5 mol.l^{-1} .

Lorsque l'on utilise un réactif acide constitué par H_2SO_4 à une concentration supérieure à 3 mol.l^{-1} , on
5 ajoute de préférence à la phase liquide un composé viscosant tel que le polyéthylène glycol, par exemple du polyéthylène glycol de masse moléculaire moyenne 6000. En effet, l'acide sulfurique accélère un
10 phénomène de décantation directe de la phase liquide à travers l'interface séparant les bulles de gaz de la mousse, mais celle-ci peut être ralentie au moyen de ce composé viscosant.

Généralement la concentration en composé viscosant de la phase liquide ne dépasse pas 1% en poids.

15 La phase liquide de la mousse comprend aussi au moins un agent tensioactif favorisant la formation de la mousse, de préférence on utilise deux agents tensioactifs constitués respectivement par une bétaine en particulier une sulfobétaine et par un éther
20 alkylique d'oligosaccharide. L'association de ces deux agents tensioactifs est intéressante car elle reste tensioactive quel que soit le pH et convient donc aussi bien en milieu neutre, par exemple pour un rinçage d'une installation, qu'en milieu acide ou basique,
25 c'est-à-dire avec les réactifs de décontamination acides ou basiques.

Généralement la concentration en bétaine est de 0,2 à 0,5% en poids et la concentration en éther alkylique d'oligosaccharide est de 0,3 à 1% en poids.

30 On peut par exemple utiliser une sulfobétaine telle que celle vendue par la Société SEPPIC sous le nom commercial AMONYL (marque déposée).

A titre d'exemple d'éther alkylique d'oligosaccharide utilisable comme deuxième tensioactif on peut citer celui vendu par la Société SEPPIC sous le nom commercial ORAMIX CG110 (marque déposée), et celui
5 vendu par la Société ROHM et HASS sous le nom commercial de TRITON CG60 (marque déposée).

Comme on l'a vu précédemment, les teneurs en agents tensioactifs, et/ou en agents stabilisants ou déstabilisants sont choisies en fonction de la durée de
10 vie de la mousse que l'on veut obtenir. Lorsque la mousse est destinée au nettoyage et/ou à la décontamination d'une installation, les teneurs en réactifs de décontamination et/ou de nettoyage sont choisies en fonction de la nature des objets à
15 décontaminer et/ou à nettoyer ainsi que du type et du degré de décontamination et/ou de nettoyage désiré.

A titre d'exemple, la phase liquide d'une mousse, par exemple de rinçage, utilisable selon le procédé de l'invention peut être constituée par une solution
20 aqueuse comprenant :

- de 0,2 à 0,5% en poids de bétaine,
- de 0,3 à 1% en poids d'éther alkylique d'oligosaccharide, et éventuellement
- de 0,2 à 1% en poids d'un agent de déstabilisation.

25 Dans un autre exemple, la phase liquide d'une mousse, par exemple de décontamination, utilisable selon l'invention peut être constituée par une solution aqueuse comprenant :

- 3 à 6 mol.l⁻¹ d'acide sulfurique,
- 30 - 0,1 à 1% en poids d'un composé viscosant,
- 0,2 à 0,5% en poids de bétaine,
- 0,3 à 1% en poids d'un éther alkylique d'oligosaccharide, et éventuellement

- 0,2 à 1% en poids d'un agent de déstabilisation.

Dans un autre exemple, la phase liquide d'une mousse, par exemple de dégraissage, utilisable selon l'invention peut être constituée par une solution

5 aqueuse comprenant :

- 3 à 5 mol.l⁻¹ de NaOH,
- 0,1 à 1% en poids d'un composé viscosant,
- 0,2 à 0,5% en poids de bétaine,
- 0,3 à 1% en poids d'un éther alkylique
- 10 d'oligosaccharide, et éventuellement
- 0,2 à 1% en poids d'un agent de déstabilisation.

Une autre variable intervenant dans la qualité de la mousse générée selon le procédé de l'invention est le débit de la phase liquide arrivant au contact du garnissage poreux. Ce débit peut être fixé à l'aide d'une pompe doseuse. En fonction de la qualité de la mousse désirée, le débit de la phase liquide est réglé en fonction du débit de la phase gazeuse et de l'aspiration des phases liquide et gazeuse à travers le garnissage poreux. Le débit de la phase liquide doit aussi être réglé en fonction du garnissage poreux en particulier de la taille des pores de ce garnissage.

La qualité de la mousse peut aussi dépendre de la manière avec laquelle le liquide arrive au contact du garnissage poreux ; en effet, en favorisant dès l'arrivée au contact du garnissage poreux la création d'une mousse grossière, on accroît la qualité de la mousse générée. Il y a donc une influence du mode d'aspersion du liquide à la surface du garnissage pouvant conduire de plus à une répartition plus ou moins homogène de celui-ci. L'arrivée de la phase liquide au contact du garnissage peut être réalisée par exemple au moyen d'une buse d'aspersion, ou encore en

intercalant une grille entre l'arrivée de la phase liquide dans l'enceinte et le garnissage poreux, c'est-à-dire au-dessus du garnissage poreux.

Une autre variable intervenant dans la qualité de la mousse générée est la dépression en aval du garnissage poreux, cette dépression entraînant l'aspiration des phases liquide et gazeuse à travers le garnissage poreux. De plus, la valeur du débit de mousse générée est fonction de cette dépression en aval du garnissage poreux. Dans la pratique, la dépression choisie devra prendre en compte la perte de pression dans le garnissage poreux. Pour cette raison, on peut contrôler le débit de mousse à la sortie du garnissage poreux à l'aide d'un débitmètre, et on peut ajuster la valeur de ce débit au moyen d'un système de régulation de la dépression.

Une autre variable influençant la qualité de la mousse générée par le procédé de l'invention est la nature du garnissage utilisé pour cette génération. Ce garnissage peut être tout milieu offrant un passage permettant un écoulement de la phase liquide et de la phase gazeuse à travers le garnissage poreux afin d'assurer leur mélange. Les ouvertures des pores du garnissage poreux peuvent de préférence être uniformément réparties dans le volume du garnissage, ces ouvertures seront de préférence de dimension faible, par exemple de 100 μm à quelques mm, afin de favoriser le mélange de la phase gazeuse et de la phase liquide et d'éviter l'apparition de poches d'air dans la mousse. Toutefois, des pores trop fins peuvent engendrer des pertes de pression importantes.

A titre d'exemple, le garnissage poreux peut être au choix un empilement de grilles métalliques, un tissu

synthétique tricoté du type FORAFLON (marque déposée), du sable, des diatomites ou perlites, des billes solides calibrées, ou tout autre matériau présentant des interstices adéquats pour engendrer une mousse.

5 De préférence, selon le procédé de l'invention, on utilise des billes calibrées par exemple des billes de verre calibrées. En effet, la valeur de la perte de pression dans le milieu poreux peut ainsi être contrôlée de manière précise et reproductible par
10 l'épaisseur du lit de billes et le diamètre des billes. Dans le cas d'un lit de billes de verre calibrées, on peut dans un premier temps se baser sur deux relations classiques valables pour des fluides incompressibles, homogènes et newtoniens.

15 D'une part la relation de DARCY qui relie un débit U d'une phase liquide, ou vitesse d'une phase liquide, en m/s, une viscosité μ de la phase liquide en Pa.s, l'épaisseur z du garnissage poreux traversé par la phase liquide et la phase gazeuse en mètre, et la
20 différence de pressions ΔP en pascal entre la pression P_1 en amont du garnissage poreux, et la pression P_2 en aval du garnissage poreux s'écrit $U = B \cdot \Delta P / \mu \cdot z$ avec $\Delta P = P_1 - P_2$ et $P_1 > P_2$.

Le facteur B exprimé en m^2 est appelé
25 perméabilité. Ce facteur est caractéristique du milieu poreux et dépend de sa géométrie.

D'autre part, le modèle de KOZENY-CARMAN permet de calculer la perméabilité B d'un milieu poreux constitué de sphères calibrées. L'expression mathématique de ce
30 modèle ne sera pas détaillée ici. On retiendra que dans le cas d'un fluide newtonien incompressible, la perméabilité est inversement proportionnelle au carré du diamètre des sphères constituant le lit.

Par exemple, pour un débit de phase liquide allant jusqu'à 100 l/h, de préférence de 5 à 50 l/h, traversant un garnissage poreux d'une épaisseur de 0,08 m constitué de billes de verre d'un diamètre de 1,6 mm, la dépression en aval du garnissage poreux peut être de 5×10^3 à 80×10^3 Pa, de préférence de 30×10^3 à 60×10^3 Pa.

Une autre variable intervenant dans la qualité de la mousse générée est la forme de l'enceinte dans laquelle est disposé le garnissage poreux. On peut envisager par exemple d'augmenter la surface de la section libre de cette enceinte à épaisseur de garnissage constante, à débit de phase liquide constant et à dépression constante, afin d'enrichir le mélange en gaz. L'enceinte peut être recouverte au moyen d'un couvercle possédant au moins une ouverture permettant l'entrée du gaz choisi pour l'élaboration de la mousse, ou bien être à ciel ouvert dans le cas où le gaz servant à générer la mousse est l'air ambiant. Le débit de la mousse à la sortie du garnissage poreux sera donc fonction aussi de la géométrie de l'enceinte.

Le procédé de l'invention permet de générer des mousses ayant un foisonnement de 5 à 40.

Selon l'invention, la phase gazeuse pour mettre en oeuvre le procédé de l'invention peut être de l'air, de l'azote, de l'oxygène, un gaz neutre tel que l'argon ou l'hélium qui peuvent être employés seuls ou en combinaison.

L'invention se rapporte également à un procédé de mise en circulation d'une mousse dans une installation comprenant une étape consistant à générer une mousse par aspiration d'une phase liquide et d'une phase gazeuse appropriées à travers un garnissage poreux au

niveau d'une première extrémité de l'installation de telle manière que la mousse générée soit introduite dans ladite installation et circule à travers celle-ci jusqu'à une deuxième extrémité de l'installation, 5 l'aspiration étant réalisée en créant une dépression dans ladite installation à partir de ladite deuxième extrémité.

Selon ce procédé, la dépression créée dans l'installation à partir de ladite deuxième extrémité 10 est à l'origine de l'aspiration des phases liquide et gazeuse à travers le garnissage poreux, puis de la mise en circulation de la mousse dans l'installation.

Selon l'invention ce procédé de mise en circulation d'une mousse dans une installation peut 15 être appliqué à un procédé de nettoyage d'une installation par une mousse nettoyante. La phase liquide comprend alors un ou plusieurs agents nettoyants.

Lorsque le nettoyage comprend également un 20 dégraissage, la phase liquide peut en outre comprendre un agent dégraissant.

Selon l'invention, la mousse nettoyante peut être en outre une mousse décontaminante, celle-ci comprend alors un ou plusieurs agents décontaminants.

25 Ces agents décontaminants peuvent être par exemple des agents de décontamination radioactive ou bactérienne suivant l'installation à nettoyer.

Les agents nettoyants et décontaminants sont ceux décrits précédemment.

30 Selon un premier mode de réalisation du procédé de l'invention, la mousse peut être réceptionnée dans une cuve de réception, à partir de la deuxième extrémité de l'enceinte, et déstabilisée naturellement, chimiquement

et/ou mécaniquement. La déstabilisation naturelle se réalise par l'utilisation d'une mousse ayant une durée de vie limitée, la déstabilisation chimique est réalisée en ajoutant à la mousse, dans cette cuve de
5 réception un agent de déstabilisation cité précédemment, et la déstabilisation mécanique peut être réalisée par exemple au moyen d'un générateur d'ultrasons, d'une centrifugeuse ou d'une turbine à ailettes.

10 Selon un deuxième mode de réalisation du procédé de mise en circulation d'une mousse dans une installation, le procédé peut comprendre en outre les étapes consistant à collecter la mousse à partir de la deuxième extrémité de l'installation, à déstabiliser la
15 mousse collectée de manière à obtenir un liquide, et à utiliser au moins une partie dudit liquide comme phase liquide pour générer la mousse mise en circulation dans ladite installation. Ce mode de réalisation peut aussi être appelé mode en recyclage.

20 Selon une variante préférée du deuxième mode de réalisation précité, le liquide peut être épuré avant d'être utilisé comme phase liquide pour générer la mousse. Cette épuration a pour but, par exemple, dans le cas de procédés de nettoyage et/ou de
25 décontamination d'une installation d'éliminer des déchets entraînés par la circulation de la mousse dans l'installation. Cette épuration peut être réalisée, par exemple, au moyen de filtres adéquats.

L'invention se rapporte également à un dispositif
30 de génération d'une mousse pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention. Ce dispositif comprend :

- une enceinte comprenant au moins une ouverture d'entrée et au moins une ouverture de sortie,

- un garnissage poreux disposé entre les ouvertures d'entrée et de sortie de l'enceinte,
- des moyens d'introduction dans ladite enceinte d'une phase liquide et d'une phase gazeuse par ladite, au moins une, ouverture d'entrée,
- des moyens d'aspiration de ladite phase liquide et de ladite phase gazeuse à travers le garnissage poreux, la mousse générée étant évacuée de ladite enceinte par lesdits moyens d'aspiration par ladite, au moins une, ouverture de sortie.

L'enceinte peut avoir n'importe quelle forme, par exemple circulaire, et est constituée d'un matériau qui peut être choisi en fonction du garnissage poreux, de la phase liquide, et de la phase gazeuse utilisés, et en fonction de la dépression appliquée pour générer la mousse. Cette enceinte est de préférence étanche.

Lorsque le gaz utilisé est l'air ambiant, l'enceinte peut être à "ciel ouvert".

Le garnissage poreux pouvant être utilisé est décrit précédemment.

Les moyens d'introduction dans ladite enceinte par au moins une ouverture d'entrée d'une phase liquide peuvent par exemple comprendre une pompe doseuse permettant d'introduire dans l'enceinte la phase liquide, cette pompe pouvant être munie d'un moyen de mesure de débit de cette phase liquide par exemple un débitmètre. Cette pompe peut être reliée à une cuve de préparation et de stockage de la phase liquide.

Afin de répartir de manière homogène la phase liquide sur le garnissage poreux une buse d'aspersion ou une grille peuvent être utilisées, de préférence une buse d'aspersion. Cette buse ou cette grille, en

assurant une bonne répartition du liquide, permettent de favoriser dès l'entrée de la phase liquide sur le garnissage poreux la création d'une mousse grossière au-dessus de ce garnissage accroissant ainsi la qualité
5 de la mousse générée.

Les moyens permettant d'introduire dans ladite enceinte la phase gazeuse peuvent comprendre des moyens de régulation de la pression d'introduction du gaz dans ladite enceinte et éventuellement un réservoir dudit
10 gaz.

Lorsque la phase gazeuse est constituée d'air ambiant, l'aspiration des phases liquide et gazeuse à travers le garnissage poreux entraîne l'aspiration de l'air ambiant, il peut alors être prévu sur l'enceinte,
15 en amont du garnissage poreux, au moins une ouverture d'entrée de l'air atmosphérique ambiant équipé éventuellement d'un débitmètre.

Les moyens d'aspiration de ladite phase liquide et de ladite phase gazeuse à travers le garnissage poreux, ou moyens pour créer la dépression, peuvent être par
20 exemple une pompe à vide éventuellement équipée d'un piège à condensats, cette pompe pouvant réaliser l'évacuation à partir de ladite enceinte de la mousse générée.

Le dispositif peut être muni d'une vanne ou d'une électrovanne permettant de fixer et de réguler la dépression en aval du garnissage dans l'enceinte. Le dispositif selon l'invention peut être également muni de moyens de mesure de la dépression dans ladite
25
30 enceinte.

L'invention se rapporte également à un dispositif de mise en circulation d'une mousse dans une installation, l'installation comprenant une première

extrémité et une deuxième extrémité, la première et la deuxième extrémités délimitant au moins une partie de l'installation dans laquelle la mousse doit être mise en circulation, ce dispositif comprenant :

- 5 - un dispositif de génération d'une mousse tel que celui décrit précédemment, et
- des moyens de liaison étanches entre ladite, au moins une, ouverture de sortie de l'enceinte et la première extrémité de l'installation,
- 10 les moyens d'aspiration de ladite phase liquide et de ladite phase gazeuse à travers le garnissage poreux étant situés au niveau de la deuxième extrémité de l'installation de façon à créer une dépression dans ladite partie de l'installation dans laquelle la mousse
- 15 doit être mise en circulation.

Le dispositif de mise en circulation d'une mousse dans une installation est particulièrement avantageux pour nettoyer et/ou pour décontaminer ladite installation.

- 20 L'enceinte, le garnissage, les moyens d'introduction dans ladite enceinte de la phase liquide et les moyens d'introduction dans ladite enceinte de la phase gazeuse peuvent être ceux décrits précédemment. Les moyens de liaison étanches peuvent par exemple être
- 25 des joints d'étanchéité qui seront conçus de manière à pouvoir résister à la composition chimique de la mousse générée, et à la dépression nécessaire pour générer la mousse par aspiration des phases liquides et gazeuses à travers le garnissage poreux.
- 30 Les moyens d'aspiration des phases liquide et gazeuse à travers le garnissage poreux et de création de la dépression dans ladite partie de l'installation dans laquelle la mousse doit circuler peuvent être ceux

décrits précédemment et peuvent comprendre en outre un piège à condensats. Ce dispositif peut également comprendre des moyens de réglage et de mesure décrits précédemment.

5 Le dispositif de génération d'une mousse et de mise en circulation d'une mousse dans une installation selon l'invention peut également comprendre un débitmètre mousse placé en aval du garnissage poreux de manière à pouvoir mesurer la quantité de mousse générée
10 et réguler la dépression dans l'installation et les débits d'entrée des phases gazeuse et liquide dans l'enceinte.

Ce dispositif peut comprendre en outre une cuve de réception de la mousse placée au niveau de la deuxième
15 extrémité de l'installation. Il peut également comprendre un capteur de pression, des vannes de vidange ou de récupération d'une phase liquide issue d'une déstabilisation de ladite mousse.

Selon l'invention, le dispositif peut comprendre
20 en outre des moyens de récupération d'un liquide issu d'une déstabilisation de la mousse dans la cuve de réception de la mousse, et des moyens pour pomper ledit liquide jusqu'aux moyens d'introduction de la phase liquide dans l'enceinte du dispositif de génération de
25 la mousse.

Ce dispositif peut alors comprendre des vannes d'isolement, un système de pompage de ce liquide de la cuve de réception de la mousse jusque dans la cuve de préparation et de stockage de la phase liquide utilisée
30 pour générer la mousse. Ledit liquide peut alors être réintroduit, par les moyens d'introduction de la phase liquide, dans l'enceinte contenant le garnissage poreux, par exemple par une pompe doseuse, à partir de

la cuve de préparation et de stockage de la phase liquide.

Selon l'invention le dispositif peut alors fonctionner en mode simple passage ou en mode
5 récupération.

Lorsque le dispositif de l'invention fonctionne en mode simple passage, la mousse est réceptionnée et stockée dans une cuve de réception pouvant comprendre des moyens pour déstabiliser la mousse afin d'accélérer
10 le retour à la forme liquide. La déstabilisation peut être naturelle, ou être accélérée par exemple à l'aide d'un dispositif mécanique tel que ceux décrits précédemment et/ou par voie chimique en ajoutant par exemple un agent déstabilisant tel que l'alcool. La
15 cuve peut alors être vidée au moyen d'une vanne, en continu ou périodiquement.

En mode récupération, appelé encore mode recyclage, le liquide issu de la déstabilisation naturelle ou accélérée de la mousse, après un premier
20 passage dans une installation par exemple à décontaminer et/ou à nettoyer, est récupéré périodiquement ou en continu de la cuve de réception au moyen d'une pompe de récupération, ou pompe de recyclage, et réinjecté dans la cuve de préparation et
25 de stockage de la phase liquide reliée à la pompe doseuse de la phase liquide.

Selon l'invention, le mode de fonctionnement en recyclage est particulièrement préféré pour une application industrielle du système de décontamination
30 proposé.

Selon l'invention, lorsque le mode recyclage est utilisé, un moyen d'épuration du liquide récupéré peut être disposé en aval de la cuve de réception de la

mousse et en amont des moyens d'introduction de la phase liquide dans l'enceinte du dispositif de génération de la mousse, par exemple de la cuve de préparation et de stockage de la phase liquide.

5 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit donnée bien entendue à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

10

Brève description des figures

- La figure 1 est une vue en coupe transversale d'un mode de réalisation d'un dispositif de génération d'une mousse selon l'invention.

15 - La figure 2 est un schéma illustrant un mode de réalisation d'un dispositif de nettoyage d'une installation, par mise en circulation d'une mousse, utilisant le dispositif de génération d'une mousse schématisé sur la figure 1.

20 - La figure 3 est un graphique illustrant l'influence de l'épaisseur du lit de billes d'un garnissage poreux sur la vitesse de circulation d'une mousse, à dépression constante, à la sortie d'un générateur de mousse selon l'invention.

25 - La figure 4 est un graphique illustrant l'influence du diamètre des billes du garnissage poreux sur la vitesse de circulation, à dépression constante, d'une mousse générée selon le procédé de l'invention à la sortie d'un générateur de mousse selon l'invention.

30 - La figure 5 est un graphique illustrant l'influence du débit de la phase liquide sur le foisonnement, à dépression constante, d'une mousse

mesurée pour deux diamètres de billes du garnissage poreux.

- La figure 6 est un graphique illustrant l'influence de la dépression en aval du garnissage poreux sur la vitesse de circulation d'une mousse
5 générée selon le procédé de l'invention.

Exposé de modes de réalisation de l'invention

La figure 1 illustre schématiquement un mode de
10 réalisation d'un dispositif 1 de génération d'une mousse selon l'invention comprenant une enceinte 3, un garnissage poreux 5 disposé dans ladite enceinte 3, des moyens 9 et 11 permettant d'introduire dans ladite
15 enceinte une phase liquide et une phase gazeuse, respectivement, appropriées pour générer une mousse, et des moyens d'aspiration 15 de ladite phase liquide et de ladite phase gazeuse à travers le garnissage poreux 5, la mousse générée étant évacuée de ladite enceinte 3 par ces moyens d'aspiration 15.

20 Le garnissage poreux 5 est constitué de billes de verre calibrées, laissant des interstices 7 à travers lesquels la phase liquide percole.

Les moyens 9 et 11 permettent d'introduire dans l'enceinte une phase liquide et une phase gazeuse,
25 respectivement et en particulier le moyen 9 d'introduction de la phase liquide dans l'enceinte comprend un moyen d'aspersion 13 de la phase liquide dans l'enceinte, sur le garnissage poreux.

La figure 2 illustre schématiquement un dispositif
30 de nettoyage d'une installation 20 par une mousse, installation 20 comprend une première extrémité 20a et une deuxième extrémité 20b, la première extrémité 20a et la deuxième extrémité 20b délimitant la partie de

installation 20 à nettoyer par la mousse. Le dispositif de nettoyage comprenant un dispositif 1 de génération d'une mousse tel que décrit précédemment, des moyens de liaison étanche entre le dispositif 1 de génération
5 d'une mousse et l'installation à nettoyer, et des moyens 30, 32 et 34 pour créer une dépression dans ladite installation. Les moyens 30, 32 et 34 sont respectivement un capteur de pression, une vanne d'isolement et de régulation de la pression et une
10 pompe à vide chargée de créer la dépression dans l'installation 20 et le dispositif 1.

Ce dispositif de nettoyage comprend également un réservoir 44 de préparation et de stockage de la phase liquide. Une pompe doseuse 48 permet de prélever à
15 l'aide d'une conduite plongeante 46 la phase liquide dans ce réservoir 44 et de conduire cette phase liquide vers le dispositif 1 générateur de mousse. Un débitmètre 50 est placé en amont du dispositif générateur de mousse afin de contrôler le débit de la
20 phase liquide introduite dans ce dispositif 1.

Ce dispositif de nettoyage est également muni d'une vanne d'isolement 24 disposée entre le dispositif 1 et l'installation 20, d'un débitmètre mousse 22 disposé entre la vanne 24 et l'installation 20, et
25 d'une cuve de réception 26 de la mousse au niveau de la deuxième extrémité 20b de l'installation 20.

La cuve de réception 26 de la mousse comprend une vanne 36 de mise à la pression atmosphérique de l'installation.

30 La mousse, après avoir été générée dans le dispositif 1 par aspiration des phases liquide et gazeuse appropriées à travers le garnissage poreux grâce à la pompe à vide 34, traverse l'installation 20

à partir de la première extrémité 20a, puis à partir de la deuxième extrémité 20b est conduite à l'aide d'une tuyauterie 28 plongeante au fond de la cuve de réception 26.

5 Selon un premier mode de réalisation de l'invention, la mousse peut être stockée dans cette cuve de réception 26 et être déstabilisée par un agent chimique de déstabilisation et/ou par un dispositif mécanique tels que ceux cités précédemment pour
10 accélérer son retour à la forme liquide. La cuve peut alors être vidangée par une vanne 38.

 Selon un deuxième mode de réalisation, la mousse est déstabilisée par voie chimique et/ou mécanique dans la cuve de réception 26, pour former un liquide qui par
15 des moyens dits de recyclage ou de récupération est reconduit vers le moyen 9 d'aspersion, ce liquide formant à nouveau la phase liquide d'une mousse.

 Ces moyens de recyclage comprennent par exemple une vanne 38, une pompe 42 de recyclage, et des
20 canalisations 40, conduisant ce liquide dans le réservoir 44 de préparation et de stockage de la phase liquide pour être reconduit au moyen d'une conduite plongeante 46, d'une pompe doseuse 48, et d'un débitmètre 50 dans le dispositif 1.

25 Ce deuxième mode de réalisation de l'invention, ou mode recyclage, est particulièrement préféré pour une application industrielle d'un système de décontamination et/ou de nettoyage selon l'invention.

 Selon une variante de ce deuxième mode de
30 réalisation, le dispositif peut comprendre en outre un dispositif d'épuration 52 de l'effluent liquide sortant de la cuve de réception 26, par lequel le liquide transite, pour être épuré des déchets de nettoyage

et/ou de décontamination, avant d'atteindre la cuve 44 de stockage. L'entrée et la sortie de l'effluent liquide dans le dispositif d'épuration 52 peuvent être commandées par exemple à l'aide de vannes 53.

5

Exemples de fonctionnement du dispositif de mise en circulation d'une mousse générée par le dispositif 1 selon l'invention dans une installation.

Dans les exemples suivants, la phase liquide
10 utilisée est une solution aqueuse comprenant :

- 0,8% en poids d'ORAMIX CG 110 (marque déposée),
- 0,3% en poids d'AMONYL (marque déposée),
- 0,25% en poids de pentanol-2,

et la phase gazeuse est de l'air.

15 L'enceinte utilisée dans ces exemples pour la génération d'une mousse a un diamètre interne de 30 mm, et l'installation est une conduite cylindrique de diamètre interne sensiblement identique à celui de l'enceinte.

20

EXEMPLE 1 : Influence de l'épaisseur du garnissage poreux sur la vitesse de circulation de la mousse, à dépression constante.

Dans cet exemple, le garnissage poreux est un lit
25 de billes de verre, sphériques, de 1,6 mm de diamètre et la conduite cylindrique a une longueur de 4 m. Des essais ont été réalisés avec deux épaisseurs z de lit de billes respectivement de 0,05 m et de 0,08 m, et à dépression constante de 15×10^3 Pa.

30 Pour chaque essai, on a mesuré la vitesse de la mousse V_m en $m.s^{-1}$ en fonction du débit de phase liquide Q_l traversant la garniture poreuse en l/h.

Le tableau 1 suivant regroupe les résultats obtenus dans cet exemple.

TABLEAU 1

ESSAI	60 _a	60 _b	60 _c	62 _a	62 _b	62 _c
EPAISSEUR DU GARNISSAGE z (m)	0,05	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08
DEBIT DE LIQUIDE Q _l (l/h)	5	10	15	5	10	15
VITESSE DE LA MOUSSE V _m (m/s)	0,054	0,051	0,053	0,021	0,027	0,030

La figure 3 est un graphique illustrant ces résultats, sur lequel les colonnes 60_a, 60_b, 60_c, 62_a, 62_b et 62_c représentent les essais de même référence, V_m la vitesse de la mousse en m/s et z l'épaisseur du lit de billes en m.

Ces résultats montrent que la vitesse de circulation de la mousse est inversement proportionnelle à l'épaisseur du garnissage poreux.

EXEMPLE 2 : Influence du diamètre des billes du garnissage poreux sur la vitesse de circulation de la mousse, à dépression constante.

Dans cet exemple, le diamètre des billes de verre du garnissage poreux est de 3 mm ou de 1,6 mm, l'épaisseur du garnissage z est de 0,08 m, la dépression est constante à 15×10^3 Pa, et la longueur de la conduite cylindrique de 4 m.

On mesure la vitesse V_m de circulation de la mousse en m/s dans la conduite cylindrique.

Les phases liquide et gazeuse utilisées sont les mêmes que celles décrites pour l'exemple 1.

Différents essais ont été réalisés en faisant varier le débit de phase liquide Q_l en l/h traversant le garnissage poreux.

Le tableau 2 suivant regroupe les résultats des
5 mesures de cet exemple.

TABLEAU 2

ESSAIS	70 _a	70 _b	70 _c	70 _d	62 _a	62 _b	62 _c
DIAMETRE DES BILLES DU GARNISSAGE POREUX (mm)	3	3	3	3	1,6	1,6	1,6
EPAISSEUR DU LIT z (en m)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Q_l en l/h	5	10	15	20	5	10	15
V_m (m/s)	0,15	0,14	0,14	0,17	0,021	0,027	0,030

La figure 4 est un graphique illustrant ces
résultats sur lequel les références 70_{a-d} et 62_{a-c}
10 correspondent à celles données aux essais dans le
tableau 2.

Ces résultats montrent que la vitesse de
circulation de la mousse est d'autant plus grande que
le diamètre des billes du garnissage poreux est grand.
15

EXEMPLE 3 : Influence du débit de la phase liquide sur
le foisonnement de la mousse.

Dans cet exemple, les phases liquide et gazeuse
utilisées sont les mêmes que celles décrites dans les
20 exemples précédents et la longueur de la conduite
cylindrique est de 4 m.

Les essais de cet exemple sont réalisés pour deux
épaisseurs z du garnissage poreux : 0,08 m (essais 80)
et 0,11 m (essais 82). Le diamètre des billes du
25 garnissage poreux est de 0,003 m pour tous les essais
et la dépression est constante à 15×10^3 Pa.

La vitesse de circulation de la mousse, observée
pour chaque groupe d'essais, est constante : soit

0,15 m/s pour les essais 80 ; et 0,12 m/s pour les essais 82.

On mesure le foisonnement F de la mousse à la sortie du circuit en fonction du débit Q_l de la phase
5 liquide en l/h.

Le tableau 3 suivant regroupe les résultats obtenus dans cet exemple.

TABLEAU 3

ESSAIS 80 $z=0,08$ m $V_m=0,15$ m/s	Q_l en l/h	3,6	9	14,4	18,8
	F	51	26	17	15
ESSAIS 82 $z=0,11$ m $V_m=0,12$ m/s	Q_l en l/h	3,6	9	14,4	18,8
	F	54	22	13	11

10

La figure 5 est une représentation graphique des résultats du tableau 3, sur lequel les références 80 et 82 correspondent respectivement aux essais 80 et 82.

Ces résultats montrent qu'à dépression constante,
15 le foisonnement F de la mousse diminue lorsque le débit Q_l de la phase liquide augmente. Ainsi, le choix du débit de la phase liquide permet de fixer la qualité de la mousse.

20 **EXEMPLE 4** : Influence de la dépression sur la vitesse de circulation de la mousse

Dans cet exemple, les phases liquide et gazeuses de l'exemple 1 sont utilisées, la conduite cylindrique a une longueur de 15 mètres, le diamètre des billes est
25 de 0,003 m et l'épaisseur du garnissage poreux est de 0,08 m.

On a mesuré en fonction de la dépression appliquée dans le circuit la vitesse de circulation de la mousse.

Le tableau 4 regroupe les résultats obtenus dans cet exemple.

TABLEAU 4

DEPRESSION DANS LE CIRCUIT ($\times 10^2$ Pa)	150	200	300	350	400	450
V_m (m/s)	0,08	0,16	0,23	0,26	0,32	0,35

5

La figure 6 est une représentation graphique des résultats du tableau 4.

Sur cette figure, le point A a été obtenu par extrapolation linéaire de la courbe 95.

10 Ce point A correspond à la dépression ΔP minimale dans le circuit mesurée par rapport à la pression atmosphérique, à partir de laquelle la mousse présente un comportement rhéologique de type newtonien. Dans les conditions décrites pour cet exemple, $\Delta P = 43 \times 10^2$ Pa.

15 Ces résultats montrent que pour des caractéristiques constantes du générateur de mousse (diamètre des billes du garnissage poreux, épaisseur du garnissage poreux), la vitesse de circulation de la mousse est une fonction linéaire de la dépression.

20

REVENDICATIONS

1. Procédé de génération d'une mousse à partir d'une phase liquide et d'une phase gazeuse, comprenant
5 une étape consistant à générer la mousse par aspiration de la phase liquide et de la phase gazeuse à travers un garnissage poreux.

2. Procédé de mise en circulation d'une mousse
10 dans une installation comprenant une étape consistant à générer une mousse selon le procédé de la revendication 1 au niveau d'une première extrémité de l'installation de telle manière que la mousse générée soit introduite dans ladite installation et circule à travers celle-ci
15 jusqu'à une deuxième extrémité de l'installation, l'aspiration étant réalisée en créant une dépression dans ladite installation à partir de ladite deuxième extrémité.

20 3. Procédé de nettoyage d'une installation utilisant le procédé de la revendication 2, et dans lequel la mousse est une mousse nettoyante.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel
25 la mousse nettoyante est en outre une mousse décontaminante.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4 comprenant en outre les étapes
30 consistant à collecter la mousse à partir de la deuxième extrémité de l'installation, à déstabiliser la mousse collectée de manière à obtenir un liquide, et à utiliser au moins une partie dudit liquide comme phase

liquide pour générer la mousse mise en circulation dans ladite installation.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le liquide est épuré avant d'être utilisé comme phase liquide pour générer la mousse.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la phase liquide comprend :

- de 0,2 à 0,5% en poids de bétaine,
- de 0,3 à 1% en poids d'éther alkylique d'oligosaccharide, et éventuellement
- de 0,2 à 1% en poids d'un agent de déstabilisation.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la phase liquide comprend :

- 3 à 6 mol.l⁻¹ d'acide sulfurique,
- 0,1 à 1% en poids d'un composé viscosant,
- 0,2 à 0,5% en poids de bétaine,
- 0,3 à 1% en poids d'un éther alkylique d'oligosaccharide, et éventuellement
- 0,2 à 1% en poids d'un agent de déstabilisation.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la phase liquide comprend :

- 3 à 5 mol.l⁻¹ de NaOH,
- 0,1 à 1% en poids d'un composé viscosant,
- 0,2 à 0,5% en poids de bétaine,
- 0,3 à 1% en poids d'un éther alkylique d'oligosaccharide, et éventuellement

- 0,2 à 1% en poids d'un agent de déstabilisation.

10. Procédé selon la revendication 1 à 9, dans lequel la phase gazeuse est choisie parmi de l'air, de l'azote, de l'oxygène, de l'argon ou de l'hélium, employés seul ou en combinaison.

11. Dispositif de génération d'une mousse comprenant :

- 10 - une enceinte comprenant au moins une ouverture d'entrée et au moins une ouverture de sortie,
- un garnissage poreux disposé entre les ouvertures d'entrée et de sortie de l'enceinte,
- des moyens d'introduction dans ladite enceinte, 15 d'une phase liquide, et une phase gazeuse par ladite, au moins, une, ouverture d'entrée,
- des moyens d'aspiration de ladite phase liquide et de ladite phase gazeuse à travers le garnissage poreux, la mousse générée étant 20 évacuée de ladite enceinte par lesdits moyens d'aspiration par ladite, au moins une, ouverture de sortie,

12. Dispositif de mise en circulation d'une mousse dans une installation, l'installation comprenant une première extrémité et une deuxième extrémité, la première et la deuxième extrémités délimitant au moins une partie de l'installation dans laquelle la mousse doit être mise en circulation, ledit dispositif 30 comprenant :

- le dispositif de génération d'une mousse selon la revendication 11, et

- des moyens de liaison étanches entre ladite, au moins une, ouverture de sortie de l'enceinte et la première extrémité de l'installation, lesdits moyens d'aspiration de la phase liquide et de la phase gazeuse à travers le garnissage poreux étant situés au niveau de la deuxième extrémité de l'installation de façon à créer une dépression dans ladite partie de l'installation dans laquelle la mousse doit être mise en circulation.

10

13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12, comprenant en outre au moins un moyen d'aspersion de la phase liquide dans l'enceinte.

15

14. Dispositif selon la revendication 13, dans lequel le moyen d'aspersion est une buse ou une grille.

20

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans lequel le garnissage poreux est constitué d'un matériau sélectionné parmi un empilement de grilles métalliques, un tissu synthétique tricoté, du sable, des diatomées, des perlites, des billes solides calibrées, un matériau présentant des interstices.

25

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, dans lequel le moyen d'introduction de la phase gazeuse dans l'enceinte est au moins une ouverture d'entrée de l'air atmosphérique ambiant.

30

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, dans lequel les moyens

d'introduction dans ladite enceinte, par au moins une ouverture d'entrée, d'une phase liquide comprennent une pompe doseuse et un moyen de mesure de débit.

5 18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 17, dans lequel les moyens d'aspiration de la phase liquide et de la phase gazeuse à travers le garnissage poreux comprennent une pompe à vide.

10

 19. Dispositif selon la revendication 18, dans lequel la pompe à vide est équipée d'un piège à condensat.

15 20. Dispositif selon la revendication 12, comprenant en outre une cuve de réception de la mousse placée au niveau de la deuxième extrémité de l'installation.

20 21. Dispositif selon la revendication 20, comprenant en outre des moyens de récupération d'un liquide issu d'une déstabilisation de la mousse dans la cuve de réception de la mousse, et des moyens pour pomper ledit liquide récupéré jusqu'aux moyens
25 d'introduction de la phase liquide dans l'enceinte du dispositif de génération de la mousse.

 22. Dispositif selon la revendication 21, comprenant en outre un moyen d'épuration du liquide
30 récupéré, ledit moyen d'épuration étant placé en aval de la cuve de réception de la mousse et en amont des moyens d'introduction de la phase liquide dans l'enceinte du dispositif de génération de mousse.

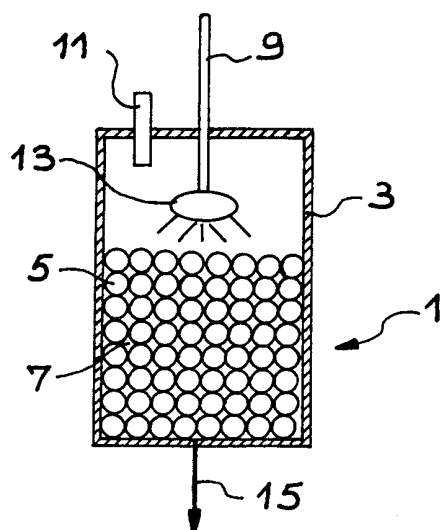


FIG. 1

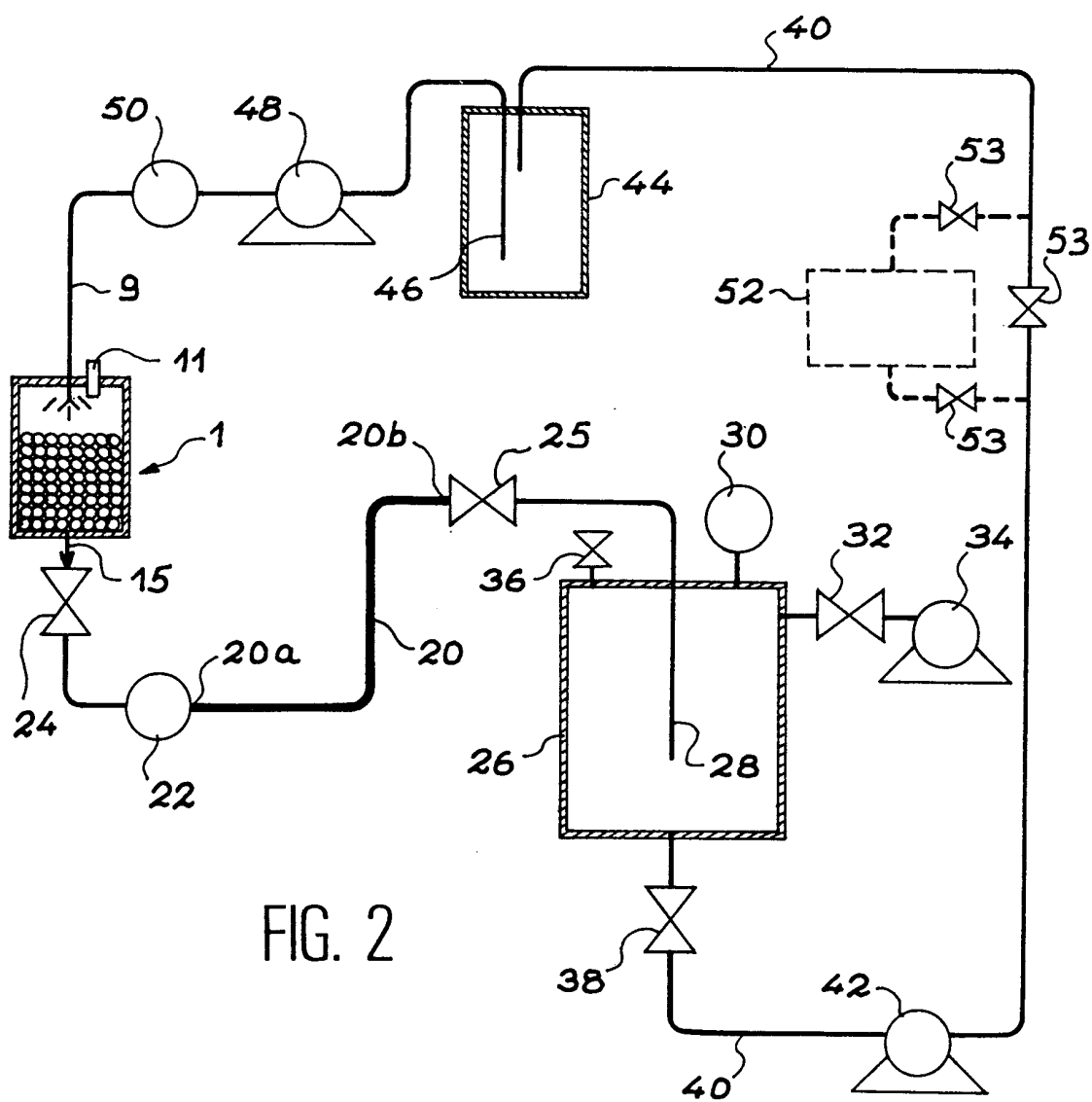


FIG. 2

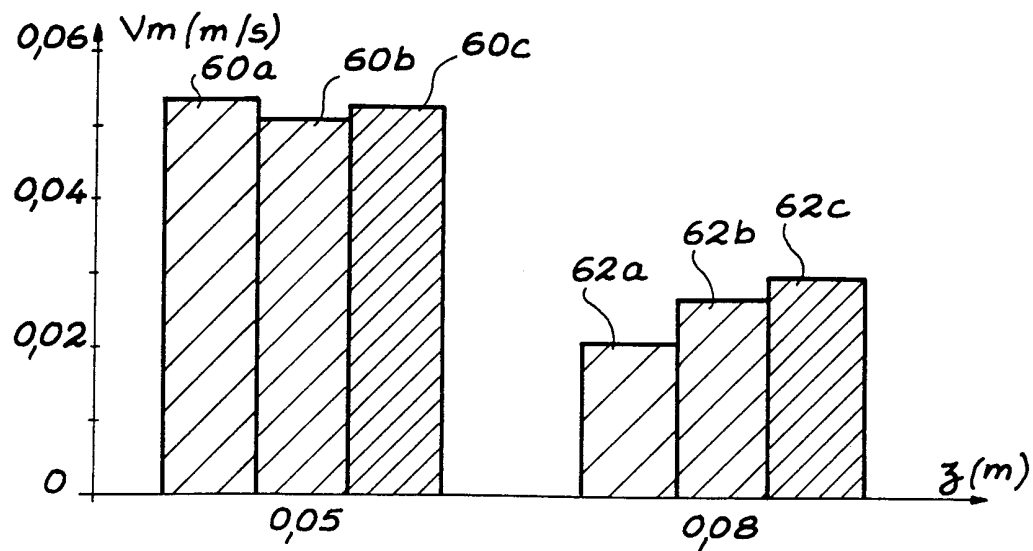


FIG. 3

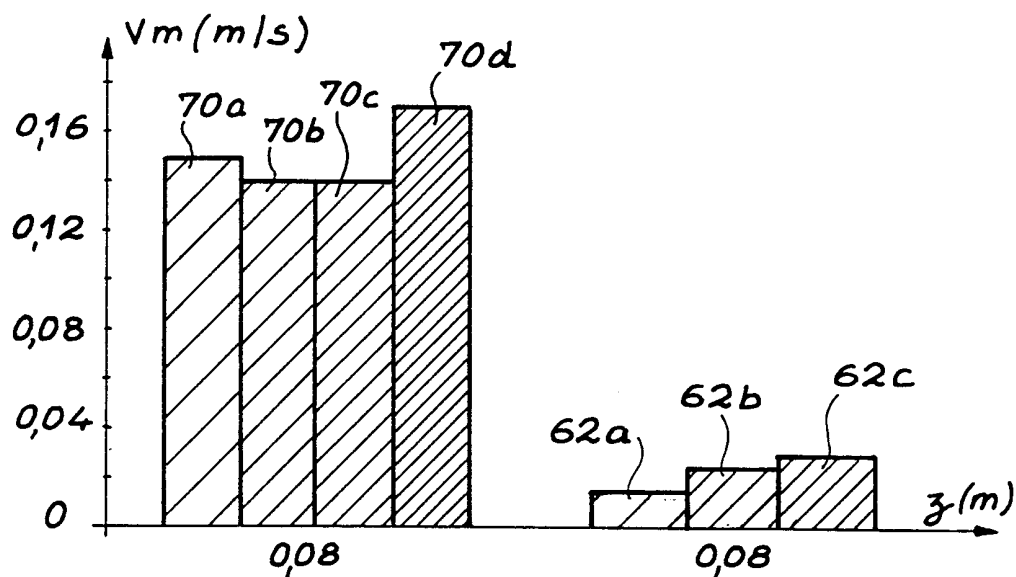


FIG. 4

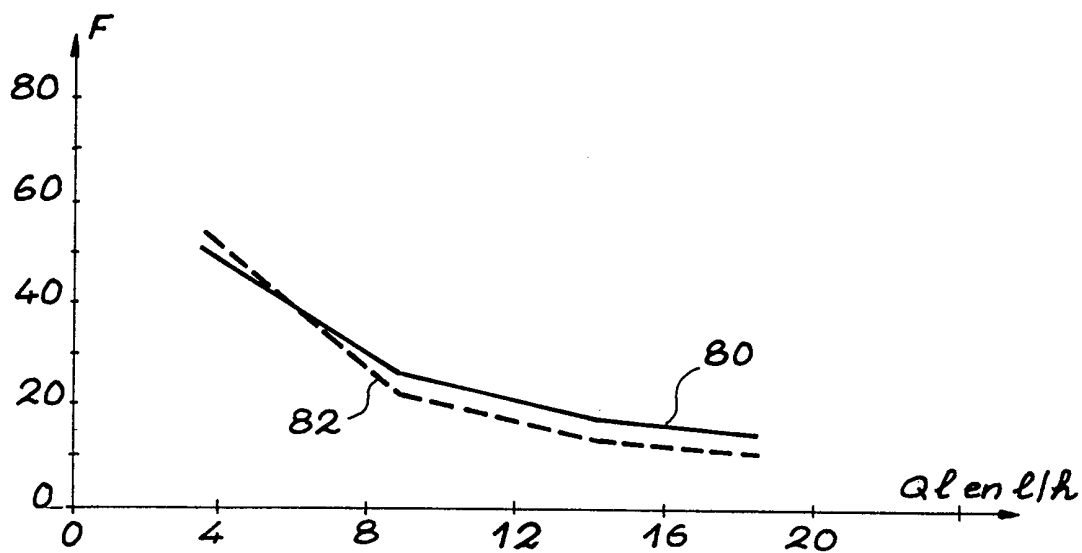


FIG. 5

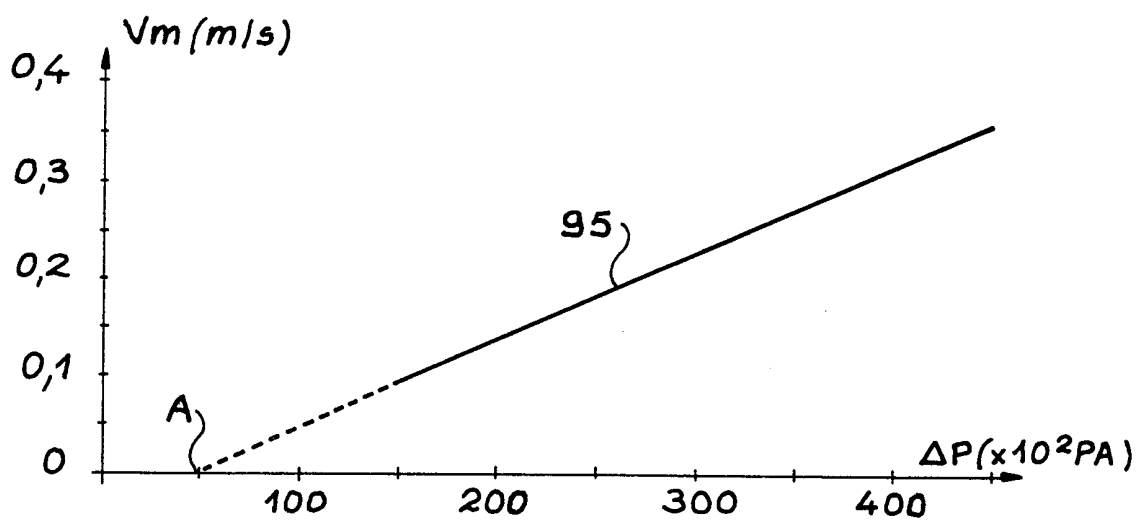


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 99/00075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B01F5/06

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 B01F

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.
A	DE 17 81 104 A (MÜTZELBURG) 22 October 1970 see claims; figure ---	1, 11
A	GB 2 219 518 A (NISSEI PLAN INC) 13 December 1989 see abstract; claim 1; figure 1 ---	1, 11
A	SU 1 706 681 A (TUROVSKIJ ALEKSANDR P ; SHNAJDMAN YAKOV G (SU); RUSALKIN ADOLF P (S) 23 January 1992 see abstract; figures ---	1-22
A	US 4 974 618 A (NYSTED LEONARD N) 4 December 1990 see abstract --- -/-	1-22



Further documents are listed in the continuation of box C.



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

26 April 1999

Date of mailing of the international search report

04/05/1999

Name and mailing address of the ISA

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

Authorized officer

Dugdale, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 99/00075

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 133 773 A (SIMMONS BOBBY G) 9 January 1979 see abstract; claim 1; figure 1 ---	2-10, 12-22
A	US 4 969 488 A (LONG WAYNE H ET AL) 13 November 1990 see abstract; figure 3 see column 2, line 22 - column 2, line 26 -----	2-10, 12-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. .tional Application No

PCT/FR 99/00075

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1781104 A	22-10-1970	NONE	
GB 2219518 A	13-12-1989	JP 1313377 A JP 6060068 B US 4932786 A	18-12-1989 10-08-1994 12-06-1990
SU 1706681 A	23-01-1992	NONE	
US 4974618 A	04-12-1990	CA 1245407 A GB 2145620 A,B	29-11-1988 03-04-1985
US 4133773 A	09-01-1979	NONE	
US 4969488 A	13-11-1990	US 4964441 A CA 2022714 A EP 0413444 A JP 3090662 A	23-10-1990 16-02-1991 20-02-1991 16-04-1991

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De .ide internationale No

PCT/FR 99/00075

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 B01F5/06

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 B01F

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
A	DE 17 81 104 A (MÜTZELBURG) 22 octobre 1970 voir revendications; figure ---	1,11
A	GB 2 219 518 A (NISSEI PLAN INC) 13 décembre 1989 voir abrégé; revendication 1; figure 1 ---	1,11
A	SU 1 706 681 A (TUROVSKIJ ALEKSANDR P ;SHNAJDMAN YAKOV G (SU); RUSALKIN ADOLF P (S) 23 janvier 1992 voir abrégé; figures ---	1-22
A	US 4 974 618 A (NYSTED LEONARD N) 4 décembre 1990 voir abrégé ---	1-22
-/--		

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

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 avril 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/05/1999

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

Fonctionnaire autorisé

Dugdale, G

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De .de Internationale No

PCT/FR 99/00075

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 133 773 A (SIMMONS BOBBY G) 9 janvier 1979 voir abrégé; revendication 1; figure 1 ---	2-10, 12-22
A	US 4 969 488 A (LONG WAYNE H ET AL) 13 novembre 1990 voir abrégé; figure 3 voir colonne 2, ligne 22 - colonne 2, ligne 26 -----	2-10, 12-22

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De .de Internationale No

PCT/FR 99/00075

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 1781104 A	22-10-1970	AUCUN	
GB 2219518 A	13-12-1989	JP 1313377 A JP 6060068 B US 4932786 A	18-12-1989 10-08-1994 12-06-1990
SU 1706681 A	23-01-1992	AUCUN	
US 4974618 A	04-12-1990	CA 1245407 A GB 2145620 A, B	29-11-1988 03-04-1985
US 4133773 A	09-01-1979	AUCUN	
US 4969488 A	13-11-1990	US 4964441 A CA 2022714 A EP 0413444 A JP 3090662 A	23-10-1990 16-02-1991 20-02-1991 16-04-1991