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[3] : A23L 3/22; A23C 3/037

A1

(11) Numéro de publication internationale: WO 84/ 02062

(43) Date de publication internationale: 7 juin 1984 (07.06.84)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR83/00226

(22) Date de dépôt international: 23 novembre 1983 (23.11.83)

(31) Numéro de la demande prioritaire: 82/19709

(32) Date de priorité: 24 novembre 1982 (24.11.82)

(33) Pays de priorité: FR

(71) Déposant *(pour tous les Etats désignés sauf US):* INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE [FR/FR]; 149, rue de Grenelle, F-75341 Paris Cedex 07 (FR).

(72) Inventeur; et
(75) Inventeur/Déposant *(US seulement) :* FABRE, Claire [FR/FR]; 42, boulevard Pasteur, F-95120 Ermont (FR).

(74) Mandataire: PHELIP, Bruno; Cabinet Harle & Phelip, 21, rue de la Rochefoucauld, F-75009 Paris (FR).

(81) Etats désignés: CH (brevet européen), DE (brevet européen), DK, GB (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), US.

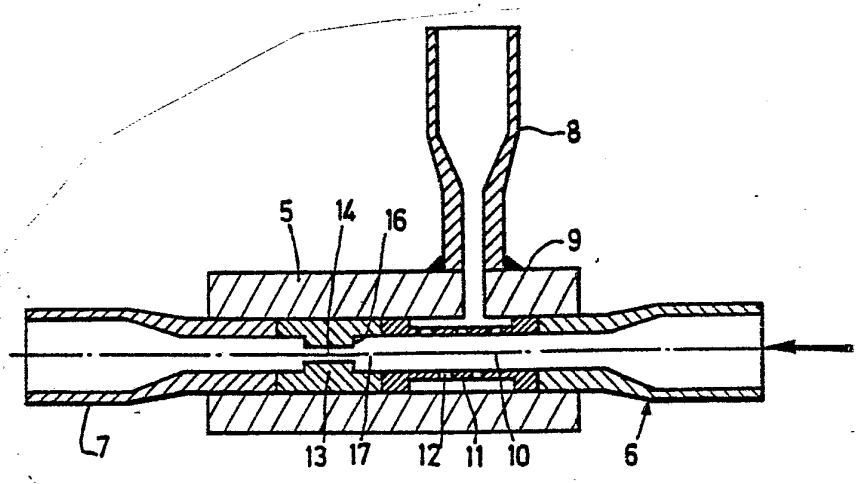
Publiée
Avec rapport de recherche internationale.
Avec revendications modifiées.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE THERMAL TREATMENT OF FLUIDS COMPRISING A RAPID VAPOR CONDENSATION

(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT THERMIQUE DE FLUIDE COMPORTANT UNE CONDENSATION RAPIDE DE VAPEUR

(57) Abstract

The mass flow of the fluid is determined and are also determined the section of the chamber (10) wherein said fluid is mixed to the vapor and the section of the nozzle (14) through which passes the fluid to obtain thereafter in the latter a pressure drop sufficient to have all the injected vapor totally condensed, and low enough so that all the vapor required for the desired reheating may be injected. Preferably, the flow through the nozzle (14) takes place in critical conditions (cavitation). Application to the treatment of delicate products such as milk at very high temperatures within very short lapses of time.



(57) Abrégé

On détermine le débit massique du fluide et les sections de la chambre (10) où on le mélange à la vapeur et de l'ajutage (14) qu'il traverse ensuite pour obtenir dans ce dernier une chute de pression suffisante pour que toute la vapeur injectée soit totalement condensée, et assez faible pour qu'on puisse injecter toute la vapeur nécessaire au réchauffement prévu. De préférence, on se place dans des conditions où l'écoulement dans l'ajutage (14) est critique (cavitation). Application au traitement de produits fragiles, tels que le lait à des températures très élevées dans des temps très courts.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

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

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

" Procédé et dispositif de traitement thermique de fluide comportant une condensation rapide de vapeur"

La présente invention se situe dans le domaine technique des procédés et dispositifs de traitement thermique d'un fluide par injection de vapeur dans ce fluide.

On connaît un grand nombre de dispositifs d'injection de vapeur, utilisés notamment pour la stérilisation des produits alimentaires fluides. Ces dispositifs sont généralement constitués d'une chambre de mélange du produit et de la vapeur, à l'intérieur de laquelle une partie de cette dernière se condense, se prolongeant par une section de chambrage, à l'intérieur de laquelle s'achève la condensation et par conséquent la montée en température. Le produit est ensuite refroidi dans un caisson d'évaporation sous vide dans lequel la vapeur condensée est évaporée. Le maintien de la température requise est généralement assuré parune régulation de la pression de la vapeur injectée, asservie à une mesure de la température dans le chambreur.

On peut citer à titre d'exemple l'injecteur décrit dans le document FR-A-1.114.013 qui permet ce type de traitement et qui se compose d'un tronçon de tube rectiligne qui est entouré d'une chemise de vapeur, cette vapeur pénètre dans la veine de produit à traiter, par des orifices de la paroi du tube, dans la zone d'écoulement à vitesse maximum, les orifices d'introduction de vapeur étant inclinés dans le sens de l'écoulement.

Par ce traitement, on détruit, dans le cas des produits alimentaires, les germes qui nuisent à leur

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

longue conservation sans pour autant altérer sa valeur nutritionnelle ni ses caractères physico-chimiques. Pour le lait, par exemple, le traitement thermique qualifié de stérilisation U.H.T. consiste après un préchauffage en une élévation brusque de la température jusqu'à 150° et maintien de cette température pendant quelques secondes. Les caractéristiques du traitement thermique sont généralement imposées par voie réglementaire pour chaque type de produit, selon sa destination. Les normes internationales qui définissent les traitements de pasteurisation, stérilisation, traitement "U.H.T." sont bien connues des spécialistes.

Les systèmes connus présentent les inconvénients suivants:

1. La stabilité de la température de stérilisation est très difficile à obtenir, et des fluctuations importantes autour du point de consigne sont observées en pratique, dès qu'un paramètre de l'écoulement ou de l'environnement est légèrement modifié. La cause en sera donnée plus loin. Un remède connu est décrit dans le document FR-A-2.441.344 pour diminuer ces fluctuations importantes de température consiste à s'affranchir des oscillations de l'injection de vapeur par le biais d'un écoulement critique de cette même vapeur, en amont de la chambre de mélange, dans la buse d'entrée de l'injecteur, cette disposition assure un débit constant de vapeur dans la chambre de mélange, qui, combiné à un débit constant de produit à traiter, devrait donner une bonne stabilité du traitement.

2. L'achèvement de la condensation dans le chambreur se traduit par une disparité des traitements thermiques due à l'absence d'homogénéité de la température au sein du produit. En outre, l'ignorance du volume occupé par le fluide rend difficile l'évaluation du temps de séjour à haute température.

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

Ces deux inconvénients imposent la nécessité d'exagérer les conditions de stérilisation, et cela au détriment des propriétés physico-chimiques et organoleptiques du produit à traiter.

Par ailleurs, la présence d'une section de chambrage, indispensable pour achever la montée en température, et établir une certaine homogénéité du traitement thermique, ne permet pas d'envisager un traitement dont la durée serait inférieure à la seconde.

Le dispositif du document FR-A-2.441.344 s'il permet une bonne stabilité de température, ne présente pas cependant, une efficacité satisfaisante au niveau du contrôle du temps de contact produit-vapeur, et cette dispersion des temps de contact peut provoquer des altérations sensibles du produit traité.

Un des buts de la présente invention est d'assurer une condensation complète de la vapeur injectée à l'intérieur de l'injecteur.

Un autre but est d'assurer un traitement thermique stable au cours du temps, et ne nécessitant pas des systèmes de régulation complexes.

Un autre but encore est de permettre des traitements thermiques des liquides par injection de vapeur de très courte durée ($< 1s$).

La présente invention fournit donc un procédé de traitement thermique d'un fluide dans lequel on injecte de la vapeur dans une chambre traversée par l'écoulement et se terminant par un rétrécissement brusque percé d'un ajutage qui présente la particularité que pour un fluide donné qu'on veut faire passer d'une première température à une seconde plus élevée, on détermine le débit massique du fluide et les sections de l'ajutage et de la chambre de mélange pour obtenir une chute de pression au passage de l'ajutage

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

qui est comprise entre une valeur trop forte, qui ne permettrait pas d'injecter la quantité de vapeur nécessaire pour le réchauffement désiré, et une valeur trop faible qui correspondrait à l'injection d'une quantité de vapeur trop forte, laquelle ne serait pas totalement condensée.

Suivant une modalité intéressante après avoir fixé le débit massique du fluide et les sections d'ajutage et de la chambre de mélange, on maintient constante la chute de pression à sa valeur de commande en agissant sur la pression en aval de l'ajutage. Toutefois, suivant une modalité préférée on détermine la vitesse massique et le diamètre de l'ajutage ainsi que les conditions opératoires, telles que pression, nature du matériau de l'ajutage et teneur en gaz du fluide, pour obtenir un écoulement critique du fluide dans l'ajutage.

De préférence, dans ce cas, l'écoulement de fluide à travers l'ajutage étant maintenu en régime critique, on régule la valeur de consigne de la pression d'introduction de la vapeur dans la chambre en fonction de la température de fluide après condensation de la vapeur.

Egalement, dans le même cas, il est intéressant de prévoir qu'on envoie le fluide dans une enceinte de détente sous pression réduite et on fait pénétrer le fluide dans ladite enceinte immédiatement après qu'il a passé le point où l'écoulement critique est obtenu. On obtient ainsi un traitement ultra-court.

Dans le dispositif selon l'invention, si l'on ne cherche pas à obtenir un écoulement critique, il est avantageux de prévoir que le rétrécissement brusque est constitué par une partie conique ayant un angle au sommet supérieur à 30° environ.

Si on cherche au contraire à obtenir un écou-

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

lement critique, il est avantageux de prévoir que simultanément le rétrécissement brusque rejoint l'ajutage en faisant avec lui un angle compris entre 60 et 120°C et que la surface intérieure de l'ajutage comporte des sites de nucléation.

De préférence, pour le traitement des débits importants, le dispositif comprend plusieurs ajutages disposés en parallèle.

L'invention se révèle particulièrement avantageuse au cas où le fluide est un produit alimentaire car elle permet d'obtenir un traitement de pasteurisation ou stérilisation d'une durée inférieure à une seconde.

L'invention va maintenant être exposée plus en détail à l'aide d'exemples non limitatifs illustrés par les dessins parmi lesquels:

- Fig. 1 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif selon l'invention;
- Fig. 2 est une vue analogue d'un autre dispositif selon l'invention;
- Fig. 3 est une vue schématique d'un ensemble équipé d'un dispositif selon la figure 2;
- Fig. 4 est une vue schématique d'un autre ensemble équipé d'un dispositif selon l'invention;
- Fig. 5 est un schéma de régulation;
- Fig. 6 est un autre schéma de régulation;
- Fig. 7 est un diagramme illustrant la variation de la pression le long du dispositif pour différents régimes;
- Fig. 8 est un diagramme illustrant les relations entre la pression en amont critique et le débit massique;
- Fig. 9 est un diagramme montrant les relations entre la température atteinte et la pression en aval;

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

- Fig. 10 est un schéma illustrant les variations de températures dans un traitement de produit alimentaire.

La figure 1 représente un injecteur qui assure une introduction de vapeur dans un courant de produit à traiter. Les différents éléments énoncés qui constituent l'injecteur sont démontables pour permettre un nettoyage facile de chacune des pièces en contact avec le produit à traiter. Cet injecteur 5 comporte une tubulure d'entrée 6 du produit fluide à traiter et une tubulure de sortie 7 située dans le prolongement axial de l'entrée et formant partie du chambreur. La vapeur arrive dans l'injecteur par une tubulure 8 latérale; elle pénètre d'abord dans une chambre annulaire 9 autour de la chambre de mélange 10 située au centre de l'injecteur. Les deux chambres 9 et 10 sont séparées par une paroi cylindrique 11 comportant plusieurs orifices 12 de passage de vapeur disposés à raison de plusieurs sur des circonférences de la paroi.

La chambre de mélange 10 prolonge la tubulure d'entrée 6 en ayant le même diamètre et elle est limitée à son extrémité par une pièce 13, percée d'un ajutage axial 14. Cette pièce 13 comporte une partie d'entrée conique convergente 15, qui se raccorde à son extrémité amont, aux parois de la chambre 10 et à son extrémité aval, à l'ajutage 14. La pièce 13 est symétrique, sa partie aval est de même forme que sa partie amont, et se raccorde de la même façon à la tubulure de sortie. L'angle au sommet de la partie conique 15 présente une certaine importance car il doit être au moins égal à 30° environ (c'est-à-dire qu'en coupe, la paroi fait un angle au moins égal à 15° avec l'axe). De préférence, cet angle est de 60° $\pm$ 15°, mais il peut aller jusqu'à 90° et au-delà.

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

Cette partie conique constitue le rétrécissement brusque dont il a été parlé plus haut. Les sections de la chambre 10 et de l'ajutage 14, doivent être choisies en fonction des conditions de travail et du but recherché. A titre d'information non limitative, on peut indiquer que des essais satisfaisants ont été faits pour des débits de 150 kg/heure environ avec des diamètres respectifs de la chambre et de l'ajutage de 9 mm et 2,3 mm, soit un rapport de sections d'environ 11. La longueur de l'ajutage 14 peut varier dans de larges limites, mais il est préférable qu'elle soit supérieure à son diamètre.

En fonctionnement, la pression de la vapeur dns la chambre 9 est légèrement supérieure à la pression régnant dans le produit à traiter à l'entrée de la chambre de mélange 10. La vapeur pénètre la veine fluide perpendiculaire et se mélange au produit avant de pénétrer dans le brusque rétrécissement constitué par la partie conique 15. Ce brusque rétrécissement oblige la vapeur à se condenser avant de pénétrer dans l'ajutage.

La figure 2 est relative à un appareillage qui diffère très peu en apparence de celui de la figure 1, mais dont le fonctionnement est néanmoins très différent. Sur les deux figures, les mêmes parties portent les mêmes repères.

La différence entre les deux dispositifs porte essentiellement sur la forme de la pièce 13 qui est munie d'un ajutage 14. Cette pièce comporte, en amont de l'ajutage, non pas une partie conique mais une surface plane transversale 16 qui fait un angle droit avec une partie cylindrique 17 qui prolonge les parois de la chambre 10 sans variation de section. La surface 16 fait également un angle droit avec la surface intérieure de l'ajutage 14. En fait, la surface

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

transversale 16 peut n'être pas obligatoirement plane, mais elle peut être conique avec un angle au sommet très important par exemple entre 160° et 200°. Avec un tel dispositif, et si les conditions sont convenables par ailleurs, on obtient, au niveau de l'ajutage, un écoulement critique correspondant à l'apparition du phénomène de cavitation au voisinage du point de contraction maximale de la veine fluide, ce point se trouvant dans l'ajutage, à faible distance de son intersection avec la surface transversale 16.

Les données pratiques de l'établissement d'une condensation totale de la vapeur (cas des figures 1 et 2) et d'un écoulement critique (cas de la figure 2) sont données ci-après.

Conditions de condensation

Le choix du diamètre de l'ajutage, tous autres paramètres étant fixés, résulte d'un compromis.

Si ce diamètre est trop large, il y a trop de vapeur injectée et/ou une mauvaise condensation.

S'il est trop étroit, il n'y a pas assez de vapeur injectée et/ou il y a une perte de pression trop importante pour que la pression dans le chambreur soit supérieure à la pression de vapeur saturante.

Exemple de condensation en régime non critique:

fluide : eau

débit massique : m = 140 kg/h

température initiale θ_o = 70°C

température finale θ_1 = 140°C.

Un résultat convenable a été obtenu avec d = 2,3 mm et $\frac{d}{D}$ = 0,26 d étant le diamètre de l'ajutage et D celui de la chambre.

La perte de pression dans l'ajutage détermine la quantité de vapeur injectée si le débit liquide est imposé. Le rétrécissement brusque favorise la turbulence et augmente la surface de contact produit-

BUREAU OMPI WIPO INTERNATION

vapeur.

Conditions de régime critique

Le régime critique se caractérise par un débit maximal impossible à dépasser. Lorsque ces conditions sont établies, il y a indépendance des paramètres de l'écoulement en amont et en aval d'une section de l'ajutage appelée section critique.

La figure 7 illustre la différence entre les régimes à écoulement critique et les autres. Sur cette figure, quatre courbes montrent la variation de la pression dans l'ajutage (partie AB) et de part et d'autre de celui-ci, pour différents régimes correspondant à diverses pressions amont et aval et pour un même débit.

La courbe I correspond à des pressions amont et aval relativement élevées sans régime critique.

La pression est sensiblement constante en amont de l'ajutage, elle diminue dans celui-ci et atteint la valeur de la pression aval à la sortie de l'ajutage.

La courbe II correspond à un couple de pressions amont et aval plus faible, mais à la limite du régime critique. On constate que les courbes I et II sont à peu près parallèles.

La courbe III correspond à une pression amont égale à celle de la courbe II, mais à une pression aval plus faible, avec apparition d'un régime critique en un point C de l'ajutage. On constate au point C un brusque décrochement de la pression, laquelle se raccorde ensuite à la pression aval.

La courbe IV correspond à une pression aval inférieure à celle de la courbe III.

On constate l'indépendance totale des écoulements entre les régimes situées en amont et en aval du point C dès lors qu'apparaît un régime critique. On notera que la position du point C n'est pas fixée

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

dans l'ajutage et dépend des conditions opératoires.

Si, en régime critique, la pression en aval est sans relation avec la pression en amont, elle est aussi sans relation avec le débit de vapeur et donc avec l'élévation de température entraînée par ce débit. Il devient dès lors possible d'envisager des traitements comportant des chauffages intenses et de très courte durée.

Conditions à réaliser sur le dispositif pour obtenir un régime critique.

- Que la pression descende à l'intérieur de l'ajutage, en dessous de la pression de vapeur saturante par effet du rétrécissement brusque, et éventuellement du frottement.
- Qu'il existe sur la surface interne de l'ajutage 14 un nombre de sites de nucléation permettant un développement suffisant de la cavitation (poches, bulles, film, etc...)
- présence éventuelle de gaz dissous dans le produit à traiter et susceptible de se dégazer.

Ces trois conditions doivent être associées pour obtenir dans une section critique un milieu diphasique permettant le blocage.

Parmi les facteurs influençant l'obtention de ces conditions

- la nature du produit à traiter
- la vitesse massique G égale au rapport (débit massique)/(section de l'ajutage)
- la pression en amont
- les rapports $\frac{L}{s}$ et $\frac{s}{S}$, L et s représentant respectivement la longueur et la section de l'ajutage 14 et S la section avant le rétrécissement.
- l'état de la surface intérieure de l'ajutage, cet état de surface dépendant notamment du matériau dont est faite la pièce 13 (l'acier inox par exem-

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

ple s'est révélé favorable en présence de liquides aqueux) et de la nature et du mode d'usinage utilisés pour l'obtention de l'ajutage 14.

Par ajustement dans tous ces paramètres, on peut atteindre le régime critique dans des conditions variées.

Par exemple, dans le cas de l'eau, avec ajutage en inox, on a obtenu des régimes critiques dans les conditions suivantes, la forme du dispositif correspondant à la figure 2:

. $\frac{d}{D} = 0,2$; $\frac{L}{d}$ de la gamme 1,1 à 5,6, d = 1,8 mm, température : 20°C pression amont:5bars $G = 20.000$ kg m^{-2} s^{-1}

On a également obtenu des régimes critiques dans les conditions suivantes:

. $\frac{d}{D} = 0,26$; $\frac{L}{d} = 4,4$; d = 2,3 mm, température : 140°C pression amont : 10 bars, G = 10.360 kg m^{-2} s^{-1}

La figure 8 montre la relation entre la pression amont "critique", c'est-à-dire celle au-dessous de laquelle on ne peut pas descendre pour que la vitesse massique dans l'ajutage donné et cette vitesse massique pour diverses valeurs du diamètre d de l'ajutage 14, les autres paramètres étant inchangés; nature et température du fluide (eau à 70°C), état de surface de l'ajutage (inox), diamètre de la chambre 10 (90 mm). On constate qu'il existe une corrélation entre la vitesse massique et la pression amont critique, ce qui permet de déterminer les caractéristiques d'une installation à partir d'un petit nombre d'essais.

La figure 9 montre la relation entre la température atteinte dans une installation conforme à la figure 2, en fonction de la pression aval, dans les conditions suivantes.

fluide : eau - débit: 0,123 m^3/h, d = 2 mm,

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

L = 10 mm, D = 90 mm, pression amont = 6,7 bars
Température du fluide à l'entrée dans la chambre 10 : 90°C.

La figure montre que, pour les pressions aval faibles, (section MN), la température atteinte est élevée et indépendante de la pression aval. On se trouve alors dans les conditions de régime critique, et la pression aval est sans influence sur ce qui se passe à l'amont, comme on l'a dit plus haut. La température atteinte ne dépend que de la pression d'injection de vapeur, laquelle est constante dans l'expérience.

La figure 9 montre ensuite une partie où la température décroît rapidement quand la pression aval augmente (section NP). Cette situation correspond à des régimes non critiques, et toute augmentation de la pression en aval diminue la quantité de vapeur qu'il est possible d'injecter, donc l'élévation de température qu'on peut obtenir.

La figure 9 montre enfin une partie où la température atteinte est égale à la température d'entrée (section PQ). Cela correspond au fait que la pression aval étant trop élevée, il y a une surpression amont qui ne permet plus d'injecter de la vapeur dans le fluide et la température de celui-ci est donc inchangée.

Lorsqu'on opère dans les conditions correspondant à des régimes non critiques (partie NP de la courbe de la figure 9), il est avantageux de réguler avec précision la pression aval.

Ceci peut être obtenu, par exemple avec le montage schématisé à la figure 5.

Sur cette figure, outre le dispositif 5, qui peut être du type représenté à la fig. 1, on a représenté une chambre à pression réduite 20, reliée à une pompe à vide 21, et dans laquelle le fluide subit une détente avant d'être recueilli à la partie inférieure 22

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

et évacué par une pompe d'extraction 23. La partie aval du dispositif 5 est reliée à la chambre 20 par une conduite 24 sur laquelle est intercalée une vanne à action proportionnelle 25. Deux capteurs de pression 26, 27 situés respectivement en amont de l'ajutage 14, par exemple dans la chambre 10, et en aval de cet ajutage, sont reliés à un dispositif 28 qui émet des signaux correspondant à la différence de pression entre ces deux capteurs, c'est-à-dire à la perte de charge dans l'ajutage 14. Ces signaux sont envoyés à un dispositif de régulation 29, qui, à son tour, commande l'ouverture ou la fermeture de la vanne 25. On sait que la température atteinte est une fonction de la pression aval, comme cela ressort à la figure 9. Une fluctuation accidentelle de la pression amont agit sur la partie de charge (variation de la pression de vapeur par exemple). Elle est compensée, grâce au système décrit, par une variation de la pression aval.

La figure 3 est relative à un mode d'implantation de l'injecteur de la figure 2. La sortie de l'injecteur 5 débouche directement dans la chambre à pression réduite 20, en soumettant la sortie de l'ajutage 14 à la dépression de l'évaporateur de sorte que le traitement thermique à haute température se termine au niveau du seuil critique. La dépression partielle dans la chambre 20, formant évaporateur, qui assure la séparation vapeur-produit,s'exerce directement sur la veine fluide après le seuil critique. Cette disposition assure un refroidissement très brusque et bien contrôlé du produit qui a été chauffé dans la chambre 10. Elle se prête donc particulièrement bien à des traitements dans lesquels le produit est soumis à une élévation de température très intense pendant un temps très court.

La figure 4 est relative à une installation

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

destinée à traiter des débits importants. Comme on l'a dit plus haut, l'obtention des conditions désirées dépend à la fois des valeurs de s (section de l'ajutage) et du rapport s/S, S étant la section avant le rétrécissement. Cela montre qu'il n'est pas possible de s'affranchir simplement des conditions d'échelle, et que, dans certains cas, il est impossible d'obtenir, pour de grands débits, les résultats correspondant à des débits plus faibles par un simple changement des paramètres opératoires. Dans ce cas, il est prévu une série de pièces 13a, 13b, 13c, etc... pourvues d'ajutages 14a, 14b, 14c, etc... disposées en parallèle, chacune entre sa chambre 10a, 10b, 10c et une chambre à pression réduite commune 20 ou un chambreur commun ou non.

Avantageusement, la tubulure d'amenée de vapeur 8 et la chambre annulaire 9 entourant les chambres 10a, 10b, 10c sont communes. Chaque injecteur peut avoir sa régulation propre. Les pièces 13a, 13b, 13c peuvent être du type de la figure 1 (sans régime critique), ou de celui de la figure 2 (avec régime critique).

La figure 6 est relative à un perfectionnement du dispositif selon lequel on fonctionne avec un régime critique. Comme on l'a dit plus haut, un tel dispositif permet d'obtenir des conditions de fonctionnement remarquablement stables. L'appareillage décrit a permis, par exemple, d'obtenir des constances de température atteinte , telles que l'écart-type de celle-ci n'atteignait que 0,04°C (mesures faites toutes les secondes pendant 2 minutes). Il est cependant possible d'améliorer encore les performances. Pour celà, un capteur de température 30 est placé sur la conduite 24 qui va de la sortie de l'ajutage 14 à la chambre à pression réduite 20. Une vanne à ouverture

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

fixe, ou d'un diaphragme 31 est placée en aval du capteur 30, de façon que la température indiquée par celui-ci soit indépendante des conditions régnant dans la chambre 20. Les signaux du capteur 30 sont envoyés à un dispositif de commande 32, qui fixe la valeur de consigne de la pression d'introduction de la vapeur dans le dispositif. Il va de soi qu'un dispositif de régulation classique 33 maintient la pression réelle au voisinage de la valeur de consigne. Le dispositif de régulation et le dispositif 32 peuvent bien entendu faire partie d'un même ensemble électronique.

On s'affranchit ainsi des conséquences d'un dérivé des conditions critiques, même pour les durées prolongées.

Parmi les avantages de l'invention qu'on vient de décrire, on peut citer les suivants:

- la condensation totale dans l'injecteur permet une répartition des températures uniforme dans le chambreur, donc, plus besoin de surévaluer le temps de chambrage;
- le régime critique entraîne une simplification de la régulation et la possibilité de travailler avec temps très courts;
- l'ajutage de diamètre petit a pour conséquence que la vitesse dans l'ajutage est de l'ordre de 20 m/s. Cette vitesse élevée empêche l'encrassement. Par exemple, on a pu obtenir des fonctionnements de 2 heures avec du lait au voisinage de la température d'ébullition, ou nettement au-dessus de celle-ci, sans aucun encrassage. En fait, en régime critique, loin d'avoir un encrassage, la cavitation entraîne une érosion de l'ajutage. Il y a donc intérêt à prévoir cette pièce en une matière résistant à l'usure, tout en fournissant un nombre suffisant de sites de nucléation. L'inox a donné de bons résultats. Il faut noter que

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

la disposition de l'injecteur, formé d'un petit nombre de pièces et facilement démontable, facilite le changement de la pièce 13, portant l'ajutage, qui est la seule pièce à s'user. Cette pièce est d'ailleurs de petites dimensions et d'usinage simple, si bien que son prix est peu élevé.

Une des applications les plus intéressantes du procédé et des dispositifs selon l'invention réside dans le traitement des produits alimentaires tels que le lait en particulier, mais aussi les jus de fruits, etc.

La courbe représentée figure 10 illustre le traitement classique subit par un produit tel que le lait dans le cas d'une stérilisation U.H.T. Le lait subit un préchauffage 1 qui l'amène à une température de 50 à 80° puis un préchambrage 2 avant d'être introduit dans la chambre de mélange de l'injecteur où arrive la vapeur sous pression; ce mélange avec la vapeur provoque une élévation instantanée de température jusqu'à 140°-150°. Le chambrage 3 du produit à cette température élevée dure le temps minimum nécessaire à la destruction des germes; le chambrage 3 se termine par une évaporation "flash" qui ramène le produit à une température de 50 à 80° avant d'entrer dans la phase finale de refroidissement 4.

La condensation totale en sortie de l'injecteur selon l'invention permet une température homogène dans le "chambreur" (partie située entre l'ajutage 14 et la chambre de pression réduite 20) et un ajustement exact de la durée de chambrage.

L'obtention du régime critique permet une très grande stabilité de température. On peut donc s'affranchir de tout système de régulation de la température de stérilisation. Un réglage de la pression de vapeur avant l'injection en boucle ouverte suffit

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

avec, éventuellement, un asservissement du point de consigne de pression de vapeur en fonction de la température dans le chambreur s'il y en a un.

Lors des traitements de tous les produits fragiles notamment ceux contenant des protéines et qui sont utilisés, outre l'industrie alimentaire, dans les industries pharmaceutiques et des cosmétiques, le procédé de l'invention permet d'obtenir des résultats qui, jusqu'ici n'avaient pas été atteints. Par exemple, en se plaçant en régime critique, l'ajutage débouchant en sortie directement dans la chambre à basse pression, on peut réaliser des traitements de 0,06 s à 160°C ou 0,005 s à 170°C dans le cas du lait. On peut aussi réaliser la pasteurisation "instantanée" à 90°C prévue par la législation, mais non réalisée à ce jour.

BUREAU OMPI WIPO

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement thermique d'un fluide dans lequel on injecte de la vapeur dans une chambre traversée par l'écoulement et se terminant par un rétrécissement brusque percé d'un ajutage, caractérisé en ce que, pour un fluide donné qu'on veut faire passer d'une première température à une seconde, plus élevée,on détermine le débit massique du fluide et les sections de l'ajutage et de la chambre de mélange pour obtenir une chute de pression au passage de l'ajutage qui est comprise entre une valeur trop forte, qui ne permettrait pas d'injecter la quantité de vapeur nécessaire pour le réchauffement désiré, et une valeur trop faible qui correspondrait à l'injection d'une quantité de vapeur trop forte, laquelle ne serait pas totalement condensée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'après avoir fixé le débit massique du fluide et les sections de l'ajutage et de la chambre de mélange, on maintient constante la chute de pression à une valeur de commande en agissant sur la pression en aval de l'ajutage.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on détermine la vitesse massique et le diamètre de l'ajutage ainsi que les conditions opératoires, telles que pression, nature du matériau de l'ajutage et teneur en gaz du fluide, pour obtenir un écoulement critique du fluide dans l'ajutage.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'écoulement de fluide à travers l'ajutage étant maintenu en régime critique, on régule la valeur de consigne de la pression d'introduction de la vapeur dans la chambre, en fonction de la température de fluide après condensation de la vapeur.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

dans lequel on envoie le fluide dans une enceinte de détente sous pression réduite, caractérisé en ce qu'on fait pénétrer le fluide dans ladite enceinte immédiatement après qu'il a passé le point où l'écoulement critique est obtenu.

6. Procédé selon l'ensemble des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le fluide est un produit alimentaire et en ce que le traitement thermique est un traitement de pasteurisation ou stérilisation d'une durée inférieure à une seconde.

7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le rétrécissement brusque est constitué par une partie conique ayant un angle au sommet supérieur à 30° environ.

8. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le rétrécissement brusque rejoint l'ajutage en faisant avec lui un angle compris entre 60 et 120°C et en ce que la surface intérieure de l'ajutage comporte des sites de nucléation.

9. Dispositif pour la mise en oeuvre de l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs ajutages disposés en parallèle.

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

REVENDICATIONS MODIFIEES

[reçues par le Bureau international le 11 mai 1984 (11.05.84); revendication originale numéro 1 modifiée; revendications 2 à 9 inchangées]

1.Procédé de traitement thermique d'un fluide dans lequel on injecte de la vapeur dans une chambre traversée par l'écoulement et se terminant par un rétrécissement brusque percé d'un ajutage,caractérisé en ce que,pour un fluide donné qu'on veut faire passer d'une première température à une seconde, plus élevée,on détermine le débit massique du fluide et les sections de l'ajutage et de la chambre de mélange pour obtenir une chute de pression au passage de l'ajutage qui est comprise entre une valeur trop forte,qui ne permettrait pas d'injecter la quantité de vapeur nécessaire pour le réchauffement désiré,et une valeur trop faible qui correspondrait à l'injection d'une quantité de vapeur trop forte,laquelle ne serait pas totalement condensée,et on maintient simultanément constants le débit massique du fluide et les sections de l'ajutage et de la chambre de mélange.

2.Procédé selon la revendication 1,caractérisé en ce qu'après avoir fixé le débit massique du fluide et les sections de l'ajutage et de la chambre de mélange,on maintient constante la chute de pression à une valeur de commande en agissant sur la pression en aval de l'ajutage.

3.Procédé selon la revendication 1,caractérisé en ce qu'on détermine la vitesse massique et le diamètre de l'ajutage ainsi que les conditions opératoires, telles que pression,nature du matériau de l'ajutage et teneur en gaz du fluide,pour obtenir un écoulement critique du fluide dans l'ajutage.

4.Procédé selon la revendication 3,caractérisé en ce que l'écoulement de fluide à travers l'ajutage étant maintenu en régime critique,on régule la vapeur de consigne de la pression d'introduction de la vapeur dans la chambre, en fonction de la température de fluide après condensation de la vapeur.

5.Procédé selon la revendication 3 ou 4,

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

dans lequel on envoie le fluide dans une enceinte de détente sous pression réduite, caractérisé en ce qu'on fait pénétrer le fluide dans ladite enceinte immédiatement après qu'il a passé le point où l'écoulement critique est obtenu.

6. Procédé selon l'ensemble des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le fluide est un produit alimentaire et en ce que le traitement thermique est un traitement de pasteurisation ou stérilisation d'une durée inférieure à une seconde.

7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le rétrécissement brusque est constitué par une partie conique ayant un angle au sommet supérieur à 30° environ.

8. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le rétrécissement brusque rejoint l'ajutage en faisant avec lui un angle compris entre 60 et 120°C et en ce que la surface intérieure de l'ajutage comporte des sites de nucléation.

9. Dispositif pour la mise en oeuvre de l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs ajutages disposés en parallèle.

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

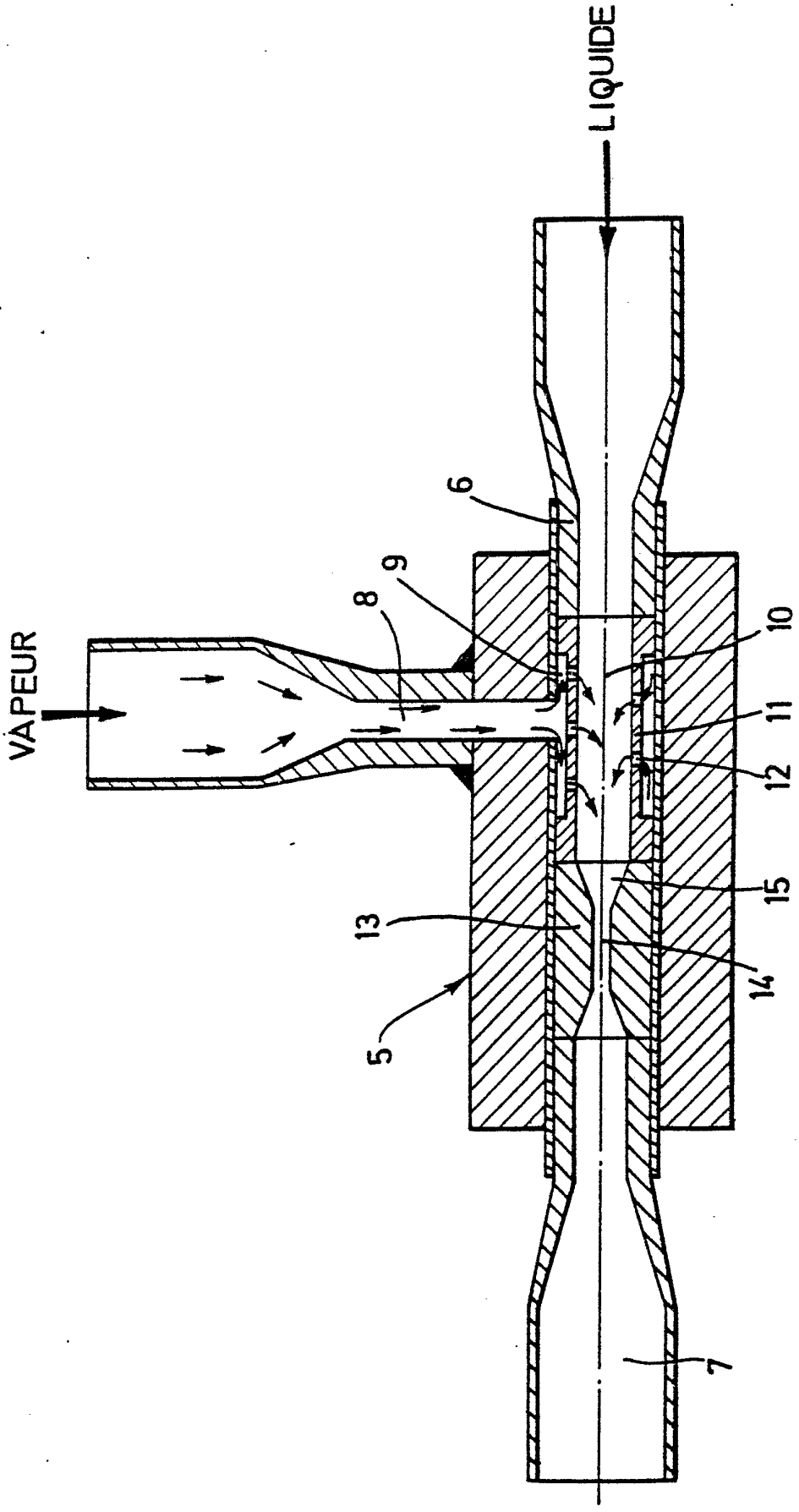


FIG.1

BUREAU CMPI WIPO INTERNATIONAL

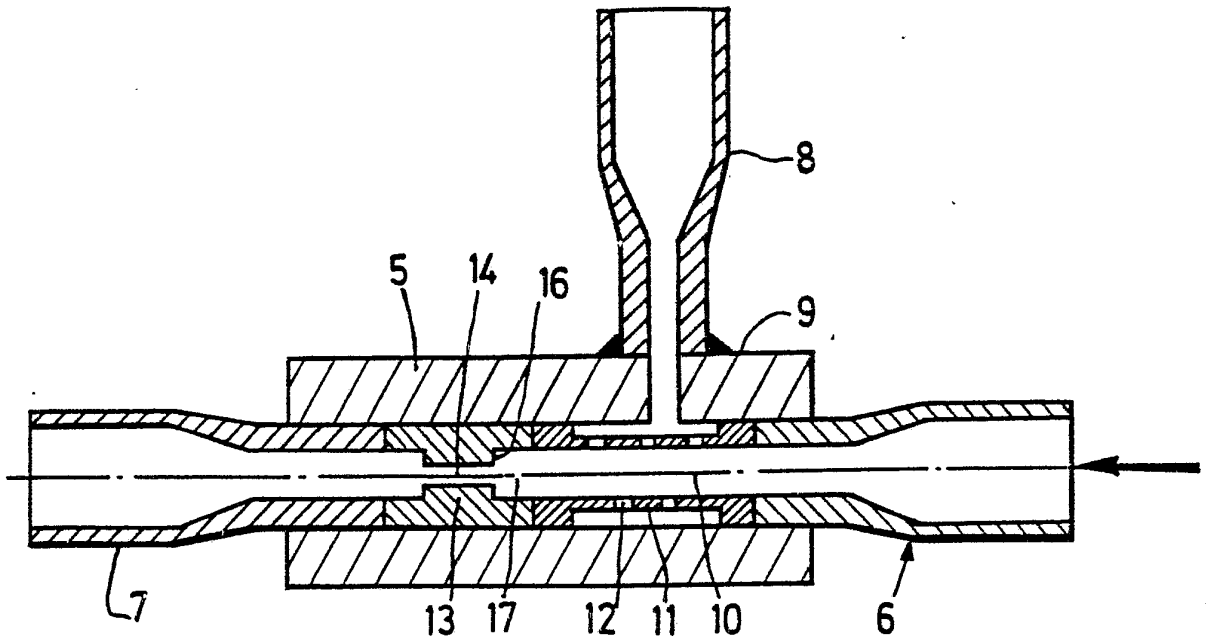


FIG.2

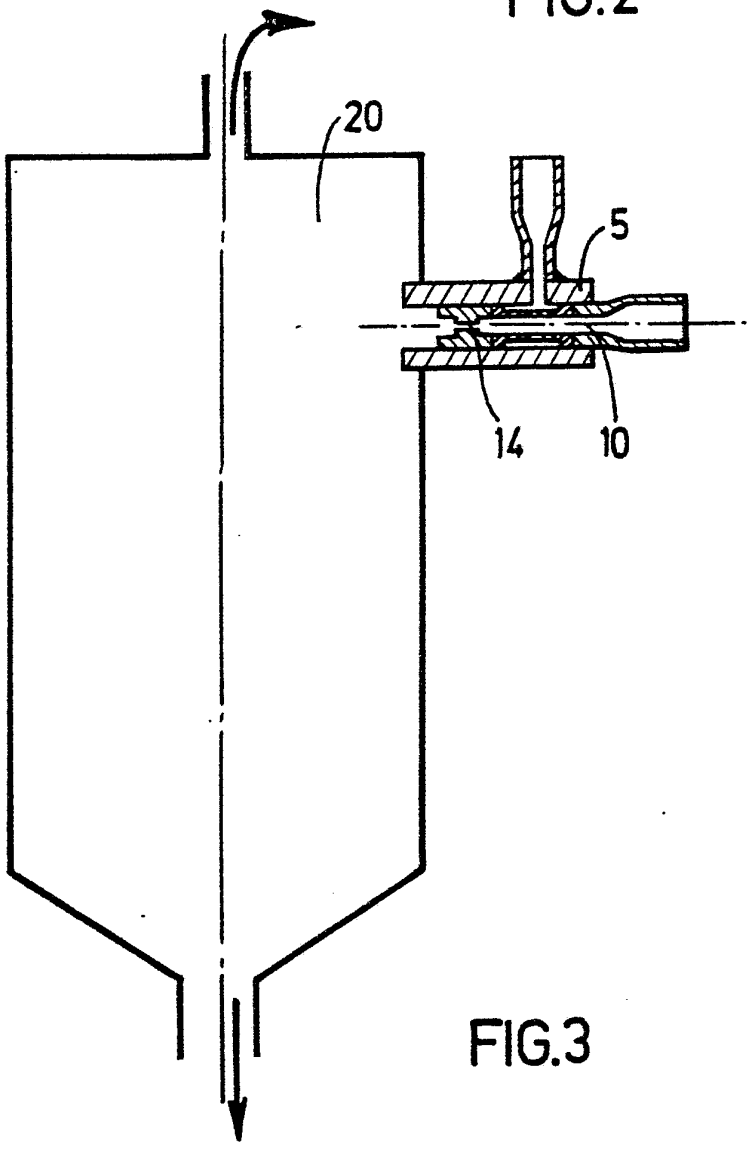


FIG.3

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

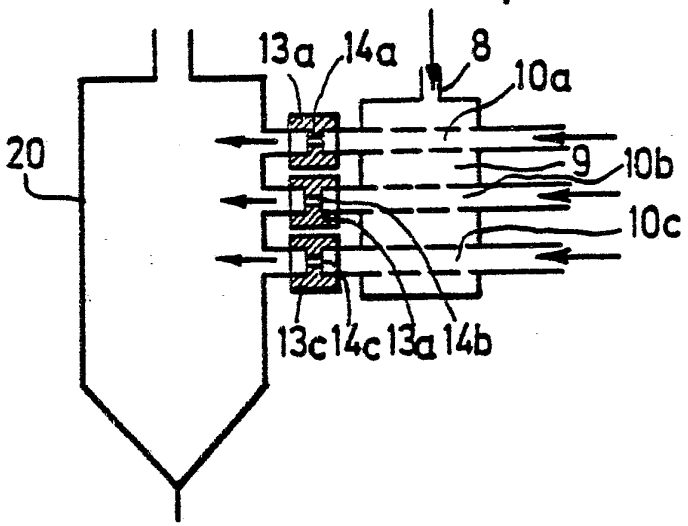


FIG.4

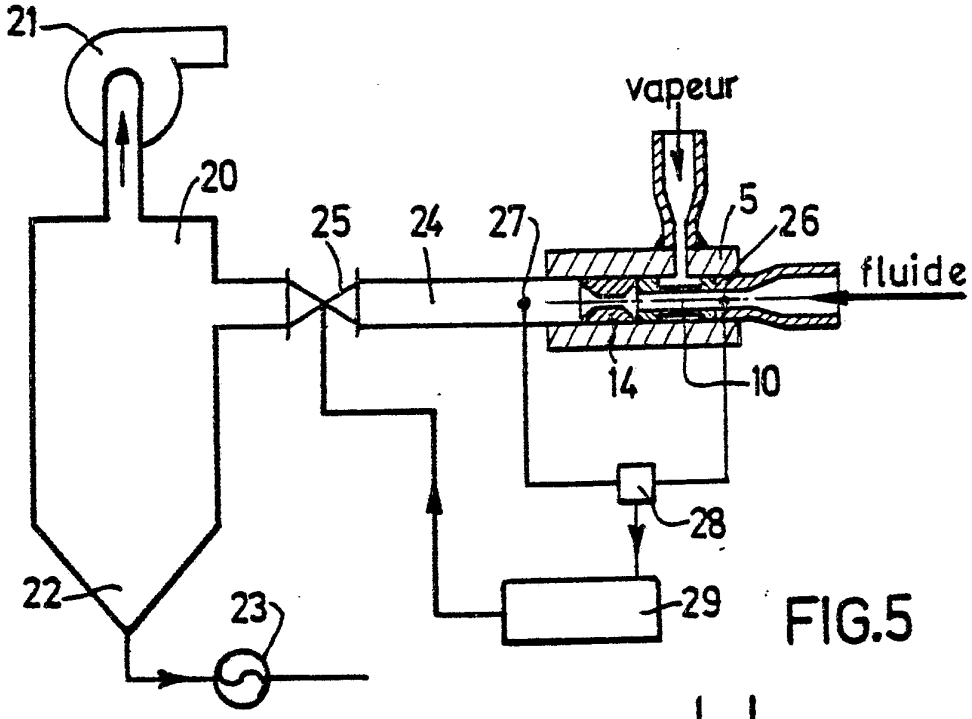


FIG.5

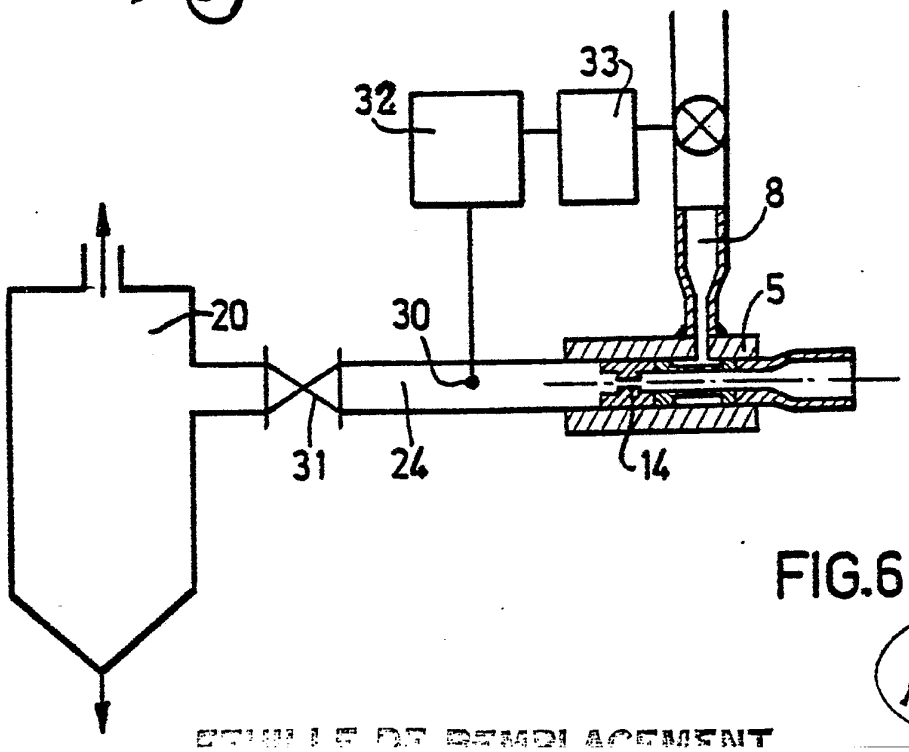


FIG.6

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

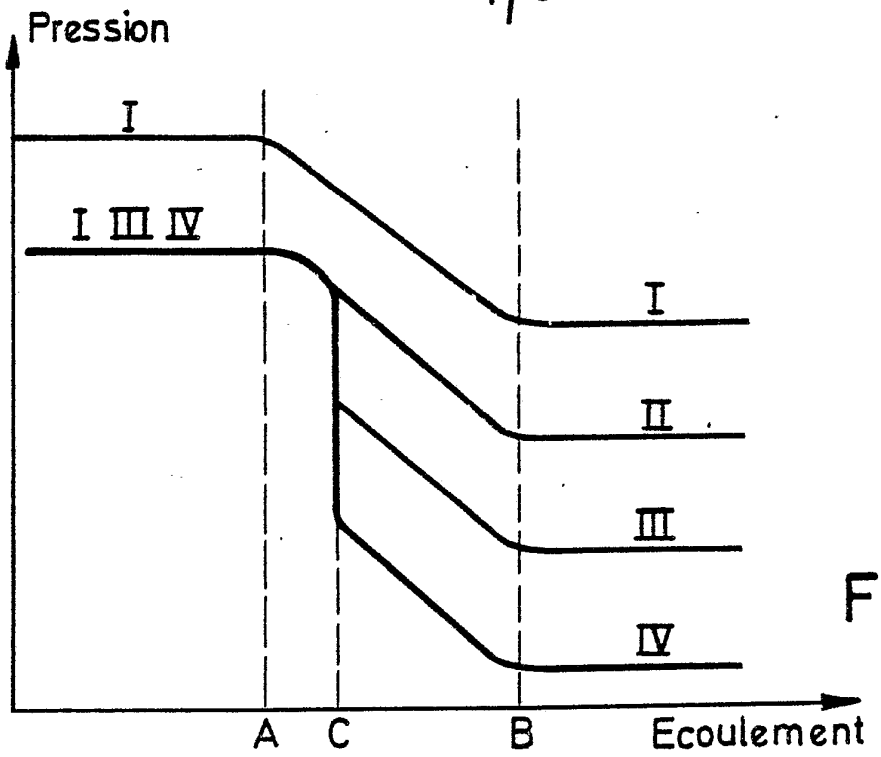


FIG.7

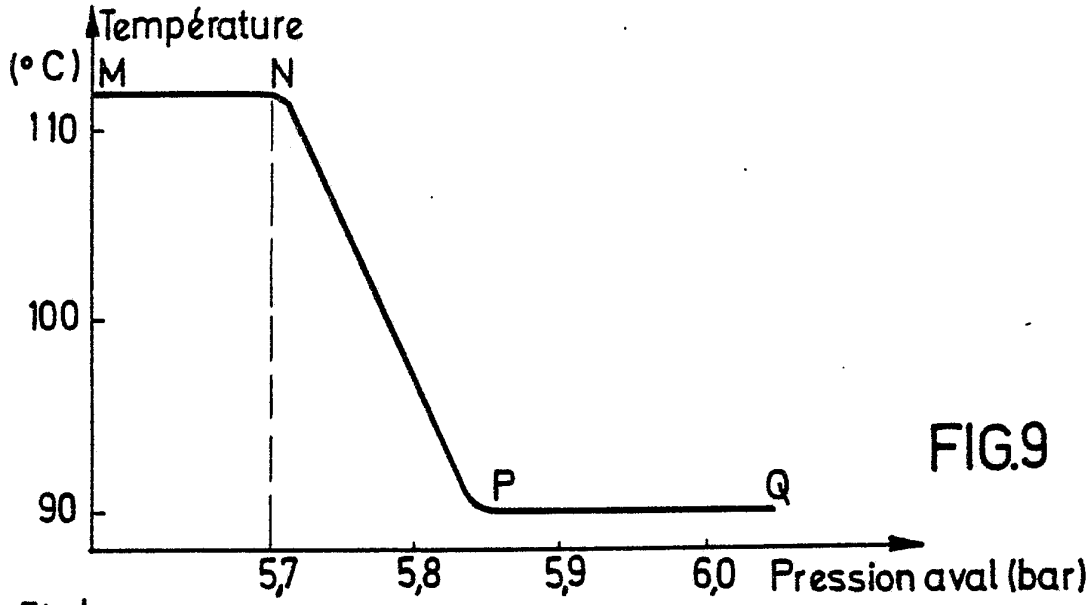


FIG.9

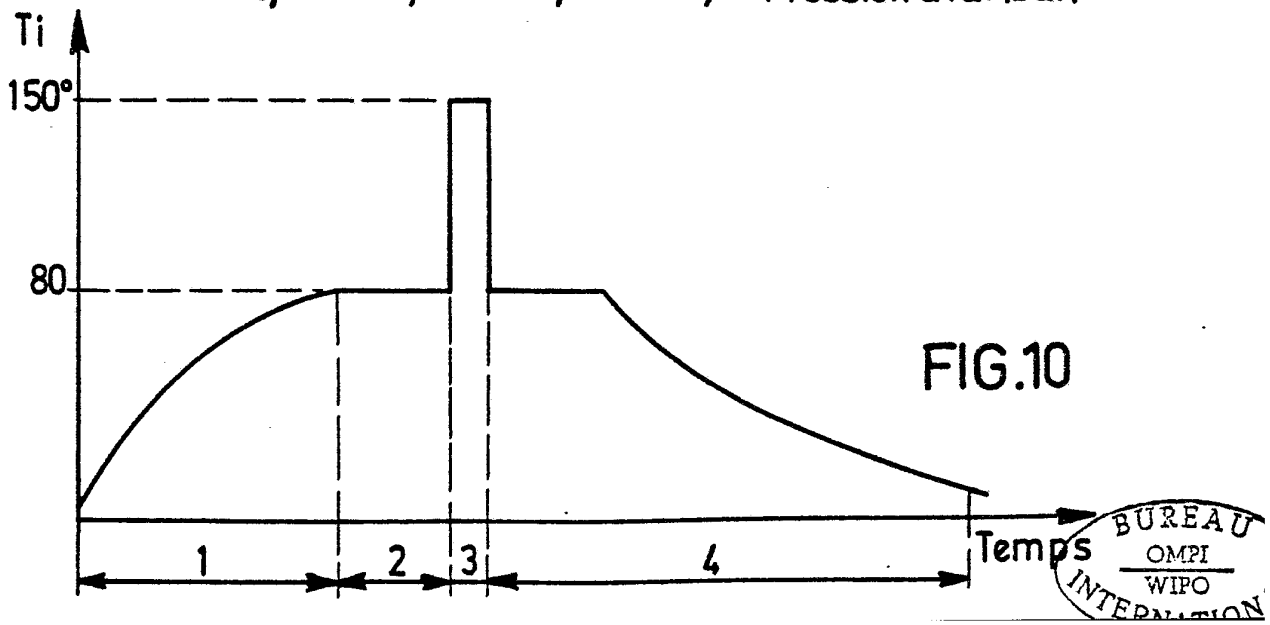


FIG.10

BUREAU OMPI WIPO INTERNATION

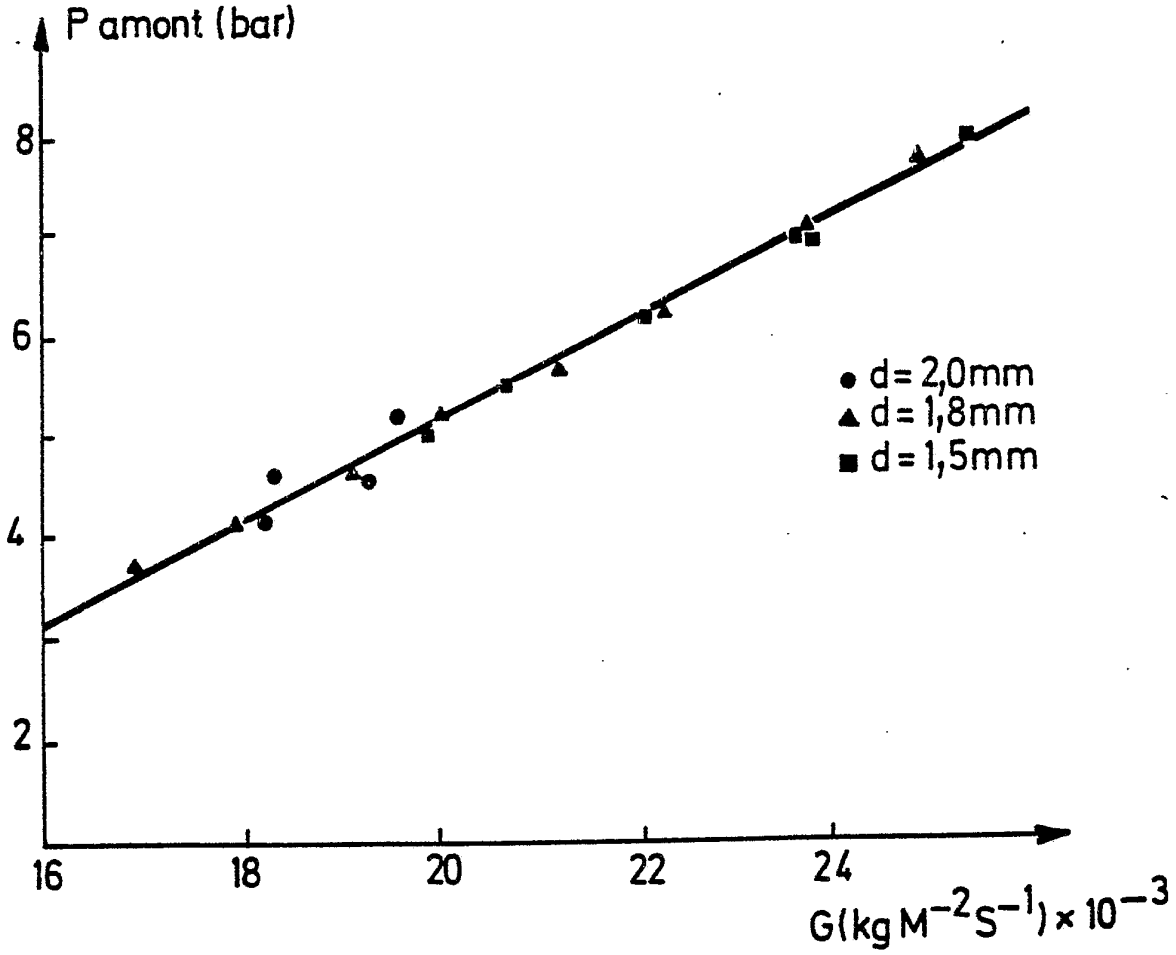


FIG.8

BUREAU OMPI WIPO INTERNATIONAL

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 83/00226

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) [3]

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int. Cl.[3] : A 23 L 3/22; A 23 C 3/037

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched [4]

Classification System	Classification Symbols
Int. Cl.[3]	A 23 C; A 23 L

Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched [5]

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT [14]

Category *	Citation of Document, [16] with indication, where appropriate, of the relevant passages [17]	Relevant to Claim No. [18]
X	FR, A, 2375900 (STORK AMSTERDAM) 28 July 1978, see claim 1; figures 1, 2; page 4, lines 5-16	1-6, 9
Y	NL, C, 93134 (FIRMA BORSIG) 15 August 1955, see figures 1, 2	1, 2
Y	US, A, 4161909 (A.H.WAKEMAN) 24 July 1979, see figure 1; elements 22, 27 23, 21, 25	1, 2, 4-6
Y	FR, A, 1230497 (SEPARATOR) 16 September 1960, see figures 1-5	1
A		7, 8
X	US, A, 2115470 (C.E.ROGERS) 26 April 1938, see page 2, lines 5-12; claim 1 page 3, lines 1-25; figures 1-3	1, 3, 5, 6, 9
X	FR, A, 2354527 (IN.DA.TE.K.G.) 06 January 1978, see figure 2; elements 24,33; figure 1, page 4, line 1	1, 5, 6, 8
X	FR, A, 2441344 (NESTLE) 13 June 1980, see page 6, paragraph 2; figures 1-4; examples 1-6	1, 3, 5-8
A	FR, A, 1355142 (ALPURA) 1964	
A	FR, A, 1379179 (SEPARATOR) 1964, see figure 1; page 2, column 2, para.5,	1

.../...

* Special categories of cited documents: [15]

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search [2]	Date of Mailing of this International Search Report [2]
28 February 1984 (28.02.84)	23 March 1984 (23.03.84)
International Searching Authority [1]	**Signature of Authorized Officer [20]**
European Patent Office	

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)

Category *	Citation of Document, [16] with indication, where appropriate, of the relevant passages [17]	Relevant to Claim No [18]
A	BE, A, 645112 (THE A.P.V.COMP.) 01 July 1964	
A	CH, A, 306359 (ALPURA) 16 June 1955	
A	FR, A, 1114013 (ALPURA) 06 April 1956	
A	EP, A. 0041669 (HOECHST) 16 December 1981	

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/FR 83/00226 (SA 6016)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 08/03/84

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
FR-A- 2375900	28/07/78	NL-A-	7614605	04/07/78
		DE-A-	2758707	06/07/78
		US-A-	4194014	18/03/80
NL-C- 93134		None		
US-A- 4161909	24/07/79	None		
FR-A- 1230497		None		
US-A- 2115470		None		
FR-A- 2354527	06/01/78	BE-A-	855511	03/10/77
		DE-A-	2725582	22/12/77
		US-A-	4160002	03/07/79
		JP-A-	53018777	21/02/78
		GB-A-	1574808	10/09/80
FR-A- 2441344	13/06/80	GB-A-	2036534	02/07/80
		DE-A-	2946326	12/06/80
		AU-A-	5262379	22/05/80
		JP-A-	55070256	27/05/80
		CH-A-	626788	15/12/81
		OA-A-	6388	31/08/81
		SE-A-	7909491	18/05/80
		AU-B-	530751	28/07/83
FR-A- 1355142		None		
FR-A- 1379179		None		
BE-A- 645112	01/07/64	None		
CH-A- 306359		None		
FR-A- 1114013		None		
EP-A- 0041669	16/12/81	DE-A-	3021266	14/01/82
		JP-A-	57022678	05/02/82
		AU-A-	7138981	10/12/81

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 83/00226

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) [3]

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

CIB.[3]: A 23 L 3/22; A 23 C 3/037

II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ

Documentation minimale consultée [4]

Système de classification	Symboles de classification
CIB.[3]:	A 23 C; A 23 L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté [6]

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS [14]

Catégorie *	Identification des documents cités,[16] avec indication, si nécessaire, des passages pertinents [17]	N° des revendications visées [18]
X	FR, A, 2375900 (STORK AMSTERDAM) 28 juillet 1978 voir revendication 1; figures 1,2; page 4, lignes 5-16	1-6,9
Y	NL, C, 93134 (FIRMA BORSIG) 15 août 1955 voir figures 1,2	1,2
Y	US, A, 4161909 (A.H. WAKEMAN) 24 juillet 1979 voir figure 1; organes 22,27,23,21,25	1,2,4-6
Y	FR, A, 1230497 (SEPARATOR) 16 septembre 1960 voir figures 1-5	1
A		7,8
X	US, A, 2115470 (C.E. ROGERS) 26 avril 1938 voir page 2, lignes 5-12; revendication 1; page 3, lignes 1-25; figures 1-3	1,3,5,6,9

./.

* Catégories spéciales de documents cités: [15]

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

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

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

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

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

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

« X » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive

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

« & » document qui fait partie de la même famille de brevets

IV. CERTIFICATION

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée [2]	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale [2]
28 février 1984	23 MARS 1984
Administration chargée de la recherche internationale [1]	**Signature du fonctionnaire autorisé** [20]
OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	G.L.M. Kruydenberg

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS [14] (SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUÉS SUR LA DEUXIÈME FEUILLE)

Catégorie *	Identification des documents cités, [16] avec indication, si nécessaire des passages pertinents [17]	N° des revendications visées [18]
X	FR, A, 2354527 (IN.DA.TE. K.G.) 6 janvier 1978 voir figure 2; organes 24,33; figure 1 page 4, ligne 1	1,5,6,8
X	FR, A, 2441344 (NESTLE) 13 juin 1980 voir page 6, alinéa 2; figures 1-4; exemples 1-6	1,3,5-8
A	FR, A, 1355142 (ALPURA) 1964	
A	FR, A, 1379179 (SEPARATOR) 1964 voir figure 1; page 2, colonne 2, alinéa 5	1
A	BE, A, 645112 (THE A.P.V. COMP.) 1er juillet 1964	
A	CH, A, 306359 (ALPURA) 16 juin 1955	
A	FR, A, 1114013 (ALPURA) 6 avril 1956	
A	EP, A, 0041669 (HOECHST) 16 décembre 1981	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE RELATIF

A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO. PCT/FR 83/00226 (SA 6016)

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche international visé ci-dessus. Lesdits membres sont ceux contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 08/03/84

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets		Date de publication
FR-A- 2375900	28/07/78	NL-A-	7614605	04/07/78
		DE-A-	2758707	06/07/78
		US-A-	4194014	18/03/80
NL-C- 93134		Aucun		
US-A- 4161909	24/07/79	Aucun		
FR-A- 1230497		Aucun		
US-A- 2115470		Aucun		
FR-A- 2354527	06/01/78	BE-A-	855511	03/10/77
		DE-A-	2725582	22/12/77
		US-A-	4160002	03/07/79
		JP-A-	53018777	21/02/78
		GB-A-	1574808	10/09/80
FR-A- 2441344	13/06/80	GB-A-	2036534	02/07/80
		DE-A-	2946326	12/06/80
		AU-A-	5262379	22/05/80
		JP-A-	55070256	27/05/80
		CH-A-	626788	15/12/81
		OA-A-	6388	31/08/81
		SE-A-	7909491	18/05/80
		AU-B-	530751	28/07/83
FR-A- 1355142		Aucun		
FR-A- 1379179		Aucun		
BE-A- 645112	01/07/64	Aucun		
CH-A- 306359		Aucun		
FR-A- 1114013		Aucun		
EP-A- 0041669	16/12/81	DE-A-	3021266	14/01/82
		JP-A-	57022678	05/02/82
		AU-A-	7138981	10/12/81