



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **94400456.3**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **F25D 3/10**

㉑ Date de dépôt : **03.03.94**

③① Priorité : **26.03.93 FR 9303480**

⑦② Inventeur : **Germain, Jean-Pierre**  
**16 rue des Tamaris,**  
**Résidence les Charmilles**  
**F-78180 Montigny Le Bretonneux (FR)**

④③ Date de publication de la demande :  
**28.09.94 Bulletin 94/39**

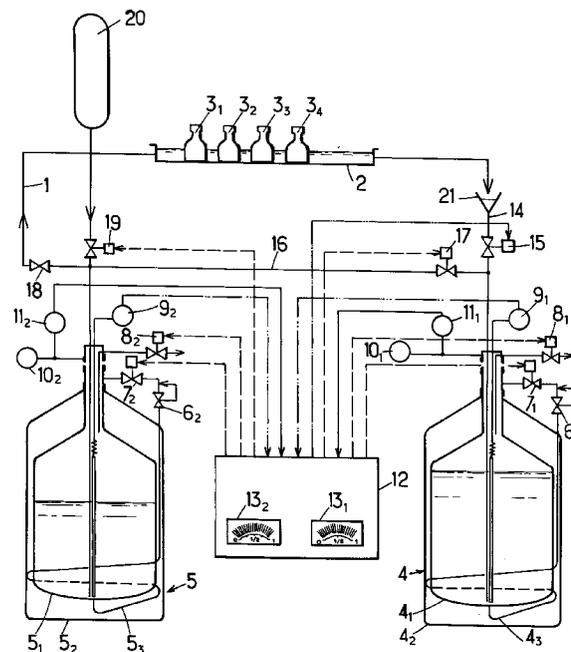
⑧④ Etats contractants désignés :  
**BE DE DK ES IT NL SE**

⑦④ Mandataire : **Le Moenner, Gabriel et al**  
**Société l'Air Liquide**  
**Chef du Service Brevets et Marques**  
**75, Quai d'Orsay**  
**F-75321 Paris Cédex 07 (FR)**

⑦① Demandeur : **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE**  
**75, Quai d'Orsay**  
**F-75321 Paris Cédex 07 (FR)**

⑤④ **Dispositif de recyclage d'un liquide cryogénique et son application à un appareil de congélation de produits.**

⑤⑦ Le dispositif alimente un circuit (1) comprenant une section à la pression ambiante telle qu'un bac (2) de congélation de produits alimentaires, pharmaceutiques ou vétérinaires. Il comprend a) un premier réservoir (4) pour récupérer le liquide et muni de moyens (4<sub>3</sub>, 6<sub>1</sub>, 7<sub>1</sub>, 8<sub>1</sub>) pour pressuriser le liquide recueilli, b) un deuxième réservoir (5) constamment pressurisé en fonctionnement pour alimenter le circuit (1) avec du liquide cryogénique pressurisé, ce deuxième réservoir étant en communication sélective de fluide (16) avec le premier réservoir, et c) des moyens (12) sensibles à une relation prédéterminée des niveaux de remplissage des deux réservoirs pour activer sélectivement les moyens de pressurisation (4<sub>3</sub>, 6<sub>1</sub>, 7<sub>1</sub>, 8<sub>1</sub>) du premier réservoir (4) de manière à transférer dans le deuxième réservoir (5) du liquide cryogénique contenu dans le premier réservoir.



La présente invention est relative à un dispositif de recyclage d'un liquide cryogénique et, plus particulièrement, à un tel dispositif conçu pour alimenter un circuit comprenant au moins une section sensiblement à la pression ambiante, typiquement à l'air libre, telle qu'on en trouve dans une application de l'invention à la congélation de produits alimentaires, pharmaceutiques ou vétérinaires.

On a récemment proposé de procéder à la congélation de produits, notamment alimentaires, en disposant les produits dans un courant d'azote liquide, à l'intérieur d'un tunnel dit de "croulage" où l'azote liquide circule à la pression atmosphérique. La circulation de l'azote liquide dans le tunnel et son recyclage dans le circuit d'alimentation de celui-ci sont assurés par des pompes. On connaît de la demande de brevet EP-A-505.222 un dispositif de congélation de ce type.

Le passage de l'azote liquide dans des pompes n'est pas sans inconvénient. En effet, des particules diverses, de joints par exemple, ou des gouttes d'huile peuvent se détacher des pompes et polluer ainsi l'azote liquide. Une telle pollution est considérée comme rédhibitoire lorsqu'il s'agit de congeler certains produits, notamment des produits pharmaceutiques.

La présente invention a donc pour but de réaliser, de façon simple, souple et efficace, un dispositif de recyclage d'un liquide cryogénique dans un circuit, qui ne soit pas tributaire de pompes pour assurer la circulation du liquide dans le circuit et qui ne provoque aucune pollution de ce liquide.

La présente invention a aussi pour but de réaliser un tel dispositif qui soit susceptible d'alimenter un circuit comprenant une section sensiblement à la pression atmosphérique telle qu'un tunnel de congélation de produits ou ceux-ci baignent dans un courant du liquide cryogénique.

On atteint ces buts de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, avec un dispositif de recyclage du type susmentionné comprenant a) un premier réservoir cryogénique pour récupérer ledit liquide à la sortie de ladite section, ce réservoir étant muni de moyens pour pressuriser le liquide recueilli, b) un deuxième réservoir cryogénique constamment pressurisé en fonctionnement et raccordé au circuit en amont de ladite section pour l'alimenter avec du liquide cryogénique pressurisé, ce deuxième réservoir étant en communication sélective de fluide avec le premier réservoir, et c) des moyens sensibles à une relation prédéterminée des niveaux de remplissage des deux réservoirs pour activer sélectivement les moyens de pressurisation du premier réservoir de manière à transférer dans le deuxième réservoir du liquide cryogénique contenu dans le premier réservoir.

Grâce au transfert de liquide ainsi réalisé entre les premier et deuxième réservoirs, ce dernier peut alimenter le circuit avec du liquide recyclé et repres-

surisé, ce qui assure la circulation du liquide sans pompe, et donc sans pollution.

La présente invention concerne également un appareil simple et fiable de congélation de produits comprenant au moins un dispositif tel que défini ci-dessus.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel la figure unique représente schématiquement l'organisation du dispositif suivant l'invention.

A titre d'exemple seulement, le dispositif de la figure 1 sert à alimenter, avec un liquide cryogénique tel que de l'azote liquide, un circuit 1 passant par un bac 2 dans lequel trempe des flacons 3<sub>1</sub>, 3<sub>2</sub>, 3<sub>3</sub>, etc... contenant des produits à congeler, alimentaires, pharmaceutiques ou vétérinaires par exemple. Le dispositif comprend essentiellement des premier et deuxième réservoirs de liquide cryogénique 4 et 5 respectivement, comprenant chacun un récipient à double paroi classique 4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, et 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, respectivement. Chaque récipient 4, 5 est muni en outre de moyens de pressurisation internes comprenant un serpent 4<sub>3</sub>, 5<sub>3</sub>, respectivement, installé classiquement entre le fond de la paroi 4<sub>1</sub>, 5<sub>1</sub> et le col bouché de cette même paroi.

Sur chaque serpent 4<sub>3</sub>, 5<sub>3</sub>, on trouve en série, une vanne de régulation de pression 6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub> et une électrovanne 7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>, respectivement. Les réservoirs 4, 5 sont également équipés d'électrovannes de mise à l'air libre 8<sub>1</sub>, 8<sub>2</sub>, de capteurs de niveau du liquide 9<sub>1</sub>, 9<sub>2</sub>, de manomètres 10<sub>1</sub>, 10<sub>2</sub> et de pressostats 11<sub>1</sub>, 11<sub>2</sub> respectivement. Toutes les électrovannes sont commandées par des moyens électroniques contenus dans une armoire 12 qui reçoit les signaux fournis par les pressostats et les capteurs de niveau 9<sub>1</sub>, 9<sub>2</sub>, les niveaux des réservoirs 4, 5 pouvant être affichés sur l'armoire en 13<sub>1</sub>, 13<sub>2</sub>, respectivement. Les capteurs de niveau peuvent être du type classique, à canne, ou du type décrit dans la demande de brevet EP-A-530.102.

Le réservoir 4 recueille, par un entonnoir 21 et un conduit 14 équipé d'une électrovanne 15 également commandée par l'armoire 12, l'azote liquide à la pression atmosphérique qui sort du bac de congélation 2. L'azote ainsi récupéré peut, dans des conditions que l'on décrira plus loin, être renvoyé dans le réservoir 5, par un conduit 16 équipé d'une électrovanne 17 commandée par les moyens électroniques contenus dans l'armoire 12.

Le réservoir 5 sert à alimenter le circuit 1, à travers une vanne 18 qui peut être à commande manuelle. Le réservoir est lui-même alimenté, suivant la présente invention, soit par une source extérieure 20, à travers une électrovanne 19, soit par le réservoir 4, comme on l'explique ci-dessous dans la description du fonctionnement du dispositif suivant l'invention. En préambule, on notera que les électrovannes :

7<sub>1</sub>, 17, 8<sub>2</sub>, 19, sont normalement fermées

8<sub>1</sub>, 15, 7<sub>2</sub>, sont normalement ouvertes

Par ailleurs, le pressostat 11<sub>1</sub> émet un signal lorsque la pression dans le réservoir 4 atteint un niveau prédéterminé autorisant un transfert d'azote sous pression vers le réservoir 5. Le pressostat 11<sub>2</sub> sert à réguler, en permanence, la pression dans le réservoir 5, à un autre niveau prédéterminé. Pour ce faire, le pressostat émet des signaux "haut" et "bas" représentatifs de pressions encadrant ce niveau prédéterminé.

Avant de mettre en service le dispositif suivant l'invention, on procède au remplissage du réservoir 5 de distribution d'azote dans le circuit 1. Pour ce faire, les moyens électroniques de commande mettent sous tension les électrovannes 19 et 8<sub>2</sub> (de mise à l'air libre) normalement fermées qui s'ouvrent donc, ainsi que l'électrovanne 7<sub>2</sub> normalement ouverte qui se ferme alors. L'autre réservoir 4 doit être à ce moment inactif, et, pour ce faire, les électrovannes 17, 15, 7<sub>1</sub> et 8<sub>1</sub> sont maintenues hors tension.

La source extérieure 20 d'azote sous pression, de 1,5 à 2 bars, par exemple, se vide alors dans le réservoir 5 à travers l'électrovanne 19 ouverte, jusqu'à ce que le capteur de niveau 9<sub>2</sub> indique aux moyens électroniques contenus dans l'armoire 12 que le niveau de remplissage maximum du réservoir 5 est atteint.

Ces moyens électroniques (non représentés) peuvent être aisément constitués à partir de la description des divers modes de fonctionnement du dispositif suivant l'invention qui vont maintenant être décrits. Ils sont renseignés sur l'état du dispositif par les capteurs de niveau 9<sub>1</sub>, 9<sub>2</sub> et les pressostats 11<sub>1</sub>, 11<sub>2</sub> et réagissent aux signaux reçus de ces moyens en commandant l'ouverture ou la fermeture des diverses électrovannes, comme indiqué ci-dessous.

Le réservoir 5 étant rempli, il est possible de mettre en service le dispositif pour que celui-ci débite dans le circuit 1 l'azote liquide qu'il contient. Pour ce faire, on ouvre la vanne 18 et les moyens de commande mettent ou maintiennent hors tension les électrovannes 8<sub>1</sub>, 7<sub>1</sub>, 15, 17 d'une part et les électrovannes 7<sub>2</sub>, 8<sub>2</sub> et 19 d'autre part. L'électrovanne 7<sub>2</sub> étant alors ouverte et l'électrovanne 8<sub>2</sub> de mise à l'air libre étant fermée, du liquide prélevé dans le fond du réservoir 5 par le serpentin 5<sub>3</sub> se vaporise et se répand dans le réservoir 5 au-dessus de la surface libre de l'azote liquide. La pression de vapeur ainsi établie dans le réservoir 5 est limitée par le régulateur de pression 6<sub>2</sub>, à une pression de 1,1 bar par exemple. Quand la pression dans le réservoir vient à dépasser le niveau haut du pressostat 11<sub>2</sub>, les moyens de commande ouvrent l'électrovanne 8<sub>2</sub> pour faire tomber la pression au niveau prédéterminé.

Grâce à cette légère surpression par rapport à l'atmosphère, de l'azote liquide contenu dans le réservoir 5 est chassé dans le circuit 1, à travers la vanne 18. L'azote se répand dans le circuit en venant bai-

gner les produits disposés dans le bac 2. Dans ce bac, à la pression atmosphérique, une partie du liquide se vaporise et se disperse dans l'atmosphère. La partie non vaporisée s'écoule vers un entonnoir 21 raccordé par une ligne 14, et à travers l'électrovanne 15 normalement ouverte, au réservoir 4 de récupération qui se remplit alors progressivement tandis que le réservoir 5 se vide.

Ce processus se poursuit jusqu'à ce que le niveau de l'azote dans le réservoir 5 tombe à un niveau bas prédéterminé, correspondant par exemple au quart de la contenance maximum du réservoir. De l'azote liquide doit en effet rester en permanence dans le réservoir de manière à éviter que celui-ci ne se réchauffe. A la réception d'un signal émis par le capteur de niveau 9<sub>2</sub> et représentatif du fait que le niveau de l'azote dans le réservoir a atteint ledit niveau bas, les moyens de commande contrôlent le niveau du liquide dans le réservoir 4. Si celui-ci est supérieur à un niveau bas prédéterminé, correspondant ici aussi et pour les mêmes raisons, par exemple au quart de la contenance maximum du réservoir 4, les moyens de commande déclenchent une mise en pression de ce réservoir en ouvrant l'électrovanne 7<sub>1</sub> et en fermant l'électrovanne 8<sub>1</sub> de mise à l'air libre. Du liquide prélevé par le serpentin 4<sub>3</sub> dans le fond du réservoir 4 se vaporise alors et la pression de vapeur au-dessus du liquide croît jusqu'à une valeur fixée par le régulateur de pression 6<sub>1</sub>, à une valeur légèrement supérieure à la valeur de consigne (1,1 bar) fixée pour la pression dans le réservoir 5, soit 1,2 bar par exemple. Le pressostat 11<sub>1</sub> signale ce niveau de pression aux moyens de commande.

On notera à cet égard que, suivant l'invention, la pression dans le réservoir 5 est constamment maintenue à une valeur supérieure à la pression atmosphérique alors que ce n'est pas le cas dans le réservoir 4 où l'électrovanne 8<sub>1</sub> de mise à l'air libre est normalement ouverte pour permettre le remplissage du réservoir 4 par l'azote à la pression atmosphérique récupéré à la sortie du bac 2.

Quand la pression dans le réservoir 4 atteint la valeur de consigne fixée, les moyens de commande du dispositif suivant l'invention déclenchent l'ouverture de l'électrovanne 17 et la fermeture de l'électrovanne 15. Un courant d'azote liquide sort alors du réservoir 4 pour remplir le réservoir 5 qui, par hypothèse comme on l'a vu plus haut, a alors atteint son niveau bas. Le niveau de l'azote dans le réservoir 5 croît alors constamment jusqu'au niveau de remplissage maximum de ce réservoir ou, suivant l'invention, jusqu'à ce que le niveau de l'azote dans le réservoir 4 atteigne son niveau bas. Dans ce dernier cas, les moyens de commande ferment l'électrovanne 17 pour éviter que le réservoir 4 ne se vide exagérément. Il y a alors réouverture des électrovannes 14 et 8<sub>1</sub> pour permettre au réservoir 4 de se remplir de nouveau.

Si au moment de la fermeture de l'électrovanne 17, le réservoir 5 n'est pas rempli, il y a ouverture de l'électrovanne 19 pour compléter le remplissage du réservoir 5 avec de l'azote liquide venu de la source extérieure 20. Ce liquide peut alors aussi entrer directement dans le circuit 1, la vanne 18 étant alors ouverte. On observera à cet égard que le réservoir 20 sert aussi à recharger le circuit de manière à compenser les pertes par évaporation d'azote liquide dans le bac 2.

Le processus décrit ci-dessus se répète périodiquement de manière que le réservoir 5 soit constamment rempli d'une quantité suffisante d'azote liquide sous pression, propre à alimenter le circuit 1 avec un débit sensiblement constant. Ainsi, les moyens électroniques de commande déclenchent-ils sélectivement des transferts d'azote liquide du réservoir vers le réservoir 5, de la source 20 vers ce réservoir, et des alimentations du réservoir 4 par la sortie du circuit 1 de manière à maintenir des relations prédéterminées entre les niveaux de l'azote liquide dans les deux réservoirs, ces relations étant nécessaires pour assurer une alimentation sans à-coup du circuit 1 et le recyclage de l'azote circulant dans ce circuit.

Il apparaît maintenant que l'invention permet bien d'atteindre les objectifs annoncés, à savoir : assurer une circulation d'un courant d'azote liquide sans pompe et donc sans pollution. Le dispositif suivant l'invention est ainsi particulièrement bien adapté à la congélation de produits pharmaceutiques, soumise à des normes de propreté particulièrement sévères.

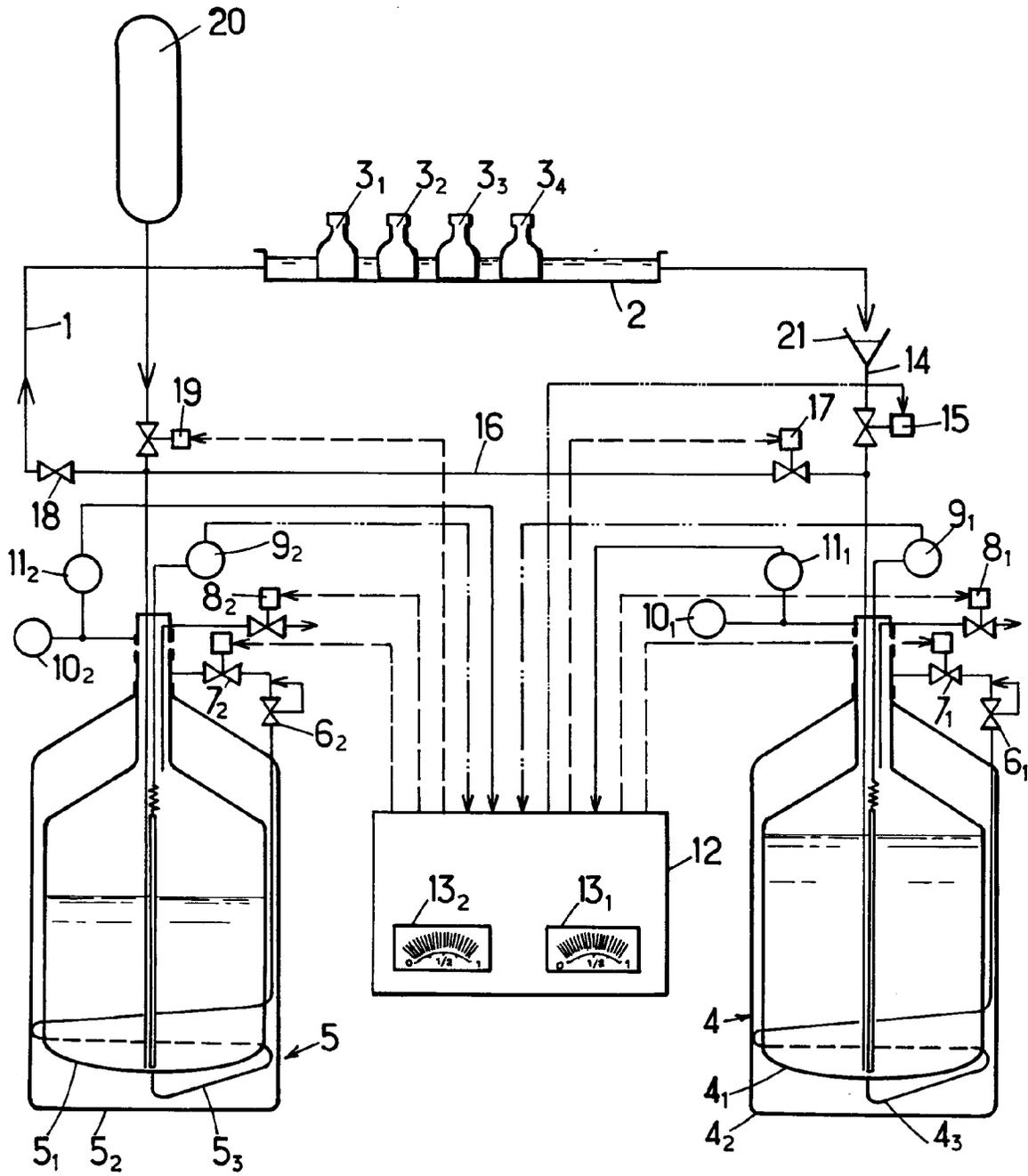
Bien entendu l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. D'autres produits cryogéniques tels que l'argon liquide pourraient être utilisés et d'autres applications envisagées : conditionnement en température d'un gaz tel que l'air, etc...

## Revendications

1. Dispositif de recyclage d'un liquide cryogénique dans un circuit (1) comprenant au moins une section (2) sensiblement à la pression ambiante, caractérisé en ce qu'il comprend :
  - a) un premier réservoir cryogénique (4) pour récupérer ledit liquide à la sortie de ladite section, ce réservoir étant muni de moyens (4<sub>3</sub>,6<sub>1</sub>,7<sub>1</sub>,8<sub>1</sub>) pour pressuriser le liquide recueilli,
  - b) un deuxième réservoir cryogénique (5) constamment pressurisé en fonctionnement et raccordé au circuit (1) en amont de ladite section (2) à l'air libre pour l'alimenter avec du liquide cryogénique pressurisé, ce deuxième réservoir étant en communication sélective de fluide (16) avec le premier réservoir, et
  - c) des moyens (12) sensibles à une relation

prédéterminée des niveaux de remplissage des deux réservoirs pour activer sélectivement les moyens de pressurisation (4<sub>3</sub>,6<sub>1</sub>,7<sub>1</sub>,8<sub>1</sub>) du premier réservoir (4) de manière à transférer dans le deuxième réservoir (5) du liquide cryogénique contenu dans le premier réservoir.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième réservoir (5) est sélectivement connectable à une source extérieure (20) de liquide cryogénique, lesdits moyens (12) sensibles à une relation prédéterminée des niveaux de remplissage des deux réservoirs commandant sélectivement l'alimentation du deuxième réservoir (5) par cette source (20) quand le niveau du liquide dans le premier réservoir atteint un niveau bas prédéterminé.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdits moyens (12) sensibles à une relation prédéterminée des niveaux de remplissage des deux réservoirs commandent le vidage du premier (4) dans le deuxième (5) jusqu'à ce que soit atteint soit un niveau maximum prédéterminé dans le deuxième réservoir (5), soit un niveau minimum prédéterminé dans le premier réservoir (4).
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au moins un des réservoirs (4,5) est muni de moyens de pressurisation internes.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le liquide cryogénique est de l'azote liquide.
6. Application du dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, à la congélation de produits disposés dans ladite section (2) du circuit.
7. Appareil de congélation, comprenant une section (1) d'acheminement de produits comportant une sortie de liquide cryogénique, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif selon l'une des revendications précédentes.





Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 94 40 0456

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
D,A	EP-A-0 505 222 (L'AIR LIQUIDE) * colonne 4, ligne 10 - colonne 5, ligne 12; figure 1 *	1,5	F25D3/10
A	DE-A-23 52 147 (LINDE) * page 6, alinéa 1 - page 10, dernier alinéa ; figure *	1,2	
A	US-A-3 882 687 (ASZTALOS) * colonne 4, ligne 66 - colonne 6, ligne 38; figure *	1	
A	US-A-4 165 618 (TYREE) * colonne 1, ligne 64 - colonne 7, ligne 48; figure *	1	
A	US-A-3 600 901 (WAGNER)		
A	FR-A-2 068 584 (E. I. DU PONT DE NEMOURS)		
A	US-A-3 768 272 (BARRETT)		
A	US-A-3 611 737 (ALABURDA)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5) F25D F25B
A	US-A-3 368 363 (ALABURDA)		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 4 Juillet 1994	Examineur Boets, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			