

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
7 février 2008 (07.02.2008)

PCT

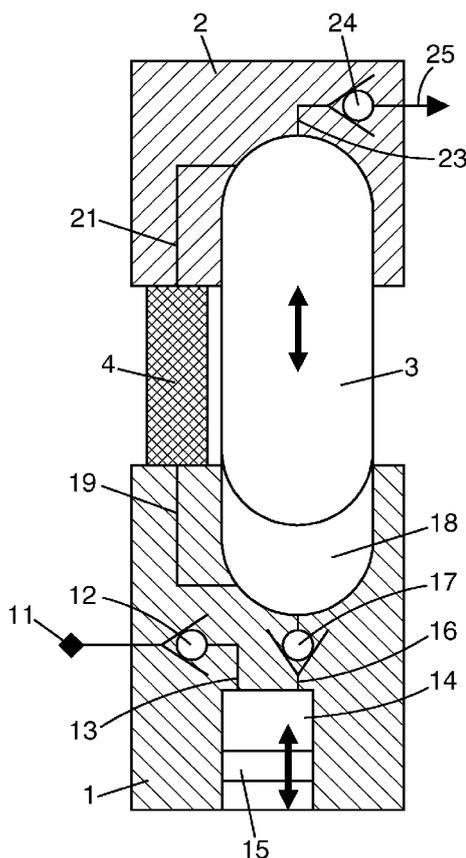
(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/015349 A2

- (51) Classification internationale des brevets :
F17C 5/06 (2006.01) *F17C 9/04* (2006.01)
F17C 9/02 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/051544
- (22) Date de dépôt international : 28 juin 2007 (28.06.2007)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0653213 31 juillet 2006 (31.07.2006) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE** [FR/FR]; 75, Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **DURAND, Fabien** [FR/FR]; 8, rue Docteur Rome, F-38340 Voreppe (FR).
- (74) Mandataire : **DE CUENCA, Emmanuel**; L'Air Liquide SA, 75, Quai d'Orsay, France, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR FEEDING GAS TO AN APPARATUS

(54) Titre : PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'ALIMENTATION EN GAZ D'UNE INSTALLATION



(57) Abstract: The invention concerns a method for feeding fluid in the gaseous state to an apparatus, comprising the following successive steps: a) admitting a fluid in the liquid state at an initial pressure into a downstream chamber (18); b) transferring the fluid in the liquid state contained in said downstream chamber (18), using a first end of a piston (3) to feed a regenerator (4) through an end of the latter maintained at a temperature lower than the evaporation point of the fluid; c) passing the fluid through the regenerator (4) and out a second end maintained at a temperature higher than the evaporation point of the fluid, so that the fluid leaves the regenerator (4) in the gaseous state, at a pressure higher than the initial pressure; d) feeding a second downstream chamber (22), maintained at a temperature higher than the evaporation point of the fluid, a part of said second downstream chamber (22) being delimited by a second end of the piston (3) of step c).

(57) Abrégé : Procédé d'alimentation en fluide à l'état gazeux d'une installation comprenant les étapes successives suivantes : a) admission d'un fluide à l'état liquide à une pression initiale dans une chambre aval (18); b) transfert du fluide à l'état liquide contenu dans ladite chambre aval (18) à l'aide d'une première extrémité d'un piston (3) de manière à alimenter un régénérateur (4) par une extrémité de celui-ci maintenue à température inférieure au point d'évaporation du fluide; c) passage du fluide dans le régénérateur (4) et sortie par une seconde extrémité maintenue à une température supérieure au point d'évaporation du fluide, de manière à ce que le fluide sorte du régénérateur (4) à l'état gazeux, à une pression supérieure à la pression initiale; d) alimentation d'une seconde chambre aval (22), maintenue à température supérieure au point d'évaporation du fluide, une partie de ladite seconde chambre aval (22) étant délimitée par une seconde extrémité du piston (3) de l'étape c).

WO 2008/015349 A2



(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL,

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

**PROCEDE ET DISPOSITIF D'ALIMENTATION EN GAZ
D'UNE INSTALLATION**

La présente invention concerne un procédé et un
5 dispositif d'alimentation en gaz, où un fluide à l'état
liquide alimente ledit dispositif et est distribué à l'état
gazeux dans l'installation à alimenter.

Ce type de procédé et de dispositif sont notamment
adaptés à alimenter une installation en gaz à partir d'un
10 fluide liquide stocké à des températures cryogéniques, par
exemple inférieures à 150 degrés Kelvin, voire inférieures
à 80 degrés Kelvin.

Il est connu d'alimenter en gaz des installations à
partir d'un fluide à l'état liquide à température
15 cryogénique en utilisant un procédé à deux étapes
distinctes, mettant en œuvre deux dispositifs indépendants.

En un premier temps le fluide à l'état liquide est
pompe par une pompe volumétrique liquide, notamment à
partir d'un réservoir.

20 On utilise pour cette étape une pompe cryogénique qui
permet le transfert du fluide à l'état liquide.

On peut par exemple utiliser une pompe à piston, qui
permet de fournir de très hautes pressions, telle que
notamment commercialisée par les sociétés CRYOMECH ou
25 CRYOSTAR.

En un second temps, le fluide à l'état liquide est
vaporisé dans un réchauffeur pour produire le gaz à
introduire dans l'installation à alimenter.

De tels réchauffeurs sont notamment commercialisés par
30 la société CRYOLOR sous la référence commerciale VAP
CRYOLOR et permettent d'obtenir des débits de gaz
appropriés à de nombreuses installations à alimenter.

Ce mode de distribution de gaz, bien que très

couramment utilisé, présente les inconvénients suivants :

- il conduit à une importante consommation d'énergie mécanique pour réaliser la compression du fluide à l'état liquide ;

5 - on observe fréquemment des fuites dans le compresseur volumétrique liées au fait que les différences de pression sont très élevées ;

10 - des joints dynamiques sont mis en œuvre pour faire fonctionner de telles installations, ces joints nécessitent une surveillance étroite et un entretien fréquent et leur durée de vie est limitée imposant des arrêts non désirés des installations ;

15 - les fortes différences de pression dans ces installations conduisent à des contraintes élevées au sein des pièces qui les composent et donc imposent un dessin spécifique des pièces et un choix de matériaux spécifiques qui conduisent à des surcoûts de ces installations ;

20 - il est difficile d'obtenir de fortes variations de débit avec de telles installations, car on observe que les fuites deviennent prépondérantes pour des débits faibles.

Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients ci-dessus.

25 Par conséquent l'invention a pour but d'offrir un procédé où la consommation d'énergie mécanique est grandement diminuée par rapport aux procédés connus pour alimenter en fluide à l'état gazeux une installation, à partir d'un fluide à l'état liquide.

30 Ce but est atteint grâce à un procédé d'alimentation en fluide à l'état gazeux d'une installation comprenant les étapes successives suivantes :

a) admission d'un fluide à l'état liquide à une pression initiale dans une chambre aval ;

b) transfert du fluide à l'état liquide contenu dans

ladite chambre aval à l'aide d'une première extrémité d'un piston de manière à alimenter un régénérateur par une extrémité de celui-ci maintenue à température inférieure au point d'évaporation du fluide ;

5 c) passage du fluide dans le régénérateur et sortie par une seconde extrémité maintenue à une température supérieure au point d'évaporation du fluide, de manière à ce que le fluide sorte du régénérateur à l'état gazeux, à une pression supérieure à la pression initiale ;

10 d) alimentation d'une seconde chambre aval, maintenue à température supérieure au point d'évaporation du fluide, une partie de ladite seconde chambre aval étant délimitée par une seconde extrémité du piston de l'étape c).

Un tel procédé met en œuvre un "compresseur thermique" et non plus un compresseur mécanique. Il en résulte une très faible consommation d'énergie (électrique notamment).

On entend par "régénérateur" un composant susceptible d'emmagasiner de la chaleur et de la restituer quand il est traversé par un fluide.

20 Selon un mode de réalisation, l'étape a) comprend les étapes suivantes :

a1) admission d'un fluide à l'état liquide par aspiration dans une chambre ;

25 a2) compression du fluide à l'état liquide contenu dans ladite chambre et transfert du fluide dans la chambre aval.

L'étape a1) peut être réalisée pendant l'étape b).

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend en outre l'étape suivante, postérieure à l'étape d) :

30 e) augmentation de la pression du fluide à l'état gazeux jusqu'à une valeur seuil correspondant à la pression d'alimentation de l'installation à alimenter et libération du fluide à l'état gazeux dans ladite installation.

Typiquement, une valeur de pression initiale du fluide à l'état liquide peut être comprise entre 10 mbara et 15 bara, par exemple autour de 1 bara et la pression d'alimentation en fluide à l'état gazeux d'une installation
5 peut être respectivement comprise entre 1 et 500 bara, par exemple autour de 150 bara.

Selon un mode de réalisation, le procédé comprend en outre les étapes suivantes postérieures à l'étape e) quand la pression du fluide à l'état gazeux dans la seconde
10 chambre aval est inférieure à celle du seuil d'alimentation :

f) actionnement du piston de manière à évacuer le fluide à l'état gazeux de la seconde chambre aval ;

g) passage du fluide dans le régénérateur pour
15 alimenter la première chambre aval ;

h) répétition des étapes a) à h) pour constituer un cycle d'alimentation en fluide à l'état gazeux d'une installation.

Il est ainsi possible d'obtenir un cycle
20 d'alimentation continu en fluide à l'état gazeux. La mise en œuvre d'un tel procédé ne nécessite pas l'utilisation de joints dynamiques haute pression. Il en résulte que la durée de vie des installations pour le mettre en œuvre est très supérieure à celle des installations connues,
25 notamment utilisant une pompe cryogénique puis un réchauffeur.

L'étape a1) peut être réalisée pendant l'étape f) ou l'étape g).

Selon un mode de réalisation du procédé, le fluide à
30 l'état liquide est à une température cryogénique. Le fluide est alors notamment choisi dans la liste comprenant He, H₂, Ne, CO, Ar, N₂, O₂, CH₄, CO₂, NO, Kr, Xe ou leur mélange.

Selon un mode de réalisation du présent procédé, la

seconde extrémité du régénérateur et la seconde chambre aval sont maintenues sensiblement à température ambiante.

On note cependant que l'invention n'est pas limitée à la distribution de fluide dont l'état liquide correspond à
5 des températures cryogéniques, mais qu'il serait par exemple également possible d'utiliser un tel procédé pour distribuer de la vapeur d'eau sous pression à partir d'eau à température ambiante et d'une source de chaleur.

L'invention concerne également un dispositif
10 d'alimentation de fluide à l'état gazeux d'une installation adaptée à mettre en œuvre le procédé selon l'invention qui comprend :

- une partie « froide » comprenant une cavité pour recevoir de manière étanche une extrémité d'un piston, afin
15 de constituer une chambre aval,

- une partie « chaude », comprenant une cavité pour recevoir de manière étanche une seconde extrémité dudit piston, afin de constituer une seconde chambre aval,

- ledit piston doté de moyens d'actionnement pour se
20 déplacer dans la cavité de la partie « froide » et dans la cavité de la partie « chaude »,

- un régénérateur en communication avec la cavité de la partie « froide » et la cavité de la partie « chaude »,

- des moyens d'alimentation de la cavité de la partie
25 « froide » en fluide à l'état liquide,

- des moyens de libération à une pression déterminée d'un fluide à l'état gazeux en communication avec la cavité de la partie « chaude ».

Ledit dispositif est mis en œuvre avec une
30 consommation énergétique très faible.

Les fuites vers l'extérieur sont très faibles.

Le dispositif est susceptible de fonctionner normalement pour un débit variant de 0 à 100% du débit

nominal.

Le piston de déplacement dans les cavités des parties "froide" et "chaude" peut être actionné avec une force faible. Il est possible de l'actionner avec un moteur classique, mais également envisageable de l'actionner avec
5 des électro-aimants ou même avec un dispositif à supraconducteur.

On note en outre que les pièces nécessaires pour mettre en œuvre ledit dispositif sont de conception très simple, conduisant ainsi à des coûts de fabrication
10 particulièrement avantageux.

Dans le cadre de l'invention, on entend par partie "froide" la partie du dispositif qui reçoit le fluide à l'état liquide, et dont la température est, quand l'installation est en fonctionnement, légèrement inférieure
15 à la température d'évaporation du fluide avec lequel le compresseur est alimenté. On entend par partie "chaude", la partie du dispositif qui reçoit le fluide à l'état gazeux, après passage dans le régénérateur, et dont la température est, quand l'installation fonctionne, supérieure à la
20 température d'évaporation du fluide avec lequel on souhaite alimenter une installation.

Selon un mode de réalisation du dispositif selon l'invention, les composants sont choisis pour qu'en
25 fonctionnement, la partie "froide" soit à température cryogénique et la partie "chaude" soit à température ambiante.

Selon un mode de réalisation dudit dispositif, les moyens d'alimentation en fluide à l'état liquide de la
30 cavité de la partie « froide » comprennent une chambre, en communication par une canalisation avec l'extérieur du dispositif et susceptible d'être reliée à un système d'alimentation en fluide à l'état liquide, un système

anti-retour situé dans ladite canalisation entre ladite chambre et l'extérieur du dispositif, un piston doté de moyens d'actionnement pour se déplacer dans ladite chambre, un moyen de communication comprenant un système anti-retour
5 entre ladite chambre et la cavité de la partie « froide ».

Il est possible d'utiliser pour ce piston, un piston à soufflet ou à membrane. De tels pistons permettent de limiter encore les fuites du dispositif, voire de les rendre inexistantes.

10 Selon un mode de réalisation dudit dispositif, les moyens de libération d'un fluide à l'état gazeux en communication avec la cavité de la partie « chaude » comprennent une canalisation reliant cette cavité et l'extérieur du dispositif, et un système anti-retour
15 permettant au fluide de s'échapper lorsque la pression est supérieure à la pression en aval du dispositif.

Par exemple le système anti-retour est un clapet anti-retour.

Selon un mode de réalisation, la partie « froide » est
20 en acier inoxydable et est isolée par une isolation multicouches comprenant par exemple du vide entre couches.

Un tel système d'isolation peut faire appel à des isolants communément appelés "super isolants sous vide".

Selon un mode de réalisation, la partie « chaude » est
25 en cuivre.

Selon un mode de réalisation, la partie « chaude » est entourée d'un système de circulation de fluide, notamment d'air ou d'eau, permettant de la maintenir à température sensiblement constante

30 Selon un mode de réalisation le régénérateur est constitué d'un tube, notamment cylindrique, rempli d'un matériau susceptible d'emmagasiner et de restituer la chaleur et de laisser passer le fluide à l'état liquide et

gazeux.

Le matériau susceptible d'emmagasiner et de restituer de la chaleur peut par exemple se présenter sous la forme de billes empilées, de grilles empilées, ou toute autre
5 forme permettant d'obtenir d'importantes surfaces permettant les échanges thermiques sans court-circuiter thermiquement la partie chaude de la partie froide. Ledit matériau peut être par exemple constitué d'acier inoxydable.

10 Selon un mode de réalisation, le piston reçu par les cavités des parties « chaude » et « froide » est en acier inoxydable.

L'invention sera détaillée ci-après à l'aide d'exemples non limitatifs illustrés par les figures
15 suivantes :

- Figure 1 : vue schématique en coupe d'un dispositif selon l'invention,

- Figure 2 (a à d) : vue schématique dudit dispositif mis en œuvre selon différentes étapes du procédé selon
20 l'invention.

On représente en figure 1 une vue schématique en coupe d'un dispositif selon l'invention. Celui-ci comprend une partie froide 1 en acier inoxydable, une partie chaude 2 en cuivre, reliées par un régénérateur 4.

25 Chacune des parties froide 1 et chaude 2 comprennent une cavité, respectivement 18 et 22 de forme cylindrique et extrémité hémisphérique. Un piston 3 de forme cylindrique et extrémité hémisphérique, en acier inoxydable, peut se mouvoir à l'intérieur de ces cavités 18 et 22.

30 Ce piston 3 peut occuper tout l'espace de la cavité 22 ou 18 et libérer ainsi un espace libre dénommé respectivement première et seconde chambre aval.

Le dispositif peut être relié à un réservoir de fluide

à l'état liquide par une vanne 11. Une canalisation 13, comprenant un clapet anti-retour 12, alimente une chambre 14 dans laquelle un piston 15 peut être actionné par un moteur ou tout autre dispositif adapté.

5 La chambre 14 est reliée à la première chambre aval par une canalisation 16 comprenant un clapet anti-retour 17. La première chambre aval est reliée à une première extrémité du régénérateur 4 par une canalisation 19.

10 Le régénérateur 4 est un tube en acier inoxydable rempli de billes d'acier inoxydable.

Une canalisation 21 relie l'extrémité opposée du régénérateur 4 à la seconde chambre aval. La seconde chambre aval peut être mise en communication avec
15 l'extérieur, notamment une installation à alimenter, par une canalisation 23 dotée d'un clapet anti-retour 24. La figure 2 représente la position des différents organes du dispositif de la figure 1 au cours de quatre étapes du fonctionnement de ce dispositif.

20 En figure 2a, on représente la phase d'aspiration du fluide à l'état liquide, notamment à partir d'un réservoir, par déplacement du piston 15 selon la flèche représentée, pour augmenter le volume de la chambre 14.

Quand le volume du liquide désiré est introduit dans
25 la chambre 14, le piston 15 est actionné, comme représenté par la flèche en figure 2b, dans le sens opposé à celui représenté en figure 2a, et le fluide à l'état liquide est introduit à la pression initiale dans la première chambre aval 18. Le clapet anti-retour 12 est orienté de manière à
30 ce que le fluide à l'état liquide ne puisse revenir vers le réservoir.

Après introduction complète du fluide à l'état liquide dans la première chambre aval 18, le piston 3 est déplacé

afin de faire refluer le fluide à l'état liquide dans la canalisation 19 vers le régénérateur 4, ainsi que représenté en figure 2c.

Le clapet anti-retour 17 est orienté de manière à éviter tout reflux vers la chambre 14.

Au cours du passage dans le régénérateur 4, le fluide se réchauffe et passe de l'état liquide à l'état gazeux, car l'extrémité du régénérateur 4 en liaison avec la canalisation 19 est maintenue à une température inférieure à la température d'évaporation du fluide alors que l'extrémité du régénérateur 4 en liaison avec la canalisation 21 est maintenue à une température supérieure à la température d'évaporation du fluide.

Quand le piston 3 arrive en bout de sa course dans la première chambre aval, l'essentiel du fluide se trouve à l'état gazeux dans la seconde chambre aval à une pression élevée.

Quand, au cours du déplacement du piston 3 dans la première chambre aval, la pression de gaz dans la seconde chambre aval atteint une pression supérieure à la pression dans la sortie 25, le gaz est libéré hors du dispositif par le clapet 24 et la sortie 25.

On représente en figure 2d l'étape ultérieure où, quand la pression du fluide à l'état gazeux est insuffisante pour s'échapper du dispositif via le clapet anti-retour 24, le piston 3 est déplacé dans la seconde chambre aval jusqu'à retrouver sa position représentée en figure 2a.

Au cours de cette étape, le gaz restant dans la seconde chambre aval reflue par la canalisation 21 dans le régénérateur 4 et une partie du fluide se transforme de l'état gazeux à l'état liquide et alimente par la canalisation 19 la première chambre aval. Cette

transformation s'accompagne d'une baisse de pression dans la première chambre aval.

Un nouveau cycle peut alors être effectué comme précédemment décrit.

5 L'invention ne se limite pas à ces types de réalisation et doit être interprétée de façon non limitative, et englobant tout mode de réalisation équivalent.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'alimentation en fluide à l'état gazeux
5 d'une installation comprenant les étapes successives
suivantes :

a) admission d'un fluide à l'état liquide à une
pression initiale dans une chambre aval (18) ;

b) transfert du fluide à l'état liquide contenu dans
10 ladite chambre aval (18) à l'aide d'une première extrémité
d'un piston (3) de manière à alimenter un régénérateur (4)
par une extrémité de celui-ci maintenue à température
inférieure au point d'évaporation du fluide ;

c) passage du fluide dans le régénérateur (4) et
15 sortie par une seconde extrémité maintenue à une
température supérieure au point d'évaporation du fluide, de
manière à ce que le fluide sorte du régénérateur (4) à
l'état gazeux, à une pression supérieure à la pression
initiale ;

d) alimentation d'une seconde chambre aval (22),
20 maintenue à température supérieure au point d'évaporation
du fluide, une partie de ladite seconde chambre aval (22)
étant délimitée par une seconde extrémité du piston (3) de
l'étape c).

2. Procédé selon la revendication précédente où
25 l'étape a) comprend les étapes suivantes :

a1) admission d'un fluide à l'état liquide par
aspiration dans une chambre (14) ;

a2) compression du fluide à l'état liquide contenu
30 dans ladite chambre (14) et transfert du fluide dans la
chambre aval (18).

3. Procédé selon la revendication précédente où
l'étape a1) est réalisée pendant l'étape b).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes qui comprend en outre l'étape suivante, postérieure à l'étape d) :

5 e) augmentation de la pression du fluide à l'état gazeux jusqu'à une valeur seuil correspondant à la pression d'alimentation de l'installation à alimenter et libération du fluide à l'état gazeux dans ladite installation.

10 5. Procédé selon la revendication précédente comprenant en outre les étapes suivantes postérieures à l'étape e) quand la pression du fluide à l'état gazeux dans la seconde chambre aval (22) est inférieure à celle du seuil d'alimentation :

15 f) actionnement du piston (3) de manière à évacuer le fluide à l'état gazeux de la seconde chambre aval (22) ;

g) passage du fluide dans le régénérateur (4) pour alimenter la première chambre aval (18) ;

20 h) répétition des étapes a) à h) pour constituer un cycle d'alimentation en fluide à l'état gazeux d'une installation.

6. Procédé selon la revendication précédente où l'étape a1) est réalisée pendant l'étape f) ou l'étape g).

25 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes où le fluide à l'état liquide est à une température cryogénique.

8. Procédé selon la revendication 7 où le fluide est choisi dans la liste comprenant He, H₂, Ne, CO, Ar, N₂, O₂, CH₄, CO₂, NO, Kr, Xe ou leur mélange.

30 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la seconde extrémité du régénérateur (4) et la seconde chambre aval (22) sont maintenues sensiblement à température ambiante.

10. Dispositif d'alimentation en fluide à l'état

gazeux d'une installation caractérisée en ce qu'il comprend :

- une partie « froide » (1) comprenant une cavité (18) pour recevoir de manière étanche une extrémité d'un piston (3), afin de constituer une chambre aval (18),
- une partie « chaude » (2), comprenant une cavité (22) pour recevoir de manière étanche une seconde extrémité dudit piston (3), afin de constituer une seconde chambre aval (22),
- ledit piston (3) doté de moyens d'actionnement pour se déplacer dans la cavité (18) de la partie « froide » et dans la cavité de la partie « chaude » (22),
- un régénérateur (4) en communication avec la cavité (18) de la partie « froide » et la cavité de la partie « chaude » (22),
- des moyens d'alimentation (14) de la cavité (18) de la partie « froide » en fluide à l'état liquide,
- des moyens de libération (24) à une pression déterminée d'un fluide à l'état gazeux en communication avec la cavité (22) de la partie « chaude ».

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que les deux extrémités supérieure et inférieure du régénérateur sont maintenues à des températures respectivement supérieure et inférieure à la température d'évaporation du fluide via des canalisations 19, 21 respectives.

12. Dispositif selon la revendication 10 ou 11 caractérisé en ce que les moyens d'alimentation en fluide à l'état liquide de la cavité de la partie « froide » (18) comprennent une chambre (14), en communication par une canalisation (13) avec l'extérieur du dispositif et susceptible d'être reliée à un système d'alimentation (11) en fluide à l'état liquide, un système anti retour (12)

situé dans ladite canalisation (13) entre ladite chambre (14) et l'extérieur du dispositif, un piston (15) doté de moyens d'actionnement pour se déplacer dans ladite chambre (14), un moyen de communication comprenant un système anti-retour entre ladite chambre et la cavité (18) de la partie « froide » (1).

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que les moyens de libération d'un fluide à l'état gazeux en communication avec la cavité (22) de la partie « chaude » comprennent une canalisation (23) reliant cette cavité (22) et l'extérieur du dispositif, et un système anti-retour (24) permettant au fluide de s'échapper de préférence uniquement lorsque la pression est supérieure à la pression aval.

14. Dispositif selon la revendication 13 caractérisé en ce que la canalisation (23) de libération est distincte et indépendante de canalisations (19, 21) de mise en communication du régénérateur (4) avec la cavité de la partie froide (18) et avec la cavité de la partie chaude (22).

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 12 à 14 caractérisé en ce que ledit système anti-retour (12, 17, 24) est un clapet anti-retour.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 15 caractérisé en ce que la partie « froide » (1) est en acier inoxydable et est isolée par une isolation multicouches comprenant par exemple du vide entre couches.

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 16 caractérisé en ce que la partie « chaude » (2) est en cuivre.

18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 17 caractérisé en ce que la partie

« chaude » (2) est entourée d'un système de circulation de fluide, notamment d'air ou d'eau, permettant de la maintenir à température sensiblement constante.

19. Dispositif selon l'une quelconque des
5 revendications 10 à 18 caractérisé en ce que le régénérateur (4) est constitué d'un tube, notamment cylindrique, rempli d'un matériau susceptible d'emmagasiner et de restituer la chaleur et de laisser passer le fluide à l'état liquide et gazeux.

10 20. Dispositif selon la revendication 19 caractérisé en ce que ledit matériau est un empilement de billes d'acier inoxydable.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 20 caractérisé en ce que le piston reçu par les cavités des parties « chaude » et « froide » est en acier inoxydable.

FIG. 1

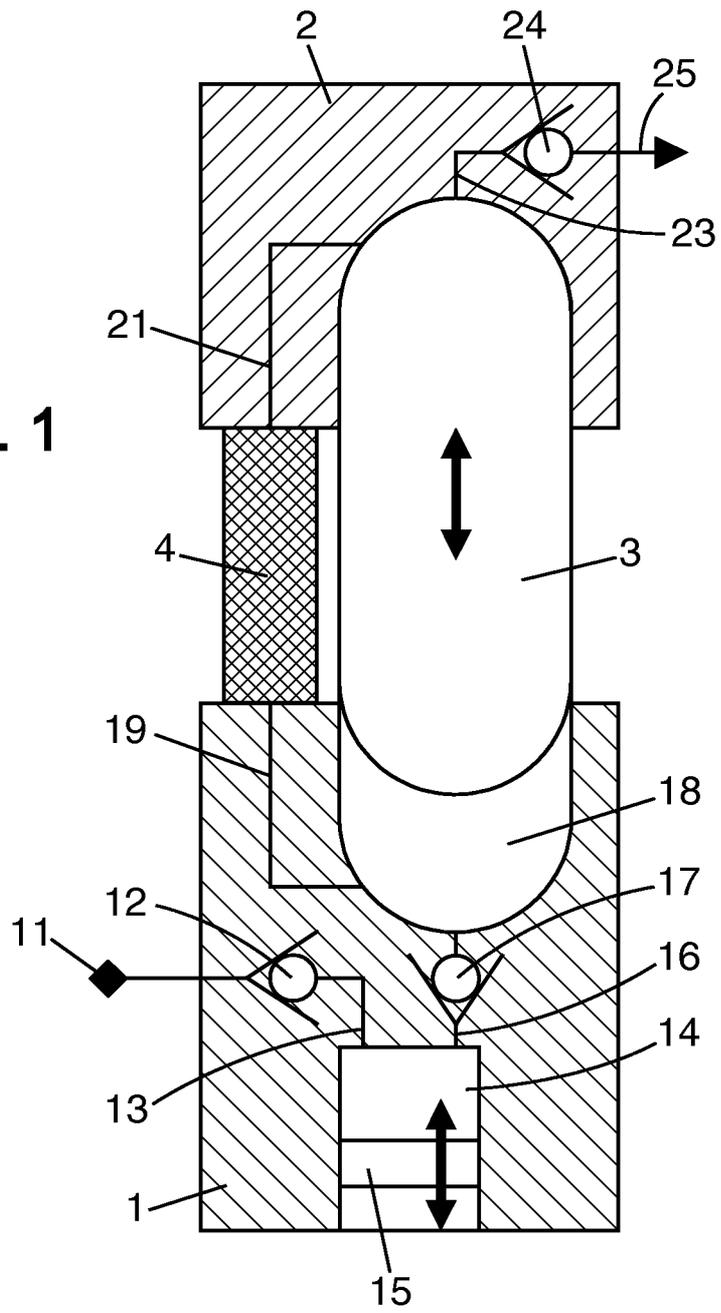


FIG. 2a

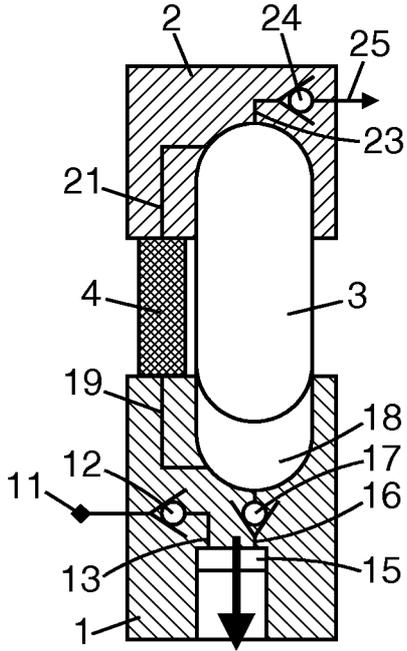


FIG. 2b

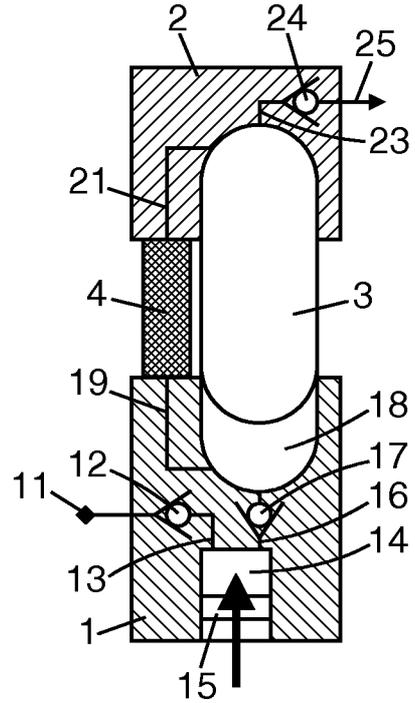


FIG. 2c

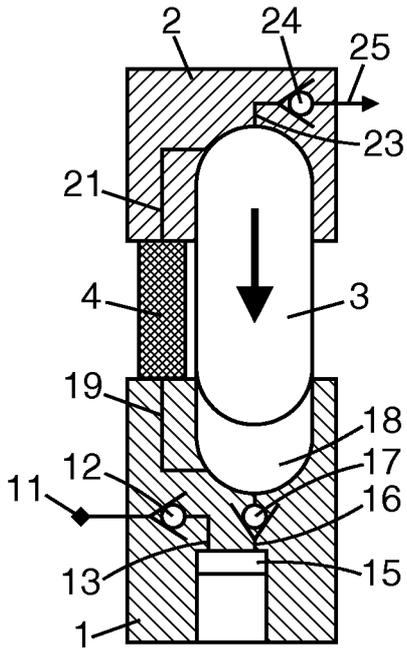


FIG. 2d

