

DESCRIPTION

Titre : Installation de stockage et de traitement d'un gaz issu de l'évaporation d'un liquide cryogénique

La présente invention concerne le domaine du transport et/ou du stockage d'un liquide
5 cryogénique, et plus particulièrement le transport et/ou le stockage d'un gaz préparé à partir de ce liquide cryogénique.

Les hydrocarbures gazeux à température ambiante et à pression atmosphérique sont
liquéfiés à des températures cryogéniques, c'est-à-dire des températures inférieures à
- 60 °C, afin de faciliter leur transport et/ou leur stockage. Les hydrocarbures ainsi
10 liquéfiés, aussi appelés liquides cryogéniques, sont alors placés dans des cuves d'un ouvrage, notamment un ouvrage flottant.

De telles cuves ne sont néanmoins jamais parfaitement isolées thermiquement, de sorte
qu'une évaporation naturelle du liquide cryogénique est inévitable. Le phénomène
d'évaporation naturelle est appelé boil-off en anglais et le gaz issu de cette évaporation
15 naturelle se nomme boil-off gas en anglais, son acronyme étant BOG. Les cuves de l'ouvrage flottant comprennent ainsi à la fois le liquide cryogénique et le gaz issu de l'évaporation naturelle de ce liquide cryogénique.

Une partie du gaz issu de l'évaporation naturelle du liquide cryogénique peut être
utilisée comme carburant pour alimenter au moins un consommateur, tel qu'un moteur,
20 prévu pour pourvoir aux besoins énergétiques ou de fonctionnement de l'ouvrage flottant. Ainsi, il est possible de produire de l'électricité pour des équipements électriques de cet ouvrage.

Le gaz circule jusqu'au consommateur au sein d'une tuyauterie qui présente
généralement un diamètre significatif, un tel diamètre étant adapté pour faciliter et
25 accélérer des opérations de chargement du liquide cryogénique sur l'ouvrage flottant.

Le diamètre important de la tuyauterie entraîne cependant un réchauffement du gaz issu
de l'évaporation du liquide cryogénique lorsque celui-ci est acheminé vers le
consommateur. Le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique atteint alors parfois

des températures qui empêchent l'alimentation du consommateur, notamment parce que ces températures sont incompatibles avec le fonctionnement d'un dispositif de compression disposé en amont du consommateur et destiné à être traversé par le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique.

- 5 Afin d'abaisser la température du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique au sein de la tuyauterie, il est d'usage de pulvériser du liquide cryogénique en provenance des cuves de l'ouvrage flottant. Une telle solution entraîne cependant une augmentation de la quantité de fluide à traiter, et complexifie par ailleurs le matériel nécessaire à l'alimentation du consommateur, notamment en raison de la nécessité de recourir à des
- 10 pompes pour prélever le liquide cryogénique au sein des cuves.

La présente invention vise à pallier cet inconvénient en proposant une installation au sein de laquelle le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique est fourni au consommateur en limitant ainsi son réchauffement lors de sa circulation au sein de la tuyauterie de l'ouvrage flottant.

- 15 La présente invention a ainsi pour principal objet une installation de stockage et de traitement d'un gaz issu de l'évaporation d'un liquide cryogénique, comprenant au moins une cuve configurée pour contenir à la fois le liquide cryogénique et le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique, au moins un consommateur qui consomme un carburant préparé au moins à partir du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique,
- 20 un dispositif de compression haute capacité destiné à être relié à un terminal de stockage du liquide cryogénique et un dispositif de compression basse capacité qui fournit le carburant au consommateur, l'installation de stockage et de traitement comprenant un circuit principal reliant un ciel de la cuve au dispositif de compression haute capacité et un circuit accessoire au moins en partie disposé fluidiquement en parallèle du circuit
- 25 principal, le circuit accessoire étant configuré pour fournir directement le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique au dispositif de compression basse capacité.

L'installation de stockage et de traitement selon l'invention est par exemple intégrée au sein d'un ouvrage flottant. Elle est configurée pour la circulation d'un liquide cryogénique d'une part, et pour la circulation d'un gaz issu de l'évaporation de ce liquide

cryogénique d'autre part, à la fois le liquide cryogénique et le gaz étant stockés au sein d'une ou plusieurs cuves de l'installation de stockage et de traitement. Le liquide cryogénique est plus particulièrement stocké dans un fond de la cuve, le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique étant au contraire stocké dans un ciel de la cuve.

- 5 Un consommateur de l'installation de stockage et de traitement est configuré pour être alimenté à partir de la cuve ; ce consommateur est par exemple alimenté en un carburant sous forme liquide et/ou en un carburant sous forme gazeuse, c'est-à-dire par le liquide cryogénique et/ou par le gaz issu de son évaporation. L'installation de stockage et de traitement comprend au moins deux circuits au sein desquels circule le gaz issu de
- 10 l'évaporation du liquide cryogénique : un circuit principal qui permet de le conduire jusqu'à un dispositif de compression haute capacité et basse pression de décharge relié à un terminal de stockage, et un circuit accessoire qui conduit le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique vers un dispositif basse capacité et haute pression de décharge relié au consommateur. Les deux circuits sont donc tous deux dédiés à l'alimentation en
- 15 gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique d'un dispositif de compression, les dispositifs de compression de chacun des circuits se distinguant par les débits et pressions auxquels ils fonctionnent. Le dispositif de compression basse capacité fonctionne ainsi à des pressions plus importantes que le dispositif de compression haute capacité. Le dispositif de compression basse capacité fonctionne par exemple pour des
- 20 pressions comprises entre 5 et 7 bar abs et des débits de 2 000 à 6 000 m³/h tandis que le dispositif de compression haute capacité fonctionne pour des pressions comprises entre 1,5 et 2,5 bar abs et des débits de 12 000 à 30 000 m³/h.

- Le terminal de stockage est par exemple localisé sur une côte terrestre, tandis que le consommateur est embarqué sur l'ouvrage flottant en mer et participe à son
- 25 alimentation électrique. Ce terminal de stockage permet le stockage de liquide cryogénique et de gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique.

Le circuit principal et le circuit accessoire sont au moins en partie disposés en parallèle l'un de l'autre, c'est-à-dire qu'ils sont au moins partiellement indépendants. On entend ici par « indépendants » que des conduits composant le circuit principal sont distincts de

conduites composant le circuit accessoire. De préférence, le circuit principal et le circuit accessoire sont majoritairement indépendants, c'est-à-dire que la majorité des conduits composant le circuit principal ne participent pas au circuit accessoire.

Le circuit principal est connecté au ciel de la cuve, c'est-à-dire à la portion de la cuve
5 dans laquelle est stocké le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique.

Le circuit accessoire est configuré pour fournir directement le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique au dispositif de compression basse capacité ; on comprend que ce gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique est acheminé vers le dispositif de compression basse capacité en circulant exclusivement dans des conduites. Le circuit
10 accessoire est notamment dépourvu d'échangeur de chaleur. Le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique bénéficie ainsi d'un circuit dédié pour être acheminé jusqu'au consommateur, ce qui permet de limiter son réchauffement lors de sa circulation.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, le circuit principal et le circuit accessoire sont thermiquement indépendants.

15 Ainsi, il n'y a pas d'échanges de calories entre le circuit principal et le circuit accessoire.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, le circuit accessoire est raccordé sur le circuit principal en sortie du ciel de la cuve.

Le circuit accessoire est par exemple raccordé sur le circuit principal en dehors de la cuve, au voisinage du ciel de cuve.

20 Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, l'installation de stockage et de traitement comprend au moins une valve disposée à une séparation entre le circuit principal et le circuit accessoire.

La valve, qui est soit une valve trois voies soit une combinaison de deux valves deux voies, permet d'effectuer le raccordement du circuit accessoire sur le circuit principal. En
25 amont de cette valve, le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique circule au sein d'une canalisation commune au circuit principal et au circuit accessoire, cette canalisation débouchant dans le ciel de cuve.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, le circuit accessoire est directement raccordé sur un dôme gaz de la cuve.

Le dôme gaz correspond à une excroissance de la cuve, disposée vers son extérieur et vers le haut, dans laquelle le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique est présent.

- 5 Lorsque le circuit accessoire est directement raccordé sur le dôme gaz, les raccordements de chacun des circuits à la cuve sont indépendants ; on comprend que le circuit principal et le circuit accessoire ne partagent pas une canalisation s'étendant à partir de la cuve.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, un diamètre nominal des conduits formant le circuit principal est compris entre 300 et 600 mm.

- 10 La dimension des conduits du circuit principal est ainsi adaptée à des opérations de chargement et de déchargement entre l'installation de stockage et de traitement et le terminal de stockage.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, un diamètre nominal des conduites formant le circuit accessoire est compris entre 100 et 250 mm.

- 15 La dimension des conduites du circuit accessoire permet un acheminement rapide du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique vers le dispositif de compression basse capacité et donc vers le consommateur, ce qui limite son réchauffement. Le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique est ainsi fourni au dispositif de compression basse capacité à des pression et température adaptées, ce qui limite les besoins en dispositifs de
20 refroidissement de sa température.

Dans certains modes de réalisation, un diamètre des conduits et/ou des conduites est évolutif, ce diamètre étant plus important à proximité du dispositif de compression qu'à proximité de la cuve.

- 25 Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, le circuit accessoire est isolé thermiquement.

Une telle isolation thermique peut être obtenue en disposant une mousse autour des conduites formant le circuit accessoire. Alternativement, elle peut être obtenue par

isolation sous vide, en plaçant les conduites du circuit accessoire dans des conduites de dimensions supérieures et en faisant le vide entre les deux.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, le circuit principal comprend un point de divergence entre une première branche dédiée à l'alimentation en gaz du
5 dispositif de compression haute capacité et une deuxième branche raccordée au circuit accessoire par l'intermédiaire d'au moins une vanne.

Ce point de divergence constitue une division au sein du circuit principal. Lorsqu'il circule dans le circuit principal, le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique est donc acheminé soit vers le dispositif de compression haute capacité par l'intermédiaire
10 de la première branche, soit vers le circuit accessoire par l'intermédiaire de la deuxième branche.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, la vanne est disposée entre le point de divergence et le dispositif de compression basse capacité.

On comprend que lorsque le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique emprunte
15 la deuxième branche du circuit principal, il est destiné à alimenter le dispositif de compression basse capacité.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, l'installation de stockage et de traitement comprend une branche configurée pour refroidir la deuxième branche à partir de liquide cryogénique prélevé dans la cuve.

20 Cette branche constitue un dispositif de refroidissement de la deuxième branche en amont de la vanne ; elle permet ainsi de refroidir le gaz issu de l'évaporation du liquide ayant circulé au sein de la deuxième branche du circuit principal. La branche débouche par exemple entre la vanne et le dispositif de compression basse capacité.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, l'installation de stockage et de
25 traitement comprend un circuit annexe dédié au remplissage en liquide cryogénique de la cuve, ce circuit annexe étant configuré pour relier le terminal de stockage à une zone de fond de la cuve.

La zone de fond de cuve correspond à une portion la plus basse de la cuve, qui est destinée à recevoir et à stocker le liquide cryogénique. Cette zone de fond de cuve correspond par exemple à un espace situé entre une paroi de fond de la cuve et un plan sensiblement parallèle à la paroi de fond s'étendant à un mètre de distance au-dessus de celle-ci.

L'invention concerne en outre un ouvrage flottant destiné au transport et/ou au stockage de liquide cryogénique et de gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique, comprenant une installation de stockage et de traitement telle qu'évoquée précédemment.

10 D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description qui suit d'une part, et d'exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins annexés d'autre part, sur lesquels :

[Fig. 1] illustre, schématiquement, une installation de stockage et de traitement selon l'invention ;

15 [Fig. 2] représente, selon une vue écorchée, un ouvrage flottant comprenant l'installation de stockage et de traitement de la figure 1.

Les caractéristiques, variantes et les différentes formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres, selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes par rapport aux autres.

20 On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite de manière isolée des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique et/ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.

25 Sur les figures, les éléments communs à plusieurs figures conservent la même référence.

La figure 1 illustre ainsi, schématiquement, une installation de stockage et de traitement 1 selon l'invention, une telle installation de stockage et de traitement 1 étant ici intégrée au sein d'un ouvrage flottant 2, un tel ouvrage flottant 2 étant représenté à la figure 2.

L'installation de stockage et de traitement 1 est configurée pour la circulation de liquide cryogénique LC d'une part et de gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G d'autre part. Le liquide cryogénique LC est stocké dans au moins une cuve 4 de l'installation de stockage et de traitement 1. L'isolation thermique de la cuve 4 n'étant pas parfaite, une partie du liquide cryogénique LC s'évapore naturellement et forme le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G. La cuve 4 comprend donc à la fois le liquide cryogénique LC et le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G, une séparation entre ces deux fluides étant représentée sur la figure 1 par une ligne horizontale en pointillés.

- 10 L'installation de stockage et de traitement 1 présente au moins une cuve 4 destinée au stockage du liquide cryogénique LC et du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G, le liquide cryogénique LC étant par exemple du méthane. L'installation de stockage et de traitement 1 comprend dans le mode de réalisation illustré ici quatre cuves 4. On comprend que la description qui va suivre en relation avec l'une de ces
- 15 quatre cuves 4 est applicable à chacune des autres cuves 4.

La cuve 4 est délimitée par une paroi de fond 6, qui correspond à sa paroi la plus basse. À partir de cette paroi de fond 6 s'étend une zone de fond de cuve, qui correspond par exemple à une zone comprise entre cette paroi de fond 6 et un plan parallèle à celle-ci et disposé à une distance d'un mètre de celle-ci. Au moins la zone de fond de cuve est

20 destinée au stockage du liquide cryogénique LC. Inversement, le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G est stocké dans un ciel de la cuve 4, qui correspond à sa portion la plus haute. Le ciel de la cuve 4 est ici équipé d'un gaz dôme 8, qui est une portion de la cuve 4 par laquelle le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G est prélevé.

- 25 L'installation de stockage et de traitement 1 est reliée à un terminal de stockage 10 situé sur une côte. Une coopération entre l'ouvrage flottant 2 et ce terminal de stockage 10 sera décrite plus en détail par la suite en relation avec la figure 2. Le terminal de stockage 10 permet de stocker à la fois du liquide cryogénique LC et du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G. Plus particulièrement, le gaz issu de l'évaporation du liquide

cryogénique G peut être déchargé depuis la cuve 4 de l'installation de stockage et de traitement 1 vers le terminal de stockage 10, et le liquide cryogénique LC peut être chargé depuis le terminal de stockage 10 vers la cuve 4. Un tel chargement de liquide cryogénique LC du terminal de stockage 10 vers la cuve 4 s'opère par l'intermédiaire
5 d'un circuit annexe 12, ce circuit annexe 12 reliant plus précisément le terminal de stockage 10 à la zone de fond de cuve. On comprend que le circuit annexe 12 est dédié au remplissage en liquide cryogénique LC de la cuve 4.

Le déchargement du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G de la cuve 4, par exemple en vue de la remplir de liquide cryogénique LC, est réalisée grâce à un circuit
10 principal 14. Ce circuit principal 14 permet de relier le ciel de la cuve 4 au terminal de stockage 10.

Le circuit principal 14 débouche dans la cuve 4 ; plus particulièrement, il est raccordé au dôme gaz 8 de cette cuve 4. Le circuit principal 14 comprend au moins un conduit qui s'étend depuis le dôme gaz 8 jusqu'à un dispositif de compression haute capacité 16, un
15 tel dispositif de compression haute capacité 16 étant ainsi interposé entre la cuve 4 et le terminal de stockage 10. Le conduit participant à former le circuit principal 14 et au sein duquel circule le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G a un diamètre compris entre 300 et 600 millimètres. Un échangeur de chaleur peut être disposé sur le
20 conduit du circuit principal 14 entre la cuve 4 et le dispositif de compression haute capacité 16, de sorte à s'assurer qu'une pression et une température du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G sont adéquates pour alimenter ce dispositif de compression haute capacité 16.

Dans certains modes de réalisation et tel que cela est visible à la figure 1, le circuit principal 14 comprend un point de divergence 18, qui consiste en une séparation entre
25 une première branche 20 du circuit principal 14 et une deuxième branche 22 de ce circuit principal 14. La première branche 20 correspond à la portion du circuit principal 14 destinée à alimenter le dispositif de compression haute capacité 16, tel que cela a été décrit ci-avant. À l'inverse, la deuxième branche 22 est destinée à alimenter un dispositif de compression basse capacité 24 de l'installation de stockage et de traitement 1, ce

dispositif de compression basse capacité 24 étant disposé entre la cuve 4 et un consommateur 26 de l'installation de stockage et de traitement 1.

Le consommateur 26 est par exemple un moteur, et plus précisément une génératrice électrique de type DFDE (dual fuel diesel electric), c'est-à-dire un consommateur visant à assurer l'alimentation électrique de l'ouvrage flottant 2. Le consommateur 26 est configuré pour pouvoir utiliser comme carburant à la fois du liquide cryogénique LC et du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G, de façon alternative ; on comprend que selon son mode de fonctionnement, le consommateur 26 peut être alimenté soit par du liquide cryogénique LC, soit par du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G.

Lorsque le consommateur 26 utilise du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G comme carburant, ce gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G peut être acheminé jusqu'à lui par l'intermédiaire d'un circuit accessoire 28 de l'installation de stockage et de traitement 1. Selon les modes de réalisation, le consommateur 26 est ainsi alimenté en gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G soit uniquement par le circuit accessoire 28, soit à la fois par ce circuit accessoire 28 et par la deuxième branche 22 du circuit principal 14 lorsque ce circuit principal 14 présente un point de divergence 18, soit uniquement par cette deuxième branche 22.

Le circuit accessoire 28 est constitué par au moins une conduite. Cette conduite présente des dimensions inférieures au conduit du circuit principal 14, de sorte à permettre un acheminement plus rapide du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G au dispositif de compression basse capacité 24 et au consommateur 26 que si ce gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G empruntait le circuit principal 14. Un acheminement plus rapide du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G permet de limiter des pertes de charges et son refroidissement, et donc de le fournir au dispositif de compression basse capacité 24 à une température et à une pression qui sont toutes deux adaptées au fonctionnement de ce dispositif de compression basse capacité 24. À cet effet, la conduite du circuit accessoire 28 présente par exemple un diamètre compris entre 100 et 250 millimètres.

Le circuit accessoire 28 est en outre isolé thermiquement. Une telle isolation thermique du circuit accessoire 28 consiste par exemple en un tube de mousse disposé autour de sa conduite. Alternativement, l'isolation thermique résulte d'une isolation sous vide, la conduite du circuit accessoire 28 étant pour ce faire disposée dans une conduite de

5 diamètre supérieur dans laquelle on applique un vide. Dans ce cas, la conduite du circuit accessoire 28 et la conduite de diamètre supérieur sont agencées de façon concentrique, la conduite de diamètre supérieur entourant la conduite du circuit accessoire 28 au sein de laquelle circule le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G.

Tel que cela est illustré dans la variante de réalisation représentée à la figure 1, le circuit

10 accessoire 28 est raccordé sur le circuit principal 14 en sortie du ciel de la cuve 4. Plus particulièrement, le circuit principal 14 est raccordé au dôme gaz 8, le circuit accessoire 28 étant branché sur le circuit principal 14 au voisinage de ce dôme gaz 8. On comprend ainsi que le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G destiné à être acheminé au dispositif de compression basse capacité 24 et au consommateur 24 circule

15 dans un conduit du circuit principal 14 avant d'emprunter le circuit accessoire 28. Le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G, qu'il soit destiné au dispositif de compression basse capacité 24 ou au dispositif de compression haute capacité 16, circule au moins partiellement au sein du circuit principal 14. En d'autres termes, le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G emprunte une même canalisation 30 raccordée

20 au dôme gaz 8 indépendamment de son dispositif de compression 16, 24 de destination. Le raccordement entre le circuit principal 14 et le circuit accessoire 28 s'effectue par le biais d'une valve, ici une valve trois voies 32, qui est disposée à une séparation entre ces deux circuits 14, 28. La valve trois voies 32 est ainsi disposée sur la canalisation commune 30. Alternativement, la valve trois voies 32 pourrait être remplacée par deux

25 valves deux voies.

On pourrait cependant envisager, sans sortir du cadre de l'invention et bien que cela ne soit pas représenté sur les figures, des variantes de réalisation dans lesquelles le circuit accessoire 28 est directement raccordé au dôme gaz 8, c'est-à-dire que ce circuit accessoire 28 est indépendant du circuit principal 16 au voisinage de la sortie du ciel de

cuve 4. Dans ces variantes de réalisation, le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G n'emprunte pas de canalisation commune 30 au circuit principal 14 et au circuit accessoire 16.

Il résulte de ce qui précède que le circuit principal 14 et le circuit accessoire 28 sont, au moins en partie, disposés en parallèle l'un de l'autre. On comprend que les conduits du circuit principal 14 sont distincts des conduites du circuit accessoire 28 sur au moins une portion de l'installation de stockage et de traitement 1 entre la cuve 4 et l'un des dispositifs de compression 16, 24. Le circuit principal 14 et le circuit accessoire 28 sont en parallèle soit à partir du dôme gaz 8 de la cuve 4, pour les variantes de réalisation où chacun des deux circuits 14, 28 est raccordé directement à ce dôme gaz 8, soit à partir de la valve trois voies 32 lorsque les circuits 14, 28 présentent la canalisation commune 30 comme c'est le cas sur la figure 1. Similairement, le circuit principal 14 et le circuit accessoire 28 sont en parallèle soit pour le reste de l'installation de stockage et de traitement 1, soit jusqu'au point de divergence 18 lorsque le circuit principal 14 présente la première branche 20 et la deuxième branche 22.

Pour les modes de réalisation dans lesquels le circuit principal 14 se divise entre la première branche 20 et la deuxième branche 22, une vanne, par exemple une vanne trois voies 34, est disposée entre la deuxième branche 22 et le circuit accessoire 28. On comprend que cette vanne trois voies 34 constitue un point de jonction entre la deuxième branche 22 et le circuit accessoire 28, qui permet au circuit principal 14 d'alimenter en gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G le consommateur 26. La vanne trois voies 34 est à cet effet disposée entre le point de divergence 18 et le dispositif de compression basse capacité 24. Alternativement, la vanne pourrait comprendre deux vannes deux voies.

Tel que cela a été évoqué précédemment, le circuit principal 14 est formé d'au moins un conduit présentant un diamètre plus important qu'une conduite participant à former le circuit accessoire 28. Afin de s'assurer que le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G acheminé par le circuit principal 14 est fourni au dispositif de compression basse capacité 24 à une température et à une pression adaptées,

l'installation de stockage et de traitement 1 comprend une branche 36 qui refroidit la deuxième branche 22 à l'aide du liquide cryogénique LC en amont de la vanne trois voies 34. Cette branche 36 s'étend plus précisément entre une première extrémité raccordée sur la deuxième branche 22 au voisinage de la vanne trois voies 34, et une

5 deuxième extrémité débouchant dans la cuve 4. L'extrémité débouchant dans la cuve 4 est par exemple disposée au voisinage de la paroi de fond 6, au sein de la zone de fond de cuve. Cette deuxième extrémité est ici équipée d'une pompe 38, cette pompe 38 permettant d'aspirer le liquide cryogénique LC pour l'acheminer jusqu'à la deuxième

10 branche 22. La branche 36 a pour objet de refroidir, grâce à ce liquide cryogénique LC, le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G ayant circulé au sein du circuit principal 14 et de sa deuxième branche 22. Pour ce faire, un échangeur thermique est positionné entre la deuxième branche 22 et la branche 36, chacune de ces branches 22, 36 constituant une passe de l'échangeur thermique.

Bien que cela ne soit pas illustré sur les figures, le circuit principal 14 peut, comme cela a

15 été évoqué ci-avant, comporter un échangeur de chaleur distinct de l'échangeur thermique. Cet échangeur de chaleur est alors destiné à adapter la température du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G circulant au sein du circuit principal 14 pour le fournir au dispositif de compression haute capacité 16 à une température et à une pression requises pour un bon fonctionnement de ce dispositif de compression

20 haute capacité 16. Un tel échangeur de chaleur est ainsi disposé entre la cuve 4 et le dispositif de compression haute capacité 16, le cas échéant entre la valve trois voies 32 et le dispositif de compression haute capacité 16.

Inversement, le circuit accessoire 24 est dépourvu d'échangeur de chaleur. Il est ainsi raccordé directement au dispositif de compression basse capacité 24, soit à partir du

25 dôme gaz 8 soit à partir de la valve trois voies 32. Ainsi, le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G circulant au sein du circuit accessoire 24 n'a pas vocation à gagner des calories autres que celles qui résulteraient éventuellement de sa circulation au sein de la conduite du circuit accessoire 28, un tel gain de calories étant en outre limité par l'isolation thermique susmentionnée du circuit accessoire 28. On comprend ici

qu'aucun dispositif d'échange thermique n'est disposé sur le circuit accessoire 28.

Notamment, le circuit principal 14 et le circuit accessoire 28 sont thermiquement indépendants. Il n'y a pas d'échanges de calories entre ces deux circuits 14, 28 ; à titre d'exemple, le circuit principal 14 et le circuit accessoire 28 ne constituent pas les passes
5 d'un échangeur de chaleur qui serait disposé entre ces deux circuits 14, 18.

La mise en œuvre du dispositif de compression haute capacité 16 et la mise en œuvre du dispositif de compression basse capacité 24 sont fonction de l'opération réalisée par l'installation de stockage et de traitement 1. Le dispositif de compression haute capacité 16 et le dispositif de compression basse capacité 24 sont par exemple tous deux disposés
10 dans une même zone de l'ouvrage flottant 2, par exemple une salle de compression de cet ouvrage flottant 2.

Lorsqu'une opération de chargement et/ou de déchargement réalisée au sein de l'installation de stockage et de traitement 1 consiste en un déchargement de gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G vers le terminal de stockage 10, le dispositif de
15 compression haute capacité 16 est en fonctionnement. En d'autres termes, le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G contenu dans la cuve 4 est acheminé vers le terminal de stockage 10 par l'intermédiaire du circuit principal 14 et donc via le dispositif de compression haute capacité 16.

Au cours du déchargement du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G vers le
20 terminal de stockage 10, le dispositif de compression basse capacité 24 peut également être mis en œuvre, par exemple pour alimenter le consommateur 26 en vue de maintenir les fonctions électriques de l'ouvrage flottant 2. Le dispositif de compression basse capacité 24 et le consommateur 26 sont à cet effet alimentés de façon indifférente soit par le circuit principal 14, soit par le circuit accessoire 28, soit par ces deux circuits 14,
25 28 pour les modes de réalisation où le circuit principal 14 comprend la deuxième branche 22 qui rejoint le circuit accessoire 28.

Une telle opération de déchargement du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G peut être simultanée ou préalable à une opération de chargement de liquide cryogénique LC du terminal de stockage 10 vers la cuve 4 de l'installation de stockage et

de traitement 1, cette opération de chargement faisant alors intervenir le circuit annexe 12.

En dehors des opérations de chargement et/ou de déchargement, c'est-à-dire notamment lorsque l'ouvrage flottant 2 effectue un voyage en mer, le dispositif de compression haute capacité 16 est à l'arrêt puisqu'il n'est plus en communication fluide avec le terminal de stockage 10. Lors d'un tel voyage en mer, seul le dispositif de compression basse capacité 24 est mis en œuvre. Ce dispositif de compression basse capacité 24 est de préférence alimenté par le circuit accessoire 28, mais dans certains modes de réalisation à la fois le circuit principal 14 et le circuit accessoire 28 alimentent le consommateur 26 via le dispositif de compression basse capacité 24.

La figure 2 représente l'ouvrage flottant 2 comprenant la cuve 4, qui est étanche et thermiquement isolée. Elle est de forme générale prismatique et est montée dans une double coque 40 de l'ouvrage flottant 2, qui peut être un navire ou une plateforme flottante. Une paroi de la cuve 4 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le liquide cryogénique LC contenu dans la cuve 4, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 40 du navire, et deux barrières thermiquement isolantes agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 40. Dans une version simplifiée, l'ouvrage flottant 2 comporte une simple coque.

Des canalisations de chargement/déchargement 42 disposées sur un pont supérieur de l'ouvrage flottant 2 peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, au terminal de stockage 10 pour transférer une cargaison de liquide cryogénique LC et/ou de gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G depuis ou vers la cuve 4. On comprend que dans le cas du chargement de liquide cryogénique LC depuis le terminal de stockage 10 vers la cuve 4 de l'ouvrage flottant 2, ces canalisations de chargement/déchargement 42 correspondent au circuit annexe 12, tandis que dans le cas du déchargement de gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G depuis l'ouvrage

flottant 2 vers le terminal de stockage 10, les canalisations de chargement/de déchargement 42 correspondent au circuit principal 14.

- La figure 2 illustre également le terminal de stockage 10 comportant un poste de chargement et/ou de déchargement 44, une conduite sous-marine 46 et une installation à terre 48. Le poste de chargement et/ou de déchargement 44 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 50 et une tour 52 qui supporte le bras mobile 50. Le bras mobile 50 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 54 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 42. Le bras mobile 50 est orientable et s'adapte à tous les gabarits d'ouvrage flottant 2. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 52. Le poste de chargement et/ou de déchargement 44 permet le chargement et/ou le déchargement de l'ouvrage flottant 2 depuis ou vers le terminal de stockage 10, qui comprend des cuves de stockage 56 du liquide cryogénique LC et/ou du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G ainsi que des conduites de liaison 58 reliées par la conduite sous-marine 46 au poste de chargement et/ou de déchargement 44. La conduite sous-marine 46 permet le transfert du liquide cryogénique LC et/ou du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G entre le poste de chargement et/ou de déchargement 44 et l'ouvrage flottant 2 sur une grande distance, par exemple cinq kilomètres, ce qui permet de garder l'ouvrage flottant 2 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et/ou de déchargement.
- Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du liquide cryogénique LC et/ou du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique G, on met en œuvre des pompes embarquées dans l'ouvrage flottant 2 et/ou des pompes équipant l'installation à terre 48 et/ou des pompes équipant le poste de chargement et de déchargement 44.

- Les exemples ont été décrits pour un ouvrage flottant 2 ; cependant, ils sont aussi applicables à un ouvrage terrestre.

La présente invention propose ainsi une installation de stockage et de traitement au sein de laquelle du gaz issu de l'évaporation d'un liquide cryogénique est acheminé jusqu'à un consommateur de l'installation de stockage et de traitement par un circuit dédié, limitant ainsi les pertes de charge de ce gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique.

La présente invention ne saurait toutefois se limiter aux moyens et configurations décrits et illustrés ici et elle s'étend également à tout moyen et toute configuration équivalents ainsi qu'à toute combinaison techniquement opérante de tels moyens.

REVENDICATIONS

1. Installation de stockage et de traitement d'un gaz issu de l'évaporation d'un liquide cryogénique (G), comprenant au moins une cuve (4) configurée pour contenir à la fois le liquide cryogénique (LC) et le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique (G), au moins un consommateur (26) qui consomme un carburant préparé au moins à partir du gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique (G), un dispositif de compression haute capacité (16) destiné à être relié à un terminal de stockage (10) du liquide cryogénique (LC) et un dispositif de compression basse capacité (24) qui fournit le carburant au consommateur (26), l'installation de stockage et de traitement comprenant un circuit principal (14) reliant un ciel de la cuve (4) au dispositif de compression haute capacité (16) et un circuit accessoire (28) au moins en partie disposé fluidiquement en parallèle du circuit principal (14), le circuit accessoire (28) étant configuré pour fournir directement le gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique (G) au dispositif de compression basse capacité (24).
2. Installation de stockage et de traitement selon la revendication précédente, dans laquelle le circuit principal (14) et le circuit accessoire (28) sont thermiquement indépendants.
3. Installation de stockage et de traitement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le circuit accessoire (28) est raccordé sur le circuit principal (14) en sortie du ciel de la cuve (4).
4. Installation de stockage et de traitement selon la revendication précédente, comprenant au moins une valve (32) disposée à une séparation entre le circuit principal (14) et le circuit accessoire (28).
5. Installation de stockage et de traitement selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans laquelle le circuit accessoire (28) est directement raccordé sur un dôme gaz (8) de la cuve (4).
6. Installation de stockage et de traitement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle un diamètre nominal des conduits formant le circuit principal (14) est compris entre 300 et 600 mm.

7. Installation de stockage et de traitement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle un diamètre nominal des conduites formant le circuit accessoire (28) est compris entre 100 et 250 mm.
8. Installation de stockage et de traitement selon l'une quelconque des
5 revendications précédentes, dans laquelle le circuit accessoire (28) est isolé thermiquement.
9. Installation de stockage et de traitement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le circuit principal (14) comprend un point de divergence (18) entre une première branche (20) dédiée à l'alimentation en gaz issu de
10 l'évaporation du liquide cryogénique (G) du dispositif de compression haute capacité (16) et une deuxième branche (22) raccordée au circuit accessoire (28) par l'intermédiaire d'au moins une vanne (34).
10. Installation de stockage et de traitement selon la revendication précédente, dans laquelle la vanne (34) est disposée entre le point de divergence (18) et le dispositif de
15 compression basse capacité (24).
11. Installation de stockage et de traitement selon l'une quelconque des revendications précédentes en combinaison avec la revendication 9, comprenant une branche (36) configurée pour refroidir la deuxième branche (22) à partir de liquide cryogénique (LC) prélevé dans la cuve (4).
- 20 12. Installation de stockage et de traitement selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un circuit annexe (12) dédié au remplissage en liquide cryogénique (LC) de la cuve (4), ce circuit annexe (12) étant configuré pour relier le terminal de stockage (10) à une zone de fond de la cuve (4).
13. Ouvrage flottant (2) destiné au transport et/ou au stockage de liquide
25 cryogénique (LC) et de gaz issu de l'évaporation du liquide cryogénique (G), comprenant une installation de stockage et de traitement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.