

Description

Titre : Système d'alimentation en gaz d'au moins un appareil consommateur de gaz équipant un navire

La présente invention concerne le domaine des navires dont le ou les moteurs est/sont
5 alimenté(s) par du gaz naturel et qui permettent en outre de contenir et/ou transporter ce gaz naturel liquéfié.

De tels navires comprennent ainsi classiquement une cuve qui contient du gaz naturel à l'état liquide. Le gaz naturel est liquide à des températures inférieures à -162°C, à pression atmosphérique. Ces cuves ne sont jamais parfaitement isolées thermiquement
10 de sorte que le gaz naturel s'y évapore au moins partiellement. Ainsi, ces cuves comprennent à la fois du gaz naturel sous une forme liquide et du gaz naturel sous forme gazeuse. Ce gaz naturel sous forme gazeuse forme le ciel de cuve et la pression de ce ciel de cuve doit être contrôlée afin de ne pas endommager la cuve. De façon connue, au moins une partie du gaz naturel présent dans la cuve sous forme gazeuse est ainsi utilisée
15 pour alimenter, entre autres, le ou les moteurs du navire.

Toutefois, lorsque le navire est à l'arrêt, la consommation de gaz naturel gazeux par ces moteurs est nulle, ou quasiment nulle, le gaz naturel présent à l'état gazeux dans la cuve n'étant plus consommé par ces moteurs. Des systèmes de reliquéfaction qui permettent de condenser le gaz naturel évaporé présent dans la cuve sont ainsi mis en place sur le
20 navire, afin de le renvoyer vers cette cuve, à l'état liquide.

Les systèmes d'alimentation des moteurs et de reliquéfaction du gaz qui ne peut être envoyé vers ces moteurs actuellement utilisés sont très coûteux. Notamment, certains éléments constitutifs de ces systèmes d'alimentation sont prévus en double afin d'assurer une redondance, c'est-à-dire assurer une alimentation continue des moteurs, même en
25 cas de défaillance de l'un de ces éléments. C'est par exemple le cas des dispositifs de compression qui permettent de comprimer le gaz à des pressions compatibles avec les besoins des moteurs. La présente invention vise à résoudre cet inconvénient en proposant un système de traitement du gaz comprenant moins de composants que les

systèmes actuels, permettant ainsi de réduire les coûts de mise en œuvre de tels systèmes, tout en étant au moins aussi performant.

Un objet de la présente invention concerne ainsi un système d'alimentation en gaz d'au moins un appareil consommateur de gaz équipant un navire, le système d'alimentation

5 comprenant au moins :

- une ligne d'alimentation en gaz de l'au moins un appareil consommateur de gaz configurée pour être parcourue par du gaz prélevé à l'état liquide dans une cuve et soumis à une pression inférieure à une pression du gaz dans un ciel de cuve,
- un premier organe de compression configuré pour comprimer le gaz issu de la ligne
- 10 d'alimentation en gaz de l'au moins un appareil consommateur de gaz,
- un deuxième organe de compression.

Selon l'invention, le premier organe de compression et le deuxième organe de compression compriment alternativement du gaz à l'état gazeux issu de la ligne d'alimentation en gaz et du gaz prélevé à l'état gazeux dans un ciel de la cuve.

De manière avantageuse, le premier organe de compression et le deuxième organe de compression sont configurés pour alimenter indépendamment l'au moins un appareil consommateur de gaz. On comprend ici que les deux organes de compression sont configurés pour assurer l'alimentation en gaz comprimé de l'appareil consommateur de gaz. Les deux organes de compression sont ainsi redondants l'un par rapport à l'autre.

Le navire comprend la cuve configurée pour contenir le gaz liquéfié. On entend par « ciel de la cuve » une portion de la cuve dans laquelle s'accumule du gaz à l'état gazeux généré par une évaporation naturelle du gaz présent à l'état liquide dans le reste de la cuve. On entend par « fond de la cuve » une portion de la cuve qui s'étend depuis une paroi de fond de cette cuve et un plan parallèle à cette paroi de fond et agencé, au

20 maximum, à 20% d'une hauteur totale de la cuve, cette hauteur totale étant mesurée selon une droite perpendiculaire à la paroi de fond de la cuve entre deux extrémités

25 opposées de cette cuve, le long de cette droite. Avantageusement, le plan parallèle à la

paroi de fond qui participe à délimiter le « fond de la cuve » peut être agencé à 10% de la hauteur totale de la cuve.

5 L'au moins un appareil consommateur de gaz évaporé peut par exemple être une génératrice électrique de type DFDE (Dual Fuel Diesel Electric), c'est-à-dire un appareil consommateur de gaz configuré pour assurer l'alimentation électrique du navire, ou un moteur de propulsion du navire, tel qu'un moteur ME-GI ou XDF. Il est entendu qu'il ne s'agit que d'un exemple de réalisation de la présente invention et qu'on pourra prévoir l'installation d'appareils consommateurs de gaz différents sans sortir du contexte de la présente invention.

10 Selon l'invention, l'au moins un appareil consommateur de gaz permet avantageusement de consommer, au moins en partie, le gaz présent à l'état gazeux dans le ciel de cuve et ainsi éviter que celui-ci s'accumule dans la cuve, ce qui entraînerait une augmentation de la pression subie par la cuve, pouvant, à termes, endommager cette cuve.

15 Selon l'invention, le premier organe de compression et le deuxième organe de compression sont interchangeables pour l'alimentation de l'au moins un appareil consommateur de gaz. En d'autres termes, le premier organe de compression et le deuxième organe de compression sont tous deux adaptés pour comprimer le gaz à l'état gazeux à des pressions similaires et compatibles avec les besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz. De la sorte, si l'un des deux organes de compression est
20 défaillant, l'autre peut prendre le relais et ainsi assurer une alimentation continue de l'au moins un appareil consommateur de gaz tout en maintenant une pression acceptable dans la cuve, c'est-à-dire une pression qui ne risque pas d'endommager cette cuve, à moindre coût.

25 C'est ainsi que le premier organe de compression et le deuxième organe de compression sont tous deux configurés pour comprimer le gaz issu de la ligne d'alimentation d'une pression inférieure à une pression du gaz présent dans le ciel de la cuve jusqu'à une pression supérieure ou égale à cette pression du gaz dans le ciel de cuve. Chacun des organes de compression est ainsi en mesure d'aspirer dans la ligne d'alimentation quand celle-ci est en dépression, c'est-à-dire soumise à une pression inférieure à la pression du

gaz présent dans le ciel de cuve, grâce à une détente opérée en amont de cette ligne d'alimentation. Selon un exemple d'application de l'invention, la pression du gaz dans le ciel de cuve est égale, ou sensiblement égale à 1,1 bar.

5 Selon une caractéristique de la présente invention, le système comprend au moins un échangeur de chaleur configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz qui circule dans la ligne d'alimentation et du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve. Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'échangeur de chaleur peut par exemple être équipé d'au moins une première passe configurée pour être alimentée par le gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve du navire et au moins une deuxième passe
10 configurée pour être alimentée par le gaz soumis à une pression inférieure à la pression du gaz dans un ciel de cuve. Autrement dit, selon ce mode de réalisation, la deuxième passe de l'échangeur de chaleur participe à former la ligne d'alimentation.

Le système selon ce mode de réalisation de la présente invention comprend au moins une première pompe configurée pour alimenter la première passe de l'échangeur de
15 chaleur, une deuxième pompe configurée pour alimenter la deuxième passe de l'échangeur de chaleur, au moins un moyen de détente étant agencé sur la ligne d'alimentation entre la deuxième pompe et la deuxième passe de l'échangeur de chaleur.

Selon un autre mode de réalisation de la présente invention, l'échangeur de chaleur est équipé d'une unique passe qui participe à former la ligne d'alimentation et cet échangeur
20 de chaleur est agencé dans la cuve, c'est-à-dire au contact du gaz liquide contenu dans cette cuve. Selon cet autre mode de réalisation de la présente invention, un échange de chaleur s'opère donc entre le gaz soumis à une pression inférieure à la pression du gaz dans le ciel de cuve qui circule dans la première passe de l'échangeur de chaleur et le gaz présent à l'état liquide dans la cuve avec lequel l'échangeur de chaleur est en contact.

25 Selon un mode de fonctionnement du système selon l'invention, le premier organe de compression et le deuxième organe de compression aspirent le gaz prélevé dans le ciel de cuve. Selon ce mode de fonctionnement, le premier organe de compression et le deuxième organe de compression sont configurés pour comprimer le gaz jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz.

- Alternativement, un appareil de détente peut être agencé en aval du premier organe de compression et du deuxième organe de compression, cet appareil de détente étant configuré pour réduire la pression du gaz comprimé par le premier et/ou le deuxième organe de compression jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'au moins un
- 5 appareil consommateur de gaz. Autrement dit, selon cette alternative, le gaz est comprimé à une pression supérieure à la pression compatible avec les besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz, puis le gaz subit une détente, c'est-à-dire une diminution de sa pression jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'au moins
- 10 appareil consommateur de gaz.
- Selon une caractéristique de la présente invention, le système d'alimentation comprend en tant qu'organe de compression uniquement le premier organe de compression et le deuxième organe de compression.
- Le système d'alimentation selon l'invention peut comprendre également au moins un système de reliquéfaction du gaz comprimé par le premier organe de compression et/ou
- 15 par le deuxième organe de compression. Un tel système de reliquéfaction permet avantageusement de recycler le gaz à l'état gazeux qui n'est pas consommé par l'au moins un appareil consommateur de gaz en le condensant, puis en le renvoyant dans la cuve.
- Selon un mode de réalisation de la présente invention, le système de reliquéfaction comprend au moins un premier échangeur thermique équipé d'au moins une première
- 20 passe configurée pour être parcourue par du gaz comprimé par le premier organe de compression et/ou par le deuxième organe de compression et d'au moins une deuxième passe configurée pour être parcourue par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de la cuve. Autrement dit, on comprend que le premier échangeur thermique de ce système de reliquéfaction est configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz comprimé
- 25 par le premier organe de compression et/ou par le deuxième organe de compression et du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de la cuve. Par exemple, le système de reliquéfaction peut également comprendre au moins un deuxième échangeur thermique configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz comprimé qui quitte le premier échangeur thermique et du gaz prélevé dans la cuve à l'état liquide. En d'autres termes,

ce deuxième échangeur thermique comprend au moins un première passe configurée pour être alimentée par le gaz comprimé qui quitte le premier échangeur thermique et au moins une deuxième passe configurée pour être alimentée par le gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve.

- 5 Selon une caractéristique de ce mode de réalisation de la présente invention, au moins un premier conduit est agencé entre la première pompe et la première passe de l'échangeur de chaleur et au moins un conduit supplémentaire est agencé entre le premier conduit et le deuxième échangeur thermique, au moins une première vanne de régulation étant agencée sur ce conduit supplémentaire. En d'autres termes, on
- 10 comprend que la première pompe est configurée pour alimenter, au moins, la première passe de l'échangeur de chaleur et le deuxième échangeur thermique du système de reliquéfaction.

- La première vanne de régulation agencée sur le conduit supplémentaire, c'est-à-dire en amont du deuxième échangeur thermique par rapport à un sens de circulation du gaz
- 15 dans ce conduit supplémentaire, est configurée pour prendre une position ouverte dans laquelle elle autorise la circulation de gaz liquide dans le conduit supplémentaire et une position fermée dans laquelle elle interdit la circulation de gaz dans ce conduit supplémentaire. Il est entendu qu'il ne s'agit que d'un exemple de réalisation et que l'on pourra prévoir que la deuxième pompe n'alimente que la première passe de l'échangeur
- 20 de chaleur et qu'une troisième pompe soit mise en place pour alimenter le deuxième échangeur thermique sans sortir du contexte de la présente invention.

- Alternativement, le système de reliquéfaction est dépourvu du deuxième échangeur thermique et le gaz comprimé qui quitte le premier échangeur thermique en renvoyé directement dans la cuve par exemple par l'intermédiaire d'un organe de bullage disposé
- 25 au fond de la cuve. Selon cette alternative, le gaz issu du premier échangeur thermique est alors libéré sous forme de bulles qui se condensent au contact du gaz présent à l'état liquide dans la cuve.

Il est entendu qu'il ne s'agit que d'exemples de réalisation et que tout autre système de reliquéfaction compatible avec l'invention pourra être envisagé.

Selon une caractéristique de la présente invention, le premier organe de compression est configuré pour être alimenté par du gaz présentant une pression comprise entre 0,35 et 0,7 bar et pour comprimer ce gaz jusqu'à une pression comprise entre 2 bar et 13 bar et dans lequel le deuxième organe de compression est configuré pour être alimenté par du gaz présentant une pression équivalente à 1 bar et pour le comprimer jusqu'à une pression comprise entre 5 bar et 20 bar.

Selon un premier exemple de réalisation de la présente invention, au moins une canalisation est agencée entre le ciel de cuve et une entrée intermédiaire du premier organe de compression, au moins un organe de régulation étant agencé sur cette au moins une canalisation.

Par exemple, l'organe de régulation peut être une vanne tout ou rien, c'est-à-dire une vanne configurée pour prendre une position ouverte dans laquelle elle permet la circulation du gaz dans la canalisation et une position fermée dans laquelle elle bloque la circulation de gaz dans cette canalisation.

Selon ce premier exemple de réalisation, le premier organe de compression comprend au moins une entrée principale par laquelle il est alimenté par le gaz issu de la ligne d'alimentation et au moins l'entrée intermédiaire par laquelle il est alimenté en gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve. Autrement dit, on comprend que le premier organe de compression est adapté pour être alimenté, alternativement ou simultanément, en gaz évaporé et en gaz prélevé directement à l'état gazeux dans le ciel de la cuve.

Ainsi, selon ce premier exemple de réalisation, si le deuxième organe de compression est défaillant, l'organe de régulation autorise le passage du gaz dans la canalisation de sorte que le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve puisse être comprimé par le premier organe de compression afin d'être envoyé vers l'au moins un appareil consommateur de gaz. Selon ce premier exemple de réalisation, le deuxième organe de compression est configuré pour alimenter l'au moins un appareil consommateur de gaz en gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve. Autrement dit, quel que soit l'organe de compression sur lequel survient une panne, l'alimentation de l'au moins un appareil consommateur

de gaz par le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve est assurée, et ainsi, la pression dans la cuve est maintenue à une valeur acceptable pour cette cuve.

Selon un deuxième exemple de réalisation de la présente invention, le premier organe de compression et le deuxième organe de compression sont montés en série l'un par rapport à l'autre. Selon ce deuxième exemple de réalisation, au moins une première conduite est agencée entre une sortie du premier organe de compression et une entrée du deuxième organe de compression, au moins un moyen de régulation de pression étant agencé sur cette au moins une première conduite. Par exemple, le moyen de régulation de pression peut être un organe de détente, c'est-à-dire un organe configuré pour réduire une pression du gaz qui circule dans cette première conduite. Avantagement, cela permet au premier organe de compression de comprimer le gaz évaporé par l'échangeur de chaleur avec un écart de pression suffisant pour assurer son bon fonctionnement et limiter son usure. Le gaz ainsi comprimé par le premier organe de compression est ensuite détendu par le moyen de régulation de pression avant d'être comprimé par le deuxième organe de compression jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz.

Selon ce deuxième exemple de réalisation, le premier organe de compression est par exemple configuré pour être alimenté par du gaz présentant une pression comprise entre 0,35 bar et 0,7 bar et pour le comprimer jusqu'à une pression comprise entre 2 bar et 6 bar, et le deuxième organe de compression est quant à lui configuré pour être alimenté par du gaz présentant une pression équivalente, ou sensiblement équivalente, à 1 bar et pour le comprimer jusqu'à une pression comprise entre 5 bar et 20 bar.

Alternativement, cette série de compressions comprime le gaz jusqu'à une pression supérieure aux besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz et au moins un appareil de détente est agencé entre le deuxième organe de compression et l'au moins un appareil consommateur de gaz, cet appareil de détente étant alors configuré pour réduire la pression du gaz comprimé par le premier organe de compression et par le deuxième organe de compression jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz.

Selon le deuxième exemple de réalisation de la présente invention, au moins une deuxième conduite peut être agencée entre une sortie de la deuxième passe du premier échangeur thermique et une entrée du premier organe de compression, au moins un premier moyen de régulation de débit étant agencé sur cette au moins une deuxième conduite. Ce premier moyen de régulation de débit peut par exemple être une vanne tout ou rien, c'est-à-dire une vanne configurée pour prendre une position ouverte dans laquelle elle autorise une circulation de gaz dans la deuxième conduite et au moins une position fermée dans laquelle elle interdit cette circulation de gaz dans la deuxième conduite. Ainsi, selon ce deuxième exemple de réalisation, lorsque le premier organe de compression est défaillant, l'appareil consommateur de gaz est alimenté par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve et comprimé par le deuxième organe de compression. Lorsque le deuxième organe de compression est défaillant, le premier moyen de régulation de débit peut être mis en position ouverte afin de permettre au gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve d'alimenter le premier organe de compression et ainsi assurer l'alimentation de l'appareil consommateur de gaz par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve.

Alternativement, le premier moyen de régulation de débit peut être un organe de régulation de pression. Selon cette alternative, lorsque le deuxième organe de compression est défaillant, le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve est dirigé vers la deuxième conduite, le long de laquelle il est détendu par le premier moyen de régulation de débit, c'est-à-dire que sa pression est diminuée, jusqu'à une pression équivalente à la pression du gaz issu de la ligne d'alimentation, c'est-à-dire une pression comprise entre 0,35 bar et 0.7 bar. Cette alternative permet ainsi, avantageusement, d'alimenter le premier organe de compression, simultanément, en gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve et en gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve et évaporé par la ligne d'alimentation.

Ainsi, le deuxième exemple de réalisation de la présente invention permet d'assurer une alimentation ininterrompue de l'au moins un appareil consommateur de gaz, au moins, par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve, ce qui permet de maintenir une

pression acceptable dans la cuve, c'est-à-dire une pression qui ne risque pas d'endommager cette cuve.

Selon une caractéristique de la présente invention, le système d'alimentation comprend au moins un moyen de répartition du gaz à l'état liquide issu de l'échangeur de chaleur dans un fond de la cuve. Par exemple, ce moyen de répartition est formé par une rampe
5 équipée d'une pluralité d'orifices. Selon cet exemple, les orifices sont répartis sur toute une dimension longitudinale de la rampe, chacun de ces orifices étant adapté pour permettre l'éjection de gaz à l'état liquide issu de l'échangeur de chaleur.

Optionnellement, une sortie du deuxième échangeur thermique du système de reliquéfaction par laquelle du gaz à l'état liquide ou diphasique quitte ce deuxième
10 échangeur thermique peut également être connecté à ce moyen de répartition afin d'être retourné dans la cuve. Avantageusement, une telle rampe permet de répartir le gaz à l'état liquide issu de l'échangeur de chaleur et/ou du deuxième échangeur thermique dans le fond de la cuve de sorte qu'il permet d'abaisser la température globale du gaz
15 présent à l'état liquide dans cette cuve, et ainsi participe à limiter le phénomène d'évaporation qui tend à générer l'accumulation de gaz à l'état gazeux dans la cuve. Alternativement, le moyen de répartition est formé par une simple conduite.

La présente invention concerne également un navire de transport de gaz liquéfié, comprenant au moins une cuve d'une cargaison de gaz liquéfié, au moins un appareil
20 consommateur de gaz évaporé et au moins un système d'alimentation en gaz de l'appareil consommateur de gaz selon l'invention. On entend par « une cuve d'une cargaison de gaz liquéfié », aussi bien une cuve qui sert à la fois au transport du gaz liquéfié et de réservoir de gaz liquéfié utilisé comme carburant pour l'alimentation de
25 l'au moins un appareil consommateur de gaz, qu'une cuve qui sert uniquement de réservoir de gaz liquéfié destiné à l'alimentation de l'au moins un appareil consommateur de gaz.

Selon une caractéristique de la présente invention, le navire comprend au moins un premier appareil consommateur de gaz configuré pour être alimenté par du gaz comprimé à une première pression, et au moins un deuxième appareil consommateur de

gaz configuré pour être alimenté par du gaz comprimé à une deuxième pression, le premier appareil consommateur de gaz et le deuxième appareil consommateur de gaz étant tous deux configurés pour être alimentés par l'au moins un système d'alimentation selon l'invention, et la première pression d'alimentation du premier appareil

5 consommateur de gaz étant supérieure à la deuxième pression d'alimentation du deuxième appareil consommateur de gaz.

La présente invention concerne aussi un système pour charger ou décharger un gaz à l'état liquide qui combine au moins un moyen à terre et au moins un navire de transport de gaz à l'état liquide selon l'invention.

10 Enfin, l'invention concerne un procédé de chargement ou de déchargement d'un gaz à l'état liquide d'un navire de transport de gaz selon l'invention.

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'un exemple de réalisation donné à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins annexés d'autre part, sur lesquels :

15 [Fig. 1] illustre, schématiquement, un système d'alimentation en gaz d'au moins un appareil consommateur de gaz selon un premier exemple de réalisation de la présente invention ;

[Fig. 2] illustre, schématiquement, un premier mode de fonctionnement du système d'alimentation en gaz selon le premier exemple de réalisation illustré sur la figure 1 ;

20 [Fig. 3] illustre, schématiquement, un deuxième mode de fonctionnement du système d'alimentation en gaz selon le premier exemple de réalisation illustré sur la figure 1 ;

[Fig. 4] illustre, schématiquement, un troisième mode de fonctionnement du système d'alimentation en gaz selon le premier exemple de réalisation illustré sur la figure 1 ;

25 [Fig. 5] illustre, schématiquement, le système d'alimentation en gaz selon le premier exemple de réalisation de la présente invention, dans lequel un premier organe de compression est défaillant ;

[Fig. 6] illustre, schématiquement, le système d'alimentation en gaz selon le premier

exemple de réalisation de la présente invention, dans lequel un deuxième organe de compression est défaillant ;

5 [Fig. 7] illustre, schématiquement, le système d'alimentation en gaz d'au moins un appareil consommateur de gaz selon un deuxième exemple de réalisation de la présente invention ;

[Fig. 8] illustre, schématiquement, un premier mode de fonctionnement du système d'alimentation en gaz selon le deuxième exemple de réalisation illustré sur la figure 7 ;

[Fig. 9] illustre, schématiquement, un deuxième mode de fonctionnement du système d'alimentation en gaz selon le deuxième exemple de réalisation illustré sur la figure 7 ;

10 [Fig. 10] illustre, schématiquement, un troisième mode de fonctionnement du système d'alimentation en gaz selon le deuxième exemple de réalisation illustré sur la figure 7 ;

[Fig. 11] illustre, schématiquement, le système d'alimentation en gaz selon le deuxième exemple de réalisation de la présente invention dans lequel un premier organe de compression est défaillant ;

15 [Fig. 12] illustre, schématiquement, le système d'alimentation en gaz selon le deuxième exemple de réalisation de la présente invention, dans lequel un deuxième organe de compression est défaillant ;

[Fig. 13] illustre, schématiquement, un quatrième mode de fonctionnement du système d'alimentation en gaz selon le deuxième exemple de réalisation illustré sur la figure 7

20 [Fig. 14] illustre, schématiquement, un cinquième mode de fonctionnement du système d'alimentation en gaz selon le deuxième exemple de réalisation illustré sur la figure 7

[Fig. 15] est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement et/ou de déchargement de cette cuve.

25 Dans la suite de la description, les termes « amont » et « aval » s'entendent selon un sens de circulation d'un gaz à l'état liquide, gazeux ou diphasique à travers l'élément concerné. Sur les figures 2 à 6 et 8 à 14, les traits pleins représentent des portions de circuit dans lesquelles circule du gaz à l'état liquide, gazeux ou diphasique, tandis que les

traits pointillés représentent des portions de circuit dans lesquelles le gaz ne circule pas. Enfin, l'espace de la cuve 200 occupé par le gaz à l'état gazeux est appelé « ciel 201 de la cuve 200 » et les termes « système 100 d'alimentation en gaz d'au moins un appareil consommateur de gaz 300 », « système 100 d'alimentation » et « système 100 » seront
5 utilisés sans distinction.

La description donnée ci-après concerne deux exemples particuliers d'application de la présente invention dans lesquels la cuve 200 d'un navire contient du gaz naturel, c'est-à-dire un gaz en majorité composé de méthane. Il est entendu qu'il ne s'agit que d'un exemple d'application et que le système 100 d'alimentation en gaz d'au moins un
10 appareil consommateur de gaz 300 selon l'invention peut être utilisé avec d'autres types de gaz, tels que par exemple des gaz d'hydrocarbures ou hydrogène. Selon l'invention, la cuve 200 de ce navire peut servir exclusivement de réservoir contenant le gaz destiné à l'alimentation en gaz de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300, ou, alternativement, cette cuve 200 peut servir à la fois de réservoir en gaz et de cuve de
15 transport de ce gaz.

Les figures 1 et 7 illustrent ainsi tout d'abord, schématiquement, le système 100 d'alimentation en gaz, à l'arrêt, selon, respectivement, le premier exemple de réalisation de la présente invention et le deuxième exemple de réalisation de la présente invention. Le système 100 comprend au moins un échangeur de chaleur 110, au moins un premier
20 organe de compression 120, au moins un deuxième organe de compression 130 et au moins un appareil consommateur de gaz 300. Selon l'un quelconque des premier et deuxième exemples de réalisation de la présente invention illustrés ici, le système 100 comprend en outre, un système de reliqufaction 400 du gaz.

De manière avantageuse, selon les deux exemples de réalisation de l'invention, le système
25 d'alimentation 100 comprend uniquement deux organes de compression au titre des moyens de compression pour alimenter l'appareil consommateur de gaz 300, par exemple un moteur. Ceci est particulièrement avantageux compte tenu des coûts très élevés de ces composants et de l'obligation de constamment avoir un moyen de secours pour alimenter l'appareil consommateur de gaz 300.

- Le système de reliquéfaction 400 selon l'invention comprend au moins un premier échangeur thermique 410 et/ou au moins un deuxième échangeur thermique 420 agencés en série pour au moins un flux qui les traverse. Le premier échangeur thermique 410 comprend au moins une première passe 411 configurée pour être parcourue par du gaz comprimé par le premier organe de compression 120 et/ou par le deuxième organe de compression 130, et au moins une deuxième passe 412 configurée pour être parcourue par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200. Le deuxième échangeur thermique 420 présente quant à lui au moins une première passe 421 configurée pour être parcourue par le gaz comprimé qui quitte la première passe 411 du premier échangeur thermique 410 et au moins une deuxième passe 422 configurée pour être parcourue par du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200. Tel que décrit ci-dessous, ce gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 peut être détendu, c'est-à-dire subir une diminution de sa pression avant d'être envoyé vers la deuxième passe 422 du deuxième échangeur thermique 420.
- Le premier échangeur thermique 410 est ainsi configuré pour opérer un échange de chaleur entre du gaz comprimé et du gaz prélevé, à l'état gazeux, dans le ciel 201 de la cuve 200. Il en résulte que le gaz comprimé quitte la première passe 411 du premier échangeur thermique 410 à l'état gazeux ou diphasique, c'est-à-dire un mélange de gaz et de liquide, et que le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 est réchauffé par son passage à travers la deuxième passe 412 du premier échangeur thermique 410. Le gaz réchauffé par son passage à travers le premier échangeur thermique 410 est alors envoyé vers l'un des organes de compression 120, 130 afin d'être comprimé puis envoyé, au moins en partie, vers l'au moins un appareil consommateur de gaz 300.
- Le deuxième échangeur thermique 420 est quant à lui configuré pour opérer un échange de chaleur entre le gaz diphasique issu de la première passe 411 du premier échangeur thermique 410 et le gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200. Le gaz diphasique est condensé par son passage à travers le deuxième échangeur thermique 420 afin d'être ensuite renvoyé dans un fond 203 de la cuve 200 et le gaz prélevé à l'état liquide dans la

cuve 200 est quant à lui réchauffé par son passage à travers le deuxième échangeur thermique 420.

Selon un exemple de réalisation non illustré ici, le système de reliquéfaction peut être dépourvu du deuxième échangeur thermique. Selon cet exemple de réalisation, la première passe du premier échangeur thermique est connectée par exemple à un organe de bullage agencé dans le fond de la cuve. Le gaz à l'état diphasique issu du premier échangeur thermique est alors éjecté dans le fond de la cuve sous forme de bulles qui se condensent au contact du gaz à l'état liquide présent dans le fond de cette cuve.

On entend par « fond 203 de la cuve 200 » une portion de la cuve 200 qui s'étend entre une paroi de fond 202 de la cuve 200 et un plan parallèle à cette paroi de fond 202 et agencé, au maximum, à 20% de la hauteur h totale de la cuve, cette hauteur h totale étant mesurée selon une droite perpendiculaire à la paroi de fond 202 de la cuve 200 entre deux extrémités opposées de cette cuve 200, le long de cette droite.

Avantageusement, le plan parallèle à la paroi de fond 202 qui participe à délimiter le « fond de la cuve » peut être agencé à 10% de la hauteur h totale de la cuve.

Il est entendu qu'il ne s'agit que d'exemples de réalisation de la présente invention et que tout autre système de reliquéfaction compatible avec l'invention pourrait être utilisé sans sortir du contexte de la présente invention. Par exemple, on pourra prévoir un système de reliquéfaction qui comprend un circuit séparé de fluide réfrigérant.

Selon l'invention, le système d'alimentation 100 comprend au moins une ligne d'alimentation 123 de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 configurée pour être parcourue par du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 et soumis à une pression inférieure à une pression du gaz dans un ciel 201 de la cuve 200. Selon un exemple d'application de la présente invention, le gaz dans le ciel 201 de la cuve 200 présente une pression équivalente, ou sensiblement équivalente à la pression atmosphérique, c'est-à-dire une pression de l'ordre de 1 bar.

Le système d'alimentation 100 selon l'invention comprend au moins une pompe 141 agencée dans le fond 203 de la cuve 200 et au moins un moyen de détente 170 agencé entre cette pompe 141 et la ligne d'alimentation 123, la pompe 141 et le moyen de

détente 170 étant configurés pour assurer l'alimentation de la ligne d'alimentation 123. La description qui suit donne un exemple de réalisation de cette ligne d'alimentation 123 mais il est entendu que cette ligne d'alimentation 123 pourrait prendre une forme différente sans sortir du contexte de la présente invention.

5 Ainsi, au moins un premier conduit 101 est agencé entre une première pompe 140 et une première passe 111 de l'échangeur de chaleur 110. Au moins un deuxième conduit 102 est agencé entre une deuxième pompe 141 et une deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110. La première pompe 140 et la deuxième pompe 141 sont toutes deux agencées au fond 203 de la cuve 200, de sorte à prélever le gaz à l'état
10 liquide pour l'envoyer vers les première et deuxième passes 111, 112 de l'échangeur de chaleur 110. Un troisième conduit 103 s'étend entre la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110 et le premier organe de compression 120, cette deuxième passe 112 et le troisième conduit 103 formant, au moins partiellement, la ligne d'alimentation 123 de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 mentionnée ci-
15 dessus. Plus particulièrement, ce troisième conduit 103 s'étend entre la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110 et une entrée principale 121 du premier organe de compression 120.

Selon l'invention, au moins un moyen de détente 170 est agencé sur le deuxième conduit 102, c'est-à-dire entre la deuxième pompe 141 et la deuxième passe 112 de
20 l'échangeur de chaleur 110. Ce moyen de détente 170 est ainsi configuré pour détendre le gaz à l'état liquide acheminé par la deuxième pompe 141, c'est-à-dire pour diminuer la pression de ce gaz à l'état liquide, avant que ce dernier ne rejoigne la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110. En d'autres termes, le moyen de détente 170 agencé en amont de l'échangeur de chaleur 110 permet de créer une différence de pression entre
25 le gaz qui circule dans la première passe 111 et le gaz qui circule dans la deuxième passe 112 de cet échangeur de chaleur 110. Le gaz à l'état liquide circulant dans la première passe 111 de l'échangeur de chaleur 110 présente ainsi une pression identique, ou sensiblement identique à la pression du gaz contenu à l'état liquide dans la cuve 200 et le gaz circulant dans la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110 présente quant à

lui une pression inférieure à la pression du gaz contenu à l'état liquide dans la cuve 200. Le gaz qui circule ainsi dans la deuxième passe 112 se vaporise pendant son parcours dans la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110.

Il en résulte qu'un échange de chaleur s'opère dans cet échangeur de chaleur 110 de sorte que le gaz à l'état liquide est refroidi lors de son passage dans la première passe 111 de l'échangeur de chaleur 110 et que le gaz à l'état liquide détendu est évaporé par son passage à travers la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110.

Selon un exemple de réalisation de l'invention non illustré ici, l'échangeur de chaleur pourrait comprendre une unique première passe alimentée par le gaz soumis à une pression inférieure à la pression du gaz dans le ciel de cuve et être plongé au contact du gaz contenu à l'état liquide dans la cuve. Selon cet exemple de réalisation, un échange de chaleur similaire à celui qui vient d'être décrit s'opère alors entre le gaz détendu qui circule dans l'échangeur de chaleur et le gaz liquide au contact duquel est agencé cet échangeur de chaleur.

Un conduit supplémentaire 423 est agencé entre le premier conduit 101 et la deuxième passe 422 du deuxième échangeur thermique 420, au moins une première vanne de régulation 171 étant agencée sur ce conduit supplémentaire 423. Cette première vanne de régulation 171 est configurée pour prendre une position ouverte dans laquelle elle autorise la circulation de gaz liquide dans le conduit supplémentaire 423 et une position fermée dans laquelle elle interdit la circulation de gaz dans ce conduit supplémentaire 423.

Un quatrième conduit 104 est agencé entre la première passe 111 de l'échangeur de chaleur 110 et le fond 203 de la cuve 200. Tel qu'illustré, ce quatrième conduit 104 est plus particulièrement agencé entre la première passe 111 de l'échangeur de chaleur 110 et un moyen de répartition 210 du gaz à l'état liquide dans le fond 203 de la cuve 200. Selon les exemples illustrés ici, ce moyen de répartition 210 est formé par une rampe 212 agencée au fond 203 de la cuve 200. Tel que cela sera plus amplement détaillé ci-dessous, cette rampe 212 permet avantageusement de répartir le gaz refroidi par son passage à travers l'échangeur de chaleur 110 dans le fond 203 de la cuve 200. Selon un

exemple de réalisation non illustré ici, ce moyen de répartition 210 peut être formé simplement par le quatrième conduit 104 qui débouche alors directement dans le fond 203 de la cuve 200.

- 5 Un cinquième conduit 105 s'étend entre le premier organe de compression 120 et un sixième conduit 106 quant à lui connecté à l'au moins un appareil consommateur de gaz 300. En d'autres termes, le gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 par la deuxième pompe 141 et évaporé par son passage à travers la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110 est destiné à l'alimentation de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300.
- 10 On note également qu'un septième conduit 107 est agencé entre le deuxième organe de compression 130 et le sixième conduit 106. Ce septième conduit 107 permet notamment d'alimenter l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 en gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 et comprimé par le deuxième organe de compression 130.
- 15 Autrement dit, on comprend que le premier organe de compression 120 et le deuxième organe de compression 130 sont tous deux adaptés pour alimenter, indépendamment, l'au moins un appareil consommateur de gaz 300. Ainsi, le premier organe de compression 120 et le deuxième organe de compression 130 sont tous deux configurés pour comprimer le gaz à une pression compatible avec les besoins de l'appareil
- 20 consommateur de gaz 300, c'est-à-dire une pression absolue comprise entre 5 bar et 20 bar ou une pression supérieure à 150 bar en fonction du type d'appareil consommateur de gaz 300 à alimenter. Le premier organe de compression 120 est en outre adapté pour comprimer le gaz issu de la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110 d'une pression inférieure à une pression du gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de cuve
- 25 200, jusqu'à une pression supérieure ou égale à cette pression du gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de cuve 200. Par exemple, le premier organe de compression 120 est adapté pour comprimer le gaz issu de la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110 d'une pression absolue comprise entre 0,35 bar et 0,7 bar jusqu'à la pression

compatible avec les besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300, supérieure à 1.1 bar, par exemple une pression comprise entre 5 bar et 20 bar.

Il en va de même pour le deuxième organe de compression 130 qui est adapté pour comprimer le gaz issu de la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110 d'une
5 pression inférieure à la pression du gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de cuve 200 jusqu'à une pression supérieure ou égale à cette pression du gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de cuve 200. Par exemple, le deuxième organe de compression 130 est adapté pour comprimer le gaz issu de la deuxième passe 112 de l'échangeur de
10 chaleur 110 d'une pression absolue comprise entre 0,35 bar et 0,7 bar jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300, c'est-à-dire une pression supérieure à 1.1 bar, par exemple une pression comprise entre 5 bar et 20 bar.

Selon un exemple de réalisation non illustré ici, le premier organe de compression et le deuxième organe de compression sont configurés pour comprimer le gaz qui les alimente
15 respectivement à une pression supérieure à la pression compatible avec les besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz. Selon cet exemple de réalisation, au moins un appareil de détente est agencé en aval du premier organe de compression et du deuxième organe de compression et en amont de l'appareil consommateur de gaz, cet appareil de détente étant configuré pour réduire la pression du gaz comprimé par le premier organe
20 de compression et/ou par le deuxième organe de compression jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz. Par exemple cet appareil de détente peut ainsi être agencé sur le sixième conduit.

Un huitième conduit 108 s'étend entre le sixième conduit 106 et le système de reliqufaction 400 décrit ci-dessus, c'est-à-dire entre le sixième conduit 106 et la
25 première passe 411 du premier échangeur thermique 410 de ce système de reliqufaction 400. Tel que cela sera plus amplement détaillé ci-après, au moins une deuxième vanne de régulation 180 est agencée sur ce huitième conduit 108 afin d'y autoriser ou d'y interdire le passage de gaz comprimé qui circule dans le sixième conduit 106. Par exemple, la deuxième vanne de régulation 180 peut être une vanne « tout ou rien »,

c'est-à-dire une vanne configurée pour prendre une position ouverte dans laquelle elle autorise le passage du gaz comprimé dans le huitième conduit 108 et une position fermée dans laquelle elle interdit la circulation de gaz dans ce huitième conduit 108.

Enfin, un neuvième conduit 109 est agencé entre la deuxième passe 412 du premier échangeur thermique 410 et l'un ou l'autre des organes de compression 120, 130.

Autrement dit, ce neuvième conduit 109 assure l'alimentation du premier organe de compression et/ou du deuxième organe de compression 130 en gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 et destiné à l'alimentation de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300.

10 Selon le premier exemple de réalisation par exemple illustré sur la figure 1, une canalisation 119 est en outre agencée entre le neuvième conduit 109 et une entrée intermédiaire 122 du premier organe de compression 120, au moins un organe de régulation 181 étant agencé sur cette canalisation 119. On note que l'entrée intermédiaire 122 du premier organe de compression 120 par laquelle ce premier organe

15 de compression 120 est alimenté en gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 est distincte de l'entrée principale 121 de ce premier organe de compression 120 par laquelle ce dernier est alimenté en gaz évaporé par son passage à travers l'échangeur de chaleur 110. Ces deux entrées distinctes permettent une alimentation du premier organe de compression 120 à deux niveaux de compression différents. En effet, tel que

20 précédemment évoqué, le gaz évaporé quitte l'échangeur de chaleur 110 à une pression inférieure à la pression du gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200. Par exemple, le gaz évaporé quitte l'échangeur de chaleur 110 à une pression absolue inférieure à 1 bar, comprise entre 0,35 bar et 0,7 bar, tandis que le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 présente une pression absolue d'environ 1 bar.

25 L'entrée intermédiaire 122 permet ainsi au gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 de rejoindre le flux compressé après compression intermédiaire du flux provenant de l'échangeur de chaleur 110. C'est notamment le cas lorsque le premier organe de compression 120 et/ou le deuxième organe de compression 130 sont multi-étagés.

Selon le deuxième exemple de réalisation illustré sur la figure 7, au moins une première conduite 128 est agencée entre le cinquième conduit 105 et le neuvième conduit 109, au moins un moyen de régulation de pression 182 étant agencé sur cette première conduite 128. Ainsi, cette première conduite 128 s'étend entre une sortie 124 du premier organe de compression 120 et une entrée 131 du deuxième organe de compression 130 et permet une alimentation du deuxième organe de compression 130 par du gaz évaporé par l'échangeur de chaleur 110 et comprimé par le premier organe de compression 120. Le moyen de régulation de pression 182 peut par exemple être un organe de détente configuré pour réduire la pression du gaz comprimé par le premier organe de compression 120 avant que ce gaz n'alimente le deuxième organe de compression 130. En outre, ce moyen de régulation de pression 182 est configuré pour prendre une position fermée dans laquelle il interdit la circulation de gaz dans la première conduite 128. Avantageusement, ce moyen de régulation de pression 182 permet d'avoir un écart de pression entre l'entrée 125 et la sortie 124 du premier organe de compression 120 suffisant pour permettre un fonctionnement optimal de ce premier organe de compression 120. Autrement dit, le gaz est comprimé à une première pression par le premier organe de compression 120, puis il est détendu par le moyen de régulation de pression 182 avant d'être à nouveau comprimé par le deuxième organe de compression 130 jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz 300. Par exemple, le premier organe de compression 120 est configuré pour comprimer le gaz d'une pression comprise entre 0,35 bar et 0,7 bar jusqu'à une pression comprise entre 2 bar et 6 bar. Le gaz est alors détendu jusqu'à une pression d'environ 1 bar par le moyen de régulation de pression 182, puis le deuxième organe de compression 130 est configuré pour comprimer ce gaz de sa pression de 1 bar jusqu'à une pression comprise entre 5 bar et 20 bar, c'est-à-dire la pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz 300.

Au moins une deuxième conduite 129 est agencée entre le neuvième conduit 109 et une entrée 125 du premier organe de compression 120, au moins un premier moyen de régulation de débit 183 étant agencé sur cette deuxième conduite 129. Selon ce deuxième exemple de réalisation de la présente invention, un deuxième moyen de

5 régulation de débit 184 est en outre agencé sur le cinquième conduit 105, c'est-à-dire entre le premier organe de compression 120 et l'appareil consommateur de gaz 300. Par exemple, le premier moyen de régulation de débit 183 et le deuxième moyen de régulation de débit 184 peuvent être des vannes « tout ou rien », c'est-à-dire des vannes configurées pour prendre une position ouverte dans laquelle elles autorisent le passage du gaz dans la conduite sur laquelle elles sont agencées ou une position fermée dans laquelle elles empêchent le passage du gaz dans cette conduite. Alternativement, et tel que cela sera plus amplement détaillé ci-après en référence à la figure 13, le premier moyen de régulation de débit 183 peut être un organe de régulation de pression, c'est-à-dire un organe configuré pour réduire une pression du gaz qui le traverse. Selon encore une autre alternative, le premier moyen de régulation de débit 183 peut être une vanne tout ou rien et une branche porteuse d'un organe de régulation de pression peut être agencé en parallèle de cette deuxième conduite 129 porteuse du premier moyen de régulation de débit, le gaz étant adapté pour emprunter la deuxième conduite 129 ou la 15 branche parallèle à cette deuxième conduite 129 selon le mode de fonctionnement du système 100.

Enfin, le deuxième exemple de réalisation de la présente invention se distingue du premier exemple de réalisation en ce que deux conduites de recirculation du gaz – non illustrées ici – sont ménagées en parallèles, respectivement, du premier organe de compression 120 et du deuxième organe de compression 130, chacune de ces conduites de recirculation étant porteuse d'au moins un moyen de contrôle de pression.

Avantageusement, ces moyens de contrôle de pression permettent au premier organe de compression 120 et au deuxième organe de compression 130 de comprimer le gaz qui l'alimente à des pressions différentes en fonction, par exemple, des besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300.

Par exemple, l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 peut être une génératrice électrique de type DFDE (Dual Fuel Diesel Electric), c'est-à-dire un appareil consommateur de gaz configuré pour assurer l'alimentation électrique du navire. L'appareil consommateur de gaz 300 peut aussi être au moins un moteur de propulsion

du navire, tel qu'un moteur ME-GI ou XDF. Il est entendu qu'il ne s'agit que d'un exemple de réalisation de la présente invention et qu'on pourra prévoir l'installation d'appareils consommateurs de gaz différents sans sortir du contexte de la présente invention.

5 En référence au premier exemple de réalisation de la présente invention, nous allons maintenant décrire trois modes de fonctionnement, un premier mode de fonctionnement dans lequel seule une partie du gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 est consommée par l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 et dans lequel une autre partie de ce gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 10 200 est reliquéfié par le système de reliquéfaction 400 avant d'être renvoyé dans le fond de la cuve 203 et un deuxième et un troisième modes de fonctionnement dans lesquels la quantité de gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 est insuffisante pour alimenter l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 et dans lesquels du gaz est prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 et évaporé par l'échangeur de chaleur 110 15 afin de pallier cette insuffisance. Tel que décrit ci-dessous, le deuxième mode de fonctionnement diffère du troisième mode de fonctionnement en ce que dans le deuxième mode de fonctionnement l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 est alimenté par du gaz comprimé par le premier organe de compression 120 et par du gaz comprimé par le deuxième organe de compression 130 tandis que dans le troisième 20 mode de fonctionnement, l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 est alimenté par du gaz comprimé uniquement par le premier organe de compression.

La figure 2 illustre ainsi le premier mode de fonctionnement du système 100 selon le premier exemple de réalisation de la présente invention. Tel que représenté, l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 est alimenté par du gaz prélevé à l'état gazeux 25 dans le ciel 201 de la cuve 200 qui traverse le premier échangeur thermique 410 avant d'être comprimé par le deuxième organe de compression 130 jusqu'à une pression compatible avec les besoins de cet au moins un appareil consommateur de gaz 300. Une partie du gaz ainsi comprimé alimente l'appareil consommateur de gaz 300, tandis qu'une autre partie de ce gaz comprimé est envoyé vers le système de reliquéfaction 400.

Cette situation apparaît par exemple quand l'appareil consommateur de gaz 300 consomme moins que la quantité de gaz qui s'évapore dans la cuve 200.

La partie du gaz comprimé envoyée vers le système de reliqufaction 400 est ainsi tout d'abord partiellement refroidie par un échange de chaleur avec du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200, au sein du premier échangeur thermique 410, puis ce gaz qui quitte le premier échangeur thermique 410 à l'état gazeux ou diphasique termine sa condensation par un échange de chaleur avec du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 et détendu par la première vanne de régulation 171, cet échange de chaleur étant opéré au sein du deuxième échangeur thermique 420. Le gaz ainsi condensé en sortie du deuxième échangeur thermique 420 est renvoyé au fond de la cuve par le quatrième conduit 104. Tel que précédemment mentionné, ce quatrième conduit 104 est connecté à une rampe 212 qui présente une pluralité d'orifices 211 configurés pour permettre la libération et la répartition sur une grande surface du gaz à l'état liquide qui y parvient.

Par ailleurs, l'échangeur de chaleur 110 n'est pas alimenté, c'est-à-dire que la deuxième pompe 141 est à l'arrêt. En effet, tel que précédemment décrit, cet échangeur de chaleur 110 permet d'évaporer du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 afin d'alimenter l'appareil consommateur de gaz 300. Lorsque le gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 suffit à alimenter cet appareil consommateur de gaz 300, cet échangeur de chaleur 110 n'a pas besoin de fonctionner et la deuxième pompe 141 peut donc être arrêtée.

En revanche, lorsque la quantité de gaz présente à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 est insuffisante pour alimenter l'appareil consommateur de gaz 300, alors la deuxième pompe 141 est mise en fonctionnement de sorte à alimenter l'échangeur de chaleur 110. C'est par exemple ce qui est illustré sur la figure 3 qui représente le deuxième mode de fonctionnement du système 100 selon le premier exemple de réalisation de la présente invention. Ainsi, selon ce deuxième mode de fonctionnement, la première pompe 140 et la deuxième pompe 141 sont toutes deux mises en fonctionnement pour alimenter l'échangeur de chaleur 110 et ainsi alimenter l'appareil

consommateur de gaz 300 en gaz évaporé et le système de reliquéfaction 400 est quant à lui mis à l'arrêt, c'est-à-dire que la deuxième vanne de régulation 180 est dans sa position fermée et que la première vanne de régulation 171 empêche la circulation de gaz dans la conduite supplémentaire 423, la totalité du gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 et comprimé par le deuxième organe de compression 130 étant consommé par l'appareil consommateur de gaz 300. Ainsi, selon ce deuxième mode de fonctionnement, l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 est alimenté par du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200, évaporé dans l'échangeur de chaleur 110 et comprimé par le premier organe de compression 120 et également par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 et comprimé par le deuxième organe de compression 130.

Tel que précédemment évoqué, le système d'alimentation 100 selon l'invention permet également, de façon avantageuse, de n'utiliser que le premier organe de compression 120 pour alimenter l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 avec du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 et avec du gaz prélevé à l'état liquide et évaporé. Un tel mode de fonctionnement correspond au troisième mode de fonctionnement illustré sur la figure 4.

Ce troisième mode de fonctionnement diffère du deuxième mode de fonctionnement notamment en ce que le deuxième organe de compression 130 est à l'arrêt et l'organe de régulation 181 est dans sa position ouverte, autorisant ainsi la circulation de gaz dans la canalisation 119. Tel que décrit ci-dessus, le gaz évaporé par son passage à travers l'échangeur de chaleur 110 rejoint le premier organe de compression 120 dans lequel il est comprimé à une pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz 300. Le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 passe quant à lui à travers le premier échangeur thermique 410 dans lequel il ne subit d'autre modification de température ou de pression que celles liées à son aspiration et aux pertes de charge inhérentes au transport de ce genre de fluide, et emprunte ensuite la canalisation 119 par laquelle il rejoint le premier organe de compression 120 par son entrée intermédiaire

122. Le premier organe de compression 120 est alors configuré pour comprimer ce gaz jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz 300.

Selon ce troisième mode de fonctionnement, le premier organe de compression 120 peut par exemple être un compresseur multi-étagé. Ainsi, le gaz évaporé qui alimente le premier organe de compression 120 par son entrée principale 121 est comprimé jusqu'à une pression équivalente à la pression du gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200. L'entrée intermédiaire 122 du premier organe de compression 120 est alors ménagée de sorte à ce que le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 se mélange au gaz évaporé en un point du premier organe de compression 120 au niveau duquel ce gaz évaporé est déjà comprimé à la pression du gaz présent dans le ciel 201 de la cuve 200. Le premier organe de compression 120 est alors adapté pour comprimer le mélange de gaz ainsi formé jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300.

Avantageusement, ce troisième mode de fonctionnement permet également de pallier une éventuelle défaillance du deuxième organe de compression 130, c'est-à-dire de maintenir une alimentation de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 et par du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 et évaporé par l'échangeur de chaleur 110.

Il existe en outre un quatrième mode de fonctionnement non illustré ici, dit « à l'équilibre » dans lequel la quantité de gaz contenu dans le ciel de cuve à l'état gazeux est équivalente, ou sensiblement équivalente au besoin de l'au moins un appareil consommateur de gaz. Selon ce quatrième mode de fonctionnement, la première pompe et la deuxième pompe sont ainsi à l'arrêt, et ni l'échangeur de chaleur, ni le système de reliquéfaction ne fonctionne, l'appareil consommateur de gaz étant alors alimenté par le premier organe de compression ou par le deuxième organe de compression qui aspire le gaz à l'état gazeux présent dans le ciel 201 de la cuve 200.

La figure 5 illustre le système 100 d'alimentation en gaz selon le premier exemple de réalisation de la présente invention dans lequel le premier organe de compression 120 est défaillant. On comprend de cette figure 5 qu'en cas de défaillance du premier organe de

compression 120, l'alimentation de l'appareil consommateur de gaz 300 reste assurée par le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200, ce qui permet également un maintien de la pression dans la cuve 200 à une valeur acceptable. Dans cette situation, cette figure 5 illustre un mode identique au premier mode de fonctionnement du système 100 illustré à la figure 2.

La figure 6 illustre quant à elle le premier mode de fonctionnement appliqué au premier exemple de réalisation, dans lequel le deuxième organe de compression 130 est défaillant. Tel qu'illustré, en cas de défaillance du deuxième organe de compression 130, l'organe de régulation 181 est ouvert afin de permettre au gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel de cuve 200 de rejoindre le premier organe de compression 120 dans lequel sa pression est augmentée jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz 300. Cette figure illustrant le premier mode de fonctionnement, le système de reliqufaction est actif, c'est-à-dire que la deuxième vanne de régulation 180 est ouverte et que la première pompe 140 fonctionne pour alimenter le deuxième échangeur thermique 420 tandis que l'échangeur de chaleur 110 est à l'arrêt. Pour ces aspects, la description de la figure 2 s'applique mutatis mutandis à la figure 5.

Le système 100 d'alimentation en gaz selon le premier exemple de réalisation de la présente invention permet ainsi une alimentation ininterrompue de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200, ce qui assure un maintien de la pression dans la cuve 200 à une valeur acceptable pour cette cuve 200, c'est-à-dire une pression qui ne risque pas d'endommager cette dernière. En parallèle de cet aspect, les deux organes de compression sont également conçus pour aspirer le gaz évaporé dans la première passe 112 de l'échangeur de chaleur 110 à une pression absolue comprise entre 0,35 bar et 0,7 bar et pour porter ce gaz à une pression absolue comprise entre 5 bar et 20 bar, ou supérieure à 150 bar en fonction de l'appareil consommateur de gaz 300 concerné.

La description du premier mode de fonctionnement qui vient d'être donnée en référence au premier exemple de réalisation s'applique mutatis mutandis au premier mode de fonctionnement du deuxième exemple de réalisation illustré sur la figure 8. Autrement

dit, selon le premier mode de fonctionnement, la deuxième pompe 141 est à l'arrêt, le moyen de régulation de pression 182, le premier moyen de régulation de débit 183 et le deuxième moyen de régulation de débit 184 sont tous trois dans leur position fermée et le premier organe de compression 120 est à l'arrêt, l'alimentation de l'appareil

5 consommateur de gaz 300 étant assurée par le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 et comprimé par le deuxième organe de compression 130. Pour le fonctionnement du système de reliquéfaction, la description donnée ci-dessus en référence à la figure 2 s'applique.

Concernant le deuxième mode de fonctionnement illustré à la figure 9, le système 100

10 selon le deuxième exemple de réalisation diffère du premier exemple de réalisation, notamment en ce que le premier organe de compression 120 et le deuxième organe de compression 130 fonctionnent en série, sur le flux de gaz.

La figure 9 illustre ce deuxième mode de fonctionnement appliqué au deuxième exemple de réalisation de la présente invention. Dans la description qui suit, seuls les éléments

15 qui distinguent le deuxième mode de fonctionnement appliqué au deuxième exemple de réalisation du deuxième mode de fonctionnement appliqué au premier exemple de réalisation sont décrits.

Tel qu'illustré, selon ce deuxième exemple de réalisation, le gaz évaporé qui quitte la deuxième passe 112 de l'échangeur de chaleur 110 est tout d'abord comprimé par le

20 premier organe de compression 120, puis il emprunte la première conduite 128 pour rejoindre le deuxième organe de compression 130 dans lequel il subit une deuxième compression avant d'alimenter l'appareil consommateur de gaz 300. Autrement dit, le moyen de régulation de pression 182 autorise la circulation de gaz dans la première conduite 128, tandis que le premier moyen de régulation de débit 183 et le deuxième

25 moyen de régulation de débit 184 sont dans leur position fermée. Selon l'invention, le gaz évaporé quitte l'échangeur de chaleur 110 à une pression absolue comprise entre 0,35 bar et 0,7 bar et il est comprimé à une pression absolue comprise entre 2 bar et 6 bar, avantageusement à une pression d'environ 3 bar, par le premier organe de compression 120. Ce gaz à une pression absolue d'environ 3 bar emprunte alors la

première conduite 128 le long de laquelle il subit une détente opérée par le moyen de régulation de pression 182, c'est-à-dire que sa pression est réduite jusqu'à une pression égale, ou sensiblement égale, à 1 bar. Le gaz est ensuite comprimé par le deuxième organe de compression 130 à une pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz 300, par exemple une pression comprise entre 5 bar et 20 bar ou supérieure à 150 bar, selon l'appareil consommateur de gaz 300 est un consommateur dit basse pression ou haute pression.

La figure 10 illustre quant à elle un troisième mode de fonctionnement du deuxième exemple de réalisation dans lequel l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 est alimenté par du gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200, évaporé par l'échangeur de chaleur 110 et comprimé par le premier organe de compression 120, et également par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 et comprimé par le deuxième organe de compression 130. Ainsi, tel qu'illustré, selon ce troisième mode de fonctionnement, le moyen de régulation de pression 182 et le premier moyen de régulation de débit 183 sont dans leurs positions fermées tandis que le deuxième moyen de régulation de débit 184 est dans sa position ouverte. Le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 passe ainsi dans le premier échangeur thermique 410 dans lequel il ne subit aucun changement de température ou de pression significatif avant d'être comprimé jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz 300 par le deuxième organe de compression 130 puis il est envoyé vers cet appareil consommateur de gaz 300. Le gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 est quant à lui évaporé grâce à l'échange de chaleur qui s'opère dans l'échangeur de chaleur 110 puis il est comprimé jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz 300 par le premier organe de compression 120 afin de pouvoir ensuite alimenter cet appareil consommateur de gaz 300. Ainsi, selon ce deuxième exemple de réalisation, le premier organe de compression 120 est configuré pour comprimer le gaz issu de l'échangeur de chaleur 110 d'une pression comprise entre 0,35 bar et 0,7 bar jusqu'à une pression comprise entre 5 bar et 20 bar, ou supérieure à 150 bar selon l'appareil consommateur de gaz à alimenter et le deuxième organe de compression 130 est configuré pour comprimer le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel

201 de la cuve 200 d'une pression environ égale à 1 bar jusqu'à une pression comprise entre 5 bar et 20 bar ou supérieure à 150 bar en fonction de l'appareil consommateur de gaz à alimenter.

De façon similaire à ce qui a été décrit ci-dessus en référence aux figures 5 et 6, le système d'alimentation 100 selon le deuxième exemple de réalisation prévoit une redondance des organes de compression 120, 130 afin d'assurer, d'une part, une alimentation continue de l'appareil consommateur de gaz 300 et, d'autre part, un maintien de la pression dans la cuve 200 à une valeur acceptable pour cette cuve 200. Les figures 11 et 12 illustrent cette redondance des organes de compression 120, 130.

La figure 11 illustre le système 100 d'alimentation en gaz selon le deuxième exemple de réalisation de la présente invention dans lequel le premier organe de compression 120 est défaillant. Tel que représenté, en cas de défaillance du premier organe de compression 120, l'alimentation de l'appareil consommateur de gaz 300 en gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 est assurée par le deuxième organe de compression 130, le moyen de régulation de pression 182, le premier moyen de régulation de débit 183 et le deuxième moyen de régulation de débit 184 étant tous trois dans leur position fermée, c'est-à-dire interdisant la circulation de gaz, respectivement, dans la première conduite 128, dans la deuxième conduite 129 et dans le cinquième conduit 105. Dans cette situation, cette figure 9 illustre un mode identique au premier mode de fonctionnement du système 100 illustré à la figure 8 et on pourra se référer à la description faite ci-dessus en référence à cette figure 8.

La figure 12 illustre le système 100 d'alimentation en gaz d'au moins un appareil consommateur de gaz 300 selon le deuxième exemple de réalisation de la présente invention dans lequel le deuxième organe de compression 130 est défaillant. Dans cette situation, le moyen de régulation de pression 182 est mis dans sa position fermée, de sorte qu'aucun gaz ne circule dans la première conduite 128, le premier moyen de régulation de débit 183 est mis dans sa position ouverte et le deuxième moyen de régulation de débit 184 est lui aussi mis dans sa position ouverte. Ainsi, le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 emprunte la deuxième conduite 129 pour

rejoindre le premier organe de compression 120 configuré pour comprimer le gaz jusqu'à la pression compatible avec les besoins de l'appareil consommateur de gaz 300. Le gaz ainsi comprimé emprunte alors le cinquième conduit 105 et le sixième conduit 106 pour rejoindre l'appareil consommateur de gaz 300. La deuxième pompe 141 est
5 quant à elle arrêtée de sorte qu'aucun échange de chaleur ne s'opère dans l'échangeur de chaleur 110.

Ainsi, le système 100 selon le deuxième exemple de réalisation permet d'assurer l'alimentation de l'appareil consommateur de gaz 300 par du gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200, assurant ainsi le maintien de la pression dans la cuve 200
10 à une valeur acceptable pour cette cuve 200 en toute circonstance, et notamment en cas de défaillance du premier organe de compression 120 ou du deuxième organe de compression 130.

Les figures 13 et 14 illustrent un quatrième mode de fonctionnement et un cinquième mode de fonctionnement du système 100 selon le deuxième exemple de réalisation de la
15 présente invention.

La figure 13 illustre ainsi le quatrième mode de fonctionnement du système 100. Selon ce quatrième mode de fonctionnement, le premier moyen de régulation de débit 183 porté par la deuxième conduite 129 est un organe de régulation de pression. Ce quatrième mode de fonctionnement correspond à un mode de fonctionnement dans
20 lequel la quantité de gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 est insuffisante pour alimenter correctement l'au moins un appareil consommateur de gaz 300. La première pompe 140 est donc mise en fonctionnement de sorte à permettre l'alimentation de l'au moins un appareil consommateur de gaz 300 en gaz évaporé par l'échangeur de chaleur 110. En outre, selon ce quatrième mode de fonctionnement, la
25 circulation de gaz dans le septième conduit 107 est interrompue – par exemple au moyen d'une vanne tout ou rien non illustrée ici - de sorte que le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 est dirigé vers la deuxième conduite 129 le long de laquelle il subit une détente opérée par le premier moyen de régulation de débit 183. Le gaz prélevé à une pression d'environ 1 bar absolu est ainsi détendu jusqu'à une

pression comprise entre 0,35 bar et 0,7 bar afin de pouvoir être mélangé au gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 et évaporé par l'échangeur de chaleur 110, puis d'être comprimé par le premier organe de compression 120 et enfin d'être utilisé pour alimenter l'appareil consommateur de gaz 300. Autrement dit, ce quatrième mode de fonctionnement permet avantageusement d'alimenter le premier organe de compression 120 en gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 et évaporé par l'échangeur de chaleur 110 et en gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 par une même entrée 125 de ce premier organe de compression 120.

La figure 14 illustre quant à elle le cinquième mode de fonctionnement du système 100 selon le deuxième exemple de réalisation. Selon ce cinquième mode de fonctionnement illustré, le système 100 est configuré pour alimenter deux appareils consommateurs de gaz 300, 301, un premier appareil consommateur de gaz 300 étant configuré pour être alimenté par du gaz à une première pression et un deuxième appareil consommateur de gaz 301 étant configuré pour être alimenté par du gaz à une deuxième pression, la deuxième pression étant inférieure à la première pression.

Selon ce cinquième mode de fonctionnement, un dixième conduit 190 s'étend entre le deuxième moyen de régulation du débit 184 et le deuxième appareil consommateur de gaz 301, de sorte que le premier organe de compression 120 et le deuxième organe de compression 130 sont aptes à alimenter, en parallèle et indépendamment l'un de l'autre, le premier appareil consommateur de gaz 300 et le deuxième appareil consommateur de gaz 301. Un onzième conduit 191 est en outre agencé entre ce dixième conduit 190 et le sixième conduit 106 connecté au premier appareil consommateur de gaz 300, ce onzième conduit 191 étant porteur d'un organe de régulation de pression 192.

Ce cinquième mode de fonctionnement illustré sur la figure 14 correspond à un mode de fonctionnement dans lequel la quantité de gaz présent à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 est insuffisante pour alimenter correctement les appareils consommateurs de gaz 300, 301, de sorte que la première pompe 140 est mise en fonctionnement et alimente l'échangeur de chaleur 110. De façon similaire à ce qui a été décrit précédemment, le gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 est ainsi évaporé par son

passage à travers l'échangeur de chaleur 110 et peut ensuite participer à l'alimentation des appareils consommateurs de gaz 300, 301. Ainsi, selon ce cinquième mode de fonctionnement, le premier organe de compression 120 est configuré pour comprimer le gaz prélevé à l'état liquide dans la cuve 200 et évaporé par son passage à travers

5 l'échangeur de chaleur 110 d'une pression absolue comprise entre 0,35 bar et 0.7 bar jusqu'à une pression comprise entre 2 bar et 6 bar, c'est-à-dire une pression correspondant à la pression d'alimentation du deuxième appareil consommateur de gaz 301. Le deuxième organe de compression 130 est quant à lui configuré pour comprimer le gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 d'une pression d'environ 1

10 bar absolu jusqu'à une pression comprise entre 5 bar et 20 bar, ce qui correspond à la pression d'alimentation du premier appareil consommateur de gaz 300.

Optionnellement, l'organe de régulation de pression 192 porté par le onzième conduit 191 peut être mis dans une position ouverte, autorisant ainsi le passage de gaz comprimé par le deuxième organe de compression 130 dans ce onzième conduit 191. Le gaz issu de

15 ce deuxième organe de compression 130 est ainsi détendu de sorte à pouvoir alimenter le deuxième appareil consommateur de gaz 301 si besoin.

La figure 14 illustre plus particulièrement une situation dans laquelle la quantité de gaz prélevé à l'état liquide et évaporé par l'échangeur de chaleur 110 est supérieure à la quantité de gaz nécessaire à l'alimentation du deuxième appareil consommateur de gaz

20 301. Dans ce cas, le moyen de régulation de pression 182 porté par la première conduite 128 est mis dans sa position ouverte de sorte à autoriser le passage du gaz comprimé par le premier organe de compression 120 dans cette première conduite 128. Tel que précédemment évoqué, le moyen de régulation 182 est configuré pour réduire la pression du gaz qui le traverse. Ainsi, le gaz quitte le premier organe de compression 120

25 à une pression comprise entre 2 bar et 6 bar subit une détente opérée par le moyen de régulation 182 jusqu'à une pression d'environ 1 bar, et peut ainsi être mélangé au gaz prélevé à l'état gazeux dans le ciel 201 de la cuve 200 pour être comprimé par le deuxième organe de compression 130 jusqu'à une pression comprise entre 5 bar et 20 bar afin de pouvoir ensuite alimenter le premier appareil consommateur de gaz 300.

La description des systèmes de redondance prévus en cas de défaillance du premier organe de compression 120 ou du deuxième organe de compression 130 donnée précédemment en référence aux figures 11 et 12 s'applique mutatis mutandis à ces quatrième et cinquième modes de fonctionnement.

- 5 Enfin, la figure 15 est une vue écorchée d'un navire 70 qui montre la cuve 200 qui contient le gaz naturel à l'état liquide et à l'état gazeux, cette cuve 200 étant de forme générale prismatique montée dans une double coque 72 du navire. Cette cuve 200 peut faire partie d'un méthanier mais il peut également s'agir d'un réservoir quand le gaz est exploité comme carburant de l'appareil consommateur de gaz.
- 10 La paroi de la cuve 200 comporte une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le gaz à l'état liquide contenu dans la cuve, une membrane d'étanchéité secondaire agencée entre la membrane d'étanchéité primaire et la double coque 72 du navire 70, et deux barrières isolantes agencées respectivement entre la membrane d'étanchéité primaire et la membrane d'étanchéité secondaire et entre la membrane
- 15 d'étanchéité secondaire et la double coque 72.
- Des canalisations de chargement et/ou de déchargement 73 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer la cargaison de gaz naturel à l'état liquide depuis ou vers la cuve 200.
- 20 La figure 15 représente également un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et/ou de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et/ou de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de canalisations isolées 79 pouvant
- 25 se connecter aux canalisations de chargement et/ou de déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de navire. Le poste de chargement et de déchargement 75 permet le chargement et/ou le déchargement du navire 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76 au poste de

chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple cinq km, ce qui permet de garder le navire 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et/ou de déchargement.

- 5 Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met en œuvre une ou des pompes de déchargement portées par la tour de chargement et/ou de déchargement de la cuve 200 et/ou des pompes équipant l'installation à terre 77 et/ou des pompes équipant le poste de chargement et de déchargement 75.

- 10 Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrit et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

- 15 La présente invention propose ainsi un système d'alimentation en gaz d'au moins un appareil consommateur de gaz qui permet d'alimenter les appareils consommateurs de gaz présents sur un navire tout en assurant un maintien d'une pression dans la cuve équipant ce navire et contenant le gaz, à une valeur acceptable pour cette cuve en toutes circonstances et, avantageusement, pour un coût limité puisqu'il ne nécessite que deux organes de compression.

- 20 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. Notamment, les caractéristiques décrites en référence aux différents exemples de réalisation peuvent être combinées dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles entre elles.