

Description

Titre : Dispositif de transfert d'un fluide d'une cuve d'alimentation à une cuve réceptrice

La présente invention concerne un dispositif de transfert d'un fluide et se rapporte plus
5 particulièrement au transfert de liquide entre un premier ouvrage et un deuxième ouvrage.

Il est connu d'utiliser une barge pour alimenter en gaz naturel liquide (GNL) un navire
disposé à quai ou en mer. Cette barge se comporte alors comme un navire ravitailleur
qui fournit ce GNL, notamment lorsque ce GNL est utilisé comme carburant pour la
10 propulsion du navire. Cette barge comprend ainsi des cuves de stockage de GNL,
notamment des cuves à membranes permettant de stocker le GNL à pression
atmosphérique et à -163°C.

La barge comporte classiquement un dispositif de transfert d'un fluide qui comporte une
conduite de chargement en liquide raccordée à la cuve du navire pour le transfert du
15 fluide à l'état liquide, ainsi qu'une conduite de retour du gaz qui permet d'une part,
d'évacuer la phase gazeuse présente dans la cuve du navire pendant le chargement de la
phase liquide et d'autre part, d'injecter cette phase gazeuse dans la cuve de la barge afin
de maintenir une pression stable dans cette dernière.

Un problème apparaît lorsque des écarts de pression sont constatés entre la pression dans
20 la cuve du navire et la pression que la cuve de la barge peut supporter. En effet, la cuve
de la barge stocke le GNL à une pression sensiblement atmosphérique. La cuve du
navire quant à elle peut stocker le GNL à pression atmosphérique, notamment dans une
cuve à membranes, ou à une pression plus élevée, notamment dans une cuve dite
sphérique ou cylindrique. Dans le cas de l'emploi d'une cuve de barge à membranes
25 pour charger une cuve sphérique d'un navire, la prise d'un retour gaz peut se révéler
compliqué voire proscrite, car une pression trop élevée peut endommager la cuve à
membranes de la barge.

L'invention a donc pour but de fournir un dispositif de transfert de fluide pouvant être utilisé pour le chargement de GNL à la fois de navires avec des cuves soumis à une haute pression et de navires avec des cuves à pression atmosphérique. L'invention couvre donc un dispositif de transfert d'un gaz liquéfié d'une cuve d'alimentation d'un premier
5 ouvrage à une cuve réceptrice d'un deuxième ouvrage, au moins l'un des ouvrages étant flottant, le dispositif de transfert comprenant au moins une conduite de chargement en liquide de la cuve réceptrice et au moins une conduite de retour du gaz présent dans la cuve réceptrice vers la cuve d'alimentation, caractérisé en ce que la conduite de retour du gaz comprend au moins un système de régulation de pression comprenant au moins une
10 première branche équipée d'un organe de détente du gaz et une deuxième branche disposée en parallèle de l'organe de détente et équipée d'une vanne configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche.

La cuve d'alimentation peut notamment être une cuve d'un ouvrage flottant telle qu'une barge et la cuve réceptrice peut être une cuve d'un navire de transport de gaz liquéfié
15 utilisée comme réservoir de carburant pour la fourniture de ce carburant à un organe consommateur sur le navire, par exemple le système de propulsion. La cuve d'alimentation constitue alors la cuve duquel le fluide à transférer est prélevé pour remplir la cuve réceptrice. La cuve d'alimentation ou la cuve réceptrice peut également être celle d'un ouvrage terrestre, telle qu'une cuve ou un convoi terrestre de chargement
20 en gaz liquide ou une cuve ou un convoi terrestre de réception de gaz liquéfié acheminé par voie maritime.

Le gaz liquide transvasé de la cuve d'alimentation à la cuve réceptrice peut être du gaz naturel liquéfié (GNL), la conduite de retour étant alors parcourue par une phase gazeuse du GNL. Le dispositif de transfert de fluide permet alors le transfert du GNL de
25 la cuve d'alimentation vers la cuve réceptrice, en passant par la conduite de chargement en liquide.

Lors du chargement de la cuve réceptrice, il est nécessaire d'évacuer du gaz au fur et à mesure de son remplissage afin que celle-ci ne monte pas en pression pendant l'étape de remplissage, une telle montée en pression venant ralentir le remplissage de la cuve

réceptrice en exerçant une contre-pression. Une telle montée en pression pourrait endommager la cuve réceptrice dans le cas où cette cuve est une cuve réceptrice à membranes.

5 De même, pendant cette opération de remplissage de la cuve réceptrice, il est nécessaire de stabiliser la pression de la cuve d'alimentation pour éviter une mise en dépression de celle-ci. Le dispositif de transfert selon l'invention évite cette situation en permettant au gaz de revenir vers la cuve d'alimentation à débit et pression compatibles avec le remplissage. C'est le rôle de la conduite de retour du gaz reliant la cuve réceptrice à la cuve d'alimentation qui permet alors de transférer le gaz de la cuve réceptrice vers la cuve
10 d'alimentation.

Les cuves peuvent présenter des pressions similaires ou des pressions significativement distinctes, cette dernière hypothèse nécessitant un ajustement de la pression du gaz avant son entrée dans la cuve d'alimentation. Un système de régulation de pression permet alors cet ajustement de pression, en ménageant des passages différents en cas de pressions
15 similaires ou de pressions distinctes.

La première branche comprend alors l'organe de détente du gaz, tandis que la deuxième branche comprend la vanne configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche. L'organe de détente génère une perte de charge sur le gaz arrivant depuis la cuve d'alimentation, tandis que la vanne configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche, est une vanne tout ou rien
20 en ce sens qu'elle est utilisée ouverte ou fermée, mais jamais entre les deux. Par la suite, cette vanne configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche sera nommée première vanne. Ladite première vanne permet alors le passage du gaz venant de la cuve réceptrice sans perte de charge. Cette première vanne permet ainsi un retour des gaz plus rapide puisqu'elle ne génère pas de perte de charge.
25 Le débit de gaz circulant dans la branche porteuse de la première vanne est ainsi supérieur à celui qui circule dans la branche porteuse de l'organe de détente.

Selon une caractéristique de l'invention, un dispositif de commande pilote la vanne configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche en fonction d'une première pression mesurée sur la conduite de retour du gaz.

5 La première pression peut par exemple être mesurée en aval du système de régulation de pression.

On définit les termes en aval – en amont par rapport au sens de circulation du gaz dans la conduite de retour du gaz. Les termes en aval - en amont peuvent également être utilisés pour désigner l'emplacement d'éléments sur la conduite de retour du gaz, en fonction du sens de circulation du gaz dans la conduite de retour du gaz, c'est-à-dire
10 depuis la cuve réceptrice jusqu'à la cuve d'alimentation.

Le dispositif de commande est notamment constitué d'un dispositif de mesure permettant de mesurer la première pression de la cuve d'alimentation et d'un organe de commande pneumatique ou hydraulique permettant d'ouvrir ou de fermer la vanne configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième
15 branche, en fonction de la pression mesurée par le dispositif de mesure.

Selon une caractéristique alternative de l'invention, la première pression peut être mesurée en amont du système de régulation de pression. On comprend par en amont, que la pression est mesurée en sortie de la cuve réceptrice et avant le système de régulation de pression.

20 Selon une caractéristique de l'invention, le système de régulation de pression est configuré pour maintenir fermée la vanne elle-même configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche, quand la première pression mesurée sur la conduite de retour du gaz est supérieure à un premier seuil de sécurité, l'organe de détente étant parcouru par le gaz. En d'autres termes, le système
25 impose un passage du gaz de retour au travers de l'organe de détente quand la pression mesurée sur la conduite de retour du gaz est au-dessus du premier seuil de sécurité. Le premier seuil de sécurité est par exemple fixé à 0,63barg.

- Selon une caractéristique de l'invention, le système de régulation de pression est configuré pour maintenir ouverte la vanne configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche quand la première pression mesurée sur la conduite de retour du gaz est inférieure ou égale à un premier seuil de sécurité. Dans
- 5 cette situation, on tire avantage de la première vanne qui ne génère pas de perte de charge, comparé à l'organe de détente. Le débit de gaz peut ainsi être maintenu à un niveau élevé, ce qui réduit le temps de remplissage de la cuve réceptrice. Le premier seuil de sécurité est identique à celui évoqué précédemment et est par exemple fixé à 0,63barg.
- 10 Selon une caractéristique de l'invention, l'organe de détente est à commande mécanique. L'organe de détente comporte alors un élément qu'un opérateur peut actionner manuellement directement sur l'organe de détente, comme par exemple un robinet, un tel élément mécanique permettant ainsi de régler la pression en aval de l'organe de détente.
- 15 Selon une caractéristique de l'invention, l'organe de détente permet notamment de générer une perte de charge minimum de 0,250bar sur le gaz circulant dans la conduite de retour du gaz, une telle perte de charge étant par ailleurs réglable par la commande mécanique de l'organe de détente.
- 20 Selon une caractéristique de l'invention, la cuve d'alimentation est configurée pour opérer à une pression comprise entre 0,05barg et 0,700barg, tandis que la cuve réceptrice est configurée pour opérer à une pression comprise entre 0,05barg et 10barg.
- Dit autrement, la cuve d'alimentation présente la configuration d'une cuve à membranes tandis que la cuve réceptrice peut être une cuve de tout type, comme par exemple une cuve de type B ou C.
- 25 La pression en aval, correspondant à la première pression mesurée dans la cuve d'alimentation et la pression en amont du système de régulation de pression peut être réglée entre ces deux bornes grâce à la commande mécanique de l'organe de détente.

On comprend de ce qui précède que lorsque la pression mesurée par le dispositif de commande, et notamment par son dispositif de mesure disposé en aval du système de régulation de pression, est supérieure au premier seuil de sécurité, la première vanne est fermée sous l'action de l'organe de commande pneumatique ou hydraulique du
5 dispositif de commande. Une telle configuration oblige le gaz à passer par la première branche de la conduite de retour du gaz, c'est-à-dire par l'organe de détente, permettant de diminuer la pression du gaz par perte de charge avant son entrée dans la cuve d'alimentation.

Dans le cas où la pression mesurée par le dispositif de mesure en aval du système de régulation de pression est inférieure ou égale au premier seuil de sécurité, l'organe de commande pneumatique ou hydraulique maintient ouverte la première vanne. Une telle configuration permet au gaz de traverser la première vanne de la deuxième branche de la conduite de retour de gaz sans perte de charge, ce qui permet d'augmenter le retour gaz et ainsi de diminuer le temps nécessaire pour remplir une cuve réceptrice.

Un premier organe de mesure de pression permet de mesurer la première pression qui règne dans la cuve d'alimentation et la compare à un quatrième seuil de sécurité correspondant à une valeur de pression maximum défini par l'opérateur. Ce quatrième seuil de sécurité peut être fixé à 0,63barg et son dépassement active un premier organe de réponse. Le premier organe de réponse répond alors à ce dépassement de quatrième
15 20 seuil de sécurité, mesuré par le premier organe de mesure, en fermant la vanne de contrôle de pression par envoi d'un signal.

Un deuxième organe de mesure de pression permet de mesurer la première pression qui règne dans la cuve d'alimentation et la compare à un cinquième seuil de sécurité correspondant à une valeur de pression maximum défini par l'opérateur. Ce cinquième seuil de sécurité peut être fixé à 0,65barg et son dépassement active un deuxième organe de réponse. Le deuxième organe de réponse permet alors d'envoyer un signal à la vanne de contrôle de pression afin qu'elle se ferme.

Le deuxième organe de mesure de pression communique également avec un troisième organe de réponse. Le troisième organe de réponse est alors activé par le deuxième

- organe de mesure lorsque la première pression mesurée par ce dernier franchit un sixième seuil de sécurité égale à 0,67barg. Le troisième organe de réponse envoie alors un signal à la vanne de contrôle de pression afin que celle-ci reste fermée, et également un signal à une vanne de libération disposée en fin de conduite de retour du gaz, le signal ouvrant ladite vanne de libération. L'ouverture de la vanne de libération permet d'évacuer du gaz de la cuve d'alimentation en dehors de celle-ci, c'est-à-dire dans l'atmosphère, par le biais d'un tube de mise à l'air libre. L'évacuation du gaz en dehors de la cuve d'alimentation permet ainsi de réduire la pression régnant dans ladite cuve d'alimentation.
- 10 Selon une caractéristique de l'invention, l'organe de détente est configuré pour gérer une pression d'entrée du gaz dont la plage de valeurs est comprise entre une première valeur et une deuxième valeur et pour fixer une pression de sortie de gaz dont la plage de valeurs est comprise entre une troisième valeur et une quatrième valeur.
- 15 La première valeur peut par exemple être de 0,05barg et la deuxième valeur peut être de 9barg. La deuxième valeur correspond à une valeur maximum de pression du gaz qui peut être gérée par l'organe de détente. La troisième valeur peut être par exemple de 0,05barg et la quatrième valeur peut être de 0,8barg.
- On comprend de ce qui précède que l'organe de détente génère une perte de charge de la pression du gaz circulant dans la première branche.
- 20 Selon une caractéristique de l'invention, la vanne configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche autorise une circulation de gaz dans la deuxième branche jusqu'à une cinquième valeur de pression du gaz, la cinquième valeur étant supérieure à la première valeur et inférieure à la quatrième valeur.
- 25 La cinquième valeur peut être égale à 0,63barg et supérieure à la première valeur, tout en étant strictement inférieure à la quatrième valeur correspondant à la valeur maximale de la pression sortant de l'organe de détente de la première branche. La cinquième valeur est alors similaire à la première pression qui règne dans la cuve d'alimentation. On comprend que la première vanne autorise le passage du gaz dont la pression est sensiblement égale à la cinquième valeur de 0,63barg, la première vanne ne permettant

pas de générer une perte de charge du gaz circulant sur la conduite de retour du gaz, avant son entrée dans la cuve d'alimentation.

5 Selon une caractéristique de l'invention, la conduite de retour du gaz comprend une vanne de contrôle de pression disposée entre le système de régulation de pression et la cuve d'alimentation.

La vanne de contrôle de pression est un détendeur configuré pour opérer une détente du gaz circulant dans la conduite de retour du gaz afin de stabiliser la pression en entrée de cuve d'alimentation. De manière plus précise, la vanne de contrôle de pression permet de générer une perte de charge du gaz en sortie du système de régulation de pression. A 10 cette fin, la vanne de contrôle de pression comprend une interface de commande pilotée électriquement par un opérateur du navire qui définit la pression d'entrée acceptable dans la cuve d'alimentation. La vanne de contrôle de pression a donc un rôle de sécurité vis-à-vis du système de régulation de pression, par exemple en cas de dysfonctionnement du dispositif de commande du système de régulation de pression ou lorsque la perte de 15 charge du gaz en sortie du système de régulation de pression s'avère insuffisante pour son entrée dans la cuve d'alimentation. La vanne de contrôle de pression peut alors comprendre trois organes de mesure de pression, tous disposés en aval du système de régulation de pression en différents points du dispositif de transfert de fluide.

20 Selon une caractéristique de l'invention, la vanne de contrôle de pression gère une pression d'entrée du gaz dont la plage de valeurs est comprise entre la troisième valeur et la quatrième valeur et fixe une pression de sortie de gaz dont la plage de valeurs est comprise entre la troisième valeur et une sixième valeur inférieure à la quatrième valeur.

La sixième valeur peut par exemple être égale à 0,4barg. On comprend alors que la vanne de contrôle de pression permet un dernier ajustement de la pression du gaz 25 circulant dans la conduite de retour du gaz, lors de sa sortie du système de régulation de pression. La pression comprise entre la troisième valeur et la sixième valeur est la pression acceptable par la cuve d'alimentation.

Selon une caractéristique de l'invention, la conduite de retour du gaz comprend un dispositif de sécurité disposé entre la cuve réceptrice et le système de régulation de

pression et configuré pour interrompre la circulation du gaz dans la conduite de retour du gaz quand la pression du gaz mesurée entre la vanne de contrôle de pression et la cuve d'alimentation franchie un deuxième seuil de sécurité de valeur supérieure à la sixième valeur.

- 5 Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de sécurité est configuré pour interrompre la circulation du gaz dans la conduite de retour du gaz quand la pression du gaz mesurée entre la cuve réceptrice et le dispositif de sécurité franchie un troisième seuil de sécurité de valeur supérieure à la deuxième valeur.

10 Le dispositif de sécurité comprend un premier élément de mesure de la pression disposé entre le système de régulation de pression et la cuve d'alimentation. Le premier élément de mesure de la pression est alors configuré pour mesurer la pression du gaz circulant dans la conduite de retour du gaz, et notamment la pression régnant dans la cuve d'alimentation et la comparer au deuxième seuil de sécurité correspondant à la septième valeur. La septième valeur peut alors être égale à 0,66barg.

15 Le dispositif de sécurité comprend un deuxième élément de mesure de la pression disposé entre la cuve réceptrice et le système de régulation de pression. Le deuxième élément de mesure de la pression est alors configuré pour mesurer la pression du gaz circulant dans la conduite de retour du gaz, et la comparer au troisième seuil de sécurité correspondant à la deuxième valeur, égale à 9barg.

20 Le dispositif de sécurité peut comprendre ainsi deux éléments de mesure, dont le premier élément de mesure de la pression en aval du système de régulation de pression permettant au cas où la pression mesurée atteint un deuxième seuil de sécurité fixé à la septième valeur, de fermer une vanne de sécurité positionnée en sortie de cuve réceptrice. Le deuxième élément de mesure de la pression en amont du système de
25 régulation de pression, c'est-à-dire sur la conduite de retour en sortie de cuve réceptrice, permet en cas de mesure d'une pression supérieure au troisième seuil de sécurité correspondant à la deuxième valeur, de fermer la vanne de sécurité positionnée en sortie de cuve réceptrice. On définit alors le troisième seuil de sécurité comme étant supérieur au premier seuil de sécurité. De manière plus précise, le troisième seuil de sécurité

correspond à une pression selon la deuxième valeur ne pouvant plus être gérée par l'organe de détente, qui n'est plus en mesure d'abaisser la pression au niveau accepté par la cuve d'alimentation.

5 Le dispositif de transfert peut comprendre au moins une vanne d'isolement disposée sur la conduite de retour du gaz.

La vanne d'isolement est une vanne à commande manuelle, ayant une fonction de sécurité ultime. Elle se ferme sous l'action manuelle de l'opérateur, notamment en cas de dysfonctionnement des autres systèmes de sécurité de la conduite de retour du gaz précédemment évoqués.

10 L'invention couvre également un ouvrage comprenant au moins un dispositif de transfert d'un fluide comprenant l'une quelconque des caractéristiques précédentes et au moins une cuve destinée à contenir du gaz à l'état liquide, avantageusement du gaz naturel à l'état liquide. La cuve peut être la cuve d'alimentation ou la cuve réceptrice de l'ouvrage et le dispositif de transfert de fluide selon l'invention est avantageusement
15 disposé sur l'ouvrage flottant.

L'ouvrage flottant peut notamment être une barge comprenant la cuve d'alimentation qui sert à soulever les navires d'un port tels que des méthaniers, des porte-conteneurs, des vraquiers ou des navires de croisières. Dans un tel cas, la cuve réceptrice peut être un réservoir de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

20 L'invention couvre aussi un système pour charger un gaz naturel liquide, qui combine au moins un ouvrage comprenant la cuve réceptrice destinée à contenir du gaz naturel liquide et au moins un ouvrage selon la caractéristique précédente et qui comprend au moins la cuve d'alimentation, au moins l'un de ces ouvrages étant flottant.

L'invention porte également sur un procédé de transfert d'un gaz naturel liquide d'une
25 cuve d'alimentation vers une cuve réceptrice, qui met en œuvre un dispositif de transfert de fluide selon l'une quelconque des caractéristiques précédentes portant sur le dispositif de transfert.

- Selon une caractéristique du procédé de transfert, on maintient fermée la vanne configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche quand la première pression mesurée sur la conduite de retour du gaz, par exemple en amont ou en aval du système de régulation de pression, est supérieure à un premier seuil de sécurité, l'organe de détente étant alors parcouru par le gaz, ou on maintient ouverte la vanne de configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche quand la première pression mesurée sur la conduite de retour du gaz, par exemple en amont ou en aval du système de régulation de pression, est inférieure ou égale au premier seuil de sécurité.
- 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 de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :
- [Fig 1] est une vue schématique d'un dispositif de transfert d'un fluide selon l'invention ;
- [Fig 2] est une vue schématique d'un système de régulation de pression constitutif du dispositif de transfert de fluide de la figure 1 selon une première configuration ;
- [Fig 3] est une vue schématique du système de régulation de pression constitutif du dispositif de transfert de fluide selon l'invention selon une deuxième configuration ;
- 20 [Fig 4] est une vue schématique de l'ensemble de la conduite de retour du gaz du dispositif de transfert de fluide selon l'invention ;
- 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 aux autres. 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 ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.

La figure 1 illustre un premier ouvrage 1 comprenant une cuve d'alimentation 10 et un deuxième ouvrage 2 comprenant une cuve réceptrice 20. Dans l'exemple illustré, le premier ouvrage 1 est flottant et peut notamment être une barge. Également, le deuxième ouvrage 2 est flottant et peut par exemple être un navire de type méthanier, vraquier, porte-conteneurs ou navire de croisière. Alternativement, au moins un des ouvrages peut être terrestre.

La cuve d'alimentation 10 présente un premier volume interne V1 qui contient une cargaison liquide, notamment du gaz naturel à l'état liquide à une première pression P1 comprise entre 0,05barg et 0,700barg et à une température comprise entre -163°C et -155°C. Pour ce faire, la cuve d'alimentation 10 comporte une paroi de cuve d'alimentation 10 comprenant au moins une couche d'isolation et une membrane. La membrane constitue alors la partie en contact avec la cargaison liquide, et peut présenter des ondes afin de mieux résister aux chocs mécaniques de la cargaison liquide contre la paroi de cuve. Selon l'invention, la cuve d'alimentation 10 est une cuve à membranes, c'est-à-dire constituée d'une couche primaire et d'une couche secondaire, chaque couche comprenant une membrane qui assure l'étanchéité et une épaisseur d'un matériau thermiquement isolant, de manière à isoler le contenu de la cuve d'alimentation 10 par rapport à l'environnement extérieur de celle-ci.

La cuve réceptrice 20 présente un deuxième volume interne V2 qui contient une cargaison liquide, notamment du gaz naturel à l'état liquide à une deuxième pression P2 et à une température comprise entre -163°C et -130°C. La deuxième pression P2 peut être une pression proche de la première pression P1 qui règne dans la cuve d'alimentation 10. La cuve réceptrice 20 comprend alors une paroi de cuve réceptrice 20 qui peut être de technologie similaire à celle de la cuve d'alimentation 10, c'est-à-dire à membranes, avec une pression allant jusqu'à 0,700barg. Alternativement, et c'est tout l'intérêt de l'invention, la cuve réceptrice 20 peut être réalisée selon une technologie de type B ou C, c'est-à-dire des cuves à parois autoporteuses capables de résister à des pressions comprises entre 1barg et 10barg. Ces cuves sont reconnaissables en ce qu'elles prennent la forme d'une sphère ou d'un prisme.

Le but du premier ouvrage 1 flottant est d'approvisionner la cuve réceptrice 20 du deuxième ouvrage 2 flottant en gaz naturel liquide. Pour ce faire, un dispositif de transfert 0 de fluide est disposé entre la cuve réceptrice 20 et la cuve d'alimentation 10, de telle sorte qu'il les relie. Le dispositif de transfert 0 de fluide est composé au moins
5 d'une conduite 3 de chargement en liquide et d'une conduite 4 de retour du gaz.

La conduite 3 de chargement en liquide se présente sous la forme d'un tube par lequel la cargaison liquide circule afin de passer de la cuve d'alimentation 10 du premier ouvrage 1 flottant à la cuve réceptrice 20 du deuxième ouvrage 2 flottant. Ce transfert du fluide à l'état liquide est opéré au moyen d'une pompe 2. Lors d'un tel transfert, le gaz naturel
10 liquéfié extrait de la cuve d'alimentation 10 libère le premier volume interne V1 de cette dernière, tandis que le gaz naturel liquéfié arrivant dans la cuve réceptrice 20 remplit le deuxième volume interne V2 de cette cuve réceptrice 20.

Au niveau de la cuve d'alimentation 10, le déchargement du gaz naturel liquéfié entraîne des variations de pression qu'il est nécessaire de stabiliser, pour ne pas endommager la paroi de la cuve d'alimentation 10. Au niveau de la cuve réceptrice 20, le chargement de
15 cette dernière augmente la deuxième pression P2 dans le deuxième volume interne V2. Une telle augmentation de la deuxième pression P2 dans le deuxième volume interne V2 peut à la fois endommager la cuve réceptrice 20 mais également endommager des pompes de transvasement (non représentées), qui devraient alors exercer un effort de
20 pousser supérieur pour contrebalancer une contrepression dans le deuxième volume interne V2. Il est donc nécessaire d'évacuer le gaz au fur et à mesure du soutage de la cuve réceptrice 20 afin de faire baisser cette pression dans le deuxième volume interne V2.

La conduite 4 de retour du gaz est quant à elle disposée entre la cuve réceptrice 20 et la
25 cuve d'alimentation 10, de telle sorte qu'elle les relie.

La conduite 4 de retour du gaz permet, lors du soutage de la cuve réceptrice 20, de transférer le gaz du deuxième volume interne V2 dans le premier volume interne V1 de la cuve d'alimentation 10. Dit autrement, le gaz du deuxième volume interne V2 devant être évacué en dehors de la cuve réceptrice 20 pour éviter sa montée en pression lors de

son remplissage, est injecté dans le premier volume interne V1 de la cuve d'alimentation 10 afin de stabiliser la première pression P1 du premier volume interne V1.

L'intérêt d'un tel dispositif de transfert est notamment d'éviter l'expulsion du gaz dans l'atmosphère et également de maintenir une pression stable dans la cuve d'alimentation 10 du premier ouvrage 1.

Comme évoquée précédemment, la cuve d'alimentation 10 stocke le gaz naturel liquéfié et présente un ciel gazeux à la première pression P1 tandis que la cuve réceptrice 20 contient le gaz naturel liquéfié et un ciel gazeux à la deuxième pression P2. Le but de la conduite 4 de retour du gaz est principalement de conserver constante la première pression P1 dans la cuve d'alimentation 10 durant l'opération de soutage.

La deuxième pression P2 de la cuve réceptrice 20 peut être proche de la première pression P1, mais elle peut également être significativement distincte si la cuve réceptrice 20 du deuxième ouvrage 2 est à parois porteuses, c'est-à-dire capable de résister à une pression de 10barg. On comprend alors qu'un problème se pose lorsque la première pression P1 et la deuxième pression P2 sont différentes. En effet, le retour de gaz de la cuve d'alimentation 10 avec du gaz de pression supérieure pourrait l'endommager.

Ainsi selon l'invention, la conduite 4 de retour du gaz comporte un système de régulation de pression 5. Le système de régulation de pression 5 se présente comme un système qui comprend une première branche 51 de passage du gaz et une deuxième branche 52 de passage du gaz. La première branche 51 comporte un organe de détente 510 du gaz, tandis que la deuxième branche 52 comporte une vanne 520 configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche.

L'organe de détente 510 du gaz se présente sous la forme d'un organe à commande mécanique, c'est-à-dire que celui-ci comprend un élément qui peut être actionné par un opérateur, par exemple un robinet. L'organe de détente 510 a alors pour fonction de diminuer la pression du gaz traversant la première branche 51. A l'inverse, la vanne 520 configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche, est une vanne tout ou rien, en ce sens qu'elle est soit ouverte soit fermée, mais jamais entre les deux. Dans un souci de facilitation de la lecture, la vanne 520 configurée

pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche sera nommée première vanne dans la suite de la description détaillée. La première vanne 520 permet le passage du gaz par la deuxième branche 52 sans modification significative de sa pression. La première vanne 520 est donc une alternative à l'organe de détente 510 du gaz de la première branche 51, quand la pression en aval du système de régulation 5 reste en dessous d'un seuil de pression déterminé.

On comprend de ce qui précède que la conduite 4 de retour du gaz permet l'utilisation du gaz de la cuve réceptrice 20 à la fois lorsque la deuxième pression P2 est proche de la première pression P1, mais également lorsque les pressions P1, P2 sont significativement distinctes.

On va maintenant décrire plus en détail le système de régulation de pression 5 au moyen de la figure 2 montrant une première configuration du dispositif de transfert de fluide et la figure 3 montrant une deuxième configuration du dispositif de transfert de fluide. Il convient de considérer que la conduite 4 de retour du gaz comprend d'autres éléments que le système de régulation de pression 5 et que ceux-ci seront détaillés dans la suite de la description à la figure 4. Également, six seuils de sécurité et sept valeurs distinctes vont être exposés dans la suite de la description et ce de manière non linéaire, la numérotation ne traduisant nullement un ordre d'importance des seuils de sécurité et des valeurs distinctes

La figure 2 illustre le système de régulation de pression 5 de la conduite 4 de retour du gaz avec notamment la première branche 51 comprenant l'organe de détente 510 du gaz et la deuxième branche 52 comprenant la première vanne 520.

La cuve d'alimentation 10 comprend le gaz naturel liquide et un ciel de cuve, c'est-à-dire le ciel gazeux à la première pression P1 égale à 0,4barg. Dans cette première configuration du dispositif de transfert de fluide, la cuve réceptrice 20 contient le gaz naturel liquide et son ciel gazeux à la deuxième pression P2 proche de la première pression P1, c'est-à-dire autour de 0,4barg. Cette première configuration du dispositif de transfert de fluide correspond donc à la situation où la cuve d'alimentation 10 et la cuve réceptrice 20 sont toutes deux des cuves à membranes.

Un dispositif de commande 54 du système de régulation de pression 5 est positionné en parallèle dudit système de régulation de pression 5. Le dispositif de commande 54 comprend notamment un dispositif de mesure 540 et un organe de commande pneumatique ou hydraulique 542. Le dispositif de mesure 540 permet de mesurer sur la conduite 4 de retour du gaz, la première pression P1, c'est-à-dire la première pression P1 de la cuve d'alimentation 10. De manière plus précise, la première pression P1 est mesurée en aval du système de régulation pression 5. L'organe de commande pneumatique ou hydraulique 542 permet alors d'agir sur la première vanne 520, notamment en la fermant. De manière plus précise, l'organe de commande pneumatique ou hydraulique 542 agit sur la première vanne 520 en fonction de la première pression P1 mesurée par le dispositif de mesure 540 du dispositif de commande 54. Dans le cas où la première pression P1 dépasse un premier seuil de sécurité, l'organe de commande pneumatique ou hydraulique 542 ferme la première vanne 520. Ce premier seuil de sécurité peut par exemple être d'une cinquième valeur E égale à 0,63barg. Dit autrement, la première vanne 520 gère une pression d'entrée du gaz égale à la cinquième valeur E et fixe une pression de sortie du gaz égale à la cinquième valeur E, c'est-à-dire sans perte de charge.

Lors du soutage de la cuve réceptrice 20, la première pression P1 de la cuve d'alimentation 10 doit rester stable et inférieure à 0,63barg, afin de ne pas l'endommager. A cette fin, le premier seuil de sécurité fixé à 0,63barg permet en cas de dépassement de ladite valeur de fermer la première vanne 520. De manière plus précise, lorsque la première pression P1 mesurée par le dispositif de mesure 540 dépasse le premier seuil de sécurité égale à la cinquième valeur E fixée à 0,63barg, ce dernier envoie un signal à l'organe de commande pneumatique ou hydraulique 542 afin qu'il ferme la première vanne 520.

Dans cette première configuration du dispositif de transfert de fluide, la cuve d'alimentation 10 et la cuve réceptrice 20 comprennent toutes deux des ciels gazeux à une première pression P1 et une deuxième pression P2 proches mais différentes. Une différence de pression de l'ordre de 0,100 à 0,150 bar permet généralement l'écoulement

libre du gaz de la cuve réceptrice 20 à la cuve d'alimentation 10. On comprend alors que la pression le long de la conduite de retour du gaz 4 ne doit subir qu'une variation faible et qu'ainsi la première pression P1 mesurée par le dispositif de mesure 540 ne dépasse pas le premier seuil de sécurité égale à la cinquième valeur E fixée à 0,63barg.

- 5 Lorsque la première pression P1 mesurée par le dispositif de mesure 540 ne dépasse pas le premier seuil de sécurité, l'organe de commande pneumatique ou hydraulique 542 ne ferme pas la première vanne 520, de telle sorte que le gaz passe majoritairement par la deuxième branche 52 du système de régulation de pression 5. En effet, le gaz passe naturellement par la voie la plus facile, ce qui est dans le cas présent le passage sans perte
- 10 de charge, par la première vanne 520. Il convient tout de même de considérer qu'une part minime du gaz circulant dans la conduite 4 de retour du gaz passe également par la première branche 51 lorsque la première vanne 520 est ouverte.

- Une vanne de contrôle de pression 40 est disposée en aval du dispositif de commande 54 et comprend au moins un organe de mesure et un organe de réponse, ici un premier
- 15 organe de mesure 401a et un premier organe de réponse 402a. La vanne de contrôle de pression 40 est plus précisément un détendeur contrôlé électriquement par un système de contrôle embarqué sur l'ouvrage flottant qui porte la cuve d'alimentation 10. La vanne de contrôle de pression 40 est positionnée en aval du système de régulation de pression 5 afin qu'elle contrôle et ajuste la pression du gaz circulant dans la conduite 4
- 20 de retour du gaz, notamment en sortie du système de régulation de pression 5. De manière plus précise, la vanne de contrôle de pression 40 permet une perte de charge du gaz circulant dans la conduite 4 de retour du gaz, cette perte de charge étant inférieure à celle effectuée par l'organe de détente 510 mais suffisante pour l'entrée du gaz dans la cuve d'alimentation 10.

- 25 Selon un exemple non limitatif, la vanne de contrôle de pression 40 gère une pression d'entrée du gaz dont la plage de valeurs est comprise entre une troisième valeur C et une quatrième valeur D et fixe une pression de sortie du gaz dont la plage de valeurs est comprise entre la troisième valeur C et une sixième valeur F.

La troisième valeur C et la quatrième valeur D peuvent alors être égales respectivement à 0,05barg et 0,8barg, tandis que la pression de sortie du gaz comprise entre la troisième valeur C et la sixième valeur F, sont respectivement égale à 0,05barg et 0,4barg. On constate de ces valeurs prises à titre d'exemple que la vanne de contrôle de pression 40
5 peut occasionner une perte de charge de la pression du gaz de l'ordre de 0,700barg, mais peut également être traversée par le gaz sans que celui-ci ne subisse une perte de charge conséquente.

Un opérateur définit alors un quatrième seuil de sécurité sur le premier organe de mesure 401a, correspondant à une pression que la cuve d'alimentation 10 peut
10 supporter. Le premier organe de mesure 401a permet alors de s'assurer que la pression fixée par l'opérateur est respectée, notamment que la vanne de contrôle de pression a effectué une perte de charge suffisante au gaz circulant dans la conduite 4 de retour de gaz, en aval du système de régulation de pression 5.

Dans le cas où la première pression P1 mesurée par le premier organe de mesure 401a
15 dépasse le quatrième seuil de sécurité fixé par l'opérateur, celle-ci envoie un signal au premier organe de réponse 402a. Le premier organe de réponse 402a agit alors sur la vanne de contrôle de pression 40 en la fermant, ce qui permet d'isoler la cuve d'alimentation 10 de la cuve réceptrice 20 pour ce qui concerne le retour de gaz.

La vanne de contrôle de pression 40 est donc disposée en aval du dispositif de
20 commande 54 afin de jouer un rôle de sécurité en cas de dysfonctionnement de ce dernier mais également afin d'effectuer une dernière perte de charge sur le gaz sortant de système de régulation de pression 5, avant son entrée dans la cuve d'alimentation 10

Une deuxième configuration du dispositif de transfert de fluide va maintenant être décrite avec la figure 3. Il convient de considérer que les caractéristiques structurelles et
25 fonctionnelles des composants de la conduite 4 de retour du gaz et du système de régulation de pression 5 exposées précédemment s'appliquent à la deuxième configuration du dispositif de transfert de fluide. Pour les éléments déjà décrits, il conviendra de se reporter aux figures 1 et 2 et la description qui vient d'en être faite.

Dans cette deuxième configuration du dispositif de transfert de fluide, le gaz naturel liquide est stocké dans la cuve réceptrice 20 et celle-ci comprend un ciel gazeux à une deuxième pression P2 supérieure à la première pression P1 de l'ordre de 0,4barg, cette deuxième pression P2 étant supérieure à 0,63barg et par exemple comprise entre
5 0,700barg et 10barg. Cette deuxième configuration du dispositif de transfert de fluide correspond donc à la situation où la cuve d'alimentation 10 est une cuve à membranes et la cuve réceptrice 20 est une cuve de type B ou de type C.

Lors du soutage, le gaz contenu dans la cuve réceptrice 20 à la deuxième pression P2 va dans un premier temps passer majoritairement par la première vanne 520 de la deuxième
10 branche 52, puisqu'il s'agit du chemin le plus facile selon les raisons évoquées précédemment. La deuxième pression P2 étant supérieure à la première pression P1, la pression en aval du système de régulation de pression 5 va augmenter, c'est-à-dire être plus élevée que la première pression P1 fixée à 0,4barg.

Le dispositif de commande 54 placé en aval du système de régulation de pression 5
15 détecte, grâce à son dispositif de mesure 540, une pression intermédiaire, celle-ci étant alors supérieure au premier seuil de sécurité égale à la cinquième valeur E fixée à 0,63barg. On entend par pression intermédiaire, une pression du gaz circulant dans la conduite 4 de retour du gaz, entre le système de régulation de pression 5 et la vanne de contrôle de pression 40. En réponse à ce franchissement du premier seuil de sécurité,
20 l'organe de commande pneumatique ou hydraulique 542 du dispositif de commande 54 agit sur la première vanne 520 en la fermant.

La fermeture de la première vanne 520 empêche alors le gaz de passer par la deuxième branche 52 et le contraint à traverser l'organe de détente 510 de la première branche 51. L'organe de détente 510 gère alors une pression d'entrée du gaz dont la plage de valeurs
25 est comprise entre une première valeur A et une deuxième valeur B et fixe une pression de sortie du gaz dont la plage de valeurs est comprise entre la troisième valeur C et la quatrième valeur D. A titre d'exemple, la première valeur A et la deuxième valeur B peuvent être respectivement de 0,05barg et 9barg. L'organe de détente 510 permet alors

au gaz soumis à la deuxième pression P2 de subir une perte de charge d'un minimum de 0,250barg.

Comme pour la première configuration exposée à la figure 2, la vanne de contrôle de pression 40 permet de vérifier que la première pression P1 de la cuve d'alimentation 10 est toujours en dessous du quatrième seuil de sécurité fixé par l'opérateur, et agit dans le cas d'un dépassement dudit quatrième seuil de sécurité constaté par le premier organe de mesure 401a, en clôturant la vanne de contrôle de pression 40 comme cela est décrit précédemment.

Également, la vanne de contrôle de pression 40 permet dans cette deuxième configuration, de générer une perte de charge du gaz en sortie du système de régulation de pression 5, et dans le cas présent, en cas de perte de charge du gaz insuffisante effectuée par l'organe de détente 510, pour son entrée dans la cuve d'alimentation 10.

Le système de régulation de pression 5 est donc un système permettant d'injecter du gaz de la cuve réceptrice 20 dans la cuve d'alimentation 10 à la fois lorsque la première pression P1 et la deuxième pression P2 sont proches, l'une étant nécessairement plus importante que l'autre pour générer la circulation du flux de gaz, mais également lorsque ces pressions P1, P2 sont significativement distinctes, en particulier lorsque la pression de retour gaz dans la cuve réceptrice 20 est supérieure à la pression du gaz dans la cuve d'alimentation 10.

La conduite 4 de retour du gaz va maintenant être décrite dans son contexte global tel qu'illustré à la figure 4, avec le système de régulation de pression 5 exposé précédemment aux figures 2 et 3.

Dans le cadre d'une compréhension de la description qui va suivre il convient de considérer, comme cela a été évoqué précédemment, que l'organe de détente 510 permet une perte de charge d'un minimum de 0,250barg. Dit autrement, l'organe de détente 510 agit sur la pression du gaz en provenance de la cuve réceptrice 20, uniquement lorsque celui-ci atteint au moins une valeur autour de 0,8barg, cette valeur correspondant à la première pression P1, égale à 0,63barg, auquel on ajoute les 0,250barg minimum de perte de charge occasionnée par l'organe de détente 510. On

comprend alors que dans le cas d'une deuxième pression P2 de la cuve réceptrice 20 comprise entre 0,63barg et 0,8barg, l'organe de détente 510 n'aura pas d'impact sur celle-ci. On comprend également la nécessité de la vanne de contrôle de pression 40 permettant dans le cas exposé ci-dessus, de générer une perte de charge complémentaire
5 au gaz sortant de l'organe de détente 510 avant son entrée dans la cuve d'alimentation 10.

Un dispositif de sécurité 42 est disposé en sortie de la cuve réceptrice 20, c'est-à-dire en amont du système de régulation de pression 5. Le dispositif de sécurité 42 est composé d'une vanne de sécurité 420 à commande électrique ou pneumatique et d'au moins un
10 élément de mesure de pression. Dans l'exemple illustré, le dispositif de sécurité 42 comprend un premier élément de mesure de pression 421a positionné en aval du système de régulation de pression 5 et un deuxième élément de mesure de pression 421b positionné en amont du système de régulation de pression 5.

Le premier élément de mesure 421a permet de mesurer la première pression P1 sur la
15 conduite 4 de retour du gaz, et plus précisément celle en aval du système de régulation de pression 5 et donc celle qui règne dans la cuve d'alimentation 10. Le premier élément de mesure 421a comprend un deuxième seuil de sécurité d'une septième valeur G, fixée par exemple à 0,66barg. Comme cela a été expliqué précédemment, l'organe de détente 510 présente un impact sur la réduction de la pression uniquement lorsque la deuxième
20 pression P2 est d'un minimum de 0,8barg. Ainsi, dans le cas où la deuxième pression P2 est comprise entre 0,63barg et 0,8barg, et dans le cas où la vanne de contrôle de pression 40 est défaillante et n'effectue pas la perte de charge complémentaire du gaz en sortie du système de régulation de pression 5, ladite pression P2 tend à augmenter une pression intermédiaire située entre le système de régulation 5 et la vanne de contrôle 40. Le
25 premier élément de mesure 421a a donc pour fonction de contrôler que la première pression P1 n'atteigne pas une septième valeur fixée à 0,66barg, en cas d'inaction de l'organe de détente 510.

Le premier élément de mesure 421a mesure donc la première pression P1 et la compare avec la valeur du deuxième seuil de sécurité égal à la septième valeur G. Dans le cas où la

pression mesurée atteint la septième valeur G du deuxième seuil de sécurité fixée à 0,66barg, le premier élément de mesure 421a envoie un signal électrique à un premier élément de réponse 422a afin que celui-ci ferme la vanne de sécurité 420, empêchant alors toute entrée de retour de gaz dans la cuve d'alimentation 10.

5 Le deuxième élément de mesure 421b quant à lui est positionné en amont du système de régulation de pression 5, c'est-à-dire qu'il mesure la deuxième pression P2 qui règne dans la cuve réceptrice 20. Le deuxième élément de mesure 421b présente un troisième seuil de sécurité égal à la deuxième valeur B fixée à 9barg. Ainsi, le deuxième élément de mesure 421b mesure la deuxième pression P2 du gaz directement en sortie de la cuve
10 réceptrice 20 et la compare à la valeur fixée par le troisième seuil de sécurité. Dans le cas où la pression mesurée atteint la deuxième valeur B du troisième seuil de sécurité, le deuxième élément de mesure 421b envoie un signal électrique à un deuxième élément de réponse 422b afin que celui-ci ferme la vanne de sécurité 420, empêchant alors toute entrée de retour de gaz dans la cuve d'alimentation 10.

15 La valeur du troisième seuil de sécurité correspond alors à une pression qui ne peut plus être gérée par l'organe de détente 510, c'est-à-dire une pression qu'il n'est plus en mesure d'abaisser au niveau attendu dans la cuve d'alimentation 10.

Comme évoqué précédemment, la vanne de contrôle de pression 40 comprend le premier organe de mesure 401a. Dans le mode de réalisation illustré à cette figure 4, la
20 vanne de contrôle de pression 40 comprend également un deuxième organe de mesure 401b qui est positionné entre le premier organe de mesure 401a et le premier élément de mesure 421a du dispositif de sécurité 42. Un opérateur peut alors définir un cinquième seuil de sécurité pouvant être par exemple de 0,65barg. Le deuxième organe de mesure 401b permet alors de comparer la première pression P1 mesurée sur la conduite 4 de retour de gaz à la valeur du cinquième seuil de sécurité. Dans le cas où la première
25 pression P1 mesurée par le deuxième organe de mesure 401b atteint le cinquième seuil de sécurité, ce dernier envoie un signal à un deuxième organe de réponse 402b qui ferme la vanne de contrôle de pression 40.

Le deuxième organe de mesure 401b communique également avec un troisième organe de réponse 402c. Le troisième organe de réponse 402c comprend alors un sixième seuil de sécurité correspondant à une valeur de 0,67barg, mesurée par le deuxième organe de mesure 401b. Lorsque la première pression P1 mesurée par le deuxième organe de mesure 401b atteint la valeur du sixième seuil de sécurité, le troisième organe de réponse 402c envoie un signal à la vanne de contrôle de pression 40 pour lui imposer de demeurer fermée, mais également un signal à une vanne de libération 403. Cette dernière est une vanne à commande électrique positionnée en fin de conduite 4 de retour du gaz, c'est-à-dire en aval du premier élément de mesure de pression 421a.

10 L'ouverture d'une telle vanne de libération 403 permet de maintenir la pression dans la cuve d'alimentation 10 à un niveau acceptable, c'est-à-dire inférieure à 0.63barg, via une mise à l'atmosphère par un tube de mise à l'air libre 404.

On comprend alors que le dispositif de transfert de fluide comporte un ensemble de moyen de sécurisation de sa conduite de retour du gaz 4. Ces moyens de sécurisation fonctionnent suivant la pression mesurée le long de la conduite 4 de retour du gaz, notamment en fonction de la première pression P1 régnant dans la cuve d'alimentation 10 ou de la deuxième pression P2 régnant dans la cuve réceptrice 20.

15

Lorsque la première pression P1 mesurée par le dispositif de mesure 540 est égale ou inférieure à la valeur de son premier seuil de sécurité fixé à 0,63barg, l'organe de commande pneumatique ou hydraulique 542 avec lequel elle communique, laisse ouverte la première vanne 520 afin que le gaz circule par la deuxième branche 52 sans perte de charge.

20

Le premier organe de mesure de pression 401a communiquant avec le premier organe de réponse 402a permet de sécuriser le dispositif de commande 54 du système de régulation de pression 5, c'est-à-dire qu'il clôture la vanne de contrôle 40 positionnée directement en aval du système de régulation de pression 5 lorsque la première pression P1 mesurée ou estimée atteint le quatrième seuil de sécurité fixé par l'opérateur. Habituellement, ce quatrième seuil de sécurité est fixé à 0,63barg.

25

Dans le cas où la deuxième pression P2 dans la cuve réceptrice 20 est comprise entre 0,63barg et 0,8barg, celle-ci augmente la première pression P1 qui règne dans la cuve d'alimentation 10. Cette augmentation de la première pression P1 est alors être détectée par le dispositif de commande 54 qui clôture alors la première vanne 520. Le gaz
5 emprunte alors la première branche 51 et traverse l'organe de détente 510. Cependant l'organe de détente 510 n'a pas d'action sur la réduction de cette pression, suivant les raisons exposées précédemment. Ainsi, le gaz contenu dans la cuve réceptrice 20 à la deuxième pression P2 comprise entre 0,63barg et 0,80barg augmente la première pression P1 qui règne dans la cuve d'alimentation 10 dans le cas où la vanne de contrôle
10 de pression 40 est défectueuse concernant la perte de charge complémentaire du gaz en sortie de l'organe de détente 510.

Dans le cas où le premier organe de mesure de pression 401a est défectueux, une telle augmentation de la première pression P1 est alors détectée par le deuxième organe de mesure de pression 401b qui par communication avec le deuxième organe de réponse
15 402b, clôture la vanne de contrôle de pression 40 en aval du système de régulation de pression 5 lorsque la première pression P1 mesurée atteint le cinquième seuil de sécurité fixé à 0,65barg. La fermeture de cette vanne de contrôle de pression 40 n'empêche cependant pas la sortie du gaz directement depuis la cuve réceptrice 20.

Ainsi, en cas de poursuite du remplissage du premier volume interne V1 pour cause de
20 fermeture incomplète de la vanne de contrôle de pression 40, le premier élément de mesure 421a communiquant avec le premier élément de réponse 422a, clôture la vanne de sécurité 420, du dispositif de sécurité 42, positionnée en sortie de cuve réceptrice 20 lorsque la première pression P1 mesurée atteint la septième valeur G égale à 0,66barg, correspondant au deuxième seuil de sécurité.

25 Dans le cas d'une défaillance du premier élément de mesure 421a et du premier élément de réponse 422a, le deuxième organe de mesure 401b en communication avec le troisième organe de réponse 402c, permet de fermer la vanne de contrôle de pression 40 et d'ouvrir la vanne de libération 403. Une telle ouverture de la vanne de libération 403 permet au gaz de s'échapper dans l'atmosphère par le biais du tube de mise à l'air libre

404. Cette action est effectuée lorsque la première pression P1 mesurée par le deuxième organe de mesure 401b atteint le sixième seuil de sécurité fixé à 0,67barg.

5 Dans le cas où la deuxième pression P2 qui règne dans la cuve réceptrice 20 est supérieure à 0,8barg, celle-ci tend à augmenter la première pression P1 de la cuve d'alimentation 10 au-dessus de 0,63barg. Cette augmentation de la première pression P1 est alors détectée par le dispositif de mesure 540, dont le premier seuil de sécurité est fixé à 0,63barg, et qui en combinaison avec l'organe de commande pneumatique ou hydraulique 542, clôtüre la première vanne 520. La fermeture de la première vanne 520 oblige alors le gaz à passer par l'organe de détente 510 de la première branche 51 du système de régulation de pression 5 afin qu'il subisse une perte de charge d'un minimum de 0,250barg avant son entrée dans la cuve d'alimentation 10.

La vanne de contrôle de pression 40 permet à la suite du passage du gaz dans l'organe de détente 510, d'effectuer une deuxième perte de charge de la pression du gaz avant son entrée dans la cuve d'alimentation 10.

15 Enfin, dans le cas où la pression en sortie de cuve réceptrice 20 mesurée par le deuxième élément de mesure 421b du dispositif de sécurité 42, atteint le troisième seuil de sécurité de deuxième valeur B par exemple fixée à 9barg, un signal est envoyé par le deuxième élément de réponse 422b pour clôturer la vanne de sécurité 420. Cette action empêche l'arrivée du gaz contenu dans la cuve réceptrice 20 vers la cuve d'alimentation 10, 20 puisqu'une telle deuxième pression P2 ne peut plus être gérée par l'organe de détente 510.

Au moins une vanne d'isolement 44a, 44b, 44c peut être disposée le long de la conduite 4 de retour du gaz. Dans l'exemple illustré, la conduite 4 du retour du gaz comprend quatre vannes d'isolement 44a, 44b, 44c.

25 Les vannes d'isolement 44 sont des vannes à commande manuelle contrôlées par l'action d'un opérateur, notamment en cas de dysfonctionnement important des systèmes de sécurité à commande électrique de la conduite 4 de retour du gaz évoqués précédemment. Ces vannes d'isolement 44 permettent de bloquer toute circulation du gaz depuis la cuve réceptrice 20 et vers la cuve d'alimentation 10.

Une première vanne d'isolement 44a est disposée en amont du système de régulation de pression 5. Une deuxième vanne d'isolement 44b, une troisième vanne d'isolement 44c et une quatrième vanne d'isolement 44d sont disposées en aval du système de régulation de pression 5.

5 De manière plus précise, la deuxième vanne d'isolement 44b est positionnée en aval de la vanne de contrôle de pression 40 et en amont du deuxième organe de mesure 401b de pression.

La troisième vanne d'isolement 44c est positionnée en amont de la vanne de libération 403 et en aval du premier élément de mesure 421a, de telle sorte qu'elle empêche toute
10 circulation de gaz de la conduite 4 de retour du gaz vers le tube de mise à l'air libre 404, notamment en cas de rupture de la vanne de libération 403 ou de dysfonctionnement de son système de fermeture commandé électriquement.

Enfin, la quatrième vanne d'isolement 44d est positionnée à l'entrée de la cuve d'alimentation 10, entre cette entrée et le premier élément de mesure 421a. Cette
15 quatrième vanne d'isolement 44d est alors ouverte lors du soutage de la cuve réceptrice 20 et est fermée lors d'un dysfonctionnement d'une des vannes à commande électrique positionnées en amont.

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

L'invention, telle qu'elle vient d'être décrite, atteint bien le but qu'elle s'était fixé, et permet de proposer un système de régulation de la pression de retour cuve, qui permet le remplissage de cuve d'un ouvrage flottant équipé de cuves à membranes ou de cuves autoporteuses, à partir d'un autre ouvrage flottant équipé d'au moins une cuve à
25 membranes. Des variantes non décrites ici pourraient être mises en œuvre sans sortir du contexte de l'invention, dès lors que, conformément à l'invention, elles comprennent un dispositif de transfert de fluide conforme à l'aspect de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de transfert (0) d'un gaz liquéfié d'une cuve d'alimentation (10) d'un premier ouvrage (1) à une cuve réceptrice (20) d'un deuxième ouvrage (2), au moins l'un des ouvrages (1, 2) étant flottant, le dispositif de transfert (0) comprenant au moins
5 une conduite (3) de chargement en liquide de la cuve réceptrice (20) et au moins une conduite (4) de retour du gaz présent dans la cuve réceptrice (20) vers la cuve d'alimentation (10), caractérisé en ce que la conduite (4) de retour du gaz comprend au moins un système de régulation de pression (5) comprenant au moins une première branche (51) équipée d'un organe de détente (510) du gaz et une deuxième branche (52)
10 disposée en parallèle de l'organe de détente (510) et équipée d'une vanne (520) configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche (52).
2. Dispositif de transfert (0) de fluide selon la revendication précédente, comprenant un dispositif de commande (54) qui pilote la vanne (520) configurée pour
15 autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche (52), en fonction d'une première pression mesurée sur la conduite (4) de retour du gaz.
3. Dispositif de transfert (0) de fluide selon la revendication 2, dans lequel le système de régulation de pression (5) est configuré pour maintenir fermée la vanne (520) elle-même configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la
20 deuxième branche (52), quand la première pression (P1) mesurée sur la conduite (4) de retour du gaz est supérieure à un premier seuil de sécurité, l'organe de détente (510) étant parcouru par le gaz.
4. Dispositif de transfert (0) de fluide selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le système de régulation de pression (5) est configuré pour maintenir ouverte la vanne
25 (520) configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche (52) quand la première pression (P1) mesurée sur la conduite (4) de retour du gaz est inférieure ou égale à un premier seuil de sécurité.
5. Dispositif de transfert (0) de fluide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'organe de détente (510) est à commande mécanique.

6. Dispositif de transfert (0) de fluide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'organe de détente (510) est configuré pour gérer une pression d'entrée du gaz dont la plage de valeurs est comprise entre une première valeur (A) et une deuxième valeur (B) et pour fixer une pression de sortie de gaz dont la plage de valeurs est comprise entre une troisième valeur (C) et une quatrième valeur (D).
7. Dispositif de transfert (0) de fluide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la vanne (520) configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche (52) autorise une circulation de gaz dans la deuxième branche (52) jusqu'à une cinquième valeur (E) de pression du gaz, la cinquième valeur (E) étant supérieure à la première valeur (A) et inférieure à la quatrième valeur (D).
8. Dispositif de transfert (0) de fluide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la conduite (4) de retour du gaz comprend une vanne de contrôle de pression (40) disposée entre le système de régulation de pression (5) et la cuve d'alimentation (10).
9. Dispositif de transfert (0) de fluide selon la revendication précédente, dans lequel la vanne de contrôle de pression (40) gère une pression d'entrée du gaz dont la plage de valeurs est comprise entre la troisième valeur (C) et la quatrième valeur (D) et fixe une pression de sortie de gaz dont la plage de valeurs est comprise entre la troisième valeur (C) et une sixième valeur (F) inférieure à la quatrième valeur (D).
10. Dispositif de transfert (0) de fluide selon la revendication précédente, dans lequel la conduite (4) de retour du gaz comprend un dispositif de sécurité (42) disposé entre la cuve réceptrice (20) et le système de régulation de pression (5) et configuré pour interrompre la circulation du gaz dans la conduite (4) de retour du gaz quand la pression du gaz mesurée entre la vanne de contrôle de pression (40) et la cuve d'alimentation (10) franchit un deuxième seuil de sécurité de valeur supérieure à la sixième valeur (F).
11. Dispositif de transfert (0) de fluide selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif de sécurité (42) est configuré pour interrompre la circulation du gaz dans la conduite (4) de retour du gaz quand la pression du gaz mesurée entre la cuve réceptrice

(20) et le dispositif de sécurité (42) franchie un troisième seuil de sécurité de valeur supérieure à la deuxième valeur (B).

12. Ouvrage (1, 2) comprenant au moins un dispositif de transfert (0) d'un fluide selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 et au moins une cuve d'alimentation (10) destinée à contenir du gaz à l'état liquide ou une cuve réceptrice (20) destinée à contenir du gaz à l'état liquide.

13. Système pour charger un gaz naturel liquide, qui combine au moins un ouvrage (2) comprenant la cuve réceptrice (20) destinée à contenir du gaz naturel liquide et au moins un ouvrage (1) selon la revendication précédente et qui comprend au moins la cuve d'alimentation (10), au moins l'un de ces ouvrages (1, 2) étant flottant.

14. Système selon la revendication précédente, dans lequel la cuve d'alimentation (10) est configurée pour opérer à une pression comprise entre 0,05barg et 0,700barg, tandis que la cuve réceptrice (20) est configurée pour opérer à une pression comprise entre 0,05barg et 10barg.

15. Procédé de transfert d'un gaz naturel liquide d'une cuve d'alimentation (10) vers une cuve réceptrice (20), qui met en œuvre un dispositif de transfert (0) de fluide selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.

16. Procédé de transfert selon la revendication précédente, au cours duquel on maintient fermée la vanne (520) configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche (52) quand la première pression (P1) mesurée sur la conduite (4) de retour du gaz est supérieure à un premier seuil de sécurité, l'organe de détente (510) étant alors parcouru par le gaz, ou on maintient ouverte la vanne (520) configurée pour autoriser ou interrompre une circulation du gaz dans la deuxième branche (52) quand la première pression (P1) mesurée sur la conduite (4) de retour du gaz est inférieure ou égale au premier seuil de sécurité.