

DESCRIPTION

Titre de l'invention : Système de transfert et de drainage gravitationnel d'un gaz sous forme liquide

La présente invention se rapporte au domaine du transport et/ou du stockage du gaz sous forme liquide, et plus particulièrement des systèmes de transfert du gaz sous forme liquide d'une entité de transport et/ou de stockage du gaz sous forme liquide vers une autre.

Le transport de gaz sous forme liquide d'un lieu vers un autre se fait régulièrement par voie maritime. Un tel transport débute par une étape de chargement en gaz sous forme liquide d'un véhicule maritime. Un navire adapté à ce type de transport, par exemple un méthanier, une barge, peut ainsi récupérer une cargaison de gaz sous forme liquide auprès d'une plateforme de stockage de gaz sous forme liquide comme une unité de reliquéfaction flottante, un réservoir terrestre ou une plate-forme gravitaire (en anglais « GBS » pour « Gravity Based Structure »).

Il est connu de charger le gaz sous forme liquide selon un procédé de chargement spécifique consistant à connecter une conduite assurant une liaison fluide entre une unité de stockage du gaz sous forme liquide et un navire de transport du gaz sous forme liquide ou un navire propulsé au gaz sous forme liquide. Ainsi, par le biais d'un dispositif de pompage, des cuves de transport de gaz sous forme liquide présentes dans le navire de transport ou des cuves de carburant pour un navire propulsé au gaz sous forme liquide sont remplies de gaz sous forme liquide, et ce jusqu'au chargement complet du navire de transport ou du navire propulsé au gaz sous forme liquide.

Une fois le transfert de gaz sous forme liquide effectué, la conduite doit être déconnectée du navire receveur. Une telle déconnexion présente des risques, majoritairement dus au fait que le gaz sous forme liquide est à température cryogénique, par exemple de l'ordre de -160°C et potentiellement sous une pression supérieure à la pression atmosphérique. De ce fait, si du gaz sous forme liquide est encore présent au sein de la conduite une fois le transfert achevé, celui-ci va s'écouler, voire être projeté, par l'extrémité laissée libre de la conduite lors de sa déconnexion. De par sa température cryogénique, le gaz sous

forme liquide peut causer de graves dégâts humains et/ou matériels s'il s'écoule au niveau de l'unité de stockage ou du navire de transport. Un tel écoulement peut également polluer l'environnement s'il retombe directement dans la mer.

5 Il existe une solution pour pallier ce risque. Il est possible d'évaporer le gaz sous forme liquide en arrosant longuement la conduite avec de l'eau de mer, et ce avant de déconnecter ladite conduite de transfert. L'eau de mer permet d'augmenter la température du gaz sous forme liquide resté dans la conduite afin que ce dernier s'évapore. Une telle solution est néanmoins longue et fastidieuse, l'arrosage de la conduite devant se faire durant plusieurs heures lors de cette opération, ce qui allonge le
10 temps d'immobilisation du navire.

La présente invention permet de simplifier et de raccourcir cette opération en proposant un système de transfert de gaz sous forme liquide entre deux unités de gaz sous forme liquide, comprenant une conduite principale configurée pour transférer le gaz sous forme liquide d'une cuve source d'une unité source de gaz sous forme liquide vers une
15 cuve réceptrice d'une unité réceptrice de gaz sous forme liquide, ladite conduite principale comprenant au moins une première portion et une deuxième portion flexible, le système de transfert comprenant un dispositif articulé de soutien de la conduite principale, la première portion étant solidaire du dispositif articulé de soutien et configurée pour prélever le gaz sous forme liquide contenu dans la cuve source,
20 caractérisé en ce que le système de transfert comprend au moins une conduite de retour configurée pour canaliser le gaz sous forme liquide présent dans la conduite principale vers la cuve source, le système de transfert de gaz sous forme liquide étant configuré pour drainer de manière gravitationnelle le gaz sous forme liquide présent dans la conduite principale vers la cuve source via la conduite de retour.

25 Le drainage de manière gravitationnelle assure le retour du gaz sous forme liquide dans la cuve source de manière simplifiée, dans la mesure où seule la conduite de retour doit être raccordée à la conduite principale. Le système de transfert selon l'invention permet par ailleurs d'accélérer la procédure de drainage, le gaz sous forme liquide étant évacué de la conduite principale de manière plus rapide qu'en forçant l'évaporation du gaz sous

forme liquide. De plus, le gaz sous forme liquide drainé retourne dans la cuve source et permet ainsi de limiter les pertes énergétiques globales par rapport à une opération d'évaporation du gaz sous forme liquide où le gaz évaporé devra être reliquéfié ou brûlé par l'unité de gaz sous forme liquide.

- 5 Par unité de gaz sous forme liquide, on comprend que cela correspond à des ouvrages flottants, par exemple une barge, un méthanier, une plateforme de type offshore, ou encore à une structure terrestre, par exemple un réservoir terrestre, un quai de zone portuaire, une plate-forme gravitaire. Le transfert de gaz sous forme liquide peut ainsi se faire d'un ouvrage flottant vers un autre ouvrage flottant, d'une structure terrestre vers
- 10 un ouvrage flottant, ou encore d'un ouvrage flottant vers une structure terrestre. D'une manière générale, le transfert du gaz sous forme liquide se fait de l'unité source de gaz sous forme liquide vers l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide. Une liste non exhaustive d'unités sources et de leur(s) unité(s) réceptrice(s) correspondante(s) est présentée dans le tableau ci-dessous :

15 [Table 1]

Unité source	Unité réceptrice
Réservoir terrestre, unité de reliquéfaction flottante, autre unité de reliquéfaction, plate-forme gravitaire	Méthanier, barge, navire propulsé au gaz sous forme liquide de type croisière, porte-conteneurs, ferry
Méthanier	Barge, navire propulsé au gaz sous forme liquide de type croisière, porte-conteneurs, ferry
Barge	Navire propulsé au gaz sous forme liquide de type croisière, porte-conteneurs, ferry

La première portion de la conduite principale s'ouvre sur la cuve source afin que le gaz sous forme liquide contenu dans cette dernière puisse circuler au sein de la première portion en vue de l'opération de transfert. La première portion peut être rigide ou

flexible et s'étend principalement le long du dispositif articulé de soutien de la conduite principale. A titre d'exemple, le dispositif articulé de soutien peut être une grue comprenant un mât et un bras. Le dispositif articulé de soutien porte la première portion de la conduite principale et peut être commandé à distance dans le but de s'étendre et faciliter ainsi la connexion de la conduite principale à l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide.

La deuxième portion flexible est disposée dans la continuité de la première portion et est liée à cette dernière. La flexibilité de la deuxième portion flexible garantit une liberté de mouvement de celle-ci et autorise ainsi des mouvements relatifs entre l'unité source de gaz sous forme liquide et l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide, notamment en raison de la houle. Une fois la connexion entre la conduite principale et l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide est opérée, le transfert de gaz sous forme liquide peut être effectué.

Une fois le transfert du gaz sous forme liquide achevé, la conduite de retour est connectée à la conduite principale. Il est également possible que la conduite de retour soit connectée à la conduite principale dès la connexion de cette dernière à l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide. Dans ce dernier cas, la conduite de retour est obturée pour que le gaz sous forme liquide ne s'y écoule pas durant l'opération de transfert du gaz sous forme liquide. D'une manière préférentielle, la conduite de retour est flexible afin de faciliter le raccordement à la conduite principale et à la cuve source. Par ailleurs, la flexibilité de la conduite de retour autorise des mouvements relatifs entre l'unité source de gaz sous forme liquide et l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide, notamment en raison de la houle.

La conduite de retour s'étend de la conduite principale jusqu'à la cuve source de l'unité source de gaz sous forme liquide. Le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale après l'opération de transfert de gaz sous forme liquide est donc apte à retourner vers la cuve source par le biais de la conduite de retour. Après s'être assuré qu'il ne reste plus de gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale et de la conduite de retour, cette dernière peut être déconnectée de la conduite principale. Puis, la

conduite principale est déconnectée de l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide, et ce en toute sécurité et sans risque pour l'environnement.

- Le système de transfert comporte aussi une conduite gazeuse de retour non mentionnée entre l'unité source de gaz sous forme liquide et l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide lorsque les stockages sont à des pressions sensiblement équivalentes. Cette conduite gazeuse assure un retour du gaz depuis l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide vers l'unité source de gaz sous forme liquide afin d'équilibrer la pression entre les cuves de l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide et l'unité source de gaz sous forme liquide lors du transfert de gaz sous forme liquide.
- 5
- 10 Selon une caractéristique de l'invention, la conduite de retour comprend une première extrémité raccordée à la conduite principale et une deuxième extrémité configurée pour déboucher dans la cuve source de l'unité source de gaz sous forme liquide, la deuxième extrémité de la conduite de retour étant verticalement plus basse que la première extrémité de la conduite de retour. Pour opérer un drainage gravitationnel, le gaz sous
- 15 forme liquide doit s'écouler de manière naturelle au sein de la conduite de retour, depuis la conduite principale jusqu'à la cuve source. Pour ce faire, la première extrémité de la conduite de retour, raccordée à la conduite principale, est disposée à une hauteur supérieure à celle de la deuxième extrémité de la conduite de retour, qui est raccordée à la cuve source. Un tel différentiel de hauteur peut être déterminé par rapport à un
- 20 référentiel horizontal ou sensiblement horizontal, par exemple le niveau de la mer. Ainsi, lorsque le gaz sous forme liquide circule dans la conduite de retour, ce dernier va s'écouler vers la deuxième extrémité de la conduite de retour sans effort supplémentaire à celui de la gravité. Plus la différence de hauteur entre les deux extrémités de la conduite de retour est élevée, plus le gaz sous forme liquide va s'écouler rapidement et
- 25 efficacement. Ainsi, d'une manière avantageuse, la différence de hauteur entre les deux extrémités de la conduite de retour est d'au moins trois à quatre mètres afin d'optimiser l'opération de drainage du gaz sous forme liquide.

Selon une caractéristique de l'invention, la deuxième portion flexible de la conduite principale comprend une première extrémité et une deuxième extrémité, la première

extrémité de la deuxième portion flexible étant solidaire du dispositif articulé de soutien. Comme indiqué précédemment, la deuxième portion flexible est une continuité de la première portion par le biais d'une liaison directe entre cette dernière et la première extrémité de la deuxième portion flexible, une jonction entre la première portion et la

5 deuxième portion flexible de la conduite principale pouvant être constituée d'un organe de sécurité par exemple. Le dispositif articulé de soutien portant la première portion, ce dernier soutient de manière indirecte la deuxième portion flexible. Une fois le transfert de gaz sous forme liquide effectué, et avant le drainage du gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale, le dispositif articulé de soutien est apte à se mouvoir de

10 manière à lever la première extrémité de la deuxième portion flexible afin que ladite première extrémité se retrouve verticalement plus haute que la deuxième extrémité de la deuxième portion flexible. Le but d'une telle manœuvre est de créer une pente descendante entre la première extrémité de la deuxième portion flexible et la deuxième extrémité de la deuxième portion flexible afin de rassembler l'ensemble du gaz sous

15 forme liquide resté dans la conduite principale au niveau d'une zone de la conduite principale, ladite zone étant préférentiellement située à proximité de la première extrémité de la conduite de retour afin d'optimiser le drainage du gaz sous forme liquide.

Selon une caractéristique de l'invention, la première extrémité de la conduite de retour est raccordée à la conduite principale par le biais d'un premier dispositif de

20 connexion/déconnexion. Un tel dispositif de connexion/déconnexion permet une connexion et une déconnexion rapide de la ligne de retour et assure une étanchéité optimale lorsqu'il est raccordé. La conduite principale est adaptée pour autoriser le raccordement de la conduite de retour grâce au premier dispositif de connexion/déconnexion.

25 Selon une caractéristique de l'invention, le drainage du gaz sous forme liquide est activé par au moins une vanne située sur la conduite de retour. Autrement dit, la vanne autorise ou interdit la circulation du gaz sous forme liquide au sein de la conduite de retour. La vanne est ainsi logiquement fermée lors de l'opération de transfert de gaz sous forme liquide afin que ce dernier puisse circuler de la cuve source à la cuve réceptrice par

le biais de la conduite principale. Une fois l'opération de transfert de gaz sous forme liquide terminée, la vanne est alors ouverte afin d'autoriser la circulation du gaz sous forme liquide au sein de la conduite de retour. La vanne est maintenue ouverte tout au long de l'opération de drainage du gaz sous forme liquide. La vanne est ensuite refermée une fois l'opération de drainage du gaz sous forme liquide terminée.

Selon une caractéristique de l'invention, la conduite de retour peut être connectée en même temps que la conduite principale ou pendant le transfert de gaz sous forme liquide ou à la fin du transfert de gaz sous forme liquide.

Selon une caractéristique de l'invention, la première extrémité de la conduite de retour comprend une première vanne et une deuxième vanne, la deuxième extrémité de la conduite de retour comprenant une troisième vanne et une quatrième vanne. La pluralité de vannes au niveau des extrémités de la conduite de retour permet notamment de réguler le débit de gaz sous forme liquide s'écoulant au sein de la conduite de retour. D'une manière avantageuse, lors de l'initialisation de l'opération de drainage, au moins l'une des vannes situées au niveau de la première extrémité de la conduite de retour est ouverte de manière progressive afin de ne pas faire circuler une quantité de gaz sous forme liquide trop importante d'un coup. L'ouverture progressive d'au moins l'une des vannes de la conduite de retour permet ainsi d'éviter d'endommager la conduite de retour suite à un débit de gaz sous forme liquide trop important circulant dans la conduite de retour ou d'une différence de pression trop brusque pouvant créer un écoulement bi phasique dans la conduite.

Selon une caractéristique de l'invention, la conduite de retour comprend un dispositif de déconnexion d'urgence. En cas de contraintes mécaniques trop intenses exercées sur la conduite de retour pour une raison quelconque, par exemple une variation de la distance entre les deux unités de gaz sous forme liquide due à la houle de la mer, la conduite de retour risque de s'endommager. Pour pallier cet inconvénient, le dispositif de déconnexion d'urgence permet de séparer la conduite de retour de la conduite principale avant que des contraintes mécaniques exercées sur la conduite de retour n'endommage celle-ci de manière irréversible. Lorsque la conduite principale et la conduite de retour

- sont déconnectées d'urgence, leurs extrémités sont équipées d'un dispositif de fermeture automatique qui empêche l'écoulement du gaz sous forme liquide. Le dispositif de déconnexion d'urgence et le premier dispositif de connexion/déconnexion peuvent être un unique dispositif. Dans ce cas, c'est au niveau du raccordement à la conduite principale que la conduite de retour se décroche. Le dispositif de déconnexion d'urgence peut également être indépendant du premier dispositif de connexion/déconnexion et être disposé entre la première extrémité de la conduite de retour et la deuxième extrémité de la conduite de retour. Ainsi, en cas de contraintes mécaniques trop élevées, la conduite de retour s'ouvre en deux parties.
- 10 Selon une caractéristique de l'invention, la conduite de retour comprend au moins un capteur de pression et au moins un capteur de température de la conduite de retour. Le capteur de pression et le capteur de température peuvent être disposés entre la première extrémité et la deuxième extrémité de la conduite de retour et mesurent respectivement la pression et la température au sein de la conduite de retour. La mesure de la pression
- 15 permet de déterminer à quel moment il est possible d'effectuer une opération de pressurisation de la conduite principale et de la conduite de retour afin de pousser le gaz sous forme liquide restant dans la conduite principale n'ayant pas pu être drainé de manière gravitationnelle. La pressurisation peut être effectuée avec un gaz inerte comme du diazote. La pressurisation peut aussi être effectuée par une phase vapeur du gaz sous
- 20 forme liquide issue de la cuve source elle-même. Cette opération de pressurisation n'est toutefois pas possible si la pression au sein de la conduite de retour est trop élevée. Une pression trop élevée est susceptible d'entraîner la circulation du gaz sous forme liquide au sein d'une ligne de pressurisation. Le capteur de pression permet donc de vérifier si la pression est suffisamment basse au sein de la conduite de retour pour initier l'opération
- 25 de pressurisation en toute sécurité.
- Le capteur de température permet quant à lui de mesurer la température au sein de la conduite de retour. La mesure de la température permet de vérifier s'il ne reste pas de gaz sous forme liquide au sein de la conduite de retour. La présence de gaz sous forme liquide au sein de la conduite de retour s'illustre par une température très basse relevée

par le capteur de température. Un seuil de température minimal peut être défini, considérant qu'il n'y a plus de gaz sous forme liquide dans la conduite de retour dès lors que la température mesurée est supérieure audit seuil de température.

5 Selon une caractéristique de l'invention, la conduite de retour présente une section de passage comprise entre 300mm² et 2000mm². Autrement dit, si la conduite de retour est circulaire, le diamètre de la conduite de retour est compris entre 20mm et 50mm environ. Il a été vérifié qu'une conduite de retour présentant une telle section de passage permet d'éviter un potentiel bouillonnement du gaz sous forme liquide lorsque celui-ci circule dans la conduite de retour.

10 Selon une caractéristique de l'invention, la circulation du gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale est activée par au moins une première valve disposée sur la conduite principale. Autrement dit, la première valve autorise ou non la circulation du gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale. Ainsi, lors de l'opération de transfert, la première valve est ouverte afin que le gaz sous forme liquide puisse circuler
15 de la cuve source à la cuve réceptrice en passant par la conduite principale. Une fois l'opération de transfert terminée, la première valve peut être refermée afin d'isoler le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale et destiné à circuler au sein de la conduite de retour.

20 Selon une caractéristique de l'invention, le système de transfert comprend un organe de mise en circulation de gaz sous forme liquide qui transfère le gaz sous forme liquide de la cuve source vers la cuve réceptrice via la conduite principale. L'organe de mise en circulation du gaz sous forme liquide permet de faire circuler le gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale lors de l'opération de transfert. D'une manière avantageuse, l'organe de mise en circulation se présente sous la forme d'une pompe de
25 gaz sous forme liquide. L'organe de mise en circulation du gaz sous forme liquide est mis en marche une fois la conduite principale raccordée à l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide.

Selon une caractéristique de l'invention, le système de transfert comprend une ligne de pressurisation raccordée à la conduite principale et configurée pour évacuer le gaz sous

forme liquide présent dans la conduite principale et dans la conduite de retour. La ligne de pressurisation permet d'introduire un fluide, par exemple un gaz inerte tel que de l'azote. Ce dernier, une fois entré dans la conduite principale, pousse le gaz sous forme liquide au sein de cette dernière, puis au sein de la conduite de retour. L'azote peut également être introduit à température ambiante dans le but d'évaporer le gaz sous forme liquide. La ligne de pressurisation permet ainsi d'évacuer les traces de gaz sous forme liquide n'ayant pas été drainées de manière gravitationnelle, et ainsi de garantir une évacuation totale du gaz sous forme liquide. Le fluide pousse ainsi le gaz sous forme liquide jusque dans la cuve source. Si le fluide est à température ambiante, celui-ci évapore le gaz sous forme liquide restant.

Selon une caractéristique de l'invention, la conduite principale comprend une troisième portion, ladite troisième portion comprenant une première terminaison pourvue d'un collecteur et une deuxième terminaison configurée pour déboucher dans la cuve réceptrice. La troisième portion de la conduite principale est située au niveau de l'unité réceptrice de gaz sous forme liquide, et ce afin que la deuxième terminaison puisse déboucher dans la cuve réceptrice. Au niveau de la première terminaison, le collecteur a pour fonction de participer au chargement et/ou au déchargement de gaz sous forme liquide en assurant le raccordement de deux portions de conduite permettant le transfert de gaz sous forme liquide. La troisième portion permet donc la circulation du gaz sous forme liquide du collecteur jusqu'à la cuve réceptrice.

Selon une caractéristique de l'invention, la troisième portion comprend au moins une deuxième valve disposée entre le collecteur de la troisième portion et la deuxième terminaison de la troisième portion. Autrement dit, la deuxième valve participe à l'autorisation ou à l'interdiction de la circulation du gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale. La deuxième valve est donc ouverte durant l'opération de transfert, tout comme la première valve évoquée précédemment. Une fois le transfert terminé, la deuxième valve est fermée afin d'isoler la cuve réceptrice de la conduite de retour. La fermeture de la deuxième valve permet d'éviter un retour du gaz sous forme liquide

contenu dans la cuve réceptrice vers la conduite de retour durant l'opération de drainage.

Selon une caractéristique de l'invention, la deuxième portion flexible est configurée pour être raccordée au collecteur de la troisième portion par un deuxième dispositif de connexion/déconnexion. La connexion entre la deuxième portion flexible et la troisième portion assure ainsi la liaison entre la cuve source et la cuve réceptrice. Le gaz sous forme liquide contenu dans la cuve source est alors apte à circuler jusqu'à la cuve réceptrice par le biais de la conduite principale lors de l'opération de transfert. Pour cela, le deuxième dispositif de connexion/déconnexion est adapté pour se raccorder au collecteur de la troisième portion. Le deuxième dispositif de connexion/déconnexion peut être similaire au premier dispositif de connexion/déconnexion mis en place sur la conduite de retour et évoqué précédemment.

Selon une caractéristique de l'invention, la conduite de retour peut être raccordée à la conduite principale dans sa deuxième portion flexible en amont du collecteur. Les termes amont et aval relatifs à la conduite principale sont définis par rapport au sens de circulation du gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale, c'est-à-dire de la cuve source vers la cuve réceptrice. Un tel raccordement de la conduite de retour constitue un premier mode de réalisation du système de transfert selon l'invention.

Selon une caractéristique de l'invention, la conduite de retour peut être raccordée à la conduite principale dans sa troisième portion en aval du collecteur de la troisième portion et en amont de la deuxième valve de la troisième portion. Il s'agit là d'un deuxième mode de réalisation du système de transfert selon l'invention. Le raccordement de la conduite de retour à la troisième portion de la conduite principale doit toutefois se faire en amont de la deuxième valve afin que la fermeture de cette dernière puisse isoler la cuve réceptrice de la conduite de retour. Les modes de réalisation selon l'invention sont ainsi définis par la position du raccordement de la conduite de retour à la conduite principale.

L'invention couvre également un procédé de drainage d'un gaz sous forme liquide mis en œuvre par un système de transfert de gaz sous forme liquide tel que décrit précédemment, comprenant :

- 5 - une première étape où on ferme au moins la deuxième valve de la troisième portion de la conduite principale,
- une deuxième étape où on lève le dispositif articulé de soutien de la conduite principale de telle sorte à positionner la première extrémité de la deuxième portion flexible verticalement plus haute que la deuxième extrémité de la deuxième portion flexible,
- 10 - une troisième étape où on ouvre au moins la vanne de la conduite de retour.

Le procédé de drainage est initié dès lors que le transfert du gaz sous forme liquide de la cuve source à la cuve réceptrice par l'intermédiaire de la conduite principale est achevé. Comme indiqué précédemment, l'opération de drainage consiste à éliminer le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale après l'opération de transfert. La

15 deuxième valve de la troisième portion est fermée afin d'isoler la cuve réceptrice de la conduite de retour. Bien entendu, le raccordement de la conduite de retour à la conduite principale est disposé en amont de la deuxième valve.

La deuxième étape du procédé de drainage consiste à lever le dispositif articulé de soutien. La première extrémité de la deuxième portion étant solidaire du dispositif

20 articulé de soutien, celle-ci est également levée. Le but de cette étape est de créer une différence de hauteur entre la première extrémité de la deuxième portion flexible et la deuxième extrémité de la deuxième portion flexible qui est raccordée au collecteur de la troisième portion. Ainsi, le gaz sous forme liquide resté dans la deuxième portion flexible est dirigé vers la deuxième extrémité de la deuxième portion flexible de manière

25 gravitationnelle. La deuxième portion flexible présente ainsi une pente continue. Cette manœuvre permet d'éviter la création de poches de gaz sous forme liquide au sein de la deuxième portion flexible de la conduite principale. Ces poches de gaz sous forme liquide sont susceptibles d'être situées à distance de la conduite de retour et risquent de ne pas être drainées lors du procédé de drainage. Lever le dispositif articulé de soutien

permet de pallier ce problème en créant une différence de hauteur entre la première extrémité de la deuxième portion flexible et la deuxième extrémité de la deuxième portion flexible, afin que le gaz sous forme liquide contenu dans la deuxième portion flexible se rassemble à proximité notamment de la conduite de retour.

5 Une fois cette deuxième étape effectuée, la vanne de la conduite de retour peut alors être ouverte afin que le gaz sous forme liquide puisse s'écouler dans la conduite de retour.

Selon une caractéristique de l'invention, le procédé de drainage comprend une étape additionnelle postérieure à la première étape, au cours de laquelle on ferme au moins la première valve de la conduite principale. Cette étape additionnelle peut être réalisée à
10 tout moment du procédé tant que la première étape a déjà été effectuée. Une telle étape additionnelle constitue une première variante du procédé de drainage, au cours duquel la première valve est fermée dans le but d'isoler le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale. La deuxième valve étant également fermée, le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale est maintenu au sein d'une section de la conduite
15 principale s'étendant entre la première valve et la deuxième valve.

Selon une caractéristique de l'invention, au cours du procédé de drainage, on injecte un fluide différent du gaz sous forme liquide de manière à pousser le gaz sous forme liquide présent dans la conduite principale. Cette injection de fluide fait suite à l'étape additionnelle au cours de laquelle la première valve est fermée et correspond à une
20 deuxième variante du procédé de drainage. Ledit fluide correspond au fluide émanant de la ligne de pressurisation évoquée précédemment. Ce fluide permet ainsi d'évacuer les traces de gaz sous forme liquide ne s'étant pas écoulées par drainage gravitationnel. Ce fluide peut être un gaz inerte comme du diazote. Le fluide ne peut être introduit si la pression au sein de la conduite de retour est trop élevée. Le capteur de pression de la
25 conduite de retour tel que décrit précédemment permet ainsi de déterminer si la pression est assez basse pour effectuer cette étape additionnelle. Ceci étant fait, et une fois la conduite de retour ouverte lors de la troisième étape du procédé de drainage, il ne reste plus de gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale et de la conduite de retour. Ces dernières peuvent alors être déconnectées en toute sécurité.

Selon une caractéristique de l'invention, le procédé de drainage comprend une étape additionnelle postérieure à la première étape, au cours de laquelle on ouvre une valve de gaz de manière à raccorder un ciel de la cuve source à la première portion de la conduite principale. Il s'agit ici d'une troisième variante du procédé de drainage. Contrairement à
5 la première variante et à la deuxième variante, la première valve est ici maintenue ouverte. La valve de gaz est disposée sur une ligne de gaz s'étendant entre le ciel de la cuve source et la première portion de la conduite principale. L'ouverture de cette valve de gaz permet la circulation de phase vapeur de gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale. Au cours de cette troisième variante, c'est ainsi la phase vapeur de
10 gaz sous forme liquide qui va pousser le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale. Ceci étant fait, et une fois la conduite de retour ouverte lors de la troisième étape du procédé de drainage, il ne reste plus de gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale et de la conduite de retour. Ces dernières peuvent alors être inertées par du diazote avant d'être déconnectées en toute sécurité.

15 Selon une caractéristique de l'invention, le procédé de drainage comprend une quatrième étape, consécutive à la troisième étape, de chauffage de la conduite principale. Par chauffage de la conduite principale, il faut comprendre tout moyen susceptible de provoquer une hausse de la température du gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale. Le chauffage de la conduite principale peut par exemple consister en un
20 arrosage de la conduite principale à l'eau de mer. Cette quatrième étape permet de provoquer une augmentation de pression dans le but de favoriser l'écoulement du gaz sous forme liquide au sein de la conduite de retour. La quatrième étape peut être effectuée selon n'importe quelle variante du procédé de drainage.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore au travers de la
25 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 représentation schématique d'un premier mode de réalisation d'un système de transfert de gaz sous forme liquide selon l'invention, lors d'une opération de transfert de gaz sous forme liquide,

5 [fig 2] est une représentation schématique du premier mode de réalisation du système de transfert lors d'une opération de drainage du gaz sous forme liquide,

[fig 3] est une représentation schématique d'un deuxième mode de réalisation du système de transfert lors de l'opération de transfert du gaz sous forme liquide,

[fig 4] est une représentation schématique du deuxième mode de réalisation du système de transfert lors de l'opération de drainage du gaz sous forme liquide,

10 [fig 5] est un logigramme d'un procédé de drainage du gaz sous forme liquide selon l'invention,

[fig 6] est une représentation schématique écorchée d'une cuve d'un navire de transport et d'un terminal maritime assurant le chargement de cette cuve.

15 Au cours de cette description, les termes « amont » et « aval » désigneront un positionnement d'éléments relatif à un sens de circulation de gaz sous forme liquide au sein des conduites évoquées.

20 La figure 1 représente un premier mode de réalisation d'un système de transfert 1 de gaz sous forme liquide. Le système de transfert 1 assure le transfert d'un gaz sous forme liquide 31 d'une unité source 2 de gaz sous forme liquide vers une unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide. L'unité source 2 de gaz sous forme liquide comprend une cuve source 4 et l'unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide comprend une cuve réceptrice 5. On comprend ainsi que le système de transfert 1 récupère le gaz sous forme liquide 31 contenu dans la cuve source 4 dans le but de le conduire jusqu'à la cuve réceptrice 5 afin de remplir cette dernière. A titre d'exemples, l'unité source 2 de gaz sous forme liquide et l'unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide qui lui est associée peuvent correspondre
25 à divers exemples tels que présenté sur le tableau suivant :

[Table 2]

Unité source	Unité réceptrice
Réservoir terrestre, unité de reliqufaction flottante, autre unité de reliqufaction, plate-forme gravitaire	Méthanier, barge, navire propulsé au gaz sous forme liquide de type croisière, porte-conteneurs, ferry
Méthanier	Barge, navire propulsé au gaz sous forme liquide de type croisière, porte-conteneurs, ferry
Barge	Navire propulsé au gaz sous forme liquide de type croisière, porte-conteneurs, ferry

Sur la figure 1, l'unité source 2 de gaz sous forme liquide peut par exemple être une barge de chargement ou un quai de chargement de gaz sous forme liquide. L'unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide illustrée sur la figure 1 correspond à un navire de transport de gaz sous forme liquide, par exemple un méthanier.

5 Afin d'assurer le transfert du gaz sous forme liquide 31 de la cuve source 4 à la cuve réceptrice 5, le système de transfert 1 comprend une conduite principale 6 participant à une opération de transfert du gaz sous forme liquide 31. Le système de transfert 1 comprend également une conduite de retour 18 participant au moins partiellement à une opération de drainage du gaz sous forme liquide 31 une fois l'opération de transfert
10 terminée.

La conduite principale 6 s'étend dans sa globalité de la cuve source 4 où la conduite principale 6 y récupère le gaz sous forme liquide, jusqu'à déboucher dans la cuve réceptrice 5. A ce titre, la conduite principale 6 comprend une première portion 7, une deuxième portion 8 flexible, et une troisième portion 9. La première portion 7 est en
15 partie plongée au sein du gaz sous forme liquide 31 de la cuve source 4. Le gaz sous forme liquide 31 de la cuve source 4 peut ainsi circuler dans la conduite principale 6 en passant par la première portion 7. La première portion 7 comprend une pompe 32 dont la fonction est d'aspirer le gaz sous forme liquide 31 de la cuve source 4 au sein de la

conduite principale 6. L'opération de transfert est donc initiée par la mise en marche de la pompe 32 de la première portion 7. La première portion 7 en dehors de la cuve source 4 est soutenue par un dispositif articulé de soutien 26. Le dispositif articulé de soutien 26 peut par exemple être une grue disposée au niveau de l'unité source 2 de gaz sous forme liquide. Le dispositif articulé de soutien 26 comprend un mât 27, un bras 29, et un pivot 28 qui lie le bras 29 au mât 27. Le pivot 28 est ainsi apte à faire pivoter le bras 29 par rapport au mât 27. Le mât 27 s'étend de manière principalement verticale, et la première portion 7 s'étend le long du mât 27, en étant par exemple fixée à celui-ci par un quelconque moyen de fixation. La première portion 7 s'étend également le long du bras 29 où elle est soutenue par celui-ci, par exemple par le biais d'au moins un portant 30. Ainsi, lorsque le bras 29 est articulé à l'aide du pivot 28, la première portion 7 est entraînée par le bras 29 par le biais du portant 30. La première portion 7 comprend également une première valve 11. La première valve 11 est apte à être ouverte ou fermée de manière manuelle ou par une commande à distance. La première valve 11 autorise ou non la circulation du gaz sous forme liquide 31 au sein de la conduite principale 6.

La deuxième portion 8 flexible est disposée dans la continuité de la première portion 7. La deuxième portion 8 flexible est liée à la première portion 7 par le biais d'une première extrémité 81 de la deuxième portion 8 flexible. De ce fait, la deuxième portion 8 flexible est solidaire du dispositif articulé de soutien 26 de par la liaison entre la première portion 7 et la première extrémité 81 de la deuxième portion 8 flexible, et de par le fait que la première portion 7 est soutenue par le portant 30 du dispositif articulé de soutien 26.

La troisième portion 9 est présente au niveau de l'unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide et comprend une première terminaison 91 munie d'un collecteur 15 et une deuxième terminaison 92 qui débouche au sein de la cuve réceptrice 5. Le collecteur 15 permet un raccordement de la conduite principale 6 afin que cette dernière puisse relier la cuve source 4 à la cuve réceptrice 5, et ainsi de permettre l'exécution de l'opération de transfert. La deuxième terminaison 92 de la troisième portion 9 est au moins partiellement insérée au sein d'un volume interne de la cuve réceptrice 5 afin que cette

dernière puisse recevoir le gaz sous forme liquide 31 issu de la cuve source 4 au cours de l'opération de transfert. La troisième portion 9 comprend une deuxième valve 12 disposée entre le collecteur 15 et la deuxième terminaison 92 de la troisième portion 9. La deuxième valve 12, tout comme la première valve 11, autorise ou interdit le transfert du gaz sous forme liquide 31 de la cuve source 4 à la cuve réceptrice 5. Ainsi, pour garantir le déroulé de l'opération de transfert, la première valve 11 et la deuxième valve 12 doivent être toutes deux ouvertes pour que le gaz sous forme liquide 31 puisse circuler de la cuve source 4 à la cuve réceptrice 5.

Pour que l'opération de transfert puisse être effectuée, une deuxième extrémité 82 de la deuxième portion 8 flexible doit être raccordée au collecteur 15 de la troisième portion 9. La deuxième portion 8 flexible peut ainsi être rapprochée de l'unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide grâce au dispositif articulé de soutien 26, puis la deuxième extrémité 82 de la deuxième portion 8 flexible est ensuite raccordée au collecteur 15 de la troisième portion 9. Suite à cette opération, la conduite principale 6 est entièrement raccordée, et l'opération de transfert peut débuter. La flexibilité de la deuxième portion 8 flexible permet de faciliter le raccordement entre la deuxième portion 8 flexible et la troisième portion 9. La première portion 7 et la troisième portion 9 peuvent être flexibles ou rigides.

Avant mise en place du système de transfert, la première portion 7 et la deuxième portion 8 flexible sont stockées sur l'unité source 2 de gaz sous forme liquide, tout comme la ligne de retour 18. La troisième portion 9 est stockée sur l'unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide.

La conduite de retour 18 est raccordée en amont de la deuxième extrémité 82 de la deuxième portion 8 flexible et s'étend donc de la conduite principale 6 jusqu'à déboucher dans la cuve source 4. La conduite de retour 18 comprend une première extrémité 181 raccordée à la conduite principale 6, et une deuxième extrémité 182 au moins partiellement insérée au sein d'un volume interne de la cuve source 4. La conduite de retour 18 assure le retour du gaz sous forme liquide 31 vers la cuve source 4 lorsque l'opération de transfert est terminée et qu'il reste du gaz sous forme liquide 31

au sein de la conduite principale 6. Les détails concernant l'opération de drainage seront exposés par la suite.

La conduite de retour 18 comprend une première vanne 19, une deuxième vanne 20, une troisième vanne 21 et une quatrième vanne 22. La première vanne 19 et la deuxième vanne 20 sont situées au niveau de la première extrémité 181 de la conduite de retour tandis que la troisième vanne 21 et la quatrième vanne 22 sont situées au niveau de la deuxième extrémité 182. D'un point de vue lexical, le terme vanne se distingue du terme valve dans la mesure où les vannes sont uniquement situées sur la conduite de retour 18. Les quatre vannes autorisent la circulation du gaz sous forme liquide 31 au sein de la conduite de retour 18 lors de l'opération de drainage. Le fait d'intégrer une pluralité de vannes au sein de la conduite de retour 18 permet la régulation du débit du gaz sous forme liquide 31 circulant dans la conduite de retour 18, un débit trop fort et trop soudain risquant d'endommager la conduite de retour 18. Lors de l'opération de transfert, l'ensemble des vannes est fermé afin d'empêcher la circulation du gaz sous forme liquide 31 au sein de la conduite de retour 18.

La conduite de retour 18 comprend un dispositif de déconnexion d'urgence 23. Le dispositif de déconnexion d'urgence 23 permet de séparer la conduite de retour 18 de la conduite principale 6 lorsque des contraintes mécaniques sont exercées de manière trop importante sur la conduite de retour 18. De telles contraintes mécaniques peuvent par exemple être dues à une houle trop forte conduisant à une tension de la conduite de retour 18.

La conduite de retour 18 comprend également un capteur de pression 24 et un capteur de température 25, mesurant respectivement la pression et la température au sein de la conduite de retour 18. De telles mesures permettent le bon déroulement de l'opération de drainage, tel que cela sera décrit en détails par la suite.

La conduite de retour 18 est raccordée à la conduite principale 6 par le biais d'un premier dispositif de connexion/déconnexion 16. La deuxième portion 8 flexible se raccorde au collecteur 15 de la troisième portion 9 par le biais d'un deuxième dispositif

de connexion/déconnexion 17. Chacun de ces dispositifs de connexion/déconnexion permettent un raccordement étanche et sécurisé.

Le système de transfert 1 comprend également une ligne de pressurisation 10, raccordée à la première portion 7 de la conduite principale 6. La ligne de pressurisation 10 est apte à envoyer un fluide au sein de la conduite principale 6 et de la conduite de retour 18.

Un tel fluide peut par exemple être un fluide d'inertage tel que du diazote, et peut être utilisé lors de l'opération de drainage pour pousser le gaz sous forme liquide 31 dans la conduite principale 6 et dans la conduite de retour 18. La ligne de pressurisation 10 comprend une troisième valve 13 et une quatrième valve 14. Le fluide est apte à émaner de la ligne de pressurisation 10 si la troisième valve 13 et la quatrième valve 14 sont toutes deux ouvertes.

Le système de transfert 1 peut aussi comprendre une ligne de gaz 36 qui raccorde un ciel de la cuve source 4 à la première portion 7 de la conduite principale 6. Une valve de gaz 37 est disposée sur la ligne de gaz 36 et autorise ou non la circulation d'une phase gazeuse du gaz sous forme liquide 31 de la cuve source 4 au sein de la conduite principale 6. Tout comme la ligne de pressurisation 10, la ligne de gaz 36 peut participer à l'opération de drainage du gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale 6. Les diverses variantes de l'opération de drainage seront exposées en détails par la suite.

Ainsi, lors de l'opération de transfert, et une fois la deuxième portion 8 flexible raccordée au collecteur 15 de la troisième portion 9, les vannes de la conduite de retour 18 sont fermées, et la première valve 11 et la deuxième valve 12 sont ouvertes. La troisième valve 13 et la quatrième valve 14 sont également fermées. La pompe 32 située sur la conduite principale 6 se met en marche et aspire le gaz sous forme liquide 31 situé dans la cuve source 4. Le gaz sous forme liquide 31 circule alors au sein de la première portion 7, de la deuxième portion 8 flexible et de la troisième portion 9, jusqu'à s'écouler au sein de la cuve réceptrice 5. L'opération de transfert se poursuit jusqu'au remplissage de la cuve réceptrice 5, ou à un remplissage correspondant à la demande de l'unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide. Ceci étant fait, la pompe 32 est stoppée, et l'opération de drainage peut alors commencer.

La figure 2 représente le système de transfert 1 selon le même mode réalisation que sur la figure 1. La figure 2 illustre toutefois un positionnement du système de transfert 1 lorsque l'opération de transfert est terminée et que l'opération de drainage a commencé. Le drainage s'effectuant de manière gravitationnelle, la figure 2 illustre une pluralité de hauteurs de certains éléments du système de transfert 1. Chacune des hauteurs est définie en fonction d'un référentiel de hauteur H0 qui peut par exemple correspondre au niveau de la mer. Trois hauteurs sont ainsi illustrées. Une première hauteur H1 correspond à une hauteur de la deuxième extrémité 182 de la conduite de retour 18. Une deuxième hauteur H2 correspond à une hauteur de la première extrémité 181 de la conduite de retour 18 et à une hauteur de la deuxième extrémité 82 de la deuxième portion 8 flexible de la conduite principale, ces deux extrémités étant sur la figure 2 situées à la même hauteur l'une par rapport à l'autre. Enfin, une troisième hauteur H3 correspond à une hauteur de la première extrémité 81 de la deuxième portion 8 flexible de la conduite principale 6.

Une fois l'opération de transfert terminée, la deuxième valve 12 est fermée. La première valve 11 peut également être fermée en fonction d'une variante d'un procédé de drainage utilisé. Ainsi, une partie de la conduite principale 6 située en amont de la deuxième valve 12, ou entre la première valve 11 et la deuxième valve 12, est isolée de la cuve réceptrice 5, afin d'éviter de potentiels retours de gaz sous forme liquide au sein de la conduite principale 6. C'est le gaz sous forme liquide 31 resté dans la conduite principale 6 en amont de la deuxième valve 12 ou entre la première valve 11 et la deuxième valve 12 qui va être drainé lors de l'opération de drainage.

Suite à cela, le bras 29 du dispositif articulé de soutien 26 est levé vers le haut. Pour ce faire, le pivot 28 effectue une rotation 33 dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, entraînant ainsi le levage du bras 29. L'objectif de ce mouvement du dispositif articulé de soutien 26 est d'augmenter la troisième hauteur H3, relative à la hauteur de la première extrémité 81 de la deuxième portion 8 flexible, et ce afin que la troisième hauteur H3 soit supérieure à la deuxième hauteur H2, relative à la hauteur de la deuxième extrémité 82 de la deuxième portion 8 flexible. La deuxième extrémité 82 de

la deuxième portion 8 flexible est ainsi verticalement plus basse que la première extrémité 81 de la deuxième portion 8 flexible. Le fait que la troisième hauteur H3 soit supérieure à la deuxième hauteur H2 permet de faire circuler le gaz sous forme liquide 31 resté dans la conduite principale 6 de manière gravitationnelle, afin que ce dernier se rassemble au niveau de la deuxième extrémité 82 de la deuxième portion 8 flexible. En faisant cela, une formation de poches de gaz sous forme liquide 31 au sein de la conduite principale 6 est évitée, ce qui entraîne une opération de drainage optimale.

L'opération de drainage se poursuit en ouvrant entièrement la première vanne 19 de la conduite de retour 18, puis en ouvrant progressivement la deuxième vanne 20, la troisième vanne 21 et la quatrième vanne 22 étant également ouvertes. En ouvrant chacune des vannes de la conduite de retour 18, le gaz sous forme liquide 31 va s'y écouler. Il est possible de déclencher l'écoulement du gaz sous forme liquide 31 au sein de la conduite de retour 18 en arrosant la conduite principale 6, par exemple à l'aide d'un jet d'eau de mer 34. Un différentiel de pression est ainsi créé et favorise l'écoulement du gaz sous forme liquide 31 au sein de la conduite de retour 18.

Le drainage du gaz sous forme liquide 31 est effectué de manière gravitationnelle. Autrement dit la deuxième hauteur H2, relative à la hauteur de la première extrémité 181 de la conduite de retour 18 est supérieure à la première hauteur H1, relative à la hauteur de la deuxième extrémité 182 de la conduite de retour 18. Le gaz sous forme liquide 31 s'écoule ainsi de manière naturelle dans la conduite de retour 18 jusqu'à s'écouler au sein de la cuve source 4, la deuxième extrémité 182 de la conduite de retour 18 étant verticalement plus basse que la première extrémité 181 de la conduite de retour 18. D'une manière avantageuse, la différence de hauteur entre la première hauteur H1 et la deuxième hauteur H2 est au minimum de l'ordre de trois à quatre mètres, afin de favoriser l'écoulement du gaz sous forme liquide 31.

Au cours de l'opération de drainage, le capteur de température 25 mesure la température au sein de la conduite de retour 18. La mesure de la température permet de vérifier s'il reste du gaz sous forme liquide 31 au sein de la conduite de retour 18. Si la température

est supérieure à un seuil de température minimale déterminé, cela signifie qu'il ne reste plus de gaz sous forme liquide 31 dans la conduite de retour 18.

Si, malgré le drainage gravitationnel, la température de la conduite de retour 18 n'augmente pas, cela signifie qu'il reste du gaz sous forme liquide 31 dans la conduite de retour 18. Plusieurs possibilités existent pour optimiser le drainage.

Il est par exemple possible de fermer la première valve 11 si celle-ci est ouverte, puis d'ouvrir la troisième valve 13 et la quatrième valve 14 de la ligne de pressurisation 10. Cette dernière va alors autoriser la circulation du fluide permettant la poussée du gaz sous forme liquide 31 resté dans la conduite principale et/ou dans la conduite de retour 18 et ne s'étant pas évacué de manière gravitationnelle. Le fluide de la ligne de pressurisation 10 peut par exemple être un gaz inerte tel que du diazote. L'ouverture de la troisième valve 13 et de la quatrième valve 14 n'est possible que si la pression au sein de la conduite de retour 18 est suffisamment faible, par exemple inférieure à 3,5 bars. La pression au sein de la conduite de retour est vérifiée par le capteur de pression 24. C'est ainsi le capteur de pression 24 qui détermine à quel moment le fluide de la ligne de pressurisation 10 peut être envoyé dans la conduite principale 6 et dans la conduite de retour 18. Au lieu de pousser le gaz sous forme liquide 31, le fluide de la ligne de pressurisation 10 peut également circuler à température ambiante afin d'entraîner l'évaporation du gaz sous forme liquide 31 resté dans la conduite principale 6.

D'une manière alternative, il est possible d'optimiser le drainage en ouvrant la valve de gaz 37, permettant ainsi à une phase vapeur du gaz sous forme liquide 31 de circuler au sein de la ligne de gaz 36, puis dans la conduite principale 6. C'est donc cette phase vapeur du gaz sous forme liquide 31 qui va pousser le gaz sous forme liquide 31 resté dans la conduite principale 6. Il est évident que pour qu'une telle alternative fonctionne, la première valve 11 doit être ouverte.

Lorsque la température mesurée par le capteur de température 25 est estimée comme étant suffisamment élevée pour que l'on considère qu'il n'y a plus de gaz sous forme liquide 31 au sein de la conduite de retour 18, alors l'opération de drainage est terminée. La deuxième portion 8 flexible de la conduite principale 6 peut alors être déconnectée

du collecteur 15 de la troisième portion 9, et la conduite de retour 18 peut être déconnectée de la conduite principale 6. L'unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide est ainsi chargée et déconnectée, et peut ainsi par exemple effectuer sa mission de transport de gaz sous forme liquide 31 venant d'être chargé dans la cuve réceptrice 5 ou
5 de consommer le gaz sous forme liquide 31 pour la propulsion.

Les figures 3 et 4 représentent un deuxième mode de réalisation du système de transfert 1 selon l'invention. Pour ce deuxième mode de réalisation, seule une position du raccordement de la conduite de retour 18 à la conduite principale 6 diffère du premier mode de réalisation présenté aux figures 1 et 2. Ainsi, seul ce raccordement sera évoqué
10 pour la description spécifique au deuxième mode de réalisation, et on se référera aux figures 1 et 2 pour la description des parties communes aux deux modes de réalisation.

Sur les figures 3 et 4, le raccordement de la conduite de retour 18 sur la conduite principale 6 est mis en place au niveau de la troisième portion 9. Plus précisément, la première extrémité 181 de la conduite de retour 18 est située en aval du collecteur 15 et en amont de la deuxième valve 12. Un tel positionnement différant du premier mode de
15 réalisation n'altère ni l'opération de transfert du gaz sous forme liquide 31, ni l'opération de drainage du gaz sous forme liquide 31. La première extrémité 181 de la conduite de retour doit en revanche nécessairement être disposée en amont de la deuxième valve 12 afin que cette dernière puisse isoler la cuve réceptrice 5 de la conduite principale 6 en
20 étant refermée.

La figure 4 est le pendant de la figure 2, et ce pour le deuxième mode de réalisation. Autrement dit, la figure 4 représente le deuxième mode de réalisation du système de transfert 1 au cours de l'opération de drainage. Le procédé de drainage est identique à celui du premier mode de réalisation. Ainsi, la deuxième valve 12 et éventuellement la
25 première valve 11 sont fermées, puis le dispositif articulé de soutien 26 lève le bras 29, créant ainsi le différentiel de hauteur entre la deuxième hauteur H2 et la troisième hauteur H3. La deuxième hauteur H2 est quant à elle supérieure à la première hauteur H1 afin d'assurer un drainage de manière gravitationnelle. Le gaz sous forme liquide 31 peut ainsi s'écouler dans la conduite de retour 18 après ouverture des vannes de celle-ci.

La figure 5 est un logigramme représentant le procédé de drainage 100 du gaz sous forme liquide selon l'invention. Le procédé de drainage 100 est initié une fois l'opération de transfert achevée. La fin de l'opération de transfert est marquée par l'arrêt de la pompe permettant de faire circuler le gaz sous forme liquide de la cuve source vers la cuve réceptrice. Le procédé de drainage 100 commence par une première étape 101 au cours de laquelle la deuxième valve de la troisième portion est également fermée. Fermer la deuxième valve permet d'isoler la cuve réceptrice lorsque le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale circule dans la conduite de retour. En effet, il y a un risque de retour de gaz sous forme liquide de la cuve réceptrice vers la conduite de retour, par exemple dû à un différentiel de pression entre la cuve réceptrice et la conduite de retour. Une telle situation est susceptible de particulièrement se produire si le système de transfert de gaz sous forme liquide est mis en place selon le deuxième mode de réalisation, la première extrémité de la conduite de retour étant située au niveau de la troisième portion, donc plus proche de la cuve réceptrice qu'au sein du premier mode de réalisation. La fermeture de la deuxième valve pallie cela, d'où le fait que la deuxième valve est systématiquement en aval du raccordement de la conduite de retour quel que soit le mode de réalisation du système de transfert. On comprend que la première étape 101 doit être forcément réalisée avant toute autre étape du procédé de drainage 100 afin d'assurer son bon déroulement. Ainsi le gaz sous forme liquide resté dans la partie de la conduite principale située en amont de la deuxième valve est concerné par le procédé de drainage 100.

Une fois la première étape 101 achevée, le procédé de drainage 100 se poursuit avec une deuxième étape 102 où le dispositif articulé de soutien est levé, afin de créer le différentiel de hauteur entre la première extrémité de la deuxième portion flexible et la deuxième extrémité de la deuxième portion flexible. Cette dernière est en effet susceptible de créer des poches de gaz sous forme liquide de par sa flexibilité. La potentielle création de telles poches peut entraîner des difficultés de circulation du gaz sous forme liquide jusqu'à la conduite de retour. Lever le dispositif articulé de soutien permet ainsi de créer un différentiel de hauteur conséquent entre les deux extrémités de la deuxième portion flexible et ainsi rassembler le gaz sous forme liquide resté dans la

conduite principale dans sa totalité ou sensiblement sa totalité. Le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale est ainsi amassé à proximité de la première extrémité de la conduite de retour dans le but d'être plus facilement et efficacement drainé dans la conduite de retour. Dans le but d'entraîner un écoulement optimal du gaz sous forme liquide au sein de la conduite de retour, la première étape 101 et la deuxième étape 102 doivent toutes deux être réalisées avant d'autoriser un quelconque accès du gaz sous forme liquide à la conduite de retour.

C'est seulement au cours d'une troisième étape 103 que l'ensemble des vannes disposé sur la conduite de retour est ouvert. Afin d'éviter d'endommager la conduite de retour en y faisant circuler un débit de gaz sous forme liquide de manière trop forte et/ou trop soudaine, au moins l'une des vannes peut être ouverte progressivement.

Une fois la troisième étape 103 effectuée, le procédé de drainage 100 peut se terminer directement avec une étape de fin 106. Toutefois, le procédé de drainage 100 peut comprendre une quatrième étape 104 et/ou une étape additionnelle 105 permettant d'optimiser l'opération de drainage.

La quatrième étape 104 permet d'initier un écoulement du gaz sous forme liquide au sein de la conduite de retour en cas de bouchon dû à la pression au sein de la conduite principale et/ou de la conduite de retour. Ainsi, la quatrième étape 104 consiste à chauffer la conduite principale afin de former un début d'évaporation du gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale et de créer un différentiel de pression favorisant l'écoulement du gaz sous forme liquide au sein de la conduite de retour. Le chauffage de la conduite principale peut par exemple se faire grâce au jet d'eau de mer représenté sur les figures 2 et 4, mais tout autre moyen permettant de provoquer une hausse de température du gaz sous forme liquide et adapté au contexte de l'invention est envisageable.

L'étape additionnelle 105 peut se faire après la première étape 101 comme cela est représenté sur la figure 5, mais l'étape additionnelle 105 est réalisable à tout moment du déroulement du procédé de drainage 100 tant que ledit moment est postérieur à la première étape 101. L'étape additionnelle 105 peut se dérouler selon plusieurs variantes.

Une première variante consiste à fermer la première valve afin d'isoler une section de la conduite principale contenant du gaz sous forme liquide. La quatrième étape 104 peut ainsi suffire pour entraîner le drainage gravitationnel du gaz sous forme liquide resté dans la cuve, et le procédé de drainage 100 peut ainsi s'achever.

- 5 Si cela n'est pas suffisant, il est possible d'utiliser une deuxième variante du procédé de drainage 100. La deuxième variante peut être utilisée après utilisation de la première variante, ou bien de manière immédiate sans passer par la première variante. La deuxième variante consiste dans un premier temps à fermer la première valve, puis à injecter le fluide émanant de la ligne de pressurisation, et ce en ouvrant la troisième valve
- 10 et la quatrième valve, au sein de la conduite principale et de la conduite de retour. Le but de cette deuxième variante est de pousser le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale ou la conduite de retour et ne s'étant pas évacué de manière gravitationnelle. Le fluide pousse ainsi le gaz sous forme liquide vers la cuve source à travers la conduite principale et la conduite de retour. La deuxième variante de l'étape
- 15 additionnelle 105 permet donc de compléter l'opération de drainage de manière sûre, et ce afin qu'il soit certain qu'il ne reste plus de gaz sous forme liquide dans la conduite principale et dans la conduite de retour. L'exécution de la deuxième variante est dépendante de la pression de la conduite de retour. La pression doit être suffisamment basse, par exemple inférieure à 3,5 bars, et c'est le capteur de pression présent au niveau
- 20 de la conduite de retour qui permet de vérifier si la deuxième variante peut se dérouler. Dans cette deuxième variante, le fluide utilisé est différent du gaz sous forme liquide et peut par exemple être du diazote.

- Il est également possible d'utiliser une troisième variante de l'étape additionnelle 105. La troisième variante diffère de la première variante et de la deuxième variante notamment
- 25 en ce que la première valve doit rester ouverte pour que la troisième variante puisse être mise en application. La troisième variante consiste à ouvrir la valve de gaz, et ce afin de raccorder le ciel de la cuve source à la conduite principale par le biais de la ligne de gaz. C'est ainsi la phase vapeur du gaz sous forme liquide qui va circuler dans la conduite

principale et pousser le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale jusqu'à la conduite de retour.

Avant d'achever le procédé de drainage 100 par l'étape de fin 106, il est avantageux de vérifier s'il ne reste pas de gaz sous forme liquide dans la conduite de retour. Cette
5 vérification est au moins partiellement assurée par le capteur de température présent au niveau de la conduite de retour. Une température au sein de la conduite de retour suffisamment haute, par exemple supérieure à -85°C, permet de confirmer qu'il ne reste plus de gaz sous forme liquide au sein de la conduite de retour. Le procédé de drainage 100 peut alors se terminer par l'étape de fin 106, signe que la conduite principale ainsi
10 que la conduite de retour peuvent être déconnectées en toute sécurité.

La figure 6 représente un exemple de terminal maritime pourvu du système de transfert 1, ce dernier comprenant la conduite principale 6 et la conduite de retour 18. Le système de transfert 1 permet de transférer le gaz sous forme liquide de l'unité source 2 de gaz sous forme liquide, qui ici est une installation fixe off-shore. Le système de
15 transfert 1 permet le chargement de l'unité réceptrice 3 de gaz sous forme liquide, qui sur la figure 6 est illustrée par un navire de transport 35 et comprend la cuve réceptrice 5, le chargement s'effectuant depuis l'unité source 2 de gaz sous forme liquide. Celle-ci comporte au moins la cuve source 4 reliée au système de transfert 1.

Une fois le transfert de gaz sous forme liquide de la cuve source 4 vers la cuve réceptrice
20 5 effectué, et afin de déconnecter la conduite principale 6 en toute sécurité, on met en œuvre le procédé de drainage décrit en figure 5 afin que le gaz sous forme liquide resté dans la conduite principale 6 retourne dans la cuve source 4 en passant par la conduite de retour 18.

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

L'invention, telle qu'elle vient d'être décrite, atteint bien le but qu'elle s'était fixée, et permet de proposer un système de transfert de gaz sous forme liquide comprenant une conduite principale et une conduite de retour permettant le retour du gaz sous forme

liquide vers son point de départ grâce à un drainage gravitationnel. Des variantes non décrites ici pourraient être mises en œuvre sans sortir du contexte de l'invention, dès lors qu'elles comprennent un système de transfert de gaz sous forme liquide conforme à l'invention.