

DESCRIPTION

Titre de l'invention : Système d'alimentation et de refroidissement pour ouvrage flottant

La présente invention se rapporte au domaine des ouvrages flottants de stockage et/ou de transport de gaz à l'état liquide et concerne plus particulièrement un système
5 d'alimentation en gaz et de refroidissement installé au sein de tels ouvrages flottants.

Au cours d'un trajet effectué par un navire comprenant une cuve de gaz à l'état liquide destiné à être livré vers un point de destination, ledit navire peut être apte à utiliser au moins une partie dudit gaz à l'état liquide afin d'alimenter au moins l'un de ses moteurs,
10 et ce via un système d'alimentation en gaz. Parallèlement à cela, il est nécessaire de conserver la pression au sein de la cuve à un niveau acceptable, notamment en maintenant la cargaison de gaz à l'état liquide à une température adéquate.

A ce titre, il est connu d'utiliser un circuit d'alimentation permettant d'aspirer le gaz s'étant évaporé, puis de compresser celui-ci afin d'alimenter le ou les moteurs. D'une
15 manière parallèle ou alternative, la pression au sein de la cuve peut être abaissée grâce à un circuit de refroidissement permettant de mettre en circulation un fluide réfrigérant afin de reliquéfier une fraction du gaz s'étant évaporé au sein de la cuve.

Ces deux circuits sont régulièrement retrouvés au sein des ouvrages flottants et génèrent un encombrement et un coût non négligeable. Un objectif est donc d'améliorer le
20 système d'alimentation et de refroidissement afin de réduire lesdits encombrements et coûts. Réduire l'encombrement permet par ailleurs de limiter la quantité de canalisations au sein des circuits. La maintenance de ces circuits s'en trouve donc simplifiée et un dysfonctionnement pouvant survenir au niveau de l'un ou l'autre des circuits est détecté plus rapidement.

25 L'une des solutions existantes est de mettre en place un dispositif de compression permettant à la fois de compresser le gaz destiné à alimenter le moteur et de compresser le fluide réfrigérant afin de limiter le nombre de dispositifs de compression, mais le gaz

alimentant le moteur et le fluide réfrigérant ne répondent pas aux mêmes conditions de compression pour assurer leurs fonctions respectives.

L'invention permet de solutionner ce problème en proposant un système d'alimentation et de refroidissement de gaz pour ouvrage flottant comprenant au moins une cuve
5 configurée pour contenir le gaz, le système d'alimentation et de refroidissement comprenant :

- au moins un circuit d'alimentation destiné à être parcouru par du gaz provenant de la cuve, et comprenant au moins un dispositif de compression, le circuit d'alimentation étant configuré pour raccorder le dispositif de compression à un ciel de la
10 cuve, et pour alimenter en gaz au moins un appareil consommateur de gaz qui équipe l'ouvrage flottant,
- au moins un circuit de refroidissement destiné à être parcouru par un fluide réfrigérant, comprenant au moins un échangeur de chaleur configuré pour participer à une gestion de pression interne de la cuve, un échangeur de chaleur interne et un
15 turbocompresseur comprenant un organe de compression disposé en amont d'une première passe de l'échangeur de chaleur interne et une turbine disposée en aval de la première passe de l'échangeur de chaleur interne, l'organe de compression et la turbine étant liés en rotation par un arbre, le circuit de refroidissement étant raccordé au circuit d'alimentation de part et d'autre du dispositif de compression,
- 20 caractérisé en ce que le dispositif de compression comprend au moins deux étages de compression, le système d'alimentation et de refroidissement comprenant un dispositif de contrôle configuré pour connecter en série les étages de compression lorsque le dispositif de compression alimente l'appareil consommateur de gaz et pour connecter en parallèle les étages de compression lorsque le dispositif de compression alimente le
25 circuit de refroidissement.

Le rôle du circuit de refroidissement est de refroidir le gaz contenu dans la cuve en gérant la pression interne de la cuve.

Un tel système d'alimentation et de refroidissement permet ainsi d'assurer la fonction d'alimentation de l'appareil consommateur de gaz et la fonction de gestion de pression interne à la cuve, et ce à l'aide d'un seul dispositif de compression. Le fait que les étages de compression du dispositif de compression puissent être agencés en série ou en

5 parallèle permet de compresser de manière optimale tout fluide circulant à travers le dispositif de compression, et ce peu importe sa nature et/ou sa destination.

Lorsque le fluide compressé par le dispositif de compression est du gaz provenant de la cuve et destiné à alimenter l'appareil consommateur de gaz, les étages de compression du dispositif de compression sont agencés en série afin de privilégier la pression du gaz au

10 débit traversant le dispositif de compression.

Lorsque le fluide compressé par le dispositif de compression est du fluide réfrigérant permettant la gestion de pression de la cuve, les étages de compression du dispositif de compression sont agencés en parallèle afin de privilégier le débit de fluide réfrigérant traversant le dispositif de compression à la mise en pression dudit fluide réfrigérant.

15 Lors du transport d'une cargaison de gaz sous forme liquide, ce dernier peut partiellement se vaporiser au sein de la cuve, de manière naturelle ou de manière provoquée afin d'alimenter l'appareil consommateur de gaz. Afin d'abaisser la pression interne de la cuve, le gaz à l'état vapeur peut soit être évacué via le circuit d'alimentation, soit être recondensé et envoyé dans la cuve, de manière directe ou indirecte via le circuit

20 de refroidissement.

Le dispositif de compression compresse le gaz circulant dans le circuit d'alimentation depuis la cuve. Le gaz compressé peut par la suite circuler jusqu'à l'appareil consommateur de gaz pour alimenter ce dernier, ou bien circuler jusqu'au circuit de refroidissement afin d'officier en tant que fluide réfrigérant. Le fluide réfrigérant peut

25 également être un fluide tiers uniquement utilisé en tant que fluide réfrigérant. Un tel fluide tiers peut également être compressé par le dispositif de compression.

L'organe de compression et la turbine, de par leur liaison mécanique, sont entraînés en rotation l'un avec l'autre. La turbine est entraînée en rotation et entraîne ainsi en rotation l'arbre, qui lui-même entraîne l'organe de compression en rotation. Le fluide

réfrigérant est donc dans un premier temps compressé par l'organe de compression. Le fluide réfrigérant traverse ensuite l'échangeur de chaleur interne via la première passe, puis est détendu en passant à travers la turbine. Le fluide réfrigérant traverse ensuite l'échangeur de chaleur, ce qui permet par la suite de gérer la pression interne de la cuve.

5 On comprend ainsi que le fluide réfrigérant circulant dans le circuit de refroidissement participe au refroidissement du gaz à l'état liquide contenu dans la cuve via l'échangeur de chaleur.

Le dispositif de contrôle permet la connexion des étages de compression en série ou en parallèle en fonction de la nature du fluide circulant à travers le dispositif de
10 compression ou en fonction du besoin auquel le système d'alimentation et de refroidissement doit répondre.

Selon une caractéristique de l'invention, le module de contrôle comprend une canalisation principale traversant chacun des étages de compression du dispositif de compression. Lorsque les étages de compression sont connectés en série, le fluide
15 compressé par le dispositif de compression circule au sein de la canalisation principale afin de passer par chacun des étages de compression.

Selon une caractéristique de l'invention, le module de contrôle comprend au moins une canalisation périphérique connectée à la canalisation principale et au moins une vanne qui contrôle le débit circulant sur ladite canalisation périphérique, la canalisation
20 périphérique contournant un étage de compression. Chaque étage de compression est contourné par une canalisation périphérique afin de permettre notamment la connexion des étages de compression en parallèle l'un par rapport à l'autre. Le fluide ne circule ainsi que partiellement au sein de la canalisation principale et se sépare en autant de fractions qu'il y a d'étages de compression, chacune des fractions contournant un étage de
25 compression en circulant au sein d'une canalisation périphérique. La connexion en série ou en parallèle est effectuée par l'ouverture ou la fermeture des vannes, autorisant l'accès ou non à la canalisation principale et/ou aux canalisations périphériques permettant de contourner les étages de compression.

Selon une caractéristique de l'invention, l'échangeur de chaleur interne comprend une première passe et une deuxième passe échangeant thermiquement l'une avec l'autre, la première passe étant disposée en amont de l'échangeur de chaleur et la deuxième passe étant disposée en aval de l'échangeur de chaleur. L'échangeur de chaleur interne permet
5 ainsi de pré-refroidir le fluide réfrigérant avant son passage à travers la turbine. En sortie de l'échangeur de chaleur, le fluide réfrigérant traverse la deuxième passe de l'échangeur de chaleur interne pour réguler la température au sein du circuit de refroidissement.

Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de compression du circuit d'alimentation est un premier dispositif de compression, le système d'alimentation et de
10 refroidissement comprenant un deuxième dispositif de compression installé en parallèle du premier dispositif de compression. Le fait d'installer deux dispositifs de compression en parallèle permet par exemple d'assurer les fonctions du système d'alimentation et de refroidissement dans le cas où l'un des dispositifs de compression tombe en panne. Le fait d'installer deux dispositifs de compression permet par ailleurs de garantir
15 l'alimentation de l'appareil consommateur de gaz et la gestion de la pression interne à la cuve de manière simultanée, chacun des dispositifs de compression étant propre à chacun des besoins. Les deux dispositifs de compression peuvent également être assignés au même besoin.

Selon une caractéristique de l'invention, le deuxième dispositif de compression
20 comprend au moins deux étages de compression, le dispositif de contrôle étant configuré pour connecter en série les étages de compression du deuxième dispositif de compression lorsque le deuxième dispositif de compression alimente l'appareil consommateur de gaz et pour connecter en parallèle les étages de compression du deuxième dispositif de compression lorsque le deuxième dispositif de compression alimente le circuit de
25 refroidissement. Autrement dit, la structure du deuxième dispositif de compression est identique à celle du premier dispositif de compression. Le deuxième dispositif de compression est donc également apte à alimenter l'appareil consommateur de gaz ou le circuit de refroidissement.

Selon une caractéristique de l'invention, le système d'alimentation et de refroidissement comprend un circuit de gaz à l'état liquide destiné à être parcouru par du gaz à l'état liquide provenant de la cuve, et configuré pour prélever le gaz à l'état liquide contenu dans la cuve, l'échangeur de chaleur opérant un échange de chaleur entre le gaz à l'état liquide du circuit de gaz à l'état liquide et un fluide réfrigérant circulant dans le circuit de refroidissement. Une telle opération est destinée à gérer la pression de saturation de la cuve en limitant la présence de gaz à l'état vapeur au niveau du ciel de la cuve. Le gaz à l'état liquide peut par exemple être pompé pour circuler au sein du circuit de gaz à l'état liquide. Le gaz à l'état liquide est refroidi par le fluide réfrigérant afin d'agir par la suite sur la pression au sein de la cuve. Une fois le gaz à l'état liquide refroidi grâce au circuit de refroidissement, ledit gaz est alors à une température plus faible que le gaz à l'état liquide contenu dans la cuve. Le retour du gaz refroidi entraîne ainsi une baisse de la température moyenne de la cuve, ce qui assure également une baisse de la pression de saturation de la cuve.

Selon une caractéristique de l'invention, le circuit de gaz à l'état liquide comprend un organe de pulvérisation du gaz à l'état liquide dans le ciel de cuve et un orifice de sortie disposé dans une partie inférieure de la cuve. Une fois refroidi par le fluide réfrigérant par le biais de l'échangeur de chaleur, le gaz à l'état liquide peut être projeté sous forme de spray au niveau du ciel de cuve. La pulvérisation de gaz à l'état liquide froid au niveau de ciel de cuve via l'organe de pulvérisation permet de condenser au moins partiellement le gaz à l'état vapeur présent dans le ciel de cuve. La condensation du gaz à l'état vapeur permet ainsi d'abaisser la pression au sein de la cuve. Le gaz à l'état liquide refroidi peut également retourner en partie inférieur de la cuve.

Selon une caractéristique de l'invention, le système d'alimentation et de refroidissement comprend une ligne de retour connectée au circuit d'alimentation en aval du dispositif de compression et s'étendant jusqu'au circuit de gaz à l'état liquide, le système d'alimentation et de refroidissement comprenant un premier échangeur thermique opérant un échange de chaleur entre le gaz circulant dans la ligne de retour et le gaz circulant dans le circuit de gaz à l'état liquide. Il peut arriver que le gaz à l'état vapeur

soit envoyé vers l'appareil consommateur de gaz en trop grande quantité, ou encore que le gaz à l'état vapeur soit présent en trop grande quantité dans le ciel de la cuve pour que le circuit de refroidissement puisse entièrement condenser le gaz à l'état vapeur.

5 Lorsque le gaz à l'état vapeur est envoyé vers l'appareil consommateur de gaz, le surplus de gaz peut par exemple être brûlé ou largué dans l'atmosphère. La ligne de retour permet d'offrir une alternative à cette perte, en faisant circuler le surplus de gaz jusqu'au circuit de gaz à l'état liquide afin de le renvoyer dans la cuve.

10 Afin de condenser le gaz à l'état vapeur circulant dans la ligne de retour, un échange de chaleur s'opère entre le gaz circulant dans la ligne de retour et le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de gaz à l'état liquide et ayant été refroidi en traversant l'échangeur de chaleur. L'échangeur thermique fait ainsi office de condenseur du gaz circulant dans la ligne de retour. Une fois cet échange de chaleur opéré, le gaz condensé retourne au sein de la cuve via l'orifice de sortie, ou peut être pulvérisé via l'organe de pulvérisation.

15 Selon une caractéristique de l'invention, le système d'alimentation et de refroidissement comprend un deuxième échangeur thermique opérant un échange de chaleur entre le gaz circulant dans le circuit d'alimentation en amont du dispositif de compression, et le gaz circulant dans la ligne de retour en amont du premier échangeur thermique. Le gaz circulant dans la ligne d'alimentation sortant de la cuve, celui-ci est à une température plus faible que le gaz circulant dans la ligne de retour. Le deuxième échangeur thermique permet ainsi de pré-refroidir le gaz circulant dans la ligne de retour avant que celui-ci ne soit condensé en traversant ensuite le premier échangeur thermique.

25 Selon une caractéristique de l'invention, l'échangeur de chaleur est agencé au moins partiellement au niveau du ciel de la cuve, c'est-à-dire de manière à s'étendre dans celui-ci. Il s'agit d'un mode de réalisation alternatif, dépourvu du circuit de gaz à l'état liquide. Ainsi, au lieu de refroidir le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de gaz à l'état liquide, l'échangeur de chaleur est directement placé au niveau du ciel de la cuve et fait office de condenseur du gaz à l'état vapeur présent dans le ciel de cuve. L'échangeur de chaleur peut par exemple être un condenseur gravitaire. Le fluide réfrigérant circule

ainsi au sein d'une spirale et condense ainsi le gaz à l'état vapeur ambiant du ciel de la cuve. Une fois condensé, le gaz à l'état liquide rejoint la partie liquide de la cargaison.

L'invention couvre également un procédé de gestion d'un gaz contenu dans une cuve, mis en œuvre par un système d'alimentation et de refroidissement selon l'une

5 quelconque des caractéristiques précédentes, comprenant :

- une première étape de détermination d'un besoin d'alimentation de l'appareil consommateur de gaz ou d'un besoin de gestion de la pression à l'intérieur de la cuve,

- une deuxième étape de connexion en série ou en parallèle des étages de compression du dispositif de compression par le module de contrôle en fonction du besoin déterminé.

10

Un tel procédé permet ainsi d'adapter le type de connexion des étages de compression du dispositif de compression au besoin donné.

Selon une caractéristique du procédé, selon un premier mode de fonctionnement, le premier dispositif de compression, dont les étages de compression sont connectés en série, alimente l'appareil consommateur de gaz tandis que le deuxième dispositif de compression, dont les étages de compression sont connectés en parallèle alimente le circuit de refroidissement.

15

Selon une caractéristique du procédé, selon un deuxième mode de fonctionnement, le premier dispositif de compression et le deuxième dispositif de compression, dont les étages de compression sont connectés en série, alimentent l'appareil consommateur de gaz.

20

Selon une caractéristique du procédé, selon un troisième mode de fonctionnement, le premier dispositif de compression et le deuxième dispositif de compression, dont les étages de compression sont connectés en parallèle, alimentent le circuit de refroidissement.

25

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore au travers 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 un schéma général d'un premier mode de réalisation d'un système d'alimentation et de refroidissement selon l'invention,

5 [fig 2] est un schéma représentant la structure d'un dispositif de compression présent au sein du système d'alimentation et de refroidissement,

[fig 3] représente un premier agencement d'étages de compression du dispositif de compression,

10 [fig 4] représente un deuxième agencement des étages de compression du dispositif de compression,

[fig 5] est un schéma général d'un deuxième mode de réalisation du système d'alimentation et de refroidissement,

[fig 6] est un schéma représentant un premier mode de fonctionnement du deuxième mode de réalisation du système d'alimentation et de refroidissement,

15 [fig 7] est un schéma représentant un deuxième mode de fonctionnement du deuxième mode de réalisation du système d'alimentation et de refroidissement,

[fig 8] est un schéma représentant un troisième mode de fonctionnement du deuxième mode de réalisation du système d'alimentation et de refroidissement,

20 [fig 9] est un schéma général d'un troisième mode de réalisation du système d'alimentation et de refroidissement.

La figure 1 représente un dispositif d'alimentation et de refroidissement 1, pouvant être agencé au sein d'un ouvrage flottant apte à transporter et/ou à stocker du gaz sous forme liquide, par exemple au sein d'une cuve 2. Ce gaz est par exemple du gaz naturel. Le gaz sous forme liquide est stocké dans la cuve 2 à très basse température. Pour des raisons
25 diverses, par exemple de manière naturelle lors du transport, le gaz sous forme liquide peut partiellement s'évaporer au niveau d'un ciel 200 de la cuve 2. Le phénomène d'évaporation du gaz participe à une augmentation de la pression interne de la cuve 2.

Une telle augmentation de la pression interne doit être régulée, par exemple en évacuant hors de la cuve 2 le gaz à l'état vapeur s'étant formé dans le ciel 200 de la cuve. Il est également possible de recondenser le gaz s'étant évaporé afin que ce dernier repasse sous forme liquide, ce qui conduit à une diminution de la pression interne de la cuve 2.

5 Le système d'alimentation et de refroidissement 1 comprend un circuit d'alimentation 3. Ce circuit d'alimentation 3 est configuré pour aspirer le gaz évaporé s'étant formé dans le ciel 200 de la cuve 2. Le gaz peut par la suite être utilisé en tant que carburant pour un premier appareil consommateur de gaz 5 et/ou un deuxième appareil consommateur de gaz 6. A titre d'exemple, le premier appareil consommateur de gaz 5 peut être un
10 moteur permettant la propulsion de l'ouvrage flottant et le deuxième appareil consommateur de gaz 6 peut être un moteur auxiliaire responsable de l'alimentation électrique de l'ouvrage flottant.

Afin d'adapter la pression du gaz circulant dans le circuit d'alimentation 3 pour l'élever à une pression compatible avec les appareils consommateur de gaz, le circuit
15 d'alimentation 3 comprend un dispositif de compression 10 assurant la compression du gaz. Ce dernier peut par la suite alimenter les appareils consommateur de gaz. Si ces derniers ne nécessitent pas un apport en énergie via le gaz, celui-ci peut être éliminé, par exemple via un bruleur 7.

Le système d'alimentation et de refroidissement comprend également un circuit de
20 refroidissement 4. Le circuit de refroidissement 4 est configuré, de manière directe ou indirecte, à participer à la gestion de pression de la cuve 2. Le circuit de refroidissement 4 est configuré pour faire circuler un fluide réfrigérant, pouvant par exemple être le gaz aspiré au sein du circuit d'alimentation 3, ou bien un fluide réfrigérant tiers.

Le circuit de refroidissement 4 est connecté au circuit d'alimentation 3, plus
25 particulièrement en amont et en aval du dispositif de compression 10. Ce dernier peut ainsi participer à la mise en circulation et à la compression du fluide réfrigérant.

On comprend de ce qui précède que le dispositif de compression 10 peut participer à l'activité du circuit d'alimentation 3 ou à l'activité du circuit de refroidissement 4. La détermination d'une telle activité peut par exemple dépendre de la position d'une

première valve 41 disposée sur le circuit d'alimentation 3 en amont du dispositif de compression 10 et de la connexion au circuit de refroidissement 4, d'une deuxième valve 42 disposée sur le circuit d'alimentation 3 en aval du dispositif de compression 10 et de la connexion au circuit de refroidissement 4, d'une troisième valve 43 disposée sur le circuit de refroidissement 4 en aval du dispositif de compression 10 et de la connexion au circuit d'alimentation 3, et d'une quatrième valve 44 disposée sur le circuit de refroidissement 4 en amont du dispositif de compression 10 et de la connexion au circuit d'alimentation 3.

Ainsi, lorsque la première valve 41 et la deuxième valve 42 sont en position ouverte, et que la troisième valve 43 et la quatrième valve 44 sont en position fermée, le dispositif de compression 10 est intégré au circuit d'alimentation 3 dans le but de compresser le gaz pour alimenter les appareils consommateur de gaz.

Lorsque la première valve 41 et la deuxième valve 42 sont en position fermée, et que la troisième valve 43 et la quatrième valve 44 sont en position ouverte, le dispositif de compression 10 est intégré au circuit de refroidissement 4 dans le but de compresser le fluide réfrigérant pour participer à la gestion de la pression de la cuve 2.

Le circuit de refroidissement 4 comprend un turbocompresseur 13, un échangeur de chaleur interne 18 et un échangeur de chaleur 17. Le turbocompresseur 13 comprend un organe de compression 14 et une turbine 15 mécaniquement reliés l'un à l'autre par un arbre 16. L'organe de compression 14 est disposé en amont d'une première passe de l'échangeur de chaleur interne 18 tandis que la turbine 15 est disposée en aval de cette même première passe de l'échangeur de chaleur 18. La turbine 15 est mise en rotation, et entraîne ainsi l'arbre 16, qui lui-même entraîne l'organe de compression 14. Le fluide réfrigérant est donc dans un premier temps compressé par l'organe de compression 14 puis traverse la première passe de l'échangeur de chaleur interne 18 puis est par la suite détendu par la turbine 15. La détente permet une diminution de la température du fluide réfrigérant qui circule à travers l'échangeur de chaleur 17, puis à travers une deuxième passe de l'échangeur de chaleur interne 18. Il s'opère donc un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant circulant au sein de la première passe de l'échangeur de

chaleur interne 18 et le fluide réfrigérant circulant au sein de la deuxième passe de l'échangeur de chaleur interne 18 afin de réguler la température de fluide réfrigérant circulant dans le circuit de refroidissement 4.

5 Le système d'alimentation et de refroidissement 1 comprend également un circuit de gaz à l'état liquide 8, au sein duquel circule du gaz sous forme liquide provenant de la cuve 2. Le circuit de gaz à l'état liquide 8 permet la condensation du gaz s'étant évaporé dans le ciel 200 de la cuve 2 et participe ainsi à la gestion de la pression de la cuve.

10 Le gaz à l'état liquide de la cuve 2 est aspiré au sein du circuit de gaz à l'état liquide 8 par le biais d'une pompe 19. Le gaz à l'état liquide circule ensuite jusqu'à traverser l'échangeur de chaleur 17. On comprend ainsi que l'échange de chaleur opéré au sein de l'échangeur de chaleur 17 est effectué entre le fluide réfrigérant circulant dans le circuit de refroidissement 4 et le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de gaz à l'état liquide 8. Le gaz à l'état liquide sort ainsi refroidi de l'échangeur de chaleur 17.

15 Après avoir été refroidi, le gaz à l'état liquide peut retourner en partie inférieure de la cuve 2 via un orifice de sortie 21. Une telle opération participe à baisser la température moyenne de la cuve 2, ce qui entraîne une baisse de la pression de saturation de la cuve 2 et ainsi une baisse de la pression dans la cuve 2.

20 Le gaz à l'état liquide refroidi peut également être pulvérisé sous la forme de spray dans le ciel 200 de la cuve 2. Pour ce faire, le circuit de gaz à l'état liquide comprend un organe de pulvérisation 20 assurant la pulvérisation du gaz à l'état liquide. La pulvérisation du gaz à l'état liquide permet de condenser le gaz s'étant évaporé dans le ciel 200 de la cuve 2. La condensation du gaz diminue ainsi la quantité de gaz évaporé, ce qui entraîne donc une baisse de la pression interne de la cuve 2. Afin d'autoriser ou non la circulation du gaz à l'état liquide, le circuit de gaz à l'état liquide 8 comprend une
25 valve additionnelle 51.

La figure 2 illustre schématiquement une structure interne au dispositif de compression 10. La compression de fluide au sein du dispositif de compression peut se faire de manière diverse, et ce en fonction du besoin auquel doit répondre le système d'alimentation et de refroidissement. Le fluide est compressé au sein du dispositif de

compression 10 par une pluralité d'étage de compression. Sur la figure 2, le dispositif de compression 10 comprend un premier étage de compression 30 et un deuxième étage de compression 31. Chaque étage de compression est suivi par un refroidisseur 35. Le dispositif de compression 10 peut comprendre plus de deux étages de compression.

5 Les étages de compression peuvent être connectés entre eux en série ou bien en parallèle. Une telle connexion se fait par le biais d'un module de contrôle 9. Le module de contrôle 9 comprend une canalisation principale 32 qui s'étend d'une extrémité à l'autre du dispositif de compression 10. Le premier étage de compression 30 et le deuxième étage de compression 31 sont tous deux agencés sur la canalisation principale 32.

10 Le module de contrôle 9 comprend également une première canalisation périphérique 33, connectée à la canalisation principale 32 via une première connexion disposée en amont du premier étage de compression 30 et via une deuxième connexion disposée en aval du refroidisseur 35 du premier étage de compression 30. La première canalisation périphérique 33 est donc configurée pour y faire circuler du gaz qui contourne le premier étage de compression 30. La première canalisation périphérique comprend une première vanne 36.

Le module de contrôle 9 comprend par ailleurs une deuxième canalisation périphérique 34, connectée à la canalisation principale 32 via une première connexion disposée en aval du refroidisseur 35 du premier étage de compression 30 et via une deuxième connexion
20 disposée en aval du refroidisseur 35 du deuxième étage de compression 31. La deuxième canalisation périphérique 34 est donc configurée pour y faire circuler du gaz qui contourne le premier étage de compression 30.

La deuxième connexion de la première canalisation périphérique 33 est agencée en aval de la première connexion de la deuxième canalisation périphérique 34. Ainsi le gaz
25 circulant dans la première canalisation périphérique 33 ne peut pas circuler au sein de la deuxième canalisation périphérique 34 par la suite. La première connexion de la deuxième canalisation périphérique 34 comprend une deuxième vanne 37 pouvant par exemple être une vanne trois voies.

La figure 3 représente un premier agencement d'étages de compression du dispositif de compression 10. Sur la figure 3, ainsi que sur la figure 4, les traits pleins des canalisations du module de contrôle 9 correspondent à des canalisations où un fluide y circule, tandis que les canalisations en pointillés correspondent à des canalisations où le fluide ne circule pas. Au sein de ce premier agencement, les étages de compression sont connectés en série l'un par rapport à l'autre. La connexion en série des étages de compression est mise en œuvre par le module de contrôle 9 lorsque le gaz circulant à travers le dispositif de compression 10 est destiné à alimenter les appareils consommateurs de gaz représentés sur la figure 1. Quand le gaz est destiné à alimenter lesdits appareils consommateurs de gaz, la pression du gaz doit être privilégiée au débit. Le gaz doit donc être compressé par l'ensemble des étages de compression, et une connexion desdits étages de compression en série est plus adaptée.

Lorsque les étages de compression sont connectés en série, la première vanne 36 est fermée. Le gaz ne circule donc qu'au sein de la canalisation principale 32 et est compressé par le premier étage de compression 30, puis traverse le refroidisseur 35 du premier étage de compression 30. Le gaz rejoint ensuite la deuxième vanne 37 qui maintient la circulation du gaz au sein de la canalisation principale 32 afin que le gaz soit compressé par le deuxième étage de compression 31, puis traverse le refroidisseur 35 du deuxième étage de compression 31 avant de sortie du dispositif de compression 10.

La figure 4 représente un deuxième agencement d'étages de compression du dispositif de compression 10. Sur la figure 4, les étages de compression sont agencés en parallèle l'un par rapport à l'autre. L'agencement en parallèle est indiqué lorsque le dispositif de compression 10 compresse le fluide réfrigérant destiné à circuler au sein du circuit de refroidissement, afin de privilégier le débit de fluide réfrigérant à sa pression. Pour ce deuxième agencement d'étages de compression, le module de contrôle 9 ouvre la première vanne 36 disposée sur la première canalisation périphérique 33.

Selon cet agencement, le fluide réfrigérant circule au sein de la canalisation principale 32 et se sépare en deux fractions. Une première fraction poursuit sa circulation dans la canalisation principale 32 et est compressé par le premier étage de compression 30 puis

traverse le refroidisseur 35 du premier étage de compression 30. Une deuxième fraction circule au sein de la première canalisation périphérique 33 et contourne le premier étage de compression 30. La deuxième fraction rejoint ensuite la canalisation principale 32 et est compressée par le deuxième étage de compression 31 et est refroidi par le

5 refroidisseur 35 du deuxième étage de compression 31.

La première fraction de fluide réfrigérant atteint la deuxième vanne 37 qui dirige le fluide réfrigérant vers la deuxième canalisation périphérique 34 et contourne ainsi le deuxième étage de compression 31.

Ainsi, les deux fractions de fluide réfrigérant ont chacune été compressées par un étage

10 de compression. La connexion en parallèle des étages de compression assure un débit plus important en fluide qu'une connexion en série.

La figure 5 représente un deuxième mode de réalisation du système d'alimentation et de refroidissement 1. Ce deuxième mode de réalisation se distingue du premier mode de réalisation en ce qu'il comprend un premier dispositif de compression 11 et un

15 deuxième dispositif de compression 12. Le premier dispositif de compression 11 est installé au niveau du circuit d'alimentation 3 tandis que le deuxième dispositif de compression 12 est installé au sein du circuit de refroidissement 4. La fonction des deux dispositifs de compression n'est toutefois pas définie par leur emplacement, tel que cela sera décrit en détails par la suite.

20 La présence de deux dispositifs de compression permet par ailleurs de mettre en place une redondance au sein du système d'alimentation et de refroidissement 1. Ainsi, par exemple si l'un des dispositifs de compression tombe en panne, l'autre dispositif de compression peut toujours assurer sa fonction et maintenir le système d'alimentation et de refroidissement 1 opérationnel.

25 Le circuit d'alimentation 3 et le circuit de refroidissement 4 comprennent tous deux une pluralité de valves permettant l'accès à chacun des circuits à chacun des dispositifs de compression afin que ces derniers puissent tous deux répondre au besoin d'alimentation en gaz des appareils consommateurs de gaz ou au besoin d'alimentation en fluide réfrigérant du circuit de refroidissement. Ainsi, en plus des quatre valves déjà retrouvées

dans le premier mode de réalisation, le deuxième mode de réalisation du système d'alimentation et de refroidissement 1 comprend une cinquième valve 45, une sixième valve 46, une septième valve 47, une huitième valve 48, une neuvième valve 49 et une dixième valve 50.

- 5 La cinquième valve 45 et la sixième valve 46 permettent la connexion du premier dispositif de compression 11 au circuit de refroidissement 4 ou bien la connexion du deuxième dispositif de compression 12 au circuit d'alimentation 3 en fonction de la configuration du système d'alimentation et de refroidissement 1.

- 10 La septième valve 47 et la huitième valve 48 sont installées de part et d'autre du premier dispositif de compression 11 et permettent d'isoler celui-ci lorsqu'elles sont en position fermées. La fermeture de ces valves est utile en cas de panne du premier dispositif de compression 11. La neuvième valve 49 et de la dixième valve 50 permettent quant à elles d'isoler le deuxième dispositif de compression 12 du reste du système d'alimentation et de refroidissement 1.

- 15 Le système d'alimentation et de refroidissement 1 comprend également une ligne de retour 60 connectée au circuit d'alimentation 3, en amont du deuxième appareil consommateur de gaz 6 et du brûleur 7. La ligne de retour 60 permet de faire recirculer le surplus de gaz circulant au sein de la ligne d'alimentation 3 et non nécessaire à la consommation des appareils consommateur de gaz. Ainsi, au lieu d'être éliminé par le
20 brûleur 7, le gaz circule dans la ligne de retour afin de retourner dans la cuve 2.

- Afin de recondenser le gaz circulant dans la ligne de retour 60, le système d'alimentation et de refroidissement 1 comprend un premier échangeur thermique 61 et un deuxième échangeur thermique 62. Le premier échangeur thermique 61 opère un échange de chaleur entre le gaz circulant dans la ligne de retour 60 et le gaz à l'état liquide refroidi
25 circulant dans le circuit de gaz à l'état liquide 8, au sein duquel une branche peut être aménagée pour traverser le premier échangeur thermique 61 et ainsi recondenser le gaz circulant dans la ligne de retour 60.

Le deuxième échangeur thermique 62 est aménagé en amont du premier échangeur thermique 61 et opère un échange de chaleur entre le gaz circulant dans la ligne de

retour et le gaz du circuit d'alimentation 3 en sortie de la cuve 2. Le gaz sortant de la cuve 2 étant nécessairement à plus basse température, celui-ci permet de refroidir le gaz circulant dans la ligne de retour 60. Ledit gaz est ainsi pré refroidi dans un premier temps en traversant le deuxième échangeur thermique 62, puis est recondensé en traversant le premier échangeur thermique 61. En sortie de ce dernier, le gaz recondensé rejoint le circuit de gaz à l'état liquide 8 puis la cuve 2 via l'orifice de sortie 21 ou en étant projeté via l'organe de pulvérisation 20.

Les figures 6, 7 et 8 représentent le deuxième mode de réalisation du système d'alimentation et de refroidissement 1 selon trois modes de fonctionnement différents. Pour chacun de ces modes de fonctionnement, les deux dispositifs répondent au besoin d'alimentation des appareils consommateurs de gaz et/ou au besoin d'alimentation du circuit de refroidissement 4. Les traits pleins représentent des conduites où un fluide y circule tandis que les traits en pointillés représentent des conduites où aucun fluide ne circule.

La figure 6 représente donc un premier mode de fonctionnement du système d'alimentation et de refroidissement 1. Dans ce premier mode de fonctionnement, le premier dispositif de compression 11 est relié au circuit d'alimentation 3 afin d'alimenter les appareils consommateurs de gaz et le deuxième dispositif de compression 12 est relié au circuit de refroidissement 4 afin d'alimenter ce dernier. Les étages de compression du premier dispositif de compression 11 sont donc agencés en série tel que représenté sur la figure 3, tandis que les étages de compression du deuxième dispositif de compression 12 sont agencés en parallèle tel que représenté sur la figure 4. La cinquième valve 45 et la sixième valve 46 sont fermées afin d'isoler le circuit d'alimentation 3 et le premier dispositif de compression 11 du circuit de refroidissement 4 et du deuxième dispositif de compression 12.

La figure 7 représente un deuxième mode de fonctionnement du système d'alimentation et de refroidissement 1. Dans ce deuxième mode de fonctionnement, le premier dispositif de compression 11 et le deuxième dispositif de compression 12 sont reliés au circuit d'alimentation 3 afin d'alimenter les appareils consommateurs de gaz. Les étages

de compression du premier dispositif de compression 11 et du deuxième dispositif de compression 12 sont donc tous deux agencés en série tel que représenté sur la figure 3. La cinquième valve 45 et la sixième valve 46 sont ouvertes afin de relier le deuxième dispositif de compression 12 au circuit d'alimentation 3, et la troisième valve 43 et la quatrième valve 44 sont fermées afin d'isoler le circuit de refroidissement 4 du reste du système d'alimentation et de refroidissement 1.

Bien que le gaz à l'état liquide circulant dans le circuit de gaz à l'état liquide 8 n'est pas refroidi du fait de l'inactivité du circuit de refroidissement 4, le gaz à l'état liquide peut toutefois y circuler afin de condenser le gaz circulant éventuellement dans la ligne de retour 60.

La figure 8 représente un troisième mode de fonctionnement du système d'alimentation et de refroidissement 1. Dans ce deuxième mode de fonctionnement, le premier dispositif de compression 11 et le deuxième dispositif de compression 12 sont reliés au circuit de refroidissement 4 afin d'alimenter celui-ci. Les étages de compression du premier dispositif de compression 11 et du deuxième dispositif de compression 12 sont donc tous deux agencés en parallèle tel que représenté sur la figure 4. La cinquième valve 45 et la sixième valve 46 sont ouvertes afin de relier le premier dispositif de compression 11 au circuit de refroidissement 4, et la première valve 41 et la deuxième valve 42 sont fermées afin d'isoler le circuit d'alimentation 3 du reste du système d'alimentation et de refroidissement 1.

Du fait que le circuit d'alimentation 3 est inactif, le gaz s'évaporant dans la cuve 2 n'est pas aspiré et il n'y a donc pas non plus de surplus de gaz circulant dans la ligne de retour 60. Un moyen pour gérer la pression interne de la cuve 2 est donc l'utilisation du circuit de gaz à l'état liquide 8 afin de refroidir le gaz à l'état liquide grâce au circuit de refroidissement 4, puis de renvoyer le gaz à l'état liquide refroidi dans la cuve 2 via l'organe de pulvérisation 20 ou l'orifice de sortie 21.

La figure 9 représente un troisième mode de réalisation du système d'alimentation et de refroidissement 1. Ce troisième mode de réalisation ne comprend ni le circuit de gaz à

l'état liquide décrit précédemment, ni la ligne de retour du deuxième mode de réalisation.

La différence de ce troisième mode de réalisation réside dans le positionnement de l'échangeur de chaleur 17 qui ici est directement placé au moins partiellement au sein de la cuve 2. L'échangeur de chaleur 17 participe donc directement à la gestion de la pression de la cuve, et non de manière indirecte en refroidissant le circuit de gaz à l'état liquide comme pour les modes de réalisation précédents.

L'échangeur de chaleur 17 ne comprend donc qu'une seule passe traversée par le fluide réfrigérant. La passe peut consister en une conduite en spirale afin que le trajet de fluide réfrigérant au sein de l'échangeur de chaleur 17 soit plus long. L'échangeur de chaleur 17 refroidit donc le ciel 200 de la cuve 2. Le gaz s'étant évaporé dans le ciel 200 de la cuve 2 est donc condensé à proximité de l'échangeur de chaleur 17, et retombe dans la cuve 2. L'échangeur de chaleur 17 fait donc office ici de condenseur gravitaire.

Le fonctionnement des deux dispositifs de compression, du circuit d'alimentation 3 et du circuit de refroidissement 4 sont quant à eux identiques à ce qui a été décrit en figure 5.

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 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 d'alimentation et de refroidissement pour ouvrage flottant comprenant au moins un dispositif de compression apte à répondre à des besoins divers en fonction de la connexion de ses étages de compression. 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 système d'alimentation et de refroidissement conforme à l'invention.

REVENDICATIONS

- 1- Système d'alimentation et de refroidissement (1) de gaz pour ouvrage flottant comprenant au moins une cuve (2) configurée pour contenir le gaz, le système d'alimentation et de refroidissement (1) comprenant :
- 5 - au moins un circuit d'alimentation (3) destiné à être parcouru par du gaz provenant de la cuve (2), et comprenant au moins un dispositif de compression (10), le circuit d'alimentation (3) étant configuré pour raccorder le dispositif de compression (10) à un ciel (200) de la cuve (2), et pour alimenter en gaz au moins un appareil consommateur de gaz (5, 6) qui équipe l'ouvrage flottant,
- 10 - au moins un circuit de refroidissement (4) destiné à être parcouru par un fluide réfrigérant, comprenant au moins un échangeur de chaleur (17) configuré pour participer à une gestion de pression interne de la cuve (2), un échangeur de chaleur interne (18) et un turbocompresseur (13) comprenant un organe de compression (14) disposé en amont d'une première passe de l'échangeur de chaleur interne (18) et une
- 15 turbine (15) disposée en aval de la première passe de l'échangeur de chaleur interne (18), l'organe de compression (14) et la turbine (15) étant liés en rotation par un arbre (16), le circuit de refroidissement (4) étant raccordé au circuit d'alimentation (3) de part et d'autre du dispositif de compression (10),
- caractérisé en ce que le dispositif de compression (10) comprend au moins deux étages
- 20 de compression (30, 31), le système d'alimentation et de refroidissement (1) comprenant un dispositif de contrôle (9) configuré pour connecter en série les étages de compression (30, 31) lorsque le dispositif de compression (10) alimente l'appareil consommateur de gaz (5, 6) et pour connecter en parallèle les étages de compression (30, 31) lorsque le dispositif de compression (10) alimente le circuit de refroidissement (4).
- 25 2- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon la revendication 1, dans lequel le module de contrôle (9) comprend une canalisation principale (32) traversant chacun des étages de compression (30, 31) du dispositif de compression (10).
- 3- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon la revendication 2, dans lequel le module de contrôle (9) comprend au moins une canalisation périphérique (33,
- 30 34) connectée à la canalisation principale (32) et au moins une vanne (36, 37) qui

contrôle le débit circulant sur ladite canalisation périphérique (33, 34), la canalisation périphérique (33, 34) contournant un étage de compression (30, 31).

4- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'échangeur de chaleur interne (18) comprend
5 une première passe et une deuxième passe échangeant thermiquement l'une avec l'autre, la première passe étant disposée en amont de l'échangeur de chaleur (17) et la deuxième passe étant disposée en aval de l'échangeur de chaleur (17).

5- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de compression (10) du circuit
10 d'alimentation (3) est un premier dispositif de compression (11), le système d'alimentation et de refroidissement (1) comprenant un deuxième dispositif de compression (12) installé en parallèle du premier dispositif de compression (11).

6- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon la revendication précédente, dans lequel le deuxième dispositif de compression (12) comprend au moins
15 deux étages de compression (30, 31), le dispositif de contrôle (9) étant configuré pour connecter en série les étages de compression (30, 31) du deuxième dispositif de compression (12) lorsque le deuxième dispositif de compression (12) alimente l'appareil consommateur de gaz (5, 6) et pour connecter en parallèle les étages de compression (30, 31) du deuxième dispositif de compression (12) lorsque le deuxième dispositif de
20 compression (12) alimente le circuit de refroidissement (4).

7- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un circuit de gaz à l'état liquide (8) destiné à être parcouru par du gaz à l'état liquide provenant de la cuve (2), et configuré pour
25 prélever le gaz à l'état liquide contenu dans la cuve (2), l'échangeur de chaleur (17) opérant un échange de chaleur entre le gaz à l'état liquide du circuit de gaz à l'état liquide (8) et un fluide réfrigérant circulant dans le circuit de refroidissement (4).

8- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon la revendication précédente, dans lequel le circuit de gaz à l'état liquide (8) comprend un organe de pulvérisation (20) du gaz à l'état liquide dans le ciel de cuve (200) et un orifice de sortie
30 (21) disposé dans une partie inférieure de la cuve (2).

- 9- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon la revendication 7 ou 8, comprenant une ligne de retour (60) connectée au circuit d'alimentation (3) en aval du dispositif de compression (10, 11, 12) et s'étendant jusqu'au circuit de gaz à l'état liquide (8), le système d'alimentation et de refroidissement (1) comprenant un premier
- 5 échangeur thermique (61) opérant un échange de chaleur entre le gaz circulant dans la ligne de retour (60) et le gaz circulant dans le circuit de gaz à l'état liquide (8).
- 10- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon la revendication précédente, comprenant un deuxième échangeur thermique (62) opérant un échange de chaleur entre le gaz circulant dans le circuit d'alimentation (3) en amont du dispositif de
- 10 compression (10, 11, 12), et le gaz circulant dans la ligne de retour (60) en amont du premier échangeur thermique (61).
- 11- Système d'alimentation et de refroidissement (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'échangeur de chaleur (17) est agencé au moins partiellement au niveau du ciel (200) de la cuve (2).
- 15 12- Procédé de gestion d'un gaz contenu dans une cuve (2), mis en œuvre par un système d'alimentation et de refroidissement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant :
- 20 - une première étape de détermination d'un besoin d'alimentation de l'appareil consommateur de gaz (5, 6) ou d'un besoin de gestion de la pression à l'intérieur de la cuve (2),
- une deuxième étape de connexion en série ou en parallèle des étages de compression (30, 31) du dispositif de compression (10) par le module de contrôle (9) en fonction du besoin déterminé.
- 13- Procédé de gestion selon la revendication précédente, combiné avec la
- 25 revendication 4, au cours duquel, selon un premier mode de fonctionnement, le premier dispositif de compression (11), dont les étages de compression (30, 31) sont connectés en série, alimente l'appareil consommateur de gaz (5, 6) tandis que le deuxième dispositif de compression (12), dont les étages de compression (30, 31) sont connectés en parallèle alimente le circuit de refroidissement (4).

- 14- Procédé de gestion selon la revendication précédente, au cours duquel, selon un deuxième mode de fonctionnement, le premier dispositif de compression (11) et le deuxième dispositif de compression (12), dont les étages de compression (30, 31) sont connectés en série, alimentent l'appareil consommateur de gaz (5, 6).
- 5 15- Procédé de gestion selon la revendication précédente, au cours duquel, selon un troisième mode de fonctionnement, le premier dispositif de compression (11) et le deuxième dispositif de compression (12), dont les étages de compression (30, 31) sont connectés en parallèle, alimentent le circuit de refroidissement (4).