

DESCRIPTION

Titre : Système d'injection d'un gaz dans une cuve de stockage

La présente invention porte sur un système d'injection d'un gaz dans une cuve de stockage d'un fluide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50°C à pression

5 atmosphérique, et notamment de l'injection du gaz dans un espace sous une membrane étanche ondulée de ladite cuve de stockage, ainsi qu'un ensemble d'évacuation du gaz.

Les cuves de stockage de fluide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50°C à pression atmosphérique permettent d'entreposer ce fluide avant, pendant ou après son transport. De telles cuves de stockage comprennent alors habituellement au moins une barrière
10 d'isolation thermique recouverte par la membrane étanche ondulée comprenant une pluralité d'ondulations. L'au moins une barrière d'isolation thermique ainsi que la membrane étanche ondulée participent notamment à délimiter un volume interne de la cuve de stockage dans lequel est disposé le fluide en question. La barrière d'isolation thermique ainsi que la membrane étanche ondulée permettent par ailleurs de stocker ce fluide dans des conditions
15 optimales de conservation tant au niveau de la température que de la pression.

On comprend que dans de telles cuves de stockage, la membrane étanche ondulée étant directement en contact du fluide, elle doit conserver ses propriétés d'étanchéité afin de permettre un stockage efficace du fluide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50°C à pression atmosphérique. Ainsi, il est courant de contrôler l'étanchéité de la membrane
20 étanche ondulée au moyen d'une injection d'un gaz entre la membrane étanche ondulée et la barrière d'isolation thermique dans la cuve de stockage, afin de vérifier l'étanchéité de ladite membrane étanche ondulée. Par ailleurs, des injections de gaz peuvent également être utilisées dans des procédés d'inertage de la cuve de stockage, c'est-à-dire lorsque le volume interne de la cuve de stockage contient le fluide. Le procédé d'inertage permet entre autres de balayer
25 l'espace sous le membrane étanche ondulée au moyen d'un gaz d'inertage afin de s'assurer par exemple de l'étanchéité de la membrane étanche ondulée.

Les moyens mis en œuvre dans le contrôle de l'étanchéité de la membrane étanche ondulée et/ou d'inertage de la cuve de stockage actuellement utilisés, présentent cependant l'inconvénient d'être complexes à mettre en œuvre pour des résultats dont la fiabilité mérite

d'être augmentée. Par ailleurs, de tels moyens sont coûteux de par leur complexité structurelle et d'adaptation aux différentes cuves de stockage.

Le but de la présente invention est donc de proposer une amélioration et une simplification des moyens permettant le contrôle de l'étanchéité de la membrane étanche ondulée et/ou
5 d'inertage de la cuve de stockage de fluide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50° C à pression atmosphérique.

L'invention porte donc sur une cuve de stockage d'un fluide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50° C à pression atmosphérique, la cuve de stockage présentant une forme cylindrique autour d'un axe de révolution avec une paroi de fond, une paroi
10 supérieure et une paroi périphérique cylindrique reliant la paroi de fond et la paroi supérieure, ladite cuve de stockage comprenant au moins une barrière d'isolation thermique recouverte par une membrane étanche ondulée et de telle sorte que la membrane étanche ondulée délimite un volume interne de la cuve de stockage, la membrane étanche ondulée comprenant une pluralité d'ondulations qui participent à délimiter un espace entre lesdites ondulations et
15 l'au moins une barrière d'isolation thermique, la cuve de stockage comprenant au moins un système d'injection d'un gaz dans l'espace, caractérisée en ce que le système d'injection du gaz comprend au moins une conduite circulaire qui s'étend autour de l'axe de révolution de la cuve de stockage, ladite conduite circulaire étant située dans l'espace délimité par les ondulations de la membrane étanche ondulée de la paroi de fond et la barrière d'isolation
20 thermique (12), le système d'injection du gaz comprenant au moins une buse reliée fluidiquement à la conduite circulaire et de telle sorte que l'au moins une buse injecte le gaz sous les ondulations de la membrane étanche ondulée.

La cuve de stockage selon l'invention permet de stocker par exemple et de manière non limitative du gaz naturel liquéfié et est de préférence une cuve terrestre.

25 On comprend que la conduite circulaire du système d'injection s'étend autour de l'axe de révolution de la cuve de stockage, l'axe de révolution passant ainsi à l'intérieur d'un périmètre défini par la conduite circulaire.

L'injection du gaz par l'au moins une buse dans l'espace formé entre les ondulations de la membrane étanche ondulée et la barrière d'isolation thermique permet de contrôler

l'étanchéité de la membrane étanche ondulée via des moyens complémentaires, par exemple disposés dans le volume interne et apte à détecter la présence du gaz dans ledit volume interne, révélatrice d'une fuite au travers de la membrane étanche ondulée, notamment au niveau de ses soudures. Dans un tel cas, le gaz injecté peut être un gaz traceur, par exemple de

5 l'ammoniac ou de l'hélium.

On comprend par ailleurs que l'injection du gaz par l'au moins une buse dans l'espace sous les ondulations permet audit gaz de se répandre dans un volume d'isolation de la cuve de stockage. De manière plus précise, le volume d'isolation de la cuve de stockage comprend la barrière d'isolation thermique ainsi que l'espace formé entre la membrane étanche ondulée et

10 ladite barrière d'isolation thermique. On comprend alors que le volume d'isolation comprend l'espace sous les ondulations de la membrane étanche ondulée évoqué ci-dessus ainsi que l'espace compris entre la barrière d'isolation thermique et des portions planes de la membrane étanche ondulée, ajouté au volume défini par l'épaisseur de la barrière d'isolation thermique.

Ainsi, le système d'injection de l'invention permet de remplir l'ensemble du volume d'isolation

15 de la cuve de stockage, au moyen de l'au moins une buse disposée dans l'espace formé entre les ondulations de la membrane étanche ondulée et la barrière d'isolation thermique.

Par ailleurs, une telle injection du gaz dans l'espace peut être utilisée dans un procédé d'inertage, en présence du liquide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50°C à pression atmosphérique contenu dans le volume interne de la cuve. Selon des exemples non

20 limitatifs de l'invention, le gaz injecté, dit d'inertage ou de balayage, peut-être de l'azote.

Selon une caractéristique de l'invention, le système d'injection du gaz comprend au moins un ensemble d'alimentation en gaz de la conduite circulaire, l'ensemble d'alimentation comprenant au moins un anneau d'alimentation qui s'étend autour de l'axe de révolution.

On comprend que le système d'injection du gaz permet d'acheminer le gaz depuis une unité

25 de stockage du gaz, extérieure à la cuve, jusqu'au moins la conduite circulaire de telle sorte que ledit gaz soit injecté par l'au moins une buse.

Selon un premier exemple de l'invention, l'anneau d'alimentation peut être disposé dans la paroi périphérique de la cuve de stockage. Selon un deuxième exemple de l'invention, l'anneau

d'alimentation peut être disposé dans la paroi supérieure de la cuve de stockage. Plus précisément, selon ce deuxième exemple de l'invention, l'anneau d'alimentation peut s'étendre dans un bord périphérique de la paroi supérieure, le bord périphérique de la paroi supérieure étant la zone de la paroi supérieure en contact avec la paroi périphérique.

- 5 Dans tous les cas, le rôle de l'anneau d'alimentation est de distribuer le gaz autour de la cuve pour alimenter la conduite circulaire, avantageusement en au moins deux points.

Selon une alternative de l'invention, la cuve de stockage peut comprendre un dispositif d'alimentation en gaz disposé dans le volume interne de la cuve de stockage et relié fluidiquement à la conduite circulaire. Un tel dispositif d'alimentation peut être

- 10 complémentaire à l'ensemble d'alimentation comprenant l'anneau d'alimentation, notamment lors du procédé de contrôle de l'étanchéité de la membrane étanche ondulée, par exemple pour injecter plus de gaz dans la conduite circulaire.

Selon une caractéristique de l'invention, l'ensemble d'alimentation comprend au moins une conduite d'alimentation qui s'étend principalement dans l'espace de la paroi périphérique et de
15 telle sorte qu'elle relie fluidiquement la conduite circulaire avec l'anneau d'alimentation.

On comprend que la conduite d'alimentation s'étend au moins dans la paroi périphérique et dans la paroi de fond de la cuve de stockage. Par ailleurs, l'ensemble d'alimentation peut comprendre deux conduites d'alimentation qui s'étendent à l'opposée l'une de l'autre par rapport à l'axe de révolution de la cuve de stockage.

- 20 Selon une caractéristique de l'invention, la paroi de fond comprend un bord périphérique et un centre aligné sur l'axe de révolution de la cuve de stockage, la conduite circulaire étant disposée plus proche du centre de la paroi de fond que de son bord périphérique.

On comprend que le bord périphérique de la paroi de fond correspond à une zone où la paroi de fond et la paroi périphérique sont en contact l'une de l'autre.

- 25 Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins une buse injecte le gaz sous les ondulations de la membrane étanche ondulée de la paroi de fond en direction de son bord périphérique. Le gaz balaye ou remplit ainsi l'espace et le volume d'isolation en se dirigeant vers la paroi périphérique, de manière à l'emprunter et rejoindre la partie haute de la cuve de stockage.

Selon une caractéristique de l'invention, la membrane étanche ondulée est configurée de telle sorte qu'au moins ses ondulations formées au niveau de la paroi périphérique communiquent fluidiquement avec ses ondulations formées au niveau de la paroi de fond.

On comprend qu'une telle caractéristique permet au gaz injecté par l'au moins une buse de circuler sous l'ensemble des ondulations de la membrane étanche ondulée lorsque le gaz est projeté en direction du bord périphérique de la paroi de fond.

Par ailleurs, l'ensemble du volume d'isolation de la cuve de stockage est configuré de telle sorte qu'il communique fluidiquement au moins entre le volume d'isolation disposé au niveau de la paroi de fond et le volume d'isolation de la paroi périphérique. On permet ainsi, par l'injection du gaz dans l'espace sous les ondulations de la membrane étanche ondulée de la paroi de fond et en direction du bord périphérique, de balayer ou remplir par ce gaz le volume d'isolation de la paroi de fond et de la paroi périphérique, y compris dans l'épaisseur de l'espace d'isolation de ces parois.

Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins une buse est apte à réduire une pression du gaz en sortie de ladite buse par rapport à la pression du gaz en entrée de ladite buse.

En d'autres termes, on comprend qu'une section d'entrée de l'au moins une buse est strictement inférieure à une section de sortie de ladite buse. Une telle caractéristique de l'invention permet par exemple et de manière non limitative d'obtenir une pression du gaz de 25mbar en sortie de la buse quand elle était de 200mbar en entrée de ladite buse.

Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins une buse est disposée à une distance comprise entre 200mm et 5000mm de la conduite circulaire.

Selon un exemple préféré de l'invention, l'au moins une buse est disposée à une distance comprise entre 400mm et 600mm.

Une telle disposition de la buse par rapport à la conduite circulaire permet d'assurer un débit stable du gaz au moins dans la conduite circulaire et en sortie de la buse.

Selon une caractéristique de l'invention, au moins la membrane étanche ondulée disposée au niveau de la paroi de fond comprend des ondulations circulaires qui s'étendent autour de l'axe de révolution de la cuve de stockage et des ondulations radiales, sécantes des ondulations

circulaires, et qui s'étendent suivant une direction radiale de la cuve de stockage, la conduite circulaire s'étendant au moins sous l'une des ondulations circulaires de la membrane étanche ondulée.

On comprend que les ondulations circulaires et les ondulations radiales communiquent
5 fluidiquement les unes avec les autres. On comprend par ailleurs que la membrane étanche ondulée de la paroi périphérique peut comprendre une répartition similaire de ses ondulations, et de telle sorte qu'elle comprenne les ondulations circulaires et des ondulations axiales, sécantes de ses ondulations circulaires et qui s'étendent suivant une direction verticale de la cuve de stockage, les ondulations axiales de la membrane étanche ondulée de la paroi
10 périphérique étant alignées avec les ondulations radiales de la membrane étanche ondulée de la paroi de fond. En d'autres termes, les ondulations radiales au niveau de la paroi de fond et les ondulations axiales au niveau de la paroi périphérique communiquent fluidiquement les unes avec les autres.

Selon une caractéristique de l'invention, un axe d'injection de l'au moins une buse est aligné
15 sur un axe principal d'une ondulation radiale de la membrane étanche ondulée disposée au niveau de la paroi de fond.

On comprend de ce qui précède qu'une telle disposition de la buse permet d'injecter le gaz dans les ondulations de la membrane étanche ondulée de la paroi de fond, ce qui permet au gaz de se propager dans celle-ci et dans le volume d'isolation dans la paroi périphérique sans
20 rencontrer de résistance autre que la perte de charge.

Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins une conduite d'alimentation s'étend au moins dans l'espace sous une des ondulations radiales de la membrane étanche ondulée de la paroi de fond. Selon un exemple de l'invention, l'au moins une conduite d'alimentation peut s'étendre au moins dans l'espace délimité par une ondulation axiale de la membrane étanche
25 ondulée de la paroi périphérique.

Selon une caractéristique de l'invention, le système d'injection comprend au moins un dispositif d'injection qui s'étend à l'intérieur d'un périmètre délimité par la conduite circulaire.

Plus particulièrement, le dispositif d'injection s'étend sous une ondulation radiale de la paroi de fond, dans l'espace délimité entre ladite ondulation radiale de la membrane étanche ondulée et la barrière d'isolation thermique.

Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins un dispositif d'injection comprend au moins une buse additionnelle disposée à une de ses extrémités qui s'étend dans le périmètre délimité par la conduite circulaire, ladite buse additionnelle injectant du gaz au moins dans le périmètre délimité par la conduite circulaire.

On tire avantage d'une telle caractéristique en ce qu'elle permet d'injecter du gaz dans l'intégralité de l'espace délimité par la membrane étanche ondulée et la barrière d'isolation thermique et dans l'intégralité de l'espace d'isolation au moins de la paroi de fond et de la paroi périphérique de la cuve de stockage.

Selon une caractéristique de l'invention, la cuve comprend une pluralité de buses disposées autour de la conduite circulaire et de telle sorte que chacune des buses soient éloignées les unes des autres d'un angle compris entre 25° et 70° autour de l'axe de révolution de la cuve de stockage.

On permet ainsi une répartition homogène du gaz dans l'espace sous les ondulations de la membrane étanche ondulée et dans le volume d'isolation de la cuve de stockage, de telle sorte à améliorer les procédés de contrôle d'étanchéité de la membrane étanche ondulée et/ou d'inertage de la cuve de stockage.

De manière avantageuse, il est prévu un système d'évacuation pourvu d'au moins une conduite d'évacuation circulaire qui s'étend autour de l'axe de révolution de la cuve de stockage, avantageusement en dehors de son volume interne, le système d'évacuation comprenant au moins un conduit d'évacuation qui traverse au moins partiellement la paroi périphérique de la cuve de stockage jusque dans la barrière d'isolation thermique, le conduit d'évacuation étant relié fluidiquement à la conduite d'évacuation circulaire. Selon un exemple, le système d'évacuation comprend deux conduits d'évacuation installés à 180° l'un par rapport à l'autre. La conduite d'évacuation circulaire s'étend autour de la paroi périphérique de la cuve de stockage et est reliée à un dispositif de récupération et/ou d'analyse du gaz, afin de récupérer et/ou d'analyser le gaz évacué au moins du volume d'isolation de la cuve de stockage. Un tel

système d'évacuation peut être mis en œuvre dans le cadre du procédé de contrôle de l'étanchéité et/ou d'inertage évoqués précédemment.

L'invention porte également sur un procédé de contrôle d'étanchéité d'une membrane étanche ondulée d'une cuve de stockage selon l'une quelconque des caractéristiques précédentes, le
5 procédé mettant en œuvre au moins le système d'injection du gaz. Le procédé de contrôle d'étanchéité est celui qui vise à vérifier l'étanchéité notamment les soudures entre les plaques qui constituent la membrane étanche ondulée. Ainsi, l'utilisation du système d'injection du gaz dans le procédé de contrôle de l'étanchéité de la membrane étanche ondulée permet
10 avantageusement de remplir l'intégralité du volume d'isolation de la cuve de stockage, et optimise ainsi la fiabilité dudit procédé.

L'invention a également pour objet un procédé de balayage d'un volume d'isolation d'une cuve de stockage selon l'une quelconque des caractéristiques précédentes, le procédé mettant en œuvre au moins le système d'injection du gaz. Le procédé de balayage, autrement appelé
15 procédé d'inertage, est celui qui vise à renouveler le volume de gaz présent dans la barrière d'isolation thermique, ou entre cette barrière et la membrane étanche ondulée, en balayant cette espace au moyen d'un gaz d'inertage. On tire ainsi avantage du système d'injection de l'invention en ce qu'il permet au gaz injecté par l'au moins une buse de balayer l'intégralité du volume d'isolation de la cuve de stockage comprenant la barrière d'isolation thermique et l'espace entre la membrane étanche ondulée et ladite barrière.

20 L'invention propose enfin un procédé d'injection d'un gaz dans un espace d'une cuve de stockage selon l'une quelconque des caractéristiques précédentes, dans lequel on injecte le gaz dans le système d'injection du gaz de tel sorte qu'il circule au moins dans la conduite circulaire à une pression comprise entre 170mbar et 230mbar et de telle sorte qu'il sorte de l'au moins une buse à une pression comprise entre 20mbar et 30mbar.

25 On comprend qu'en sortie de l'au moins une buse, le gaz s'étend dans l'espace sous les ondulations de la membrane étanche ondulée ainsi que dans le volume d'isolation de la cuve de stockage.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description donnée ci-après à titre indicatif en relation avec des dessins dans lesquels :

[Fig 1] est une vue générale schématique d'une cuve de stockage comprenant un système
5 d'injection d'un gaz selon l'invention ;

[Fig 2] est une vue rapprochée d'une partie d'une paroi de fond de la cuve de stockage montrant une conduite circulaire et au moins une buse du système d'injection du gaz de la figure 1 ;

[Fig 3] est une vue schématique en coupe d'une ondulation d'une membrane étanche ondulée
10 de la cuve de stockage de la figure 1 montrant un espace dans lequel s'étend au moins en partie le système d'injection du gaz.

Il faut tout d'abord noter que si les figures exposent l'invention de manière détaillée pour sa mise en œuvre, ces figures peuvent bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant. Il est également à noter que ces figures n'exposent que quelques exemples de
15 réalisation de l'invention.

La figure 1 illustre une cuve de stockage 1 d'un fluide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50°C à pression atmosphérique, par exemple un gaz naturel liquéfié ou de l'ammoniac, la cuve de stockage 1 étant particulièrement utilisée pour le stockage d'un tel fluide sur un espace terrestre. La cuve de stockage 1 selon l'invention présente une forme
20 cylindrique circulaire autour d'un axe de révolution R, avec au moins une paroi de fond 2, une paroi supérieure 4 et une paroi périphérique 6 qui les relie. Plus particulièrement, la paroi de fond 2 et la paroi supérieure 4 sont opposées l'une de l'autre suivant l'axe de révolution R de la cuve de stockage 1 et la paroi périphérique 6 s'étend de telle sorte qu'elle relie un bord
25 périphérique 8 de chacune de la paroi de fond 2 et de la paroi supérieure 4, l'un à l'autre. La paroi de fond 2, la paroi supérieure 4 et la paroi périphérique 6 précitées permettent alors de délimiter un volume interne 10 de la cuve de stockage 2 dans lequel peut être contenu le fluide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50°C à pression atmosphérique.

La cuve de stockage 2 selon l'invention comprend au moins une barrière d'isolation thermique

12 recouverte par une membrane étanche ondulée 14 et de telle sorte que la membrane étanche ondulée 14 soit au contact du volume interne 10 de la cuve de stockage 1. On définit alors un volume d'isolation 13 de la cuve de stockage 1 comprenant au moins la barrière d'isolation thermique 12 et l'espace formé entre la membrane étanche ondulée 14 et ladite
5 barrière.

On comprend par ailleurs que la cuve de stockage 1 peut comprendre plus d'une barrière d'isolation thermique, par exemple une première barrière d'isolation thermique et une deuxième barrière d'isolation thermique, et une membrane étanche secondaire disposée entre cette première barrière d'isolation thermique et cette deuxième barrière d'isolation thermique,
10 un tel ensemble de barrières et de membrane étanche secondaire faisant alors partie du volume d'isolation de la cuve de stockage.

La barrière d'isolation thermique 12 réduit les déperditions thermiques de la cuve de stockage 1 afin de garantir une conservation optimale du fluide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50°C à pression atmosphérique dans la cuve de stockage 1.

15 La membrane étanche ondulée 14 selon l'invention assure l'étanchéité de la cuve de stockage en garantissant de maintenir ce fluide dans le volume interne 10 de la cuve 2. La membrane étanche ondulée 14 comprend des portions planes 22 et une pluralité d'ondulations 18 visibles aux figures 2 et 3, qui entoure les portions planes.

On entend par ondulation 18 une déformation de la membrane étanche ondulée 14 dans une
20 direction perpendiculaire à un plan principal P de la membrane étanche ondulée 14 dans lequel s'inscrit les portions planes 22. Par exemple, pour la paroi de fond 2, les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14 correspondent à une déformation dans une direction axiale A de la cuve de stockage 1, parallèle à l'axe de révolution R. Les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14 présentent alors une forme concave vue dans une section
25 perpendiculaire au plan principal P de la membrane étanche ondulée 14.

Dans l'exemple de l'invention, la barrière d'isolation thermique 12 et la membrane étanche ondulée 14 s'étendent au moins contre la paroi de fond 2 et la paroi périphérique 6 de la cuve de stockage 1. Une telle configuration de la cuve de stockage 1 lui procure une plus grande résistance aux contraintes générées par le stockage du fluide dont la température de

liquéfaction est inférieure à -50°C à pression atmosphérique, notamment à la rétraction thermique lors de la mise à froid de la cuve de stockage ou à la pression hydrostatique due au chargement du fluide à l'état liquide.

Selon l'invention, la pluralité d'ondulations 18 participe à délimiter un espace 20 entre lesdites
5 ondulations 18 et l'au moins une barrière d'isolation thermique 12, visible à la figure 3. De manière plus précise, les portions non déformées de la membrane étanche ondulée 14 forment les portions planes 22 qui s'étendent dans le plan principal P de la membrane étanche ondulée 14 et qui sont en contact de la barrière d'isolation thermique 12. Ainsi, on comprend que les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14 permettent entre autres de générer l'espace
10 20 entre lesdites ondulations 18 et la barrière d'isolation thermique 12.

Tel que particulièrement visible à la figure 2, la membrane étanche ondulée 14 disposée au moins au niveau de la paroi de fond 2 de la cuve de stockage 1 comprend des ondulations circulaires 18a qui s'étendent autour de l'axe de révolution R de la cuve de stockage 1 et des ondulations radiales 18b, sécantes des ondulations circulaires 18a, et qui s'étendent suivant une
15 direction radiale L de la cuve de stockage 1. On comprend par ailleurs que les ondulations radiales 18b et les ondulations circulaires 18a de la membrane étanche ondulée 14 communiquent fluidiquement les unes avec les autres. Une telle disposition de la membrane étanche ondulée 14 au moins au niveau de la paroi de fond 2 permet notamment à cette dernière de s'adapter à la forme particulière de la cuve de stockage 1 cylindrique.

Par ailleurs, la paroi périphérique 6 de la cuve de stockage 1, visible à la figure 1, comprend les ondulations circulaires 18d et des ondulations axiales 18c, sécantes des ondulations circulaires 18d et s'étendant selon la direction axiale de la cuve de stockage 1. Plus particulièrement, la membrane étanche ondulée 14 est configurée de telle sorte que les ondulations radiales 18b au niveau de la paroi de fond 2 et les ondulations axiales 18c au niveau de la paroi périphérique 6
25 soient alignées les unes par rapport aux autres de telle sorte qu'elles communiquent fluidiquement. Ainsi, on comprend que l'espace 20 formé entre les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14 et la barrière d'isolation thermique 12 est fluidiquement commun pour l'ensemble de la cuve de stockage 1 où est disposée la membrane étanche ondulée 14.

On comprend par ailleurs que le volume d'isolation 13 de la cuve de stockage 1, situé au niveau de la paroi de fond 2 communique fluidiquement avec le volume d'isolation 13 situé au niveau de la paroi périphérique 6.

Selon l'invention, la cuve de stockage 1 comprend au moins un système d'injection 24 d'un gaz dans l'espace 20 décrit précédemment. Un tel système d'injection 24 de gaz est notamment utilisé dans des procédés d'inertage de la cuve de stockage 1 ou encore dans des procédés de contrôle d'étanchéité de la membrane étanche ondulée 14. Le gaz injecté par le système d'injection 24 peut alors être de manière non limitative de l'azote ou encore de l'ammoniac, ou un gaz traceur qui peut être repéré en cas de fuite au niveau d'un soudure. On comprend par ailleurs que dans de tels procédés d'inertage ou de contrôle d'étanchéité, d'autres moyens extérieurs au système d'injection sont mis en œuvre tel qu'un système d'évacuation du gaz qui sera décrit plus loin dans la description.

Le système d'injection 24 de gaz selon l'invention, visible aux figures 1 à 3, comprend au moins une conduite circulaire 26 qui s'étend autour de l'axe de révolution R de la cuve de stockage 1. En d'autres termes, l'axe de révolution R de la cuve de stockage 1 passe dans un périmètre E défini par la conduite circulaire 26.

La conduite circulaire 26 s'étend dans l'espace 20 entre les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14 de la paroi de fond 2 et la barrière d'isolation thermique 12. Plus précisément, la conduite circulaire 26 s'étend dans l'espace 20 formée entre une des ondulations circulaires 18a de la membrane étanche ondulée 14 qui s'étend au niveau de la paroi de fond 2 et la barrière d'isolation thermique 12.

On définit alors un centre C de la paroi de fond 2 qui est aligné sur l'axe de révolution R de la cuve de stockage 1. La conduite circulaire 26 est alors disposée plus proche du centre C de la paroi de fond 2 que de son bord périphérique 8 évoqué précédemment. Selon un exemple non limitatif de l'invention, la conduite circulaire 26 s'étend dans un rayon compris entre 2m et 2,5m du centre C la paroi de fond 2. Cette disposition plus proche du centre C que du bord périphérique 8 garantit l'alimentation en gaz d'une grande longueur des ondulations radiales 18b de la paroi de fond 2.

Selon l'invention, le système d'injection 24 du gaz comprend au moins une buse 28 reliée

fluidiquement à la conduite circulaire 26 et de telle sorte que l'au moins une buse 28 injecte le gaz sous les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14. Plus particulièrement, un axe d'injection I de la buse 28, visible aux figures 1 ou 2, est aligné sur un axe principal A d'une ondulation radiale 18b de la membrane étanche ondulée 14 disposée au niveau de la paroi de fond 2.

On comprend que le gaz est injecté par l'au moins une buse 28 dans l'espace 20 défini précédemment. Plus particulièrement, l'au moins une buse 28 injecte le gaz dans l'espace 20 sous les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14 de la paroi de fond 2 et en direction de son bord périphérique 8. Une telle caractéristique de l'au moins une buse 28 permet au gaz injecté de circuler au moins dans l'espace 20 formé sous les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14 qui s'étend au moins au niveau de la paroi de fond 2 et se poursuit au niveau de la paroi périphérique 6. On comprend également qu'une telle caractéristique de l'au moins une buse 28 permet au gaz de balayer ou de remplir le volume d'isolation 13 de la cuve de stockage 1, au niveau de la paroi de fond 2 jusqu'au volume d'isolation 13 localisé au niveau de la paroi périphérique 6.

Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins une buse 28 est apte à réduire une pression du gaz en sortie de ladite buse 28 par rapport à la pression du gaz en entrée de ladite buse 28. Ainsi, une section de sortie de la buse 28 est strictement supérieure à une section d'entrée de ladite buse 28, l'entrée et la sortie de la buse 28 étant définis par rapport à un sens de circulation du gaz dans la buse 28.

La sortie de l'au moins une buse 28 est disposée à une distance D, visible à la figure 2, comprise entre 200mm et 5000mm, de la conduite circulaire 26. De telles caractéristiques de l'au moins une buse 28, permettent d'assurer un débit stable du gaz au moins dans la conduite circulaire 26 et en sortie de la buse 28. Selon un exemple non limitatif de l'invention, la pression du gaz en entrée de buse 28 est de 200mbar et est de 25mbar en sortie de buse 28.

Selon l'exemple de l'invention illustré aux figures 1 et 2, le système d'injection 24 du gaz comprend une pluralité de buses 28, telles que détaillées ci-dessus, disposées autour de la conduite circulaire 26 et de telle sorte que chacune des buses 28 soient éloignées les unes des autres d'un angle G, visible à la figure 2, compris entre 25° et 70° autour de l'axe de révolution

R de la cuve de stockage 1. Dit autrement, chaque secteur angulaire de la paroi de fond 2 de la cuve de stockage 1, représentant entre 25° et 70° autour de l'axe de révolution R, est bordé par une buse 28. On permet ainsi d'homogénéiser l'injection du gaz dans l'espace 20 et dans le volume d'isolation 13 en proposant une répartition optimale des buses 28 autour de la conduite circulaire 26.

Selon l'invention, le système d'injection 24 du gaz comprend au moins un ensemble d'alimentation 30 en gaz de la conduite circulaire 26. Un tel ensemble englobe les conduites et canalisations nécessaires pour fournir le gaz à la conduite circulaire 26 exposée plus haut.

L'ensemble d'alimentation 30 comprend au moins un anneau d'alimentation 32, visible à la figure 1, qui s'étend autour de l'axe de révolution R de la cuve de stockage 1 de telle sorte qu'il répartisse périphériquement le gaz autour de ladite cuve de stockage 1. Selon un premier exemple de l'invention visible à la figure 1, l'anneau d'alimentation 32 s'étend dans la paroi périphérique 6 de la cuve de stockage 1. L'anneau d'alimentation 32 peut alors être disposé à différentes hauteurs dans la paroi périphérique 6, le long de la direction axiale A de la cuve de stockage 1, permettant ainsi de s'adapter à différentes configurations de cuve de stockage 1. Par ailleurs, suivant un deuxième exemple de l'invention non représenté, l'anneau d'alimentation peut s'étendre dans le bord périphérique de la paroi supérieure évoqué précédemment.

L'anneau d'alimentation 32 est relié fluidiquement à une unité de stockage 33 du gaz à injecter, disposée en dehors de la cuve de stockage 1.

L'ensemble d'alimentation 30 comprend également au moins une conduite d'alimentation 34 qui s'étend dans l'espace 20 et de telle sorte qu'elle relie fluidiquement la conduite circulaire 26 avec l'anneau d'alimentation 32. De manière plus précise, la conduite d'alimentation 34 s'étend au moins dans l'espace 20 sous une des ondulations radiales 18b de la membrane étanche ondulée 14 de la paroi de fond 2, tel que cela est visible à la figure 2. Selon l'exemple de l'invention illustré à la figure 1, la conduite d'alimentation 34 s'étend également dans l'espace sous une des ondulations axiales 18c de la membrane étanche ondulée 14 de la paroi périphérique 6 qui s'étend dans le prolongement de l'ondulation radiale précitée.

Selon l'exemple de l'invention illustré de la figure 1, l'ensemble d'alimentation 30 peut comprendre deux conduites d'alimentation 34 disposées à l'opposé l'une de l'autre par rapport

à l'axe de révolution R de la cuve de stockage 1. Une telle configuration de l'ensemble d'alimentation 30 permet entre autres d'améliorer la distribution du gaz jusqu'à la conduite circulaire 26 en l'alimentant en deux points opposés.

5 Selon un exemple de l'invention visible aux figures 1 et 2, le système d'injection 24 comprend au moins un dispositif d'injection 36 qui s'étend à l'intérieur du périmètre E défini par la conduite circulaire 26. De manière plus précise, le dispositif d'injection 36 s'étend depuis la conduite circulaire 26 et en direction du centre C de la paroi de fond 2 de la cuve de stockage 1.

10 Le dispositif d'injection 36 s'étend sous une des ondulations radiales 18b de la membrane étanche ondulée 14 de la paroi de fond 2. Le dispositif d'injection 36 peut s'étendre dans le prolongement radial d'une conduite d'alimentation 34 qui chemine sous une ondulation radiale 18b de la membrane ondulée qui équipe la paroi de fond 8. Le dispositif d'injection 36 comprend alors au moins une buse additionnelle 38 disposée à une de ses extrémités qui s'étend dans le périmètre E délimité par la conduite circulaire 26 et à l'opposé de cette

15 dernière. La buse additionnelle 38 permet alors d'injecter du gaz au moins dans le périmètre E délimité par la conduite circulaire 26. On permet ainsi de balayer ou de remplir, avec le gaz injecté, l'intégralité de l'espace 20 formé entre les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14 et la barrière d'isolation thermique 12 et donc, l'intégralité du volume d'isolation 13 de la cuve de stockage 1.

20 Un procédé d'injection du gaz dans la cuve de stockage 1 va maintenant être décrit en rapport avec les figures 1 à 3. On comprend que le procédé d'injection du gaz peut être utilisé dans les procédés de contrôle d'étanchéité de la membrane étanche ondulée ou dans les procédés d'inertage de la cuve de stockage 1.

Au cours du procédé, le gaz stocké dans l'unité de stockage du gaz est injecté dans l'anneau

25 d'alimentation 32 à une pression comprise par exemple entre 170 mbar et 230 mbar. Le gaz injecté dans l'anneau d'alimentation 32 circule verticalement puis radialement dans l'au moins une conduite d'alimentation 34 jusqu'à atteindre la conduite circulaire 26. Une fois le gaz présent dans la conduite circulaire 26, ce dernier est injecté par l'au moins une buse 28 dans l'espace 20 formé entre les ondulations 18 de la membrane étanche ondulée 14 et la barrière

d'isolation thermique 12. De manière plus précise, le gaz est injecté par l'au moins une buse 28 de telle sorte qu'il présente une pression comprise entre 20 mbar et 30 mbar, en sortie de ladite buse 28. Une telle pression en sortie de l'au moins une buse 28 permet alors d'améliorer la diffusion du gaz dans l'ensemble de l'espace 20 de la cuve de stockage 1 et dans le volume
5 d'isolation 13 de la cuve de stockage 1.

Une telle diffusion du gaz dans le volume d'isolation 13 de la cuve de stockage 1 permet alors de contrôler la présence de fuite dans la membrane étanche ondulée 14 ou de procéder à un inertage de la cuve de stockage 1 lorsque celle-ci comprend le gaz liquéfié dans son volume interne 10.

10 A cette fin, à l'issu du procédé d'injection, un procédé d'évacuation du gaz est mis en œuvre afin de récupérer le gaz injecté par l'au moins une buse 28 dans l'espace 20 et le volume d'isolation 13 de la cuve de stockage 1.

Le procédé d'évacuation du gaz met en œuvre un système d'évacuation 40, visible à la figure 1, comprenant au moins une conduite d'évacuation circulaire 42 qui s'étend autour de l'axe de
15 révolution R de la cuve de stockage 1, et en dehors du volume interne 10 de cette dernière. Plus particulièrement, la conduite d'évacuation circulaire 42 s'étend autour de la paroi périphérique 6 de la cuve de stockage 1.

Le système d'évacuation 40 comprend par ailleurs au moins un conduit d'évacuation 44 qui traverse au moins en partie la paroi périphérique 6 de la cuve de stockage 1, l'au moins un
20 conduit d'évacuation 44 étant relié fluidiquement à la conduite d'évacuation circulaire 42. Plus particulièrement, le conduit d'évacuation 44 s'étend jusque dans la barrière d'isolation thermique 12. On comprend alors que le conduit d'évacuation 44 permet de capter le gaz injecté dans le volume d'isolation 13 de la cuve de stockage 1. Ainsi, le gaz capté par l'au moins un conduit d'évacuation 44 est dirigé dans la conduite d'évacuation circulaire 42, cette
25 dernière étant reliée fluidiquement à un dispositif de récupération et/ou d'analyse 46 du gaz, afin de récupérer et/ou d'analyser le gaz évacué au moins du volume d'isolation 13 de la cuve de stockage 1.

On entend notamment par analyse du gaz, l'analyse de sa composition, par exemple en ammoniac ou hélium dans le cadre du procédé de contrôle de l'étanchéité de la membrane

étanche ondulée 14 ou d'azote lors du procédé d'inertage de la cuve de stockage 1. Par exemple, la présence d'au moins un autre gaz que ceux cités dans le procédé de contrôle de l'étanchéité de la membrane étanche ondulée 14 est révélatrice d'une fuite de cette dernière.

5 Selon un exemple avantageux de l'invention, le système d'évacuation 40 comprend deux conduits d'évacuation 44 disposés radialement à l'opposé l'un de l'autre par rapport à l'axe de révolution R de la cuve de stockage 1. Une telle configuration du système d'évacuation 40 permet d'optimiser la captation du gaz dans le volume d'isolation 13 de la cuve de stockage 1.

L'invention telle qu'elle vient d'être décrite ne saurait toutefois se limiter aux moyens et configurations exclusivement décrits et illustrés, et s'applique également à tous moyens ou
10 configurations, équivalents et à toute combinaison de tels moyens ou configurations.

REVENDICATIONS

1. Cuve de stockage (1) d'un fluide dont la température de liquéfaction est inférieure à -50° C à pression atmosphérique, la cuve de stockage (1) présentant une forme cylindrique autour d'un axe de révolution (R) avec une paroi de fond (2), une paroi supérieure (4) et une
5 paroi périphérique (6) cylindrique reliant la paroi de fond (2) et la paroi supérieure (4), ladite cuve de stockage (1) comprenant au moins une barrière d'isolation thermique (12) recouverte par une membrane étanche ondulée (14) et de telle sorte que la membrane étanche ondulée (14) délimite un volume interne (10) de la cuve de stockage (1), la membrane étanche ondulée (14) comprenant une pluralité d'ondulations (18) qui participent à délimiter un espace (20)
10 entre lesdites ondulations (18) et l'au moins une barrière d'isolation thermique (12), la cuve de stockage (1) comprenant au moins un système d'injection (24) d'un gaz dans l'espace (20), caractérisée en ce que le système d'injection (24) du gaz comprend au moins une conduite circulaire (26) qui s'étend autour de l'axe de révolution (R) de la cuve de stockage (1), ladite conduite circulaire (26) étant située dans l'espace (20) délimité par les ondulations (18) de la
15 membrane étanche ondulée (14) de la paroi de fond (2) et la barrière d'isolation thermique (12), le système d'injection (24) du gaz comprenant au moins une buse (28) reliée fluidiquement à la conduite circulaire (26) et de telle sorte que l'au moins une buse (28) injecte le gaz sous les ondulations (18) de la membrane étanche ondulée (14).
2. Cuve de stockage (1) selon la revendication précédente, dans laquelle le système
20 d'injection (24) du gaz comprend au moins un ensemble d'alimentation (30) en gaz de la conduite circulaire (26), l'ensemble d'alimentation (30) comprenant au moins un anneau d'alimentation (32) qui s'étend autour de l'axe de révolution (R).
3. Cuve de stockage (1) selon la revendication précédente, dans laquelle l'ensemble
25 d'alimentation (30) comprend au moins une conduite d'alimentation (34) qui s'étend principalement dans l'espace (20) de la paroi périphérique (6) et de telle sorte qu'elle relie fluidiquement la conduite circulaire (26) avec l'anneau d'alimentation (32).
4. Cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la paroi de fond (2) comprend un bord périphérique (8) et un centre (C) aligné sur l'axe de révolution (R) de la cuve de stockage (1), la conduite circulaire (26) étant disposée

plus proche du centre (C) de la paroi de fond (2) que de son bord périphérique (8).

5. Cuve de stockage (1) selon la revendication précédente, dans laquelle l'au moins une buse (28) injecte le gaz sous les ondulations (18) de la membrane étanche ondulée (14) de la paroi de fond (2) en direction de son bord périphérique (8).

5 6. Cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la membrane étanche ondulée (14) est configurée de telle sorte qu'au moins ses ondulations (18, 18c, 18d) formées au niveau de la paroi périphérique (6) communiquent fluidiquement avec ses ondulations (18, 18a, 18b) formées au niveau de la paroi de fond (2).

7. Cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans
10 laquelle l'au moins une buse (28) est apte à réduire une pression du gaz en sortie de ladite buse (28) par rapport à la pression du gaz en entrée de ladite buse (28).

8. Cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'au moins une buse (28) est disposée à une distance (D) comprise entre 200mm et 5000mm de la conduite circulaire (26).

15 9. Cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle au moins la membrane étanche ondulée (14) disposée au niveau de la paroi de fond (2) comprend des ondulations circulaires (18a) qui s'étendent autour de l'axe de révolution (R) de la cuve de stockage (1) et des ondulations radiales (18b), sécantes des ondulations circulaires (18a), et qui s'étendent suivant une direction radiale (L) de la cuve de stockage (1), la conduite
20 circulaire (26) s'étendant au moins sous l'une des ondulations circulaires (18a) de la membrane étanche ondulée (14).

10. Cuve de stockage (1) selon la revendication précédente, dans laquelle un axe d'injection (I) de l'au moins une buse (28) est aligné sur un axe principal (A) d'une ondulation radiale (18b) de la membrane étanche ondulée (14) disposée au niveau de la paroi de fond (2).

25 11. Cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10 en combinaison avec la revendication 3, dans laquelle l'au moins une conduite d'alimentation (34) s'étend au moins dans l'espace (20) sous une des ondulations radiales (18b) de la membrane étanche ondulée (14) de la paroi de fond (2).

12. Cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le système d'injection (24) comprend au moins un dispositif d'injection (36) qui s'étend à l'intérieur d'un périmètre (E) délimité par la conduite circulaire (26).
13. Cuve de stockage (1) selon la revendication précédente, dans laquelle l'au moins un
5 dispositif d'injection (36) comprend au moins une buse additionnelle (38) disposée à une de ses extrémités qui s'étend dans le périmètre (E) délimité par la conduite circulaire (26), ladite buse additionnelle (38) injectant du gaz au moins dans le périmètre (E) délimité par la conduite circulaire (26).
14. Cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,
10 comprenant une pluralité de buses (28) disposées autour de la conduite circulaire (26) et de telle sorte que chacune des buses (28) soient éloignées les unes des autres d'un angle (G) compris entre 25° et 70° autour de l'axe de révolution (R) de la cuve de stockage (1).
15. Cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins un système d'évacuation (40) pourvu d'au moins une conduite
15 d'évacuation circulaire (42) qui s'étend autour de l'axe de révolution (R) de la cuve de stockage (1), en dehors de son volume interne (10), le système d'évacuation (40) comprenant au moins un conduit d'évacuation (44) qui traverse au moins partiellement la paroi périphérique (6) de la cuve de stockage (1) jusque dans la barrière d'isolation thermique (12), le conduit d'évacuation (44) étant relié fluidiquement à la conduite d'évacuation circulaire (42).
- 20 16. Procédé de contrôle d'étanchéité d'une membrane étanche ondulée (14) d'une cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, le procédé mettant en œuvre au moins le système d'injection (24) du gaz.
17. Procédé de balayage d'au moins un volume d'isolation d'une cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, le procédé mettant en œuvre au moins le
25 système d'injection (24) du gaz.
18. Procédé d'injection d'un gaz dans un espace (20) d'une cuve de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel on injecte le gaz dans le système d'injection (24) du gaz de tel sorte qu'il circule au moins dans la conduite circulaire (26) à une

pression comprise entre 170 mbar et 230 mbar et de telle sorte qu'il sorte de l'au moins une buse (28) à une pression comprise entre 20 mbar et 30 mbar.