

Description

Titre de l'invention : Installation de stockage d'un gaz liquéfié comportant une structure de dôme supportant une rampe de pulvérisation

Domaine technique

- [0001] L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage et/ou le transport d'un gaz liquéfié, telles que des cuves pour le transport de Gaz de Pétrole Liquéfié (aussi appelé GPL) présentant, par exemple, une température comprise entre -50°C et 0°C, ou pour le transport de Gaz Naturel Liquéfié (GNL) à environ -162°C à pression atmosphérique.
- [0002] Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.
- [0003] L'invention concerne plus particulièrement une cuve comportant une structure de dôme qui passe au travers d'une ouverture réalisée dans la paroi de plafond de la cuve et qui est équipée d'une rampe de pulvérisation destinée à pulvériser du gaz liquéfié à l'intérieur de la cuve.

Arrière-plan technologique

- [0004] Le document KR20140088975 divulgue une structure de dôme pour une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié. La structure de dôme comporte :
- un fût intérieur qui passe au travers d'une ouverture formée dans la structure porteuse de la paroi de plafond, traverse la paroi de plafond de la cuve et est soudé de manière étanche à la membrane d'étanchéité primaire de la paroi de plafond ;
 - un fût extérieur qui est disposé autour du fût intérieur et est soudé à la structure porteuse autour de l'ouverture traversée par le fût intérieur;
 - une conduite de support destinée à l'évacuation de gaz qui traverse le fût intérieur ;
- et
- une rampe de pulvérisation qui est destinée à la pulvérisation de gaz liquéfié dans la conduite de support et qui est montée sur une couronne fixée à l'extrémité inférieure de la conduite de support.
- [0005] Une telle structure de dôme n'est pas pleinement satisfaisante. En particulier, le diamètre du fût intérieur est particulièrement important. En effet, le diamètre du fût intérieur doit être supérieur au diamètre de la rampe de pulvérisation et de la couronne qui la porte afin de permettre leur passage au travers du fût intérieur lorsque la conduite de support est descendue à l'intérieur de la rampe de pulvérisation, lors du

montage de la structure de dôme. Or, comme la membrane d'étanchéité primaire est soudée au fût intérieur, il convient de limiter le diamètre du fût intérieur de manière à limiter la perte d'élasticité de la membrane d'étanchéité primaire dans la zone de soudure au fût intérieur.

- [0006] De plus, l'intérieur du fût intérieur est susceptible d'être soumis à des pressions dynamiques dues au phénomène de « sloshing », c'est-à-dire au mouvement de la cargaison dans la cuve. Le mouvement de la cargaison est également susceptible d'engendrer la présence non souhaitée de gaz liquéfié dans la structure du dôme et dans des conduites d'extraction de gaz débouchant dans la structure de dôme. Or, de telles conduites d'extraction du gaz peuvent notamment être équipées d'un compresseur susceptible d'être endommagé par la présence de gaz liquéfié.

Résumé

- [0007] Une idée à la base de l'invention est de concevoir une installation de stockage d'un gaz liquéfié comprenant une structure de dôme du type précité permettant de résoudre les inconvénients précités et notamment de limiter les pertes d'élasticité des membranes d'étanchéité découlant de la soudure desdites membranes d'étanchéité au fût intérieur de la structure de dôme.
- [0008] Selon un mode de réalisation, l'invention concerne une installation de stockage d'un gaz liquéfié comportant une structure porteuse définissant un espace interne et comprenant une paroi porteuse supérieure comprenant une ouverture, une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de plafond comprenant au moins une barrière thermiquement isolante fixée à la paroi porteuse supérieure et une membrane d'étanchéité destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, l'installation comportant une structure de dôme comprenant :
- un fût extérieur s'étendant à l'extérieur de la structure porteuse et comprenant une extrémité inférieure soudée autour de l'ouverture de la structure porteuse ;
 - un fût intérieur qui passe au travers de l'ouverture de la structure porteuse et de la paroi de plafond, s'étend à l'intérieur du fût extérieur et comporte une extrémité inférieure qui est soudée à la membrane d'étanchéité ;
 - une conduite de support qui traverse le fût intérieur et comporte une portion inférieure s'étendant au-delà de l'extrémité inférieure du fût intérieur ;
 - un conduit d'alimentation destiné à être alimenté en gaz liquéfié qui est fixé à la conduite de support ;
 - une couronne qui supporte une rampe de pulvérisation et est fixée à la portion inférieure de la conduite de support, la rampe de pulvérisation comportant une pluralité de buses de pulvérisation et étant raccordée audit conduit d'alimentation, la couronne présentant un diamètre supérieur à un diamètre du fût intérieur.
- [0009] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également un procédé de montage

d'une structure de dôme d'une installation de stockage d'un gaz liquéfié, ledit procédé comportant :

- fournir une structure porteuse définissant un espace interne et comprenant une paroi porteuse supérieure destinée à recevoir une paroi de plafond d'une cuve étanche et thermiquement isolante, la paroi porteuse supérieure comprenant une ouverture ;
- fournir une structure de dôme gaz comportant :
 - un fût extérieur s'étendant à l'extérieur de la structure porteuse et comprenant une extrémité inférieure soudée autour de l'ouverture de la structure porteuse ;
 - un fût intérieur qui passe au travers de l'ouverture de la structure porteuse, s'étend à l'intérieur du fût extérieur, est ancrée audit fût extérieur ;
 - une conduite de support qui traverse le fût intérieur et comporte une portion inférieure s'étendant au-delà de l'extrémité inférieure du fût intérieur ; et
 - un conduit d'alimentation destiné à être alimenté en gaz liquéfié qui est fixé à la conduite de support ;
- fournir une couronne supportant une rampe de pulvérisation qui comporte une pluralité de buses de pulvérisation ; ladite couronne présentant un diamètre supérieur à un diamètre du fût intérieur ;
- déplacer la couronne depuis l'espace interne jusqu'à ce que la couronne vienne en contact avec la conduite de support ;
- fixer la couronne à la conduite de support; et
- raccorder de manière étanche une extrémité amont de la rampe de pulvérisation à une extrémité aval du conduit d'alimentation.

[0010] Ainsi, une telle installation et un tel procédé sont particulièrement avantageux en ce que, pour un diamètre d'implantation de la rampe de pulvérisation déterminé, le diamètre du fût intérieur est plus petit, ce qui permet notamment de limiter la perte d'élasticité de la membrane d'étanchéité. De plus, la couronne permet ainsi de protéger l'intérieur du fût intérieur contre les mouvements de gaz liquéfié à l'intérieur de la cuve Plus précisément, la couronne permet notamment d'éviter la présence de gaz liquéfié dans des conduites d'extraction du gaz comportant un compresseur.

[0011] Selon des modes de réalisation, une telle installation et un tel procédé peuvent comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

[0012] Selon un mode de réalisation, la conduite de support comporte une collerette de fixation qui s'étend radialement autour de la conduite de support et la couronne comporte un fond annulaire qui est fixé contre une face inférieure de la collerette de fixation. Un tel agencement permet à la couronne d'être fixée de manière simple à la conduite de support par l'espace interne.

[0013] Selon un mode de réalisation, le fond annulaire de la couronne comporte des lumières qui sont réparties autour de la conduite de support et qui présentent des bords

soudés à la collerette de fixation. Ceci contribue également à permettre la fixation de la couronne à la conduite de support par l'espace interne.

- [0014] Selon un mode de réalisation, la collerette de fixation et le fond annulaire comportent des orifices configurés pour permettre le passage d'organes de fixation au travers de la collerette de fixation et du fond annulaire.
- [0015] Selon un mode de réalisation, la collerette de fixation et le fond annulaire comportent chacun une ouverture, lesdites ouvertures étant positionnées l'une en regard de l'autre et traversées par le conduit d'alimentation.
- [0016] Selon un mode de réalisation, la rampe de pulvérisation est raccordée audit conduit d'alimentation dans une zone de soudure positionnée en-dessous du fond annulaire.
- [0017] Selon un mode de réalisation, la portion inférieure de la conduite de support comporte une paroi de base qui ferme une extrémité inférieure de la conduite de support et des fenêtres qui sont ménagées dans une paroi cylindrique de la portion inférieure de la conduite de support et la zone de soudure est positionnée en regard de l'une des fenêtres. Ceci facilite les opérations de soudure, et notamment la manipulation de la torche de soudure.
- [0018] Selon un mode de réalisation, la conduite de support comporte une collerette de fixation qui s'étend radialement autour de la conduite de support et la couronne comporte un fond annulaire et, pour fixer la couronne à la conduite de support, l'on soude le fond annulaire de la couronne contre une face inférieure de la collerette de fixation.
- [0019] Selon un mode de réalisation, préalablement au soudage du fond annulaire de la couronne contre la face inférieure de la collerette de fixation, on fixe la collerette de fixation et le fond annulaire l'un à l'autre au moyen d'organes de fixation.
- [0020] Selon un mode de réalisation, les organes de fixation sont des organes de fixation temporaire.
- [0021] Selon un mode de réalisation, les organes de fixation temporaire sont retirés après les opérations de soudure du fond annulaire de la couronne contre la face inférieure de la collerette de fixation. Ceci évite que des organes de fixation ne se désolidarisent et n'endommagent ainsi la paroi de fond de la cuve et notamment sa membrane d'étanchéité primaire.
- [0022] Selon un mode de réalisation, le fond annulaire de la couronne comporte des lumières qui sont réparties autour de la conduite de support et l'on soude les bords desdites lumières à la collerette de fixation.
- [0023] Selon un mode de réalisation, la portion inférieure de la conduite de support comporte une paroi de base qui ferme une extrémité inférieure de la conduite de support et des fenêtres qui sont ménagées dans une paroi cylindrique de la portion inférieure de la conduite de support et l'on soude l'extrémité amont de la rampe de

pulvérisation à l'extrémité aval du conduit d'alimentation dans une zone de soudure qui est positionnée en regard de l'une des fenêtres.

- [0024] Selon un mode de réalisation, la structure du dôme comporte une plaque de protection fixée à l'extrémité inférieure de la conduite de support, la plaque de protection recouvrant la couronne et présentant une pluralité de trous.
- [0025] Selon un mode de réalisation, le fût intérieur est ancré audit fût extérieur.
- [0026] Selon un mode de réalisation, le fût intérieur est ancré au fût extérieur par un dispositif d'ancrage supérieur et un dispositif d'ancrage inférieur.
- [0027] Selon un mode de réalisation, le fût intérieur est ancré au fût extérieur, par un dispositif d'ancrage inférieur, qui est positionné à une distance h de l'extrémité inférieure du fût intérieur, la distance h est déterminée de telle sorte que la contraction Δh de la distance h lors de la mise à froid de la cuve soit compris entre 90 et 110 % Δl , avec :
- Δl le déplacement vertical de la membrane d'étanchéité 17 due de la contraction des barrières thermiquement isolantes primaire 15 et secondaire 12 lors de la mise à froid de la cuve.
- [0028] Une telle installation peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déportée (FPSO) et autres. Une telle cuve peut aussi servir de réservoir de carburant dans tout type de navire.
- [0029] Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un gaz liquéfié comporte une installation de stockage d'un gaz liquéfié du type précité.
- [0030] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un gaz liquéfié, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve de l'installation de stockage d'un gaz liquéfié du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de gaz liquéfié à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve de l'installation de stockage d'un gaz liquéfié du navire.
- [0031] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un gaz liquéfié à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve de l'installation de stockage d'un gaz liquéfié du navire.

Breve description des figures

- [0032] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et

avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- [0033] [Fig.1] La [Fig.1] est vue en perspective schématique d'une structure porteuse destinée à supporter une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié, la structure de dôme n'étant pas représentée.
- [0034] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue schématique de la structure multicouche des parois de la cuve.
- [0035] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue en coupe d'une structure de dôme, selon un mode de réalisation, traversant une paroi de plafond d'une cuve étanche et thermiquement isolante.
- [0036] [Fig.4] La [Fig.4] est une autre vue en coupe de la structure de dôme de la [Fig.3].
- [0037] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue en coupe et en perspective de la structure de dôme de la [Fig.2], traversant la paroi de plafond de la cuve étanche et thermiquement isolante.
- [0038] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue de détail de la structure de dôme des figures 2 et 3 illustrant, notamment une rampe de pulvérisation et une couronne de support assurant la fixation de la rampe de pulvérisation à une conduite de support.
- [0039] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue de dessous de la couronne de support et de la rampe de pulvérisation.
- [0040] [Fig.8] La [Fig.8] est une vue de dessous, en perspective, de la couronne de support et de la rampe de pulvérisation.
- [0041] [Fig.9] La [Fig.9] est une vue de dessous, en perspective, illustrant un autre mode de réalisation dans lequel une plaque de protection est positionnée dessous la couronne de support.
- [0042] [Fig.10] La [Fig.10] est une représentation schématique écorchée d'un navire comportant une cuve de stockage de gaz naturel liquéfié et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description des modes de réalisation

- [0043] En relation avec la [Fig.1], l'on décrit une structure porteuse 1 contre laquelle une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié est destinée à être fixée. La structure porteuse 1 est, par exemple, formée par la double coque d'un navire. La double coque comporte une coque externe 19 et une coque interne 18 disposée à l'intérieur de la coque externe 19. La structure porteuse 1 présente une forme générale polyédrique. Elle présente deux parois porteuses avant et arrière, ici de forme octogonale, dont seule la paroi porteuse arrière 2 est représentée sur la [Fig.1]. Les parois avant et arrière 2 sont, par exemple, des parois de cofferdam du navire qui s'étendent transversalement à la direction longitudinale du navire. La structure

porteuse 1 comporte également une paroi porteuse supérieure 3, une paroi porteuse inférieure 4 et des parois porteuses latérales 5, 6, 7, 8, 9, 10. La cuve étanche et thermiquement isolante de stockage du gaz liquéfié comporte une pluralité de parois de cuve qui sont chacune ancrées contre l'une des parois porteuses 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 de la structure porteuse 1 et qui définissent ainsi un espace interne destiné à contenir le gaz liquéfié.

- [0044] Comme représenté sur la [Fig.2], chaque paroi de la cuve présente successivement, de l'extérieur vers l'intérieur, selon la direction d'épaisseur de la paroi :
- une barrière thermiquement isolante secondaire 12 comportant des éléments isolants 13 fixés à la structure porteuse 1 ;
 - une membrane d'étanchéité secondaire 14 ancrée aux éléments isolants 13 de la barrière thermiquement isolante secondaire 12 ;
 - une barrière thermiquement isolante primaire 15 comportant des éléments isolants 16 fixés aux éléments isolants 13 de la barrière thermiquement isolante secondaire 12 ou à la structure porteuse 1 et reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire 14 ; et
 - une membrane d'étanchéité primaire 17 ancrée aux éléments isolants 16 de la barrière thermiquement isolante primaire 15 et destinée à être en contact avec le gaz liquéfié contenu dans la cuve.
- [0045] Le gaz liquéfié destiné à être stocké dans la cuve peut notamment être de l'éthane, du gaz naturel liquéfié (GNL), c'est-à-dire un mélange gazeux comportant majoritairement du méthane ainsi qu'un ou plusieurs autres hydrocarbures ou du gaz de pétrole liquéfié (GPL), c'est-à-dire un mélange d'hydrocarbures issu du raffinage du pétrole comportant essentiellement du propane et du butane.
- [0046] Dans le mode de réalisation représenté sur les figures 3 et 4, les éléments isolants 13 de la barrière thermiquement isolante secondaire 12 sont des panneaux isolants secondaires 20 comportant une couche de mousse polymère isolante 21, par exemple en polyuréthane, prise en sandwich entre une plaque de couvercle 22 et une plaque de fond 23 rigides, par exemple en bois contreplaqué.
- [0047] La membrane d'étanchéité secondaire 14 est formée d'une nappe continue de virures à bords relevés. Chaque virure présente une portion centrale plane reposant sur la plaque de couvercle des panneaux isolants secondaires 20 et deux bords relevés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve. Les virures sont soudées par leurs bords relevés sur des supports de soudure qui sont fixés dans les rainures ménagées sur les plaques de couvercle des panneaux isolants secondaires 20. Les virures sont, par exemple, réalisées en Invar®, c'est à dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ et $2,0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$. Il est aussi possible d'utiliser des alliages de fer et de manganèse dont le coefficient de dilatation

est typiquement de l'ordre de $7 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ à $10 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

- [0048] Les éléments isolants 16 de la barrière thermiquement isolante primaire 15 sont des panneaux isolants primaires 24 comportant une couche de mousse polymère isolante, par exemple en polyuréthane, prise en sandwich entre une plaque de couvercle et une plaque de fond rigides, par exemple en bois contreplaqué.
- [0049] La membrane d'étanchéité primaire 17 est obtenue par assemblage d'une pluralité de tôles métalliques ondulées, soudées les unes aux autres à recouvrement le long de leurs bords. Les ondulations font saillie vers l'intérieur de la cuve. Les tôles métalliques ondulées sont fixées sur des bandes d'ancrage qui sont fixées dans des lamages ménagées dans les plaques de couvercle des panneaux isolants primaires 24. Les tôles métalliques ondulées sont, par exemple, réalisées en acier inoxydable ou en aluminium.
- [0050] De manière alternative, les parois de la cuve peuvent également être réalisées selon les technologies décrites dans les demandes de brevet WO14057221, FR2691520 et FR2877638 visant respectivement les produits Mark V, Mark III® et NO96® développés par la demanderesse.
- [0051] En relation avec les figures 3 et 4, on décrit ci-dessous une structure de dôme 25 selon un mode de réalisation. La structure de dôme 25 comporte un fût extérieur 26, de forme cylindrique qui s'étend selon la direction d'épaisseur de la paroi de plafond de la cuve. Le fût extérieur 26 passe au travers d'une ouverture ménagée dans la coque externe 19. L'extrémité inférieure du fût extérieur 26 est soudée de manière étanche à la coque interne 18, autour d'une ouverture 27 formée dans ladite coque interne 18. L'extrémité supérieure du fût extérieur 26 est fermée de manière étanche par un couvercle amovible 28.
- [0052] La structure de dôme 25 comporte également un fût intérieur 29 qui est disposé à l'intérieur du fût extérieur 26. Le fût intérieur 29 est concentrique au fût extérieur 26 et traverse l'ouverture 27 formée dans la coque interne 18. Le fût intérieur 29 traverse également la paroi supérieure de la cuve. Le fût intérieur 29 comporte une extrémité inférieure qui est soudée de manière étanche à la membrane d'étanchéité primaire 17 de manière à assurer l'étanchéité de la barrière thermiquement isolante primaire 15 vis-à-vis de l'espace intérieur de la cuve. Le fût intérieur 29 comporte un dispositif de compensation 30, formé par exemple d'une série de soufflets, permettent de lui conférer une flexibilité selon sa direction longitudinale de manière à autoriser sa contraction et sa dilatation. Le fût extérieur 26 et le fût intérieur 29 sont ancrés l'un à l'autre par un dispositif d'ancrage supérieur 31 et un dispositif d'ancrage inférieur 32 qui seront décrits plus loin. Le fût intérieur 29 est ouvert à chacune de ses deux extrémités.
- [0053] La structure de dôme 25 comporte également une conduite de support 33 qui est

concentrique au fût intérieur 29 et le traverse. Cette conduite de support 33 présente deux fonctions principales, à savoir assurer le support d'une rampe de pulvérisation 34 destinée à pulvériser du gaz liquéfié à l'intérieur de la cuve et conduire la phase vapeur du gaz de l'espace interne de la cuve vers une zone de collecte 35 positionnée à l'extrémité supérieure de la structure de dôme 25.

- [0054] La conduite de support 33 comporte une collerette de support 36 qui est soudée à l'extrémité supérieure de la conduite de support 33 et qui fait saillie radialement vers l'extérieur. La collerette de support 36 repose contre une bride annulaire 37 qui est soudée au fût extérieur 26 et fait saillie radialement vers l'intérieur. La collerette de support 36 et la bride annulaire 37 sont soudées l'une à l'autre de manière étanche.
- [0055] La structure de dôme 25 comporte également une couronne 38 qui porte la rampe de pulvérisation 34 et qui est fixée à l'extrémité inférieure de la conduite de support 33. Dans le mode de réalisation représenté, la couronne 38 comporte un fond annulaire 39 qui s'étend dans un plan orthogonal à la direction d'épaisseur de la paroi de plafond, autour de la conduite de support 33. La couronne 38 comporte également un rebord cylindrique 40 qui fait saillie vers le bas depuis le bord radialement externe du fond annulaire 39. Dans le mode de réalisation représenté, le fond annulaire 39 et le rebord cylindrique 40 sont fixés l'un à l'autre par une pluralité de goussets soudés audit fond annulaire 39 et audit rebord cylindrique 40.
- [0056] Le fond annulaire 39 est soudé contre une collerette de fixation 41 qui est soudée à la conduite de support 33 et s'étend radialement autour de celle-ci. La collerette de fixation 41 est positionnée à distance de l'extrémité inférieure de la conduite de support 33 de telle sorte qu'une portion inférieure de la conduite de support 33 s'étend en-dessous du fond annulaire 39 de la couronne 38.
- [0057] La portion inférieure de la conduite de support 33 comporte une paroi de base 42 qui ferme l'extrémité inférieure de la conduite de support 33 et des fenêtres 43 qui sont ménagées dans la paroi cylindrique de la portion inférieure. Les fenêtres 43 sont au moins au nombre de deux et au nombre de quatre dans le mode de réalisation représenté. Les fenêtres 43 sont régulièrement réparties autour de l'axe de la conduite de support 33. Une telle structure évite que du gaz en phase liquide ne s'introduise à l'intérieur de la conduite de support 33.
- [0058] La rampe de pulvérisation 34 comporte un ou plusieurs anneaux 44 disposés autour de la couronne 38 et plus particulièrement autour du rebord cylindrique 40. Chaque anneau 44 comporte une pluralité de buses de pulvérisation 45 qui sont régulièrement réparties autour de l'axe central de la couronne 38. Chaque anneau 44 est fixé à la couronne 38 par tout moyen approprié, tels que des colliers de fixation 46, visibles notamment sur la [Fig.7] ou des clips de fixation, par exemple. En outre, le rebord cylindrique 40 présente une rainure permettant à une portion coudée de la rampe de

pulvérisation 34 de passer au travers dudit rebord cylindrique 40 de sorte à relier chaque anneau 44 à un conduit d'alimentation 47.

[0059] Par ailleurs, comme représenté par exemple sur les figures 6 à 8, chaque anneau 44 de la rampe de pulvérisation 34 est raccordé à un conduit d'alimentation 47 destiné à alimenter la rampe de pulvérisation 34 en gaz liquéfié. Comme représenté par exemple sur la [Fig.3], les conduits d'alimentation 47 traversent le fût intérieur 29 ainsi que le fût extérieur 26 d'un bout à l'autre. Les conduits d'alimentation 47 sont raccordés à une pompe, non illustrée, qui est configurée pour pomper du gaz liquéfié, par exemple dans la cuve ou dans un réservoir dédié. On observe, sur la [Fig.3], que les conduits d'alimentation 47 présentent chacun une zone hélicoïdale 48 s'enroulant autour de la conduite de support 33 et autorisant ainsi les contractions et dilatations thermiques desdits conduits d'alimentation 47. Par ailleurs, les conduits d'alimentation 47 sont fixés à la conduite de support 33, par des dispositifs d'ancrage 49, notamment visibles sur la [Fig.3]. Les dispositifs d'ancrage 49 sont régulièrement répartis le long de la conduite de support 33. De manière avantageuse, les dispositifs d'ancrage 49 assurent un ancrage glissant des conduits d'alimentation 47, c'est-à-dire qu'ils autorisent le déplacement relatif des conduits d'alimentation 47 par rapport à la conduite de support 33 afin de leur permettre de se contracter et de se dilater.

[0060] Comme représenté sur la [Fig.3], le diamètre d2 du fût intérieur 29 est inférieur au diamètre d1 de la couronne 38. De même, le diamètre d3 de l'ouverture 27 formée dans la coque interne 18 est, de préférence, inférieur au diamètre d2 de la couronne 38. Un tel agencement présente plusieurs avantages par rapport à un agencement selon l'état de la technique dans lequel le diamètre d2 du fût intérieur 29 est supérieur à celui de la couronne 38. D'une part, pour un diamètre d'implantation de la rampe de pulvérisation 34 déterminé, le diamètre d2 du fût intérieur 29 est plus petit, ce qui permet notamment d'interrompre un nombre d'ondulations de la membrane d'étanchéité primaire 17 plus restreint, limitant ainsi la perte d'élasticité de ladite membrane d'étanchéité primaire 17 résultant de ces interruptions. D'autre part, la couronne 38 permet de protéger l'intérieur du fût intérieur 29 contre les mouvements de gaz liquéfié à l'intérieur de la cuve. Plus précisément, la couronne 38 permet d'éviter la présence de gaz liquéfié dans des conduites d'extraction du gaz comportant un compresseur. Comme il sera décrit plus loin, afin de permettre l'installation d'une telle structure de dôme 25, l'ensemble comprenant la couronne 38 et la rampe de pulvérisation 34 est fixé à la conduite de support 33, depuis l'espace interne de la cuve, et après que ladite conduite de support 33 ait été descendue au travers du fût intérieur 29.

[0061] En revenant à la [Fig.3], on observe le dispositif d'ancrage supérieur 31 et le dispositif d'ancrage inférieur 32 qui assurent la fixation du fût intérieur 29 au fût

extérieur 26. Le dispositif d'ancrage supérieur 31 comporte une collerette de support 50 qui est soudée au fût intérieur 29 et fait saillie radialement vers l'extérieur, autour de celui-ci ainsi qu'une bride annulaire 51 qui est soudée au fût extérieur 26 et fait saillie radialement vers l'intérieur de celui-ci. La collerette de support 50 repose contre la bride annulaire 51. La collerette de support 50 et la bride annulaire 51 sont soudées l'une à l'autre de manière étanche. Ainsi, un espace étanche secondaire 52 est ménagé entre le fût extérieur 26 et le fût intérieur 29, en dessous desdites collerette de support 50 et bride annulaire 51. Selon un mode de réalisation avantageux, une couche d'isolation 65, représentée en traits pointillés sur les figures 3 et 4, est répartie uniformément sur la portée extérieure du fût intérieur 29.

[0062] Par ailleurs, le dispositif d'ancrage inférieur 32 comporte un élément tronconique de support 53 qui s'évase vers le bas et qui est soudée au fût intérieur 29 autour de celui-ci. Il comporte également un anneau de support qui est soudé au bord radialement externe de l'élément tronconique de support 53 et qui comporte une collerette de support 54 qui fait saillie radialement vers l'extérieur. Le dispositif d'ancrage inférieur 32 comporte également une bride annulaire 55 qui est soudée au fût extérieur 26 et fait saillie radialement vers l'intérieur de celui-ci. La collerette de support 54 repose sur la bride annulaire 55 directement ou indirectement via une cale 56 interposée entre ladite collerette de support 54 et ladite bride annulaire 55 comme dans le mode de réalisation représenté. La cale 56 est, par exemple, en bois et collée, par exemple au moyen de résine, contre la collerette de support 54 et contre la bride annulaire 55. De manière avantageuse, l'épaisseur de la cale 56 est déterminée afin de rattraper les tolérances de fabrication et/ou de positionnement du fût intérieur 29 par rapport au fût extérieur 26 selon la direction d'épaisseur de la paroi de plafond de la cuve.

[0063] Le fût intérieur 29 est ancré au fût extérieur 26 à une distance h de l'extrémité inférieure. Selon une réalisation avantageuse, la distance h est déterminée de telle sorte que sa contraction Δh lors de la mise à froid de la cuve soit sensiblement égale au déplacement vertical Δl de la membrane d'étanchéité primaire 17 en raison de la contraction des barrières thermiquement isolantes primaire 15 et secondaire 12. Ceci évite ou pour le moins limite tout effet de marche entre la membrane d'étanchéité primaire 17 et l'extrémité inférieure du fût intérieur 29.

[0064] La structure de dôme 25 comporte, en outre, une gaine 57, visible sur les figures 3 et 4, qui est concentrique au fût extérieur 26 et qui est disposée radialement entre le fût extérieur 26 et le fût intérieur 29. La gaine 57 passe également au travers de l'ouverture 27 formée dans la coque interne 18. Un espace primaire étanche 58 communiquant avec la barrière thermiquement isolante primaire 15 est ménagé entre la gaine 57 et le fût intérieur 29.

[0065] Comme représenté sur la [Fig.4], la structure de dôme 25 comporte un conduit

d'échappement 59 qui débouche à l'intérieur de l'espace primaire étanche 58. Le conduit d'échappement 59 est relié à une soupape, non illustrée, qui, par défaut, est fermée et qui s'ouvre lorsque la pression dans la barrière thermiquement isolante primaire 15 dépasse une pression seuil prédéterminée. Le conduit d'échappement 59 est ainsi destiné à protéger la membrane d'étanchéité primaire 17 contre les surpressions susceptibles de se déclarer dans la barrière thermiquement isolante primaire 15. De manière avantageuse, le conduit d'échappement 59 comporte une zone hélicoïdale s'enroulant autour du fût intérieur 29 et autorisant ainsi les contractions et dilatations thermiques dudit conduit d'échappement 59.

[0066] La structure de dôme 25 comporte également un conduit d'inertage 60 qui débouche également à l'intérieur de l'espace primaire étanche 58. Le conduit d'inertage 60 est relié à un réservoir de gaz inerte, tel que de l'azote, par une pompe, ce qui permet de faire circuler du gaz inerte dans la barrière thermiquement isolante primaire 15.

[0067] Par ailleurs, comme représenté sur la [Fig.4], la gaine 57 n'est pas soudée à la coque interne 18 de la double coque de manière à ménager entre ladite gaine 57 et la coque interne 18 un passage annulaire. Un conduit d'échappement 61 et un conduit d'inertage 62, visibles sur la [Fig.4], traversent de manière étanche le fût extérieur 26 pour déboucher dans l'espace étanche secondaire 52. Le conduit d'échappement 61 est relié à une soupape qui, par défaut, est fermée et qui s'ouvre lorsque la pression à l'intérieur de la barrière thermiquement isolante secondaire 12 dépasse un seuil prédéterminé. Il permet ainsi de protéger la membrane d'étanchéité secondaire 14 contre les surpressions susceptibles de se manifester dans la barrière thermiquement isolante secondaire 12. Le conduit d'inertage 62 est relié à un réservoir de gaz inerte, tel que de l'azote, par une pompe, ce qui permet de faire circuler le gaz inerte dans la barrière thermiquement isolante secondaire 12.

[0068] Par ailleurs, la structure de dôme 25 comporte au moins un conduit de collecte de vapeur 63, 64 qui traverse de manière étanche la paroi du fût extérieur 26 et débouche dans la zone de collecte 35 positionnée à l'extrémité supérieure de la structure de dôme 25. Ainsi, la ou les conduites de collecte de vapeur 63, 64 sont aptes à conduire de la vapeur entre la zone de collecte 35 et un collecteur de vapeur, non représenté, disposé à l'extérieur de la structure de dôme 25.

[0069] On décrira maintenant un procédé de montage d'une structure de dôme 25, telle que décrite ci-dessus. Dans un premier temps, l'on monte une première partie de la structure de dôme 25 qui est dépourvue de la couronne 38 et de la rampe de pulvérisation 34 et on la fixe à la structure porteuse 1. Pour cela, le fût extérieur 26 est soudé de manière étanche à la coque interne 18, autour de l'ouverture 27. Le fût intérieur 29 est descendu à l'intérieur du fût extérieur 26 via l'extrémité supérieure du fût extérieur 26. Afin d'autoriser ce mouvement, le diamètre interne de la bride

annulaire 37 est supérieur aux diamètres externes des collerettes de support 50, 54 et le diamètre interne de la bride annulaire 51 est supérieur au diamètre externe de la collerette de support 54. La conduite de support 33 est également descendue au travers du fût extérieur 26 et du fût intérieur 29 jusqu'à ce que la collerette de support 36 soudée à la conduite de support 33 repose contre la bride annulaire 37.

[0070] Dans un deuxième temps, la couronne 38 ainsi que la rampe de pulvérisation 34 fixée à ladite couronne 38 sont approchées de la conduite de support 33 par l'espace interne de la cuve et fixée à celle-ci. Pour ce faire, comme représenté sur la [Fig.8], la collerette de fixation 41 ainsi que la couronne 8 comporte des orifices 66 qui sont configurés pour être positionnées en regard et permettre ainsi le passage d'organes de fixation temporaire 67 au travers desdits orifices 67. A titre d'exemple, les organes de fixation temporaire 67 comportent un ensemble vis-écrou. Par ailleurs, la couronne 38 et plus particulièrement le fond annulaire 39 comporte des lumières 68 qui sont régulièrement réparties autour de la conduite de support 33 et qui permettent de souder par le dessous la couronne 38 à la collerette de fixation 41. Ainsi, les bords des lumières 68 sont soudés à la collerette de fixation 41. Après les opérations de soudure de la couronne 38 à la collerette de fixation 41, les organes de fixation temporaires 67 peuvent alors être retirés, ce qui évite qu'ils ne tombent ultérieurement à l'intérieur de la cuve et n'endommage ainsi la membrane d'étanchéité primaire 17.

[0071] La rampe de pulvérisation 34 est également raccordée à un ou plusieurs conduits d'alimentation 47. Pour ce faire, comme illustré sur la [Fig.7], le fond annulaire 39 de la couronne 8 ainsi que la collerette de fixation 41 comportent chacun une ouverture 69 permettant aux conduits d'alimentation 47 de traverser la collerette de fixation 41 ainsi que le fond annulaire 39 de la couronne 38. Afin d'assurer l'étanchéité du raccordement, la rampe de pulvérisation 34 est soudée aux conduits d'alimentation 47 dans des zones de soudure 82, dont une est notamment représentée par des traits pointillés sur la [Fig.8]. Afin de faciliter les opérations de soudure et notamment la manipulation de la torche de soudure, les zones de soudure 82 sont, de préférence, situées radialement en regard d'une des fenêtres 43 ménagées dans la portion inférieure de la conduite de support 33.

[0072] La [Fig.9] illustre une structure de dôme 25 selon un autre mode de réalisation. Ce mode de réalisation diffère de celui décrit ci-dessus en relation avec les figures 3 à 8 en ce que la structure de dôme comporte en outre une plaque de protection 83 qui est fixée à l'extrémité inférieure de la conduite de support 33. Cette plaque de protection 83 recouvre la couronne 38. Elle présente une pluralité de trous 84 permettant au gaz en phase vapeur de pénétrer à l'intérieur de la conduite de support par l'intermédiaire des fenêtres 43. Une telle plaque de protection 83 permet notamment de protéger la couronne 38 contre les mouvements de gaz liquéfié en phase liquide à l'intérieur de la

cuve et d'éviter encore davantage que du gaz liquéfié en phase liquide n'atteigne l'intérieur de la conduite de support 33 et la ligne d'extraction du gaz comportant un compresseur.

- [0073] En référence à la [Fig.10], une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et thermiquement isolante 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une membrane d'étanchéité secondaire agencée entre la membrane d'étanchéité primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières thermiquement isolantes agencées respectivement entre la membrane d'étanchéité primaire et la membrane d'étanchéité secondaire et entre la membrane d'étanchéité secondaire et la double coque 72.
- [0074] De manière connue en soi, des canalisations de chargement/déchargement 73 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.
- [0075] La [Fig.10] représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de méthaniers. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76 au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.
- [0076] Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met en œuvre des pompes embarquées dans le navire 70 et/ou des pompes équipant l'installation à terre 77 et/ou des pompes équipant le poste de chargement et de déchargement 75.
- [0077] Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention, telle que définie par les revendications.
- [0078] L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes

conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication.

[0079] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

- [Revendication 1] Installation de stockage d'un gaz liquéfié comportant une structure porteuse (1) définissant un espace interne et comprenant une paroi porteuse supérieure (3) comprenant une ouverture (27), une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de plafond comprenant au moins une barrière thermiquement isolante (12, 15) fixée à la paroi porteuse supérieure (3) et une membrane d'étanchéité (17) destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, l'installation comportant une structure de dôme (25) comprenant :
- un fût extérieur (26) s'étendant à l'extérieur de la structure porteuse (1) et comprenant une extrémité inférieure soudée autour de l'ouverture (27) de la structure porteuse (1) ;
 - un fût intérieur (29) qui passe au travers de l'ouverture (27) de la structure porteuse (1) et de la paroi de plafond, s'étend à l'intérieur du fût extérieur (26) et comporte une extrémité inférieure qui est soudée à la membrane d'étanchéité (17) ;
 - une conduite de support (33) qui traverse le fût intérieur (29) et comporte une portion inférieure s'étendant au-delà de l'extrémité inférieure du fût intérieur (29) ;
 - un conduit d'alimentation (47) destiné à être alimenté en gaz liquéfié qui est fixé à la conduite de support (33) ;
 - une couronne (38) qui supporte une rampe de pulvérisation (34) et est fixée à la portion inférieure de la conduite de support (33), la rampe de pulvérisation (34) comportant une pluralité de buses de pulvérisation (45) et étant raccordée audit conduit d'alimentation (47), la couronne (38) présentant un diamètre (d1) supérieur à un diamètre (d2) du fût intérieur (29).
- [Revendication 2] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon la revendication 1, dans laquelle la conduite de support (33) comporte une collerette de fixation (41) qui s'étend radialement autour de la conduite de support (33) et la couronne (38) comporte un fond annulaire (39) qui est fixé contre une face inférieure de la collerette de fixation (41).
- [Revendication 3] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon la revendication 2, dans laquelle le fond annulaire (39) de la couronne (38) comporte des lumières (68) qui sont réparties autour de la conduite de support (33) et qui présentent des bords soudés à la collerette de fixation (41).
- [Revendication 4] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon la revendication 2 ou

- 3, dans laquelle la collerette de fixation (41) et le fond annulaire (39) comportent des orifices configurés pour permettre le passage d'organes de fixation (67) au travers de la collerette de fixation (41) et du fond annulaire (39).
- [Revendication 5] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans laquelle la collerette de fixation (41) et le fond annulaire (39) comportent chacun une ouverture (69), lesdites ouvertures (69) étant positionnées l'une en regard de l'autre et traversées par le conduit d'alimentation (47).
- [Revendication 6] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la rampe de pulvérisation (34) est raccordée audit conduit d'alimentation (47) dans une zone de soudure (82) positionnée en-dessous du fond annulaire (39).
- [Revendication 7] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon la revendication 6, dans laquelle la portion inférieure de la conduite de support (33) comporte une paroi de base (42) qui ferme une extrémité inférieure de la conduite de support (33) et des fenêtres (43) qui sont ménagées dans une paroi cylindrique de la portion inférieure de la conduite de support (33) et dans laquelle la zone de soudure (82) est positionnée en regard de l'une des fenêtres (33).
- [Revendication 8] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle une plaque de protection (83) est fixée à l'extrémité inférieure de la conduite de support (33), la plaque de protection (83) recouvrant la couronne (38) et présentant une pluralité de trous (84).
- [Revendication 9] Navire (70) pour le transport d'un gaz liquéfié, le navire comportant une installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.
- [Revendication 10] Système de transfert pour un gaz liquéfié, le système comportant un navire (70) selon la revendication 9, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) de l'installation de stockage d'un gaz liquéfié du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un flux de gaz liquéfié à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve de l'installation de stockage d'un gaz liquéfié du navire.
- [Revendication 11] Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 9, dans lequel on achemine un gaz liquéfié à travers

- des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve (71) de l'installation de stockage d'un gaz liquéfié du navire.
- [Revendication 12] Procédé de montage d'une structure de dôme d'une installation de stockage d'un gaz liquéfié, ledit procédé comportant :
- fournir une structure porteuse (1) définissant un espace interne et comprenant une paroi porteuse supérieure (3) destinée à recevoir une paroi de plafond d'une cuve étanche et thermiquement isolante, la paroi porteuse supérieure (3) comprenant une ouverture (27) ;
 - fournir une structure de dôme gaz comportant :
 - un fût extérieur (26) s'étendant à l'extérieur de la structure porteuse (1) et comprenant une extrémité inférieure soudée autour de l'ouverture (27) de la structure porteuse (1) ;
 - un fût intérieur (29) qui passe au travers de l'ouverture (27) de la structure porteuse (1) et s'étend à l'intérieur du fût extérieur (26) ;
 - une conduite de support (33) qui traverse le fût intérieur (29) et comporte une portion inférieure s'étendant au-delà de l'extrémité inférieure du fût intérieur (29) ; et
 - un conduit d'alimentation (47) destiné à être alimenté en gaz liquéfié qui est fixé à la conduite de support (33) ;
 - fournir une couronne (38) supportant une rampe de pulvérisation (34) qui comporte une pluralité de buses de pulvérisation (45) ; ladite couronne (38) présentant un diamètre (d1) supérieur à un diamètre (d2) du fût intérieur (29) ;
 - déplacer la couronne (38) depuis l'espace interne jusqu'à ce que la couronne (38) vienne en contact avec la conduite de support (33) ;
 - fixer la couronne (38) à la conduite de support (33); et
 - raccorder de manière étanche une extrémité amont de la rampe de pulvérisation (34) à une extrémité aval du conduit d'alimentation (47).
- [Revendication 13] Procédé de montage selon la revendication 12, dans lequel la conduite de support (33) comporte une collerette de fixation (41) qui s'étend radialement autour de la conduite de support (33) et la couronne (38) comporte un fond annulaire (39) et dans lequel pour fixer la couronne (38) à la conduite de support (33), l'on soude le fond annulaire (39) de la couronne (38) contre une face inférieure de la collerette de fixation (41).
- [Revendication 14] Procédé de montage selon la revendication 13, dans lequel

préalablement au soudage du fond annulaire (39) de la couronne (38) contre la face inférieure de la collerette de fixation (41), on fixe la collerette de fixation (41) et le fond annulaire (39) l'un à l'autre au moyen d'organes de fixation temporaire (67).

[Revendication 15] Procédé de montage selon la revendication 12 ou 13, dans lequel le fond annulaire (39) de la couronne (38) comporte des lumières (68) qui sont réparties autour de la conduite de support (33) et dans lequel l'on soude les bords desdites lumières à la collerette de fixation (41).

[Revendication 16] Procédé de montage selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, dans lequel la portion inférieure de la conduite de support (33) comporte une paroi de base (42) qui ferme une extrémité inférieure de la conduite de support (33) et des fenêtres (43) qui sont ménagées dans une paroi cylindrique de la portion inférieure de la conduite de support (33) et dans lequel l'on soude l'extrémité amont de la rampe de pulvérisation (34) à l'extrémité aval du conduit d'alimentation (47) dans une zone de soudure (82) qui est positionnée en regard de l'une des fenêtres (33).