

Description

Titre de l'invention : Installation de stockage d'un gaz liquéfié avec une membrane secondaire tendue

Domaine technique

- [0001] L'invention se rapporte au domaine des installations de stockage d'un gaz liquéfié comprenant une cuve étanche et thermiquement isolante, à membrane étanche.
- [0002] En particulier, l'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage et/ou le transport de gaz liquéfié à basse température, 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. 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'installation de stockage peut être installée à terre ou sur une structure flottante. Dans le cas d'une structure flottante, l'installation peut être destinée au transport de gaz liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

- [0004] Le document WO2023/001678 décrit une installation de stockage de gaz liquéfié comprenant une cuve intégrée à la structure porteuse d'un navire. Les parois de la cuve présentent une structure multicouche comportant, dans la direction d'épaisseur de l'extérieur vers l'intérieur, une barrière thermiquement isolante secondaire retenue à la structure porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire fixée à la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire fixée à la barrière thermiquement isolante secondaire au travers de la membrane d'étanchéité secondaire et une membrane d'étanchéité primaire qui est fixée à la barrière thermiquement isolante primaire et qui est destinée à être en contact avec le gaz liquéfié stocké à l'intérieur de la cuve. La membrane d'étanchéité secondaire comporte une pluralité de virures parallèles. Chaque virure comporte une portion centrale plane qui s'étend selon la direction longitudinale de la cuve et deux bords relevés disposés de part et d'autre de la portion centrale plane et faisant saillie vers l'intérieur de la cuve par rapport à la portion centrale. Une telle membrane d'étanchéité secondaire, communément désignée par « membrane tendue », ne permet

pas d'absorber les efforts de traction et de compression selon la direction longitudinale contrairement à une membrane ondulée.

[0005] La paroi de plafond de la cuve est interrompue au niveau d'une ouverture de chargement/déchargement qui est traversée par des conduites destinées au chargement et/ou déchargement du gaz liquéfié. La membrane d'étanchéité secondaire est arrêtée et est directement raccordée à la structure porteuse au moyen de cornières de raccordement secondaires afin de reprendre les efforts de traction et de compression résultant notamment de la contraction thermique de la membrane d'étanchéité secondaire et de la déformation de la coque du navire liée au fléchissement de la poutre navire. Afin de soulager les cornières de raccordement secondaires, la barrière thermiquement isolante secondaire présente, le long du bord transversal avant, un agencement particulier comprenant notamment une pluralité de supports de fixation secondaires, métalliques, auxquels sont fixés des poutres d'arrêt secondaires contre lesquels repose la cornière de raccordement secondaire correspondante. Les supports de fixation secondaires comportent un pied secondaire comportant deux branches qui sont ancrées à la structure porteuse et un chapeau secondaire qui est soudé au pied secondaire.

[0006] Les poutres d'arrêt secondaires sont bloquées en translation selon la direction longitudinale. Pour ce faire, les supports de fixation secondaires comportent des dispositifs de butée qui sont fixés sur le chapeau secondaire desdits supports de fixation secondaire. Chacune des extrémités des poutres d'arrêt secondaires est ainsi maintenue en position selon la direction longitudinale entre un dispositif de butée et une extrémité de l'une des branches du pied secondaire.

Résumé de l'invention

[0007] Une idée à la base de l'invention est de fournir une installation de stockage d'un gaz liquéfié du type précité dans lequel le blocage en translation des poutres d'arrêt secondaire selon la direction longitudinale est assurée de manière simple et fiable.

[0008] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une installation de stockage d'un gaz liquéfié comprenant une structure porteuse et une cuve étanche et thermiquement isolante supportée par la structure porteuse, la structure porteuse comportant une paroi porteuse supérieure et la cuve comportant une paroi de plafond qui est fixée à la paroi porteuse supérieure, ladite paroi de plafond comprenant, dans une direction d'épaisseur, de l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire fixée à la paroi porteuse supérieure, une membrane d'étanchéité secondaire reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire, et une membrane d'étanchéité primaire reposant contre la barrière

thermiquement isolante primaire et destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, ladite paroi de plafond étant interrompue localement de manière à délimiter une ouverture de chargement/déchargement destinée à être traversée par des conduites de chargement/déchargement, ladite ouverture de chargement/déchargement étant définie par un premier et un deuxième bords transversaux, parallèles à une direction transversale et un premier et un deuxième bords longitudinaux parallèles à une direction longitudinale perpendiculaire à la direction transversale ;

la barrière thermiquement isolante secondaire de la paroi de plafond comportant :

- au moins un premier et un deuxième supports de fixation secondaires positionnés le long du premier bord transversal ; les premier et deuxième supports de fixation secondaires comprenant chacun un pied secondaire qui est ancré à la paroi porteuse supérieure, un chapeau secondaire qui est soudé au pied secondaire et qui s'étend parallèlement à la direction longitudinale, dans un plan parallèle à la paroi porteuse supérieure et une platine qui est fixée au chapeau secondaire par des organes de fixation ;
- au moins un bloc isolant secondaire de bordure qui est disposé le long du premier bord transversal , entre le premier et le deuxième supports de fixation secondaires ; et
- au moins une poutre d'arrêt secondaire qui s'étend le long du premier bord transversal et repose au moins contre le chapeau secondaire de chacun des premier et deuxième supports de fixation secondaire et contre l'un des blocs isolants secondaires de bordure, ladite poutre d'arrêt secondaire étant bloquée, selon la direction d'épaisseur de la paroi de plafond, entre la platine et le chapeau secondaire de chacun des premier et deuxième supports de fixation secondaires ; la poutre d'arrêt secondaire comprenant des cornières d'appui qui sont fixées à la poutre d'arrêt secondaire ; chacun des premier et deuxième supports de fixation secondaires comprenant un dispositif de butée qui est configuré pour plaquer la poutre d'arrêt secondaire contre une surface de butée dudit premier ou deuxième support de fixation secondaire afin de bloquer la poutre d'arrêt secondaire en translation selon la direction longitudinale ; chaque dispositif de butée comportant un support fixé au chapeau secondaire et une vis de pression qui est montée mobile selon la direction longitudinale dans un alésage taraudé ménagé dans ledit support et qui vient en appui contre l'une des cornières d'appui.

[0009] Ainsi, les cornières d'appui étant interposées entre les vis de pression et la poutre d'arrêt, elles permettent d'éviter un poinçonnement de la poutre dans la zone de contact avec les vis de pression. En outre, les cornières d'appui étant fixées et pré-assemblées sur la poutre d'arrêt secondaire, leur positionnement se fait simultanément lors de la mise en place de la poutre d'arrêt secondaire, ce qui simplifie la réalisation de la fonction de blocage en translation de la poutre d'arrêt secondaire selon la

direction longitudinale d'installation. Un autre avantage des vis de pression est de permettre un réglage de la position de la poutre d'arrêt secondaire selon la direction longitudinale.

- [0010] Selon des modes de réalisation, une telle installation peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0011] Selon un mode de réalisation, chaque cornière d'appui comporte une première patte qui est disposée contre une face externe de la poutre d'arrêt secondaire et une deuxième patte qui est perpendiculaire à la première patte et contre laquelle la vis de pression du dispositif de butée de l'un des premier et deuxième supports de fixation secondaires vient en appui.
- [0012] Selon un mode de réalisation, la face externe de la poutre d'arrêt secondaire repose contre le chapeau secondaire des dispositifs de support secondaires et contre le bloc isolant secondaire de bordure.
- [0013] Selon un mode de réalisation avantageux, du mastic est interposé, d'une part, entre la surface externe de la poutre d'arrêt secondaire et le chapeau secondaire des dispositifs de support secondaires et, d'autre part, entre la surface externe de la poutre d'arrêt secondaire et le bloc isolant secondaire de bordure. Ceci permet d'ajuster la position de la poutre d'arrêt secondaire selon la direction d'épaisseur de la paroi de plafond.
- [0014] Selon un mode de réalisation, la face externe de la poutre d'arrêt secondaire présente des évidements dans lesquels sont noyées les premières pattes des cornières d'appui. Ceci permet d'assurer la planéité de la surface d'appui de la poutre d'arrêt secondaire contre le chapeau secondaire des supports de fixation secondaires et le bloc isolant secondaire de bordure.
- [0015] Selon un mode de réalisation, la poutre d'arrêt secondaire comporte au moins deux découpes dans lesquelles sont respectivement logés le dispositif de butée du premier et du deuxième support de fixation secondaires, la deuxième patte de chacune des cornières d'appui étant positionnée contre un bord de l'une des découpes.
- [0016] Selon un mode de réalisation, les cornières d'appui sont en métal. Ainsi, les cornières d'appui présentent une résistance mécanique suffisante pour résister aux efforts exercés par les vis de pression.
- [0017] Selon un mode de réalisation, les cornières d'appui sont fixées à la poutre d'arrêt secondaire par des organes de fixation, tels que des vis par exemple. Ceci assure une fixation simple et fiable des cornières d'appui à la poutre d'arrêt secondaire.
- [0018] Selon un mode de réalisation, la poutre d'arrêt secondaire est équipée d'au moins une lame métallique de rigidification qui s'étend selon la direction transversale le long de ladite poutre d'arrêt secondaire. Une telle lame de rigidification permet de renforcer la poutre d'arrêt secondaire en augmentant sa rigidité.

- [0019] Selon un mode de réalisation, la lame métallique de rigidification est fixée contre une surface interne de la poutre d'arrêt secondaire.
- [0020] Selon un mode de réalisation, la face interne de la poutre d'arrêt secondaire présente un évidement dans lequel est noyée la lame métallique de rigidification.
- [0021] Selon un mode de réalisation, le support des dispositifs de butée comporte une plaque qui est soudée au chapeau secondaire, perpendiculairement à celui-ci, et un renfort en forme de gousset qui est soudé entre la plaque et le chapeau secondaire.
- [0022] Selon un mode de réalisation, le pied secondaire comporte deux branches reliées l'une à l'autre par une âme centrale, les branches s'étendant dans des plans parallèles à la direction transversale.
- [0023] Selon un mode de réalisation, la surface de butée des premier et deuxième supports de fixation secondaires est formée par une extrémité de l'une des branches du pied secondaire qui fait saillie vers l'intérieur au-delà du chapeau secondaire.
- [0024] Selon un mode de réalisation, l'installation comprend un premier et un deuxième dispositifs d'ancrage primaires qui sont respectivement fixés au premier et au deuxième supports de fixation secondaires, chacun des premier et deuxième dispositifs d'ancrage primaires comportant un goujon fileté qui traverse de manière étanche un orifice ménagé dans la membrane d'étanchéité secondaire, un élément d'appui qui est emmanché sur le goujon fileté et qui est en appui, en direction de la paroi porteuse supérieure contre une zone d'appui d'un ou plusieurs éléments isolants de la barrière thermiquement isolante primaire et un écrou qui est vissé sur le goujon fileté de manière à maintenir l'élément d'appui contre la ou les zones d'appui des éléments isolants de la barrière thermiquement isolante primaire ; ledit goujon fileté étant fixé à la platine de l'un des premier et deuxième supports de fixation secondaires.
- [0025] La platine assure ainsi une double fonctionnalité à savoir : bloquer la poutre d'arrêt secondaire selon la direction d'épaisseur de la paroi de plafond et assurer la fixation du dispositif d'ancrage primaire aux supports de fixation secondaires, ce qui permet de simplifier encore davantage la structure de la paroi de plafond dans la zone de l'ouverture de chargement/déchargement.
- [0026] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante primaire comporte des blocs isolants primaires de bordure qui sont disposés le long du premier bord longitudinal et qui comporte une zone d'appui, chaque élément d'appui étant en appui contre une zone d'appui de deux blocs isolants primaires de bordures adjacents. Ceci permet de limiter le nombre de dispositifs d'ancrage primaires nécessaires à la fixation de la barrière thermiquement isolante primaire et, par conséquent, le nombre de traversées étanches de la membrane d'étanchéité secondaire.
- [0027] Selon un mode de réalisation, les zones d'appui des blocs isolants primaires de bordure sont formées par des tasseaux.

- [0028] Selon un mode de réalisation, la platine est fixée au chapeau secondaire par des organes de fixation réglables afin de permettre le déplacement relatif de la platine par rapport au chapeau secondaire, selon la direction d'épaisseur de la paroi de plafond.
- [0029] Selon un mode de réalisation, la poutre d'arrêt secondaire présente une extrémité équipée d'un évidement dans lequel est reçu la platine de manière que ladite platine affleure une surface interne de la poutre d'arrêt secondaire. Ceci permet d'assurer la planéité de la surface de support contre laquelle est positionnée la première aile de la cornière de raccordement secondaire et la membrane d'étanchéité secondaire.
- [0030] Selon un mode de réalisation, le premier bord transversal est à l'avant ou à l'arrière de l'ouverture de chargement/déchargement.
- [0031] Une installation selon l'un des modes de réalisation précités peut être 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 éthanier ou méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres. Dans le cas d'une structure flottante, la cuve peut être destinée à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de la structure flottante.
- [0032] Selon un mode de réalisation, l'invention concerne un navire pour le transport d'un fluide qui comporte une installation du type précité.
- [0033] Selon un mode de réalisation, le navire comporte une double coque qui forme la structure porteuse.
- [0034] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un fluide, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.
- [0035] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un fluide à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Brève description des figures

- [0036] 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.
- [0037] La [Fig.1] est une vue schématique d'un navire comportant une installation de stockage.

- [0038] La [Fig.2] est une vue partielle en perspective de dessous d'une paroi de plafond selon un premier mode de réalisation, dans une zone à proximité d'une ouverture de chargement/déchargement interrompant la paroi de plafond de la cuve, ladite vue correspondant au détail II de la [Fig.1].
- [0039] La [Fig.3] est une vue en coupe longitudinale de la paroi de plafond, à proximité de la paroi de cofferdam arrière.
- [0040] La [Fig.4] est une vue partielle en perspective de la barrière thermiquement isolante secondaire, le long du bord transversal arrière de l'ouverture de chargement/déchargement.
- [0041] La [Fig.5] est une vue en perspective d'un support de fixation secondaire.
- [0042] La [Fig.6] est une vue partielle transversale de la barrière thermiquement isolante secondaire, le long du bord transversal arrière de l'ouverture de chargement/déchargement.
- [0043] La [Fig.7] est une vue en perspective d'une poutre destinée à reposer contre les supports de fixation secondaires.
- [0044] La [Fig.8] est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description des modes de réalisation

- [0045] Par convention, les termes « externe » et « interne » sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'extérieur et à l'intérieur de la cuve. Par ailleurs, sur les figures, les flèches L et T correspondent respectivement aux directions longitudinale et transversale de la cuve, perpendiculaires l'une à l'autre. Par extension, dans les modes de réalisation représentés, les flèches L et T correspondent également aux directions longitudinale et transversale du navire puisque, dans ces modes, les cuves présentent la même orientation que le navire.
- [0046] La [Fig.1] représente un navire 70, par exemple un méthanier, pour le stockage et le transport de gaz liquéfié. Le navire 70 comporte une installation de stockage 1 comportant plusieurs cuves 71 disposées dans la coque interne du navire. Pour ce faire, la coque interne présente une pluralité de compartiments de forme polyédrique qui sont définis par une pluralité de parois porteuses et qui sont chacun destinés à former une structure porteuse recevant l'une des cuves 71 du navire 1. La coque interne comporte des parois porteuses de cofferdam qui s'étendent transversalement à la direction longitudinale L du navire et qui délimitent des espaces de cofferdam segmentant la coque interne en plusieurs compartiments.
- [0047] Chaque cuve 71 est de forme polyédrique et comporte une pluralité de parois de cuve assemblées les unes aux autres et fixées contre les parois porteuses, et notamment une paroi de plafond 4, une paroi de cofferdam arrière 82 et une paroi de cofferdam

avant 83. Les parois de cofferdam avant 82 et arrière 83 sont espacées dans la direction longitudinale L du navire 70 et sont fixées contre l'une et l'autre des deux parois porteuses de cofferdam.

[0048] Afin de charger le gaz liquéfié dans la cuve et le décharger, il est prévu une ouverture de chargement/déchargement, non représentée sur la [Fig.1], formée dans la paroi de plafond 4 et au travers de laquelle passent des conduites destinées au chargement et/ou déchargement du gaz liquéfié. L'ouverture de chargement/déchargement est prévue dans la paroi de plafond 4 à proximité de la paroi de cofferdam arrière 82 (zone II de la [Fig.1]).

[0049] La paroi porteuse supérieure de la structure porteuse 2 est également munie d'orifices permettant aux conduites de traverser la structure porteuse 2. L'ouverture de chargement/déchargement sert de point de pénétration pour divers équipements de manutention du gaz naturel liquéfié, et notamment un ou plusieurs des équipements suivants : une ligne de remplissage, une ligne de pompage d'urgence, des lignes de déchargement liées à des pompes de déchargement, une ligne de pulvérisation, une ligne d'alimentation liée à une pompe de pulvérisation, etc. Selon un mode de réalisation, une tour de chargement/déchargement, non représentée, passe au travers de l'ouverture de chargement/déchargement. La tour de chargement présente des mâts verticaux qui sont fixés les uns aux autres par des traverses. Les mâts verticaux sont creux et définissent ainsi chacun une ligne de chargement, une ligne de chargement ou un puits de secours permettant la descente d'un puits de secours.

[0050] La [Fig.2] représente une vue en perspective d'une paroi de plafond 4 depuis l'intérieur de la cuve dans une zone à proximité de l'ouverture de chargement/déchargement 14. L'ouverture de chargement/déchargement 14 présente une forme rectangulaire et est définie par deux bords longitudinaux 5, parallèles à la direction longitudinale L de la cuve et deux bords transversaux 6, parallèle à la direction transversale.

[0051] En relation avec la [Fig.3], on observe la structure multicouche de la paroi de plafond 4. La paroi de plafond 4 comporte successivement, dans la direction d'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 7 retenue à la paroi porteuse supérieure 8, une membrane d'étanchéité secondaire 9 en appui contre la barrière thermiquement isolante secondaire 7, une barrière thermiquement isolante primaire 10 en appui contre la membrane d'étanchéité secondaire 9 et une membrane d'étanchéité primaire 11 en appui contre la barrière thermiquement isolante primaire 10 et destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.

[0052] La barrière thermiquement isolante secondaire 7 comporte une pluralité de panneaux isolants secondaires 12 qui sont ancrés sur la paroi porteuse supérieure 8 au moyen

de dispositifs d'ancrage secondaires, non représentés sur la [Fig.3]. De manière additionnelle ou alternative, les panneaux isolants secondaires 12 sont collés à la paroi porteuse supérieure 8 au moyen de bandes de mastic. Les panneaux isolants secondaires 12 présentent une forme générale parallélépipédique et sont, par exemple, disposés selon des rangées parallèles, dans la direction longitudinale L et dans la direction transversale T.

- [0053] La membrane d'étanchéité secondaire 9 de la paroi de plafond 4 comporte une nappe continue de virures métalliques, à bord relevés. Chaque virure s'étend selon la direction longitudinale L et comporte une portion centrale plane reposant sur les panneaux isolants secondaires 12. Chaque virure comporte également deux bords relevés disposés de part et d'autre de la portion centrale plane et faisant saillie vers l'intérieur de la cuve par rapport à la portion centrale. Les virures sont soudées par leurs bords relevés sur des supports de soudure parallèles qui sont fixés dans des rainures ménagées dans la surface interne des panneaux isolants secondaires 12, c'est-à-dire celle qui est en contact avec la membrane d'étanchéité secondaire 9. 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 1.10^{-6} et 2.10^{-6} K^{-1} , ou dans un alliage de fer et manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre 7.10^{-6} et 9.10^{-6} K^{-1} .
- [0054] La barrière thermiquement isolante primaire 10 comporte une pluralité de panneaux isolants primaires 13 qui sont ancrés aux panneaux isolants secondaires 12 au moyen de dispositifs d'ancrage primaires, également non représentés sur la [Fig.3]. Les panneaux isolants primaires 13 présentent une forme générale parallélépipédique. Les panneaux isolants primaires 13 peuvent notamment être positionnés de manière décalée par rapport aux panneaux isolants secondaires 12 dans la direction longitudinale L, et de manière optionnelle également dans la direction transversale T.
- [0055] Selon une réalisation, les panneaux isolants secondaires 12 et les panneaux isolants primaires 13 comportent une plaque de fond, une plaque de couvercle et une ou plusieurs couches de mousse polymère isolante qui sont prises en sandwich entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et sont collées à celles-ci. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse à base de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres, notamment des fibres de verre.
- [0056] La membrane d'étanchéité primaire 11 comporte une pluralité de plaques métalliques ondulées juxtaposées dans la direction longitudinale L et la direction transversale T, et soudées les unes aux autres le long de leurs bords. La membrane d'étanchéité primaire 11 comporte des ondulations s'étendant parallèlement à la direction longitudinale L et des ondulations s'étendant parallèlement à la direction transversale T.

- [0057] Afin de délimiter l'ouverture de chargement/déchargement 14, la paroi de plafond 4 est interrompue localement. Ainsi, les membranes d'étanchéités, primaire 11 et secondaire 9, ainsi que les barrières thermiquement isolantes, primaire 10 et secondaire 7, sont interrompues tout autour de l'ouverture de chargement/déchargement 14.
- [0058] En revenant à la [Fig.2], on observe un couvercle 15 disposé dans l'ouverture de chargement/déchargement 14. Le couvercle 15 comporte une paroi d'étanchéité métallique 16 et une structure d'isolation thermique 17 située entre la paroi d'étanchéité métallique 16 et la paroi porteuse supérieure 8. Le couvercle 15 est fixé à la paroi porteuse supérieure 8. La paroi d'étanchéité métallique 16 réalise la continuité de l'étanchéité avec la membrane d'étanchéité primaire 11 de la paroi de plafond 4 tandis que la structure d'isolation thermique 17 réalise la continuité de l'isolation.
- [0059] La structure d'isolation thermique 17 peut comporter un ou plusieurs blocs isolants de couvercle, réalisés par exemple sous la forme de boîtes comportant une plaque de fond, une plaque de couvercle et des entretoises porteuses s'étendant, dans la direction d'épaisseur, entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et délimitant une pluralité de compartiments remplis d'une garniture isolante, telle que de la perlite, de la laine de verre ou de la laine de roche. Le ou les blocs isolants de couvercle comportent des trous (non représentés) permettant le passage des conduites de chargement/déchargement.
- [0060] La paroi d'étanchéité métallique 16 du couvercle 14 comporte, par exemple, une pluralité de plaques métalliques soudées les unes aux autres. La paroi d'étanchéité métallique 16 comporte de plus une pluralité d'orifices de couvercle (non représentés) destinés à être traversés par les conduites de chargement/déchargement. Une bande de liaison métallique 18 permet de relier de manière étanche la paroi d'étanchéité métallique 16 du couvercle 14 et la membrane d'étanchéité primaire 11 de la paroi de plafond 4, comme visible sur la [Fig.2].
- [0061] Si au niveau de l'ouverture de chargement/déchargement 14, la membrane d'étanchéité primaire 11 est raccordée à la paroi d'étanchéité métallique 16 du couvercle 14, la membrane d'étanchéité secondaire 9 est quant à elle interrompue au niveau des bords longitudinaux 5 et transversaux 6 de l'ouverture de chargement/déchargement 14 et est directement raccordée de manière étanche à la paroi porteuse supérieure 8 afin de rendre étanche la séparation entre la barrière thermiquement isolante secondaire 7 et le couvercle 14. Ce raccordement est réalisé à l'aide d'une cornière de raccordement secondaire 19, notamment visible sur la [Fig.3]. La cornière de raccordement secondaire 19 comporte une première aile 20 et une deuxième aile 21 reliée à la première aile 20. La première aile 20 s'étend dans un plan horizontal et est raccordée à la membrane d'étanchéité secondaire 9 tandis que la deuxième aile 21 s'étend dans un plan vertical et est soudée à un plat d'ancrage 22 solidaire de la

paroi porteuse supérieure 8. Ainsi, certaines des virures de la membrane d'étanchéité secondaire 9 sont interrompues par l'ouverture de chargement/déchargement 14 et sont raccordées à la paroi porteuse supérieure 8.

[0062] Au niveau de ce raccordement à la paroi porteuse supérieure 8, la membrane d'étanchéité secondaire 9 est susceptible de transmettre à la cornière de raccordement secondaire 19 des efforts de traction liés au travail de la membrane d'étanchéité secondaire 9, notamment lors de la mise en froid de la cuve. Aussi, afin de soulager la cornière de raccordement secondaire 19 et sa soudure avec la membrane d'étanchéité secondaire 9, la barrière thermiquement isolante secondaire 7 présente un agencement particulier le long des bords transversaux 6 de l'ouverture de chargement/déchargement 14.

[0063] L'agencement particulier de la barrière thermiquement isolante secondaire 7, le long de l'un desdits bords transversaux 6, est partiellement représenté sur la [Fig.4]. La barrière thermiquement isolante secondaire 7 comporte une pluralité de supports de fixation secondaires 23 qui sont régulièrement disposés le long dudit bord transversal 6 de l'ouverture de chargement/déchargement 14, à distance les uns des autres selon la direction transversale T, et soudés à la paroi porteuse supérieure 8.

[0064] L'un desdits supports de fixation secondaires 23 est représenté sur la [Fig.5]. Il comporte un chapeau secondaire 24 qui s'étend parallèlement à la direction longitudinale, dans un plan parallèle à la paroi de plafond 4. Le chapeau secondaire 24 est soudé à un pied secondaire 25 qui est ancré à la paroi porteuse supérieure 8, par exemple par soudage. Le pied secondaire 25 comporte deux branches 26, 27 reliées l'une à l'autre par une âme centrale 28. Les deux branches 26, 27 sont soudées aux deux extrémités du chapeau secondaire 24 et s'étendent, parallèlement l'une à l'autre, dans des plans parallèles à la direction transversale et à la direction d'épaisseur de la paroi de plafond 4. L'âme centrale 28 s'étend quant à elle dans un plan parallèle à la direction longitudinale et à la direction d'épaisseur de la paroi de plafond 4. L'âme centrale 28 est soudée au chapeau secondaire 24 et aux deux branches 26, 27. Dans le mode de réalisation représenté, l'âme centrale 28 présente une forme de U. L'écartement dans la direction longitudinale L entre les deux branches 26, 27 définit une longueur d'assise et permet de s'opposer au basculement et à la flexion de la cornière de raccordement secondaire 19 dans cette direction.

[0065] Le support de fixation secondaire 23 porte un dispositif d'ancrage primaire 29 destiné à assurer l'ancrage de la barrière thermiquement isolante primaire 10. Le dispositif d'ancrage primaire 29 est fixé à une platine 30 qui est, elle-même, fixée au chapeau secondaire 24 par des organes de fixation 31, tels que des vis. La direction longitudinale de la platine 30 est parallèle à la direction longitudinale de la cuve.

- [0066] Par ailleurs, un goujon fileté 32 est fixé à ladite platine 30 et se développe selon la direction d'épaisseur vers l'intérieur de la cuve. Le goujon fileté 32 est destiné à traverser de manière étanche un orifice ménagé dans la membrane d'étanchéité secondaire 9. Le dispositif d'ancrage primaire 29 comporte également un élément d'appui 33 qui est destiné à venir en appui contre des zones d'appui de blocs isolants primaires de bordure 51 de la barrière thermiquement isolante primaire 10, notamment représentés sur la [Fig.3], qui sont disposés le long des bords transversaux 6 de l'ouverture de chargement/déchargement 14. Dans le mode de réalisation représenté, les zones d'appui des blocs isolants primaires de bordure 51 sont, par exemple, formées par des tasseaux qui sont fixées aux extrémités desdits blocs isolants primaires de bordure 51.
- [0067] Par ailleurs, le dispositif d'ancrage primaire 25 comporte également un écrou 34, notamment visible sur la [Fig.5], qui coopère avec le filetage du goujon fileté 32 de manière à assurer la fixation de l'élément d'appui 33 sur le goujon fileté 32 ainsi que des rondelles Belleville 35 qui sont montées sur le goujon fileté 32 entre l'écrou 34 et l'élément d'appui 33. Le dispositif d'ancrage primaire 25 comporte, en outre, une collerette 36 qui est positionnée autour du goujon fileté 32 et est destinée à être soudée de manière étanche à la membrane d'étanchéité secondaire 9 tout autour de l'orifice traversé par le goujon fileté 32.
- [0068] En revenant à la [Fig.4], on observe que la barrière thermiquement isolante secondaire 7 comporte également, le long des bords transversaux 6, des blocs isolants secondaires de bordure 37. Chaque bloc isolant secondaire de bordure 37 est intercalé entre deux supports de fixation secondaires 23 voisins. Les blocs isolants secondaires de bordure 37 sont avantageusement collés à la paroi porteuse supérieure 8, par exemple au moyen de mastic. Selon un autre mode de réalisation, non représentés, les blocs isolants secondaires de bordure sont fixés à la paroi porteuse supérieure au moyen de dispositifs d'ancrage mécanique. Les blocs isolants secondaires de bordure 37 sont, par exemple, formés par une boîte en bois à l'intérieur de laquelle est placée une garniture isolante, telle que de la perlite, de la laine de verre ou de la laine de roche par exemple.
- [0069] La barrière thermiquement isolante secondaire 7 comporte en outre des poutres d'arrêt secondaires 38 contre lesquelles est fixée la première aile 20 de la cornière de raccordement secondaire 19. Les poutres d'arrêt secondaires 38 sont, par exemple, en bois. Les poutres d'arrêt secondaires 38 participent également à retenir les blocs isolants secondaires de bordure 37 contre la paroi porteuse supérieure 8. Les poutres d'arrêt secondaires 38 sont ainsi interposées, selon la direction d'épaisseur, entre les blocs isolants secondaires de bordure 37 et la première aile 20 de la cornière de raccordement secondaire 19.

- [0070] Les poutres d'arrêt secondaires 38 sont chacune fixées à cheval entre deux supports de fixation secondaires 23. Dans le mode de réalisation représenté, les poutres d'arrêt secondaires 38 reposent également, dans leur partie médiane, sur un support de fixation secondaire 23. Pour assurer la fixation des poutres d'arrêt secondaires 38, les extrémités des poutres d'arrêt secondaires 38 sont prises en sandwich entre la platine 30 et le chapeau secondaire 24. Les organes de fixation 31 étant réglables, les extrémités des poutres d'arrêt secondaires 38 sont ainsi bloquées, dans la direction d'épaisseur de la paroi de plafond, entre la platine 30 et le chapeau secondaire 24.
- [0071] Comme illustré sur la [Fig.7], les poutres d'arrêt secondaires 38 présentent des évidements 39 dans lesquels sont reçues les platines 30 de manière que lesdites platines 30 affleurent sensiblement la surface interne de la poutre d'arrêt secondaire 38. Ceci permet d'assurer la planéité de la surface de support contre laquelle est positionnée la première aile 20 de la cornière de raccordement secondaire 19 et la membrane d'étanchéité secondaire 9.
- [0072] De manière avantageuse, les poutres d'arrêt secondaires 38 intègrent en outre, en préfabrication, un ou plusieurs renforts métalliques, permettant d'augmenter leur rigidité. Les renforts métalliques sont, par exemple, des lames métalliques de rigidification 40 qui sont orientées parallèlement à la longueur desdites poutres d'arrêt secondaires 38, c'est-à-dire selon la direction transversale de la cuve. Les renforts métalliques peuvent être fixés à la poutre d'arrêt secondaire 38 par tout moyen, et notamment par des vis de fixation, par collage ou par rivetage.
- [0073] Selon un mode de réalisation avantageux, des boudins ou bandes de mastic, non illustrés, sont positionnés entre, d'une part, les poutres d'arrêt secondaires 38 et, d'autre part, les blocs isolants secondaires de bordure 37 et/ou les chapeaux secondaires 24 des supports de fixation secondaires 23. Ceci permet d'ajuster la position des poutres d'arrêt secondaires 38 selon la direction d'épaisseur de la paroi de plafond 4.
- [0074] Comme illustré sur la [Fig.7], les poutres d'arrêt secondaires 38 intègrent également des cornières d'appui 41, en forme de L et en métal, qui servent d'appui à des dispositifs de butée 42, visibles notamment sur les figures 4 à 6, et décrits par la suite. Les cornières d'appui 41 étant plus dures que la poutre d'arrêt secondaire 38, elles permettent d'éviter le poinçonnement des poutres d'arrêt secondaires 38 dans leurs zones de contact avec les dispositifs de butée 42. Les poutres d'arrêt secondaires 38 présentent, en outre, des découpes 43 qui permettent de recevoir les dispositifs de butée 42 lorsque les poutres d'arrêt secondaires 38 sont mises en place contre les supports de fixation secondaires 23. Les cornières d'appui 41 présentent chacune une première patte 52 qui est positionnée contre la face externe de la poutre d'arrêt secondaire 38 et une deuxième patte 45 qui est positionnée contre un bord de l'une des

découpes 43 précitées. Les cornières d'appui 41 peuvent être fixées aux poutres d'arrêt secondaires 38 par tout moyen et notamment par des vis de fixation, par collage ou par rivetage. De manière avantageuse, la première patte 52 est noyée dans un évidement ménagé dans la surface interne de la poutre d'arrêt secondaire 38.

- [0075] Par ailleurs, comme illustré sur la [Fig.6], chaque poutre d'arrêt secondaire 38 est bloquée en translation, selon la direction longitudinale L, sur les supports de fixation secondaires 23 avec lesquels elle coopère. Pour ce faire, chaque support de fixation secondaire 23 comporte un dispositif de butée 42 qui est fixé sur le chapeau secondaire 24. Le dispositif de butée 42 comporte une plaque 43 fixée, par soudage, perpendiculairement au chapeau secondaire 24. Dans le mode de réalisation représenté, afin de renforcer la rigidité du dispositif de butée 42, un renfort en forme de gousset 46 est soudé entre la plaque 43 et le chapeau secondaire 24. La plaque 43 comporte deux orifices taraudés dont les axes sont orientés parallèlement à la direction longitudinale L de la cuve et qui sont chacun traversés par une vis de pression 44. Chaque vis de pression 44 est destinée à venir en appui contre l'une des cornières d'appui 41, ce qui a pour effet de plaquer la poutre d'arrêt secondaire 38 correspondante contre une extrémité 45 d'une branche 27, ce qui permet de la bloquer en translation selon la direction longitudinale L et d'ajuster la position de la poutre d'arrêt 38 selon la direction longitudinale L.
- [0076] Ainsi, les poutres d'arrêt secondaires 38 sont supportées rigidement par les supports de fixation secondaires 23, à la fois dans la direction longitudinale L et dans la direction d'épaisseur de la paroi de plafond 4, ce qui permet de reprendre les efforts de traction ou de compression pouvant être exercés par la membrane d'étanchéité secondaire 9 en fonctionnement.
- [0077] Comme illustré sur la [Fig.4], la barrière thermiquement isolante secondaire 7 comporte des plaques de recouvrement 47 qui sont reçues dans des lamages ménagés dans les poutres d'arrêt secondaires 38 et recouvrent les découpes 43 recevant les dispositifs de butée 42. Les plaques de recouvrement 47 assurent la planéité de la surface de support de la membrane d'étanchéité secondaire 9.
- [0078] En référence à la [Fig.8], une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

- [0079] 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.
- [0080] La [Fig.8] 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.
- [0081] 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.
- [0082] 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.
- [0083] 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.
- [0084] 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 comprenant une structure porteuse (2) et une cuve (71) étanche et thermiquement isolante supportée par la structure porteuse (2), la structure porteuse (2) comportant une paroi porteuse supérieure (8) et la cuve (71) comportant une paroi de plafond (4) qui est fixée à la paroi porteuse supérieure (8), ladite paroi de plafond (4) comprenant, dans une direction d'épaisseur, de l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire (7) fixée à la paroi porteuse supérieure (8), une membrane d'étanchéité secondaire (9) reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire (7), une barrière thermiquement isolante primaire (10) reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire (9), et une membrane d'étanchéité primaire (11) reposant contre la barrière thermiquement isolante primaire (10) et destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, ladite paroi de plafond (4) étant interrompue localement de manière à délimiter une ouverture de chargement/déchargement (14) destinée à être traversée par des conduites de chargement/déchargement, ladite ouverture de chargement/déchargement (14) étant définie par un premier et un deuxième bords transversaux (6), parallèles à une direction transversale (T) et un premier et un deuxième bords longitudinaux (5) parallèles à une direction longitudinale (L) perpendiculaire à la direction transversale (T) ;
la barrière thermiquement isolante secondaire (7) de la paroi de plafond (4) comportant :
- au moins un premier et un deuxième supports de fixation secondaires (23) positionnés le long du premier bord transversal (T) ; les premier et deuxième supports de fixation secondaires (23) comprenant chacun un pied secondaire (25) qui est ancré à la paroi porteuse supérieure (8), un chapeau secondaire (24) qui est soudé au pied secondaire (25) et qui s'étend parallèlement à la direction longitudinale, dans un plan parallèle à la paroi porteuse supérieure (8) et une platine (30) qui est fixée au chapeau secondaire (24) par des organes de fixation (31) ;
- au moins un bloc isolant secondaire de bordure (37) qui est disposé le long du premier bord transversal (T) , entre le premier et le deuxième supports de fixation secondaires (23) ; et

- au moins une poutre d'arrêt secondaire (38) qui s'étend le long du premier bord transversal (T) et repose au moins contre le chapeau secondaire (24) de chacun des premier et deuxième supports de fixation secondaire (23) et contre l'un des blocs isolants secondaires de bordure (37), ladite poutre d'arrêt secondaire (38) étant bloquée, selon la direction d'épaisseur de la paroi de plafond, entre la platine (30) et le chapeau secondaire (24) de chacun des premier et deuxième supports de fixation secondaires ; la poutre d'arrêt secondaire (38) comprenant des cornières d'appui (41) qui sont fixées à la poutre d'arrêt secondaire (38) ;

chacun des premier et deuxième supports de fixation secondaires (23) comprenant un dispositif de butée (42) qui est configuré pour plaquer la poutre d'arrêt secondaire (38) contre une surface de butée dudit premier ou deuxième support de fixation secondaire (23) afin de bloquer la poutre d'arrêt secondaire (38) en translation selon la direction longitudinale ; chaque dispositif de butée (42) comportant un support fixé au chapeau secondaire (24) et une vis de pression (44) qui est montée mobile selon la direction longitudinale dans un alésage taraudé ménagé dans ledit support et qui vient en appui contre l'une des cornières d'appui (41).

[Revendication 2]

Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon la revendication 1, dans laquelle chaque cornière d'appui (41) comporte une première patte (52) qui est disposée contre une face externe de la poutre d'arrêt secondaire (38) et une deuxième patte (45) qui est perpendiculaire à la première patte (52) et contre laquelle la vis de pression (44) du dispositif de butée (42) de l'un des premier et deuxième supports de fixation secondaires (23) vient en appui.

[Revendication 3]

Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon la revendication 2, dans laquelle la face externe de la poutre d'arrêt secondaire (38) présente des évidements dans lesquels sont noyées les premières pattes (52) des cornières d'appui (41).

[Revendication 4]

Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon la revendication 2 ou 3, dans laquelle la poutre d'arrêt secondaire (38) comporte au moins deux découpes (43) dans lesquelles sont respectivement logés le dispositif de butée (42) du premier et du deuxième support de fixation secondaires (23) et dans laquelle la deuxième patte (45) de chacune des cornières d'appui (41) est positionnée contre un bord de l'une des découpes (43).

- [Revendication 5] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle les cornières d'appui (41) sont en métal.
- [Revendication 6] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle les cornières d'appui (41) sont fixées à la poutre d'arrêt secondaire (38) par des organes de fixation.
- [Revendication 7] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la poutre d'arrêt secondaire (38) est équipée d'au moins une lame métallique de rigidification (40) qui s'étend selon la direction transversale le long de ladite poutre d'arrêt secondaire (38).
- [Revendication 8] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le support des dispositifs de butée (42) comporte une plaque (43) qui est soudée au chapeau secondaire (24), perpendiculairement à celui-ci, et un renfort en forme de gousset (46) qui est soudé entre la plaque (43) et le chapeau secondaire (24).
- [Revendication 9] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle le pied secondaire (25) comporte deux branches (26, 27) reliées l'une à l'autre par une âme centrale (28), les branches (26, 27) s'étendant dans des plans parallèles à la direction transversale.
- [Revendication 10] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon la revendication 9, dans laquelle la surface de butée des premier et deuxième supports de fixation secondaires (23) est formée par une extrémité de l'une des branches (26, 27) du pied secondaire (25) qui fait saillie vers l'intérieur au-delà du chapeau secondaire (24).
- [Revendication 11] Installation de stockage d'un gaz liquéfié selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant un premier et un deuxième dispositifs d'ancrage primaires (29) qui sont respectivement fixés au premier et au deuxième supports de fixation secondaires (23), chacun des premier et deuxième dispositifs d'ancrage primaires (29) comportant un goujon fileté (32) qui traverse de manière étanche un orifice ménagé dans la membrane d'étanchéité secondaire (9), un élément d'appui (33) qui est emmanché sur le goujon fileté (32) et qui est en appui, en direction de la paroi porteuse supérieure contre une zone d'appui d'un ou plusieurs éléments isolants (51) de la barrière thermiquement isolante primaire (10) et un écrou qui

est vissé sur le goujon fileté (32) de manière à maintenir l'élément d'appui (33) contre la ou les zones d'appui des éléments isolants (51) de la barrière thermiquement isolante primaire (10) ; ledit goujon fileté étant fixé à la platine (30) de l'un des premier et deuxième supports de fixation secondaires (23).

[Revendication 12] 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 11.

[Revendication 13] Système de transfert pour un gaz liquéfié, le système comportant un navire (70) selon la revendication 12 et des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77).

[Revendication 14] Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70), 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) du navire (70) selon la revendication 12.