

Description

Titre de l'invention : Membrane d'étanchéité pour cuve étanche de stockage de fluide

Domaine technique

- 5 [0001] L'invention se rapporte au domaine des membranes d'étanchéité pour des cuves étanches à membranes. En particulier, l'invention se rapporte au domaine des membranes d'étanchéité pour 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
- 10 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.

15 Arrière-plan technologique

- [0002] Il est connu du document FR2691520 une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de GNL comprenant une barrière thermiquement isolante secondaire, une membrane d'étanchéité secondaire reposant sur la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire reposant sur la membrane
- 20 d'étanchéité secondaire, et une membrane d'étanchéité primaire reposant sur la barrière thermiquement isolante primaire et destinée à être en contact avec le gaz liquéfié.

- [0003] La membrane d'étanchéité primaire de ce document est composée de plaques métalliques ondulées présentant une première série d'ondulations parallèles dites hautes et une deuxième série d'ondulations parallèles dites basses, la deuxième série
- 25 d'ondulations étant perpendiculaire à la première série d'ondulations. Ces plaques métalliques ondulées sont réalisées en acier inoxydable d'une épaisseur d'environ 1,2 mm. De plus, les ondulations basses ont une hauteur d'environ 35 mm tandis que les ondulations hautes ont une hauteur d'environ 55 mm. Les ondulations de la membrane d'étanchéité primaire permettent notamment à la membrane d'étanchéité primaire d'avoir
- 30 une certaine flexibilité lui permettant de se contracter ou se dilater sous l'effet des changements de température sans risquer d'endommager sa structure.

- [0004] Lorsqu'une telle cuve est intégrée dans un navire, le gaz liquéfié contenu dans la cuve est soumis à différents mouvements. En particulier, les mouvements en mer d'un navire,

par exemple sous l'effet des conditions climatiques telles que l'état de la mer ou le vent, entraînent une agitation du liquide dans la cuve. L'agitation du liquide, généralement désignée sous le terme de « sloshing » ou ballottement, engendre des contraintes sur les parois de la cuve qui peuvent nuire à l'intégrité de la cuve, notamment en pliant les ondulations de la membrane d'étanchéité primaire. En subissant de tels endommagements, la membrane d'étanchéité primaire perd en flexibilité et risque de ne plus pouvoir jouer son rôle.

[0005] Le document FR1323237 décrit également une membrane d'étanchéité pour cuve de stockage de gaz liquéfié. Dans ce document, la membrane d'étanchéité comprend deux séries de gaufrages. Ces gaufrages permettent comme pour le document précédent d'apporter une certaine flexibilité à la membrane d'étanchéité afin de pouvoir se contracter ou se dilater sous l'effet des changements de température.

[0006] Toutefois, de par leur forme et leurs rapports dimensionnels, les gaufrages de ce document sont également soumis aux ballottements du fluide et la membrane d'étanchéité peut ainsi perdre en flexibilité ou être endommagée.

Résumé

[0007] Une idée à la base de l'invention est de réduire le risque d'endommagement au ballottement de la membrane d'étanchéité d'une cuve étanche, tout en conservant la flexibilité de la membrane d'étanchéité lui permettant de se contracter et dilater thermiquement.

[0008] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une membrane d'étanchéité pour cuve étanche de stockage de fluide, dans laquelle la membrane d'étanchéité comporte au moins une plaque métallique, la plaque métallique comportant une portion plane définissant un plan de la plaque et une pluralité de reliefs faisant saillie de la portion plane dans une direction d'épaisseur perpendiculaire au plan de la plaque, les reliefs étant espacés les uns des autres, la plaque métallique comportant dans toutes les directions du plan au moins un relief, chaque relief comportant une base faisant la liaison entre le relief et la portion plane, et comportant au moins un sommet, la base comprenant dans le plan formé par la portion plane une première dimension égale au diamètre du plus petit cercle circonscrit autour de la base et une deuxième dimension égale au diamètre du plus grand cercle inscrit dans la base, et la distance entre le sommet et la base dans la direction d'épaisseur formant une hauteur du relief, dans laquelle la hauteur du relief est inférieure à 20 mm, dans laquelle chaque relief est écarté d'un relief adjacent dans toutes les directions du plan par une distance inférieure ou égale à 2 fois la première dimension de la base, et le

ratio de la première dimension de la base sur la hauteur de chaque relief est inférieur ou égal à 2.

5 [0009] Grâce à ces caractéristiques, les reliefs de par leur hauteur et de par leurs rapports dimensionnels sont moins soumis au ballotement du fluide ce qui permet à la membrane d'étanchéité de ne pas se dégrader et ainsi perdre en étanchéité. De plus, une telle distance maximale entre des motifs adjacents liée aux dimensions des reliefs permet d'avoir une répartition suffisante des reliefs sur toute la membrane d'étanchéité afin de permettre une contraction ou une dilatation régulière dans toutes les directions et ainsi conserver la flexibilité lors de l'utilisation de la cuve.

10 [0010] On entend par motifs adjacents, des motifs qui sont séparés l'un de l'autre par au moins une ligne droite dans le plan de la plaque formée uniquement par la portion plane.

[0011] On entend par le diamètre du plus petit cercle circonscrit autour de la base, le diamètre du plus petit cercle situé autour et à l'extérieur de la base, et ayant au moins deux points d'intersection avec la base de sorte que le cercle entoure la base sans la couper. Par
15 exemple dans le cas d'une base triangulaire, ce cercle a pour centre le point d'intersection des médiatrices des côtés de la base.

[0012] On entend par le diamètre du plus grand cercle inscrit dans la base, le diamètre du plus grand cercle situé à l'intérieur de la base et ayant au moins deux points d'intersection avec la base de sorte que le cercle soit situé entièrement dans la base sans la couper.
20 Par exemple dans le cas d'une base triangulaire, ce cercle a pour centre le point d'intersection des bissectrices de la base.

[0013] Selon des modes de réalisation, une telle membrane d'étanchéité peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

25 [0014] Selon un mode de réalisation, le ratio de la deuxième dimension de la base sur la hauteur du relief est inférieur ou égal à 0,6.

[0015] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité comporte une pluralité de plaques métalliques soudées bord à bord de manière étanche les unes aux autres.

[0016] On entend par l'expression « soudé de manière étanche » une soudure réalisée à l'aide d'un cordon de soudure continu afin de former une surface continue entre les deux
30 éléments soudés l'un à l'autre.

[0017] Selon un mode de réalisation, tous les reliefs de la plaque sont identiques.

[0018] Selon un mode de réalisation, les reliefs sont régulièrement ou irrégulièrement répartis sur la plaque métallique.

- [0019] Selon un mode de réalisation, la plaque métallique comporte au moins une première série de reliefs et une deuxième série de reliefs, les reliefs de la première série ayant des dimensions et/ou formes différentes des reliefs de la deuxième série.
- 5 [0020] Selon un mode de réalisation, chaque relief est écarté d'un relief adjacent dans toutes les directions du plan par une distance inférieure ou égale à 1,5 fois, de préférence inférieure ou égale à 1 fois, la première dimension de la base.
- [0021] Selon un mode de réalisation, chaque plaque métallique mesure au moins 1 m dans la direction longitudinale et au moins 0,5 m dans la direction transversale, par exemple 3 m dans la direction longitudinale et 1 m dans la direction transversale.
- 10 [0022] Selon un mode de réalisation, la hauteur du relief est comprise entre 8 mm et 20 mm, de préférence compris entre 10 mm et 14 mm.
- [0023] Selon un mode de réalisation, le ratio de la première dimension de la base sur hauteur du relief est inférieur ou égal à 1,5, par exemple 1,4 pour un relief de forme ellipsoïdale.
- [0024] Selon un mode de réalisation, le ratio de la deuxième dimension de la base sur la
15 hauteur du relief est supérieur ou égal à 0,7.
- [0025] Selon un mode de réalisation, le ratio de la deuxième dimension de la base sur la hauteur du relief est compris entre 1 et 2,5.
- [0026] Selon un mode de réalisation, les reliefs sont réalisés par formage, de préférence emboutissage, ou bien par estampage, matriçage, ou encore magnétoformage.
- 20 [0027] Selon un mode de réalisation, l'épaisseur de la plaque métallique e_{plaque} exprimée en mm au niveau de la portion plane est supérieure ou égale à $\frac{115}{E}$, avec E le module d'Young du matériau constitutif de la plaque métallique exprimé en GPa.
- [0028] Selon un mode de réalisation, la plaque métallique est réalisée en acier inoxydable ou en acier à haut manganèse.
- 25 [0029] Ainsi, pour un acier inoxydable ayant un module d'Young de 200 GPa, l'épaisseur minimale de la plaque est donc environ égale à 0,58 mm. Pour un acier à haut manganèse ayant un module d'Young de 170 GPa, l'épaisseur minimale de la plaque est donc environ égale à 0,68 mm.
- [0030] Selon un mode de réalisation, les plaques métalliques ont une épaisseur comprise
30 entre 0,5 mm et 2 mm.
- [0031] Selon un mode de réalisation, les plaques métalliques sont réalisées dans un matériau métallique dont le module d'Young est compris entre 130 GPa et 230 GPa.

[0032] Selon un mode de réalisation, les plaques métalliques sont réalisées dans un matériau métallique dont la limite élastique est supérieure à 170 MPa à température ambiante.

[0033] Selon un mode de réalisation, les plaques métalliques sont réalisées dans un matériau métallique dont la limite élastique est comprise entre 170 MPa et 500 MPa.

5 [0034] Selon un mode de réalisation, le nombre de reliefs par mètre linéaire de plaque métallique N_{relief} est compris dans l'intervalle suivant :

$$10 \quad \frac{\alpha \times \Delta T \times 10^6}{11 \times h} \leq N_{\text{relief}} \leq \frac{\alpha \times \Delta T \times 10^7}{35 \times h}$$

avec α le coefficient de dilatation thermique de la plaque métallique en K^{-1} , ΔT la différence de température entre la température ambiante et la température du fluide stocké dans la cuve en K, et h la hauteur du relief en mm.

[0035] Selon un mode de réalisation, la base présente une forme d'ellipse, par exemple un cercle, ou de polygone.

[0036] Selon un mode de réalisation, la base présente une forme d'ellipse et le ratio de la première dimension de la base sur hauteur du relief est inférieur ou égal à 1,4.

15 [0037] Selon un mode de réalisation, le ratio de la première dimension sur la deuxième dimension est inférieur ou égale à 1,4, de préférence compris entre 1 et 1,4.

[0038] Selon un mode de réalisation, la première dimension de la base est égale à la deuxième dimension de la base.

20 [0039] Selon un mode de réalisation, chaque relief présente une forme pyramidale ou de demi ellipsoïde, par exemple de demi-sphère ou de pyramide à base carrée.

[0040] Selon un mode de réalisation, chaque relief présente une forme s'évasant vers la base.

[0041] Selon un mode de réalisation, la projection orthogonale de l'au moins un sommet du relief dans le plan de la plaque est situé dans le périmètre de la base.

25 [0042] Selon un mode de réalisation, au moins 90%, de préférence la totalité, des zones de la plaque métallique faisant saillie de la portion plane sont des reliefs.

30 [0043] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de gaz liquéfié intégrée dans une structure porteuse, la cuve comprenant une pluralité de parois de cuve formant un espace interne de réception du gaz liquéfié, au moins une des parois de cuve comportant une barrière thermiquement isolante fixée à la structure porteuse et une membrane d'étanchéité précitée reposant sur la barrière thermiquement isolante et destinée à être en contact avec le gaz liquéfié dans la cuve.

- [0044] Selon un mode de réalisation, les reliefs font saillie de la portion plane en direction de l'espace interne de la cuve.
- [0045] Selon un mode de réalisation, les reliefs font saillie de la portion plane en direction de la structure porteuse.
- 5 [0046] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante comprend une pluralité de panneaux isolants juxtaposés les uns aux autres.
- [0047] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité primaire, la barrière thermiquement isolante est une barrière thermiquement isolante primaire, et la paroi de cuve comporte dans une direction d'épaisseur depuis
10 l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire fixée à la structure porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire reposant sur la barrière thermiquement isolante secondaire, la barrière thermiquement isolante primaire reposant sur la membrane d'étanchéité secondaire et la membrane d'étanchéité primaire reposant sur la barrière thermiquement isolante primaire.
- 15 [0048] Une telle cuve 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 déporté (FPSO) et autres. Une telle cuve peut aussi servir de réservoir de carburant dans tout type de
20 navire.
- [0049] Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un produit liquide froid comporte une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque, la double coque formant la structure porteuse de la cuve.
- [0050] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un
25 produit liquide froid, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.
- 30 [0051] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un produit liquide froid 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

[0052] 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.

5 [0053] [Fig. 1] La figure 1 représente une vue de dessus schématique d'une portion d'une membrane d'étanchéité comprenant des reliefs selon un premier mode de réalisation.

[0054] [Fig. 2] La figure 2 représente une vue de coupe schématique selon la ligne II-II de la figure 1, représentant l'un des reliefs de la membrane d'étanchéité.

10 [0055] [Fig. 3] La figure 3 représente une vue en perspective d'une portion d'une membrane d'étanchéité comprenant un relief selon un deuxième mode de réalisation.

[0056] [Fig. 4] La figure 4 représente une vue de coupe schématique selon la ligne IV-IV de la figure 3, représentant l'un des reliefs de la membrane d'étanchéité.

[0057] [Fig. 5] La figure 5 représente une vue de dessus schématique d'une portion d'une membrane d'étanchéité comprenant des reliefs selon un troisième mode de réalisation.

15 [0058] [Fig. 6] La figure 6 représente une vue schématique de face d'une paroi de cuve selon une première variante comprenant une membrane d'étanchéité selon le premier mode de réalisation et une barrière thermiquement isolante.

20 [0059] [Fig. 7] La figure 7 représente une vue schématique de face d'une paroi de cuve selon une deuxième variante comprenant une membrane d'étanchéité selon le premier mode de réalisation et une barrière thermiquement isolante.

[0060] [Fig. 8] La figure 8 représente une vue schématique de face d'une paroi de cuve selon une troisième variante comprenant une membrane d'étanchéité primaire selon le premier mode de réalisation, une barrière thermiquement isolante primaire, une membrane d'étanchéité secondaire et une barrière thermiquement isolante secondaire.

25 [0061] [Fig. 9] La figure 9 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier comportant une membrane d'étanchéité et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve

Description des modes de réalisation

30 [0062] Par convention, on appellera « sur » ou « au-dessus » ou « supérieur » une position située plus près de l'intérieur de la cuve et « sous » ou « en dessous » ou « inférieur » une position située plus près de la structure porteuse, quelle que soit l'orientation de la paroi de cuve par rapport au champ de gravité terrestre.

[0063] Il va être décrit par la suite une membrane d'étanchéité 1 pour une cuve étanche de stockage de fluide.

[0064] Sur la figure 1, on a représenté une membrane d'étanchéité 1 selon un premier mode de réalisation. La membrane d'étanchéité 1 comporte une pluralité de plaques métalliques 2 soudées bord à bord de manière étanche les unes aux autres. Les plaques métalliques 2 comportent une portion plane 3 définissant un plan de la plaque et une pluralité de reliefs 4 faisant saillie de la portion plane 3 dans une direction d'épaisseur perpendiculaire au plan de la plaque.

[0065] Les reliefs 4 sont espacés les uns des autres et répartis sur l'ensemble de la plaque métallique 2 de façon qu'il ne soit pas possible de tracer une ligne droite dans le plan de la plaque sans traverser un relief 4. En effet, en vue d'assurer la flexibilité de la plaque métallique 2 à la contraction/dilatation thermique, la membrane d'étanchéité 2 présente des reliefs dans toutes les directions du plan de la plaque. La portion plane 3 sépare ainsi les reliefs 4 les uns des autres. Chaque relief 4 comporte une base 5 et au moins un sommet 6. Les plaques métalliques 2 de la membrane d'étanchéité 1 ont une épaisseur 11 relativement faible par rapport aux autres dimensions des plaques métalliques 2 pour assurer la flexibilité de la membrane d'étanchéités à la contraction/dilatation thermique.

[0066] Dans le premier mode de réalisation représenté en figures 1 et 2, les reliefs 4 ont une base 5 circulaire et présente un unique sommet 6 de sorte à former des demi-sphères ou demi-ellipsoïdes. Les reliefs 4 sont ici régulièrement répartis sur la plaque métallique 2 mais pourrait être dans un autre mode de réalisation non représenté irrégulièrement répartis sur la plaque métallique 2

[0067] La figure 2 représente en coupe l'un des reliefs de la figure 1 de façon à représenter les différentes dimensions du relief 4. En effet, la base 5 comporte dans le plan de la plaque une première dimension 7 et une deuxième dimension 8 qui dans le cas du premier mode de réalisation sont égales. La première dimension 7 est égale au diamètre du plus petit cercle circonscrit autour de la base 5 tandis que la deuxième dimension 8 est égale au diamètre du plus grand cercle inscrit dans la base 5. De plus, la distance entre le sommet 6 et la base 5 dans la direction d'épaisseur de la plaque métallique 2 définit la hauteur 9 du relief 4.

[0068] Dans le mode de réalisation de la figure 2, chaque relief 4 est écarté d'un relief adjacent 4 d'une distance inférieure ou égale à une fois la première dimension 7 de la base 5. Le ratio de la deuxième dimension 8 de la base 5 sur la hauteur 9 du relief 4 est environ égal à 3,33. Ainsi le ratio de la première dimension 7 de la base 5 sur la hauteur 9 du relief 4 est environ égal à 0.3.

- [0069] Les figures 3 et 4 représentent un deuxième mode de réalisation des reliefs 4 de la membrane d'étanchéité 1. Dans ce mode de réalisation, la forme de la base 5 des reliefs 4 est différente au premier mode de réalisation. En effet, la base 5 est ici un quadrilatère ayant une plus grande dimension 7 formée par la diagonale du quadrilatère et une plus petite dimension 8 formée par le plus petit côté du quadrilatère. Le ratio entre la première dimension 7 de la base 5 sur la deuxième dimension 8 de la base 5 est ici égal à environ 1,4 tandis que le ratio entre la deuxième dimension 8 de la base 4 sur la hauteur 9 du relief 4 est environ égal à 2,5. Ainsi, le ratio de la première dimension 7 de la base 5 sur la hauteur 9 du relief 4 est environ égal à 0,56.
- 10 [0070] Dans les deux premiers modes de réalisation, les plaques métalliques 2 comprennent des reliefs de forme et taille identique d'une plaque métallique à l'autre.
- [0071] La figure 5 représente un troisième mode de réalisation des reliefs 4 de la membrane d'étanchéité 1 où contrairement aux modes précédents, la plaque métallique 2 comportent une première série de relief 22 et une deuxième série de relief 23 ayant des dimensions et des formes différentes. En effet, les reliefs 4 de la première série 22 reprennent la forme des reliefs du premier mode de réalisation des figures 1 et 2 tandis que les reliefs 4 de la deuxième série 23 reprennent la forme des reliefs 4 du deuxième mode de réalisation. Comme illustré, les séries sont alternées les unes avec les autres sur les dimensions de la plaque métallique 2.
- 15 [0072] Dans d'autres modes de réalisation non illustrés, les reliefs 4 peuvent posséder des formes et tailles différentes respectant les s décrits ci-dessus et la plaque métallique 2 peut également comprendre plus de deux séries de relief différentes.
- [0073] La technique décrite ci-dessus pour réaliser une membrane d'étanchéité peut être utilisée dans différents types de réservoirs, par exemple pour constituer la membrane d'étanchéité primaire d'un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.
- 25 [0074] Sur la figure 6, il est représenté la structure multicouche d'une paroi de cuve selon une première variante pour une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage 71 tel que par exemple de gaz liquéfié. Dans cette variante illustré, la paroi de cuve comporte successivement dans la direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve 71, une barrière thermiquement isolante 12 retenue à une structure porteuse 15, et une membrane d'étanchéité telle que décrite dans le premier mode de réalisation illustré en figures 1 et 2, reposant contre la barrière thermiquement isolante 12 et destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve.
- 30

[0075] La structure porteuse 3 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse 3 comporte une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique.

5 [0076] La barrière thermiquement isolante 12 comporte une pluralité de panneaux isolants 16 qui sont ancrés sur la structure porteuse 15 au moyen de dispositifs d'ancrage non représentés. Les panneaux isolants 16 présentent une forme générale parallélépipédique et sont disposés selon des rangés parallèles.

10 [0077] La figure 7 représente la structure multicouche d'une paroi de cuve selon une deuxième variante. Cette variante ne diffère de la première variante que par la forme de la barrière thermiquement isolante 12. En effet, dans cette variante, les panneaux isolants 16 comportent sur leur surface supérieure des formes complémentaires 18 aux reliefs 4 de sorte à épouser au mieux la forme de la membrane d'étanchéité 1. En effet, dans le cas représenté, les reliefs 4 font saillie vers l'intérieur de la cuve et les formes complémentaires 18 viennent ainsi combler l'espace sous les reliefs 4. Dans un mode de

15 réalisation non représenté, les reliefs 4 font saillie vers l'extérieur de la cuve et les formes complémentaires 18 sont ici des creux dans la barrière thermiquement isolante 12 pour recevoir les reliefs 4.

[0078] Sur la figure 8, on a représenté la structure multicouche d'une paroi de cuve selon une troisième variante. Chaque paroi de cuve comporte successivement, dans la direction

20 d'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve 71, une barrière thermiquement isolante secondaire 14 retenue à une structure porteuse 15, une membrane d'étanchéité secondaire 13 reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire 12, une barrière thermiquement isolante primaire 12 reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire 13 et une membrane d'étanchéité primaire 6 telle que décrite dans le premier

25 mode de réalisation illustré en figures 1 et 2, reposant sur la barrière thermiquement isolante primaire 12 et destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve.

[0079] La barrière thermiquement isolante primaire 12 comporte une pluralité de panneaux isolants primaires 16 qui sont ancrés sur la structure porteuse 15 au moyen de dispositifs d'ancrage non représentés. La barrière thermiquement isolante secondaire 14 comporte

30 une pluralité de panneaux isolants secondaires 17 qui sont ancrés sur la structure porteuse 15 au moyen de dispositifs d'ancrage non représentés. Les panneaux isolants primaires 16 et secondaires 17 présentent une forme générale parallélépipédique et sont disposés selon des rangés parallèles.

[0080] Les panneaux isolants secondaires 17 et les panneaux isolants primaires 16

35 comportent une plaque de fond, une plaque de couvercle et éventuellement une plaque

intermédiaire, par exemple réalisées en bois contreplaqué. Les panneaux isolants 16, 17 comportent également une ou plusieurs couches de mousse polymère isolante prises en sandwich entre la plaque de fond, la plaque de couvercle et l'éventuelle plaque intermédiaire et collées à celles-ci. La mousse polymère isolante peut notamment être une
5 mousse à base de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres. Dans un autre mode de réalisation, les panneaux isolants 16, 17 peuvent être uniquement constitués de mousse polymère isolante. Les panneaux isolants 16, 17 peuvent également être réalisés sous la forme de caisson remplis d'une garniture isolante.

[0081] La membrane d'étanchéité secondaire 13 peut être réalisée de la même manière que
10 la membrane d'étanchéité primaire 1. La membrane d'étanchéité secondaire 13 peut également être réalisée par une nappe continue de virures métalliques à bords relevés ou encore par des bandes de matériaux composites stratifiés collées les unes aux autres.

[0082] En référence à la figure 9, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque
15 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.

[0083] De manière connue en soi, des canalisations de chargement/déchargement 73
20 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.

[0084] La figure 9 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de
25 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
30 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
35 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.

5 [0085] 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.

10 [0086] 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.

[0087] 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.

15 [0088] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.