

Description

Titre de l'invention : Cuve étanche et thermiquement isolante

Domaine technique

- [0001] L'invention concerne le 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 -163°C à pression atmosphérique.
- [0002] Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur une structure flottante. Dans le cas d'une structure flottante, 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.

Arrière-plan technologique

- [0003] On connaît dans l'état de la technique une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve retenue sur une structure porteuse, la paroi de cuve incluant, dans le sens de l'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire retenue sur la structure porteuse, une membrane étanche secondaire retenue sur la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire retenue sur la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire ondulée retenue sur la barrière thermiquement isolante primaire. Une telle cuve étanche et thermiquement isolante peut notamment être utilisée dans le transport de gaz liquéfié, tels que du gaz naturel liquéfié (GNL), notamment à bord d'une structure flottante, telle qu'un navire.
- [0004] Il est connu de réaliser la membrane étanche primaire par l'assemblage d'une pluralité de tôles qui présentent des ondulations, avantageusement perpendiculaires les unes aux autres. Les ondulations confèrent à la membrane étanche primaire une flexibilité lui permettant de se déformer sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques et notamment celles générées par le gaz liquéfié stocké dans la cuve et celles-liées à la déformation de la structure porteuse. La membrane étanche primaire est ancrée sur les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante primaire. Pour ce faire, chaque tôle est disposée à cheval sur plusieurs panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante primaire. En outre, les tôles sont soudées les unes aux autres le long de leurs bords et sont également soudées le long de leurs bords sur des éléments d'ancrage qui sont fixés auxdits panneaux isolants. Plus particulièrement, les tôles sont soudées sur des éléments d'ancrage qui sont disposés le long des bords des tôles, de part et d'autre de chaque ondulation.
- [0005] La demanderesse a constaté que dans une cuve du type précité, les ondulations de la

membrane étanche primaire n'étaient pas sollicitées de manière uniforme. En particulier, dans la mesure où la barrière thermiquement isolante primaire est discontinue, c'est-à-dire qu'elle est constituée de panneaux isolants juxtaposés les uns aux autres, son comportement n'est pas homogène lorsque la structure porteuse se déforme et/ou sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques générées par le gaz liquéfié stocké dans la cuve. Ainsi, la demanderesse a constaté que les ondulations qui sont disposées dans une zone à cheval entre un premier élément d'ancrage fixés à un premier panneau isolant et un deuxième élément d'ancrage fixés à un deuxième panneau isolant sont sollicitées de manière plus importantes que les autres. Or, il est important, d'assurer que les contraintes soient réparties le plus uniformément possible entre les ondulations de la membrane étanche primaire, notamment en vue d'optimiser la durée de vie de la membrane étanche primaire.

Résumé

[0006] Une idée à la base de l'invention est de proposer une cuve étanche et thermiquement isolante dans laquelle les contraintes subies par la membrane étanche primaire sont plus uniformément réparties entre les ondulations de celle-ci.

[0007] Selon un mode de réalisation, l'invention vise une paroi d'une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié, ladite paroi comportant au moins une barrière thermiquement isolante et une membrane étanche qui est ancrée à ladite barrière thermiquement isolante et est destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, la barrière thermiquement isolante comportant un premier panneau isolant et un deuxième panneau isolant disposé le long d'un premier bord du premier panneau isolant, les premier et deuxième panneaux isolants étant respectivement équipés d'au moins un premier élément d'ancrage et d'au moins un deuxième élément d'ancrage sur lesquels la membrane étanche est soudée; la membrane étanche comportant des ondulations séparées les unes des autres par des portions planes et dans laquelle au moins l'une des portions planes est disposée à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants et est soudée d'une part au premier élément d'ancrage et d'autre part au deuxième élément d'ancrage.

[0008] Ainsi, la portion plane de la membrane étanche qui est disposée à cheval entre les panneaux isolants adjacents, assure une fonction de raccord mécanique entre les panneaux isolants. Ceci empêche l'écartement mutuel desdits panneaux isolants et contribue à répartir de manière plus homogène la déformation de la structure porteuse sur la barrière thermiquement isolante primaire. En effet, le comportement de l'ensemble constitué de la barrière thermiquement isolante et de la membrane étanche est ici dicté par le fait que les panneaux isolants ont globalement une raideur inférieure à celle de la membrane étanche. Ce sont donc les déformations de la membrane étanche qui conditionnent celles des panneaux isolants. Ceci permet donc de solliciter

de manière plus homogène les ondulations de la membrane étanche.

- [0009] Selon des modes de réalisation, une telle paroi de cuve peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0010] Selon un mode de réalisation, la raideur des premier et deuxième panneaux isolants est inférieure à la raideur d'une portion plane de la membrane étanche. Ceci permet d'assurer que les déformations de la barrière thermiquement isolante soient imposées par les déformations de la membrane étanche. A titre d'exemple, la raideur des premier et deuxième panneaux isolants est trois fois inférieure à la raideur d'une portion plane de la membrane étanche.
- [0011] Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième éléments d'ancrage sont disposés de sorte que leurs centres soient écartés l'un de l'autre d'une distance comprise entre 8 et 25 cm et de préférence entre 10 et 20 cm.
- [0012] Selon un mode de réalisation, les premiers éléments d'ancrage sont disposés au moins le long du premier bord du premier panneau isolant et les deuxième éléments d'ancrage sont disposés au moins le long du bord du deuxième panneau qui est adjacent au premier bord du premier panneau isolant.
- [0013] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche comporte des premières ondulations s'étendant parallèlement à une première direction et des deuxième ondulations s'étendant parallèlement à une deuxième direction, la première direction étant perpendiculaire à la deuxième direction.
- [0014] Selon un mode de réalisation, les ondulations sont continues, c'est-à-dire sans interruption.
- [0015] Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième panneaux isolants présentent une forme parallélépipédique et présentent chacun deux bords opposés parallèles à la première direction et deux bords opposés parallèles à la deuxième direction.
- [0016] Selon un mode de réalisation, les premier et deuxième panneaux isolants sont respectivement équipés de plusieurs premiers éléments d'ancrage et de plusieurs deuxième éléments d'ancrage et plusieurs des portions planes sont disposées à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants et sont chacune soudée à l'un des premiers éléments d'ancrage et à l'un des deuxième éléments d'ancrage.
- [0017] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche est soudée sur l'au moins un premier élément d'ancrage et sur l'au moins un deuxième élément d'ancrage par une soudure par bouchon ou par une soudure par transparence.
- [0018] Selon un mode de réalisation, l'au moins un premier élément d'ancrage et l'au moins un deuxième élément d'ancrage comportent chacun une platine métallique qui est fixée dans un lamage ménagé dans l'un des premier et deuxième panneaux isolants.
- [0019] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées, chaque tôle métallique ondulée présentant des bords qui sont

chacun soudés par recouvrement à un bord d'une tôle métallique ondulée adjacente.

- [0020] Selon un mode de réalisation, au moins l'une des portions planes qui est disposée à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants et est soudée au premier et au deuxième éléments d'ancrage est réalisée d'un seul tenant, c'est-à-dire dans une seule tôle métallique ondulée.
- [0021] Selon un mode de réalisation, la portion plane qui est disposée à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants et est soudée au premier et au deuxième éléments d'ancrage appartient à une première portion de bordure de l'une des tôles métalliques ondulées ; la première portion de bordure étant recouverte par une deuxième portion de bordure d'une tôle métallique ondulée adjacente, la première portion de bordure étant soudée sur le premier organe d'ancrage au moyen d'une première soudure par bouchon et étant soudée sur le deuxième organe d'ancrage au moyen d'une deuxième soudure par bouchon, la deuxième portion de bordure recouvrant la deuxième soudure par bouchon et au moins une partie de la première soudure par bouchon et étant soudée à clin de manière étanche sur la première portion de bordure.
- [0022] Selon un mode de réalisation, la portion plane qui est disposée à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants et est soudée au premier et au deuxième éléments d'ancrages est réalisée par une première et une deuxième portions de bordures de deux tôles métalliques ondulées adjacentes qui sont soudées à recouvrement l'une sur l'autre.
- [0023] Selon un mode de réalisation, la première portion de bordure est destinée à être recouverte par la deuxième portion de bordure, la première portion de bordure étant soudée sur le premier organe d'ancrage au moyen d'une soudure, par exemple par bouchon, la deuxième portion de bordure étant soudée sur le deuxième organe d'ancrage, recouvrant au moins une partie de la soudure et étant soudé à clin de manière étanche sur la première portion de bordure.
- [0024] Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième panneaux isolants présentent chacun des éléments de protection thermique en regard des bords des tôles métalliques ondulées.
- [0025] Selon un mode de réalisation, les éléments de protection thermique sont formés d'une plaque d'aluminium ou d'un film composite comportant au moins une feuille d'aluminium associé à au moins un mat de fibres de verre.
- [0026] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante comporte un troisième panneau isolant disposé le long d'un deuxième bord du premier panneau isolant, un quatrième panneau isolant disposé le long d'un troisième bord du premier panneau isolant et un cinquième panneau isolant disposé le long d'un quatrième bord du premier panneau isolant, les troisième, quatrième et cinquième panneaux isolants étant respectivement équipés de troisièmes, de quatrièmes et de cinquièmes éléments

d'ancrage, la membrane étanche comportant des portions planes disposées à cheval entre le premier et le troisième panneaux isolants qui sont chacune soudées d'une part à l'un des premiers éléments d'ancrage et d'autre part à l'un des troisièmes éléments d'ancrage, des portions planes disposées à cheval entre le premier et le quatrième panneaux isolants qui sont chacune soudées d'une part à l'un des premiers éléments d'ancrage et d'autre part à l'un des quatrièmes éléments d'ancrage et des portions planes disposées à cheval entre le premier et le cinquième panneaux isolants qui sont chacune soudées d'une part à l'un des premiers éléments d'ancrage et d'autre part à l'un des cinquièmes éléments d'ancrage.

- [0027] Selon un mode de réalisation, les premiers éléments d'ancrage sont disposés au moins le long du premier bord du premier panneau isolant et les deuxièmes éléments d'ancrage sont disposés au moins le long du bord du deuxième panneau qui est adjacent au premier bord du premier panneau isolant.
- [0028] Selon un mode de réalisation, les premiers éléments d'ancrages sont disposés le long des premier, deuxième, troisième et quatrième bord du premier panneau isolant.
- [0029] Selon un mode de réalisation, les éléments d'ancrage de chaque panneau isolant sont disposés le long des quatre bords dudit panneau isolant.
- [0030] Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième bords du premier panneau isolant sont contiguës, la paroi comportant un sixième panneau qui est disposé le long d'un bord du deuxième panneau isolant et le long d'un bord du troisième panneau isolant et qui est équipée de sixième éléments d'ancrage.
- [0031] Selon un mode de réalisation, l'une des portions planes est disposée à cheval sur le premier, le deuxième, le troisième et le sixième panneaux isolants et est fixée à l'un des premiers éléments d'ancrage, à l'un des deuxièmes éléments d'ancrage et à l'un des troisièmes éléments d'ancrage et à l'un des sixièmes éléments d'ancrage.
- [0032] Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième panneaux isolants présentent des fentes de relaxation en regard des ondulations de la membrane étanche, et plus particulièrement en regard de chacune des ondulations de la membrane d'étanchéité qui sont en vis-à-vis desdits premier et deuxième panneaux isolants.
- [0033] Selon un mode de réalisation, l'au moins un premier élément d'ancrage et l'au moins un deuxième élément d'ancrage sont respectivement placés sur une portion de bordure du premier panneau isolant et du deuxième panneau isolant délimitée par au moins l'une des fentes de relaxation du premier ou deuxième panneau isolant.
- [0034] Selon un mode de réalisation, chaque fente de relaxation adjacente à l'un des bords du premier ou du deuxième panneau délimite avec les fentes de relaxation qui lui sont perpendiculaires, une pluralité de zones de bordure, qui sont chacune équipées d'un premier ou deuxième élément d'ancrage.
- [0035] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche est une membrane étanche

primaire et la barrière thermiquement isolante est une barrière thermiquement isolante primaire, la paroi comporte en outre une barrière thermiquement isolante secondaire retenue contre une structure porteuse et une membrane étanche secondaire fixée à la barrière thermiquement isolante secondaire et disposée entre la barrière thermiquement isolante secondaire et la barrière thermiquement isolante primaire.

- [0036] Selon un mode de réalisation, l'invention vise une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi précitée.
- [0037] Une cuve selon l'un des modes de réalisation précités 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 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.
- [0038] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit un navire pour le transport d'un fluide qui comporte une coque, telle qu'une double coque, et une cuve précitée disposée dans la coque.
- [0039] 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.
- [0040] 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 installée dans la coque 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.

Breve description des figures

- [0041] 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.
- [0042] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue schématique en coupe de la structure multicouche d'une paroi de cuve.
- [0043] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue partielle en écorché d'une paroi de cuve.
- [0044] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue en perspective d'une tôle métallique ondulée d'une membrane étanche primaire.

- [0045] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue de dessus partielle de la barrière thermiquement isolante primaire.
- [0046] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue partielle, en coupe, d'un dispositif d'ancrage primaire selon un mode de réalisation.
- [0047] [Fig.6] La [Fig.6] 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.
- [0048] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue schématique en coupe illustrant le recouvrement entre les bords de deux tôles métalliques ondulées adjacente dans le mode de réalisation des figures 2 à 4.
- [0049] [Fig.8] La [Fig.8] est une vue partielle en écorché d'une paroi de cuve analogue à celle de la [Fig.2] selon un autre mode de réalisation.
- [0050] [Fig.9] La [Fig.9] est une vue schématique en coupe illustrant le recouvrement entre les bords de deux tôles métalliques ondulées adjacente dans le mode de réalisation de la [Fig.8].
- [0051] [Fig.10] La [Fig.10] est une vue schématique en coupe illustrant le recouvrement entre les bords de deux tôles métalliques ondulées adjacente selon une variante du mode de réalisation de la [Fig.8].
- [0052] [Fig.11] La [Fig.11] est une vue schématique en coupe illustrant le recouvrement entre les bords de deux tôles métalliques ondulées adjacente selon une autre variante du mode de réalisation de la [Fig.8].
- [0053] [Fig.12] La [Fig.12] est une vue partielle en écorché d'une paroi de cuve selon une autre variante de réalisation.
- [0054] [Fig.13] La [Fig.13] est une vue partielle en écorché d'une paroi de cuve analogue à celles des figures 2 et 8 selon encore une autre variante de réalisation.
- [0055] [Fig.14] La [Fig.14] est une vue en coupe détaillé d'un élément d'ancrage selon le mode de réalisation de la [Fig.13].
- [0056] [Fig.15] La [Fig.15] est une vue en perspective d'un panneau isolant selon une autre variante de réalisation.
- [0057] [Fig.16] La [Fig.16] illustre un élément d'ancrage destiné à être fixé au panneau isolant de la [Fig.14].

Description des modes de réalisation

- [0058] 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.
- [0059] Sur la [Fig.1], on a représenté schématiquement la structure multicouche d'une paroi 1 d'une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié. Chaque

paroi 1 comporte, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 2 comportant des panneaux secondaires 3 ancrés à une structure porteuse 4, une membrane étanche secondaire 5 reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire 2, une barrière thermiquement isolante primaire 6 comportant des panneaux primaires 7 reposant contre la membrane étanche secondaire 5 et ancrés aux panneaux secondaires 3 et une membrane étanche primaire 8 qui repose contre la barrière thermiquement isolante primaire 6 et qui est destinée à être en contact avec le gaz liquéfié contenu dans la cuve.

[0060] La structure porteuse 4 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse 4 comporte une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique.

[0061] En relation avec la [Fig.2], on observe que la barrière thermiquement isolante secondaire 2 comporte une pluralité de panneaux secondaires 3. Les panneaux secondaires 3 sont ancrés sur la structure porteuse 4 au moyen de dispositifs d'ancrage secondaires, non représentés. Les panneaux secondaires 3 présentent une forme générale parallélépipédique et sont disposés selon des rangées secondaires parallèles les unes aux autres. A titre d'exemple, dans le mode de réalisation illustré, les panneaux secondaires 3 présentent une couche de mousse polymère isolante 9 prise en sandwich entre une plaque externe 10 et une plaque interne 11. La plaque externe 10 et la plaque interne 11 sont, par exemple, en bois contreplaqué et collées à la couche de mousse polymère isolante 9. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse à base de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres de verre. La structure du panneau secondaire 3 est décrite ci-dessus à titre d'exemple. Aussi, dans un autre mode de réalisation, les panneaux secondaires 3 sont susceptibles de présenter une autre structure générale, par exemple celle décrite dans le document WO2012/127141. Dans un autre mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante secondaire 2 comporte des panneaux secondaires 3 ayant au moins deux types de structure différents, par exemple les deux structures précitées, en fonction de leur zone d'implantation dans la cuve.

[0062] La membrane étanche secondaire 5, illustrée partiellement sur la [Fig.2], comporte une nappe continue de virures 12, métalliques, ayant deux bords relevés, parallèles. Les virures 12 sont soudées par leurs bords relevés sur des supports de soudure parallèles qui sont logés dans des rainures ménagées dans la plaque interne 11 des panneaux secondaires 3. Les virures 12 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 $1,2 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. 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 à $9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Dans un autre mode de réalisation, la membrane métallique

comporte des ondes et peut, par exemple, être réalisée dans les mêmes alliages que les virures.

- [0063] Par ailleurs, la barrière thermiquement isolante primaire 6 comporte une pluralité de panneaux primaires 7 qui sont ancrés sur la barrière thermiquement isolante secondaire 2 au moyen de dispositifs d'ancrage primaires, tels que décrits plus loin en relation avec la [Fig.5]. Les panneaux primaires 7 présentent une forme générale parallélopipédique et sont disposés selon des rangées qui sont parallèles les unes aux autres.
- [0064] Les panneaux primaires 7 peuvent présenter une structure multicouche analogue à la structure des panneaux secondaires 3. Ainsi, selon le mode de réalisation représenté, les panneaux primaires 7 comportent successivement, selon la direction d'épaisseur de la paroi 1, une plaque externe 13, par exemple en bois contreplaqué, une couche de mousse polymère isolante 14 et une plaque interne 15, par exemple en bois contreplaqué. La couche de mousse polymère isolante 14 est, par exemple, une mousse à base de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres de verre. La structure du panneau primaire 7 est décrite ci-dessus à titre d'exemple.
- [0065] Comme illustré sur la [Fig.2], la plaque externe 13 des panneaux primaires 7 comporte des rainures qui reçoivent les bords relevés des virures 12 de la membrane étanche secondaire 5.
- [0066] Par ailleurs, la membrane étanche primaire 8 est obtenue par assemblage d'une pluralité de tôles métalliques ondulées 16, dont l'une est représentée sur la [Fig.3]. Les tôles métalliques ondulées 16 sont, par exemple, réalisées en acier inoxydable ou en aluminium. La membrane étanche primaire 8 présente une épaisseur comprise entre 1 et 2 mm et de préférence comprise entre 1,2 et 1,8 mm. Chaque tôle métallique ondulée 16 présente deux séries d'ondulations 17, 18 mutuellement perpendiculaires. Les ondulations 17, 18 sont séparées les unes des autres par des portions planes 19 de forme rectangulaire et avantageusement carrée. Les tôles métalliques ondulées 16 sont rectangulaires, et présentent, de préférence, des dimensions de largeur et de longueur qui valent des multiples entiers d'un espacement entre des ondulations et aussi des multiples entiers des dimensions des panneaux primaires 7. Dans ce mode de réalisation, les ondulations 17, 18 sont continues et se croisent entre elles. Dans une variante de réalisation non représentée, chacune de ondulations 17, 18 présentent des portions ondulées espacées les unes d'autres par des portions planes. Les ondulations sont alors discontinues. Avantageusement, les portions ondulées ne se croisent pas entre elles.
- [0067] Comme représenté sur la [Fig.2], les tôles métalliques ondulées 16 de la membrane étanche primaire 8 sont soudées sur des éléments d'ancrage 20. Selon un mode de réalisation, les éléments d'ancrage 20 sont des platines métalliques qui sont logées dans des lamages ménagés dans la plaque interne 15 et fixées à celle-ci par collage et/ou au

moyen d'organes de fixation, tels que des rivets ou vis par exemple. Les tôles métalliques ondulées 16 sont disposées à cheval sur plusieurs panneaux primaires 7 et sont disposés de sorte que leurs bords ainsi que leurs ondulations 17, 18 soient orientées parallèlement ou perpendiculairement aux bords des panneaux primaires 7.

[0068] Les tôles métalliques ondulées 16 de la membrane étanche primaire 8 sont ancrées le long des bords de chacun des panneaux primaires 7. Chaque portion plane 19 de la membrane étanche primaire 8 qui s'étend à cheval sur au moins deux panneaux primaires 7 est fixée, d'une part, à un élément d'ancrage 20 qui est fixé à l'un des panneaux primaires 7 et, d'autre part, à un autre élément d'ancrage 20 qui est fixé à l'autre des panneaux primaires 7 adjacents. De manière avantageuse, les deux éléments d'ancrage 20 sur lesquels sont soudés l'une des portions planes 19 et respectivement fixés à deux panneaux primaires 7 adjacents sont disposés de sorte que leurs centres soient écartés l'un de l'autre d'une distance comprise entre 8 et 25 cm et de préférence entre 10 et 20 cm. Ceci permet de limiter le niveau des contraintes susceptibles de s'exercer sur les soudures des tôles métalliques ondulées 16 aux éléments d'ancrage 20, notamment en raison des phénomènes de déformation de la coque par la houle ou par le sloshing.

[0069] Ainsi, dans ce mode de réalisation, l'ancrage de la membrane étanche primaire 8 n'est pas réalisée au niveau des bords de tôles métalliques ondulées 16 mais dans des portions planes correspondant aux bords de chacun des panneaux primaires 7. Les portions planes 19 disposées à cheval entre au moins deux panneaux primaires 7 adjacents, assurent ainsi une fonction de raccord mécanique entre les panneaux primaires 7. Ceci empêche l'écartement mutuel des panneaux primaires 7 et contribue à répartir de manière plus homogène la déformation de la structure porteuse 4 sur la barrière thermiquement isolante primaire 6. Nous observons également que certaines portions planes 19 qui sont disposées à cheval sur quatre zones de coin de quatre panneaux primaires 7 adjacents sont ancrées à des éléments d'ancrage 20 appartenant à chacun des quatre panneaux primaires 7 adjacents.

[0070] Par ailleurs, comme illustré sur la [Fig.2], chaque panneau primaire 7 comporte des fentes de relaxation 21 qui s'étendent chacune en regard d'une ondulation 17, 18 respective de la membrane étanche primaire 8. Ces fentes de relaxation 21 permettent de tirer pleinement partie des ondulations 17, 18 puisqu'elles permettent à la membrane étanche primaire 8 de se déformer sans imposer de contraintes mécaniques trop importante sur les panneaux primaires 7.

[0071] Dans le mode de réalisation représenté, chaque panneau primaire 7 est en regard de trois ondulations 17 s'étendant parallèlement à une première direction et de trois ondulations 18 s'étendant parallèlement à une deuxième direction perpendiculaire à la première direction. Aussi, chaque panneau primaire 7 comporte trois fentes de re-

laxation 21 s'étendant parallèlement à la première direction et disposées chacune en regard de l'une des ondulations 17 et trois fentes de relaxation 21 s'étendant parallèlement à la deuxième direction et disposées chacune en regard de l'une des ondulations 17, 18. Les fentes de relaxation 21 sont donc écartées d'un pas correspondant au pas entre les ondulations 17, 18 parallèles auxdites fentes de relaxation 21.

Toutefois, chaque fente de relaxation 21 adjacente à l'un des bords d'un panneau primaire 7 est écartée dudit bord d'une distance correspondant sensiblement à la moitié d'un pas entre les ondulations parallèles à ladite fente de relaxation. Chaque fente de relaxation 21 adjacente à l'un des bords d'un panneau primaires 7 délimitent avec les fentes de relaxation qui lui sont perpendiculaires, une pluralité de zones de bordure, qui sont chacune équipées d'un élément d'ancrage 20.

[0072] Les tôles métalliques ondulées 16 de la membrane étanche primaire 8 sont fixées par soudure sur les éléments d'ancrage 20.

[0073] Selon un premier mode de réalisation représenté sur la [Fig.2], les tôles métalliques ondulées 16 sont ancrées sur les éléments d'ancrage 20 au moyen de soudures par bouchon 22. Pour ce faire, les tôles métalliques ondulées 16 présentent au moins un perçage traversant qui est en forme de fente dans le mode de réalisation représenté mais est susceptible de présenter tout autre forme et notamment circulaire. Le perçage traversant est ménagé au droit de chaque élément d'ancrage 20. Chacun desdits perçages est rempli de soudures pour assurer la liaison entre la membrane étanche primaire 8 et les éléments d'ancrage 20.

[0074] Selon un autre mode de réalisation, les tôles métalliques ondulées 16 sont ancrées sur les éléments d'ancrage 20 au moyen de soudure par transparence, c'est-à-dire en utilisant une source laser sans apport de matière. Dans ce cas les tôles métalliques ondulées 16 ne comportent pas de perçage.

[0075] Par ailleurs, les tôles métalliques ondulées 16 de la membrane étanche primaire 8 sont soudées à recouvrement le long de leurs bords.

[0076] Dans le mode de réalisation des figures 2 à 4, les bords des tôles métalliques ondulées 16 sont décalées par rapport aux bords des panneaux primaires 7. Aussi, comme représenté sur la [Fig.4], la plaque interne des panneaux primaires 7 comporte avantageusement, le long des bords des tôles métalliques ondulées 16, des éléments de protection thermique 23. Les éléments de protection thermique 23 sont, par exemple, formés d'une plaque d'aluminium ou d'un film composite comportant au moins une feuille d'aluminium associée à au moins un mât de fibres de verre. Les éléments de protection thermique 23 sont avantageusement logés dans des lamages ménagés dans la plaque interne 15 des panneaux primaires 7 et sont disposés dans chaque intervalle entre un bord et une fente de relaxation 21 ou entre deux fentes de relaxation 21. Les éléments de protection thermique 23 sont fixés à la plaque interne 15 des panneaux

primaires 7 par collage et/ou agrafage. Les éléments de protection thermique 23 permettent de protéger les panneaux primaires 7 et notamment leur couche de mousse polymère isolante 14 contre des températures susceptibles de les dégrader lors des opérations de soudage des tôles métalliques les unes aux autres le long de leurs bords.

[0077] Dans le mode de réalisation représenté sur la [Fig.3], les ondulations 17, 18 ne sont pas disposées symétriquement par rapport aux deux axes médians, illustrés en traits mixtes sur la [Fig.3]. Chaque axe médian est parallèle à deux bords opposés de la tôle métallique ondulée 16 et la divise en deux portions égales. Plus particulièrement, chaque ondulation 17, 18 qui est adjacente et parallèle à l'un des bords destinés à être recouverts par un bord d'une autre tôle métallique ondulée 16 est disposée à une distance d1 ou d2 plus importante du bord adjacent que la distance d3, d4 entre l'ondulation 17, 18, qui est adjacente et parallèle au bord opposé qui est destiné à recouvrir un bord d'une tôle métallique adjacente, et ledit bord opposé. Ceci permet d'augmenter la largeur des zones de recouvrement entre les bords des tôles métalliques ondulées 16 adjacentes.

[0078] Comme représenté schématiquement sur la [Fig.7], dans les zones de recouvrement entre deux tôles métalliques 16 adjacentes qui sont disposées à cheval entre deux panneaux primaires 7 adjacents, c'est le bord de la tôle métallique ondulée 16 qui est recouvert par un bord adjacent d'une autre tôle métallique voisine qui est soudée sur les deux éléments d'ancrage appartenant respectivement à l'un et à l'autre des deux panneaux primaires 7 adjacents. On comprend ainsi qu'en augmentant la largeur du recouvrement, comme proposé ci-dessus en relation avec la [Fig.3], au moins une partie des soudures par bouchon 22, est recouverte. Ceci permet de limiter la longueur de soudures par bouchon 22 critique pour l'étanchéité de la membrane étanche primaire 8 et dont l'étanchéité doit, à ce titre, être assurée. Alternativement, la soudure par bouchon 22 peut être remplacée par une soudure par transparence et une soudure à clin sur certains éléments d'ancrage 20.

[0079] Selon un mode de réalisation non représenté, afin de limiter le nombre d'éléments de protection thermique 23 à installer, les éléments d'ancrage 20 qui sont disposés à proximité d'un bord d'une des tôles métalliques ondulées 16 s'étendent, le long du bord de la tôle métallique ondulée 16, du bord du panneau primaire 7 jusqu'à la fente de relaxation 21 adjacente et parallèle audit bord du panneau primaire 7. Ainsi, dans cette zone, ledit élément d'ancrage 20 sert à la fois à l'ancrage de la membrane étanche primaire 8 et à la protection thermique des panneaux primaires 7 lors du soudage à recouvrement des bords de tôles métalliques ondulées 16 les unes aux autres.

[0080] Selon un autre mode de réalisation, non représenté, les tôles métalliques ondulées 16 de la membrane étanche primaire 8 sont également ancrées à la barrière thermiquement isolante primaire 6 au niveau de leurs bords. Dans ce cas, les éléments de protection

thermique 23, illustrés sur la [Fig.4], sont remplacés par des éléments d'ancrage métalliques.

- [0081] Comme représenté sur la [Fig.5], les panneaux primaires 7 comportent des évidements 24 au niveau de leurs coins, de manière que leur plaque externe 13 déborde par rapport à leur couche de mousse polymère isolante 14 et à leur plaque interne 15. Ainsi, la plaque externe 13 forme au niveau des coins des panneaux primaires 7 une zone d'appui 25 destinée à coopérer directement ou indirectement avec une plaque d'appui 26 d'un dispositif d'ancrage primaire 27. En outre, dans le mode de réalisation représenté, une cale 28 est ajoutée sur la plaque externe 13, ladite cale 28 ayant une forme analogue à celle de la zone d'appui 25 et coopérant avec la plaque d'appui 26 pour ancrer le panneau primaire 7. Chaque dispositif d'ancrage primaire 27 coopère avec quatre zones d'appui 25 appartenant respectivement aux coins de quatre panneaux primaires 7 adjacents. Chaque dispositif d'ancrage primaire 27 comporte un goujon 29 qui fait saillie depuis l'un des panneaux secondaires 3, une plaque d'appui 26 qui est fixée à l'extrémité du goujon 29 et qui est en appui contre les quatre zones d'appui 25 des quatre panneaux primaires 7 adjacents de manière à les retenir contre la barrière thermiquement isolante secondaire 2. La plaque d'appui 26 comporte un alésage enfilé sur le goujon 29. Un écrou 30 coopère avec une extrémité fileté du goujon 29 de manière à assurer la fixation de la plaque d'appui 26. En outre, selon un mode de réalisation avantageux, des rondelles Belleville sont enfilées sur le goujon 29, entre l'écrou 30 et la plaque d'appui 26, ce qui permet d'assurer un ancrage élastique des panneaux primaires 7 sur la barrière thermiquement isolante secondaire 2.
- [0082] Le goujon 29 est fixé à une base 31 qui est elle-même fixée à la plaque interne 11 des panneaux secondaires 3. Pour ce faire, la base 31 comporte, par exemple, un filetage qui coopère avec une extrémité fileté complémentaire du goujon 29. Par ailleurs, la plaque interne 11 des panneaux secondaires 3 présente un évidement dans lequel est logée la base 31. L'évidement présente une section interne présentant un premier diamètre et une section externe présentant un deuxième diamètre supérieur au premier diamètre de sorte à ménager un épaulement. La base 31 présente une forme complémentaire à celle de l'évidement. Ainsi, la face interne de la base 31 affleure avec la face interne de la plaque interne 11 des panneaux secondaires 3 de manière à former une surface plane de support de la membrane étanche secondaire 5. En outre, la base 31 présente une section externe ayant un diamètre plus important que sa section interne de telle sorte que la section externe de ladite base soit en butée contre l'épaulement de l'évidement. La base 31 est en outre collée au panneau secondaire 3.
- [0083] Par ailleurs, le goujon 29 traverse de manière étanche un orifice ménagé dans la membrane étanche secondaire 5.
- [0084] Le mode de réalisation représenté sur la [Fig.8] diffère du mode de réalisation décrit

ci-dessus en ce que les tôles métalliques ondulées 16 de la membrane étanche primaire 8 sont sensiblement alignées par rapport aux rangés de panneaux primaires 7. En d'autres termes, les bords des tôles métalliques ondulées 16 longent certains des bords de panneaux primaires 7. Pour ce faire, les tôles métalliques ondulées 16 présentent de préférence, des dimensions de largeur et de longueur qui valent des valeurs entières ou des multiples entiers d'un espacement entre des ondulations et aussi des multiples entiers des dimensions des panneaux primaires 7, abstraction faite des dimensions des zones de recouvrement entre les tôles métalliques ondulées 16 adjacentes. Ainsi, dans le mode de réalisation illustré sur la [Fig.8], deux des bords de chaque tôle métallique ondulée 16 présentent une longueur qui est sensiblement égale à trois fois la dimension d'un côté des panneaux primaires 7 tandis que les deuxièmes autres bords présentent une longueur qui est sensiblement égale à la dimension d'un côté des panneaux primaires 7.

[0085] La [Fig.9] illustre une zone de recouvrement entre deux tôles métallique ondulée 16 adjacente dans le mode de réalisation de la [Fig.8]. Dans ce mode de réalisation, les deux portions de bordure des tôles métalliques ondulées 16 adjacentes qui sont disposées à recouvrement l'une au-dessus de l'autre sont soudées sur les éléments d'ancrage 20 au moyen d'une soudure par bouchon 22 ou par transparence. Les deux portions de bordure sont soudées l'une à l'autre au moyen d'une soudure, par exemple à clin, qui est disposée entre les deux éléments d'ancrage 20 fixés respectivement à l'un et l'autre des deux panneaux primaires adjacents. Un tel mode de réalisation permet d'utiliser des tôles métalliques ondulées ayant des dimensions limitées et dont les ondulations 17, 18 sont centrées par rapport aux deux axes médians des tôles métalliques ondulées.

[0086] La [Fig.10] illustre une zone de recouvrement entre deux tôles métallique ondulée 16 adjacentes selon une variante de réalisation. Dans cette variante de réalisation, les deux portions de bordure qui sont disposées à recouvrement l'un au-dessus de l'autre sont chacune soudées sur l'un des éléments d'ancrage 20 au moyen d'une soudure par bouchon 22 ou par transparence, comme dans la variante de la [Fig.9]. Toutefois, dans ce mode de réalisation, la portion de bordure qui vient en recouvrement recouvre au moins une partie de la soudure par bouchon 22 ou par transparence de l'autre portion de bordure. Pour ce faire, les tôles métalliques ondulées 16 présentent une structure dans laquelle les ondulations ne sont pas disposées symétriquement par rapport aux deux axes médians, tel que décrit et représenté en relation avec la [Fig.3].

[0087] Enfin, dans le mode de réalisation de la [Fig.11], c'est la portion de bordure qui est destinée à être recouvert par l'autre portion de bordure qui est soudée au moyen de soudures par bouchon 22 aux deux éléments d'ancrage 20 appartenant respectivement à l'un et l'autre des deux panneaux primaires 7 adjacents. L'autre portion de bordure

recouvre alors les soudures par bouchon 22 au droit des éléments d'ancrage 20 fixés à l'un et l'autre des deux panneaux primaires adjacents. Ceci permet de limiter encore davantage la longueur de soudures bouchon 22 critique pour l'étanchéité de la membrane étanche primaire 8 et dont l'étanchéité doit, à ce titre, être assurée.

- [0088] La [Fig.12] illustre un autre mode de réalisation. Ce mode de réalisation ne diffère de celui décrit et illustré en relation avec les figures 2 à 4 qu'en ce que les ondulations 17, 18 des tôles métalliques ondulées 16 sont disposées symétriquement par rapport aux deux axes médians et qu'en ce que les bords des tôles métalliques ondulées 16 qui recouvrent un bord adjacent d'une autre tôle métallique ondulée ne recouvre aucune soudure par bouchon 22. Ceci permet de limiter les dimensions des tôles métalliques ondulées 16.
- [0089] Les figures 13 et 14 illustrent un autre mode de réalisation. Ce mode de réalisation diffère du mode de réalisation décrit en relation avec la [Fig.8] par la structure des éléments d'ancrage 20 et par le type de soudure réalisée pour fixer les tôles métalliques ondulées 16 aux éléments d'ancrage 20.
- [0090] Comme illustré sur la [Fig.14], les éléments d'ancrage 20 comportent une embase 32 qui est fixée à un panneau isolant primaire 7 et une collerette d'étanchéité 33 qui est soudée de manière étanche à la membrane étanche primaire 8 et est fixée à l'embase 32. Pour ce faire, l'embase 32 comporte un alésage taraudé 34 dans lequel est vissé un pion fileté 35 passant au travers d'un orifice ménagé dans la membrane étanche primaire 8. La collerette d'étanchéité 33 est en appui contre la face interne de la membrane étanche primaire 8 et est soudée à la membrane étanche primaire 8 tout autour de l'orifice de manière à assurer l'étanchéité.
- [0091] Les figures 15 et 16 illustrent un autre mode de réalisation de l'invention. Dans ce mode de réalisation, l'élément d'ancrage 20 est constitué par un insert sous forme de disque 36 qui est reçu dans un lamage ménagé dans la surface interne d'un panneau isolant primaire 7 et qui est fixé audit panneau isolant primaire 7. Dans le mode de réalisation illustré, l'insert en forme de disque 36 est équipé d'un pion fileté 37 qui est reçu dans un orifice taraudé ménagé dans une pièce métallique 38 fixé au panneau isolant primaire 7.
- [0092] En référence à la [Fig.6], 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 membrane étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une membrane étanche secondaire 5 agencée entre la membrane étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières thermiquement isolantes agencées respectivement entre la membrane étanche primaire et la membrane étanche secondaire et entre la membrane étanche secondaire et la double coque 72.

- [0093] 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.
- [0094] La [Fig.6] représente également 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.
- [0095] 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.
- [0096] 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 revendiquée.
- [0097] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

- [Revendication 1] Paroi (1) d'une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié, ladite paroi (1) comportant au moins une barrière thermiquement isolante (6) et une membrane étanche (8) qui est ancrée à ladite barrière thermiquement isolante (6) et est destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, la barrière thermiquement isolante (6) comportant un premier panneau isolant (7) et un deuxième panneau isolant (7) disposé le long d'un premier bord du premier panneau isolant, les premier et deuxième panneaux isolants (7) étant respectivement équipés d'au moins un premier élément d'ancrage (20) et d'au moins un deuxième élément d'ancrage (20) sur lesquels la membrane étanche (8) est soudée ; la membrane étanche (8) comportant des ondulations (17, 18) séparées les unes des autres par des portions planes (19) et dans laquelle au moins l'une des portions planes (19) est disposée à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants (7) et est soudée d'une part au premier élément d'ancrage (20) et d'autre part au deuxième élément d'ancrage (20).
- [Revendication 2] Paroi (1) selon la revendication 1, dans laquelle la membrane étanche (8) comporte des premières ondulations (17) s'étendant parallèlement à une première direction et des deuxièmes ondulations (18) s'étendant parallèlement à une deuxième direction, la première direction étant perpendiculaire à la deuxième direction.
- [Revendication 3] Paroi (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans laquelle le premier et le deuxième panneaux isolants (7) présentent une forme parallélépipédique et présentent chacun deux bords opposés parallèles à la première direction et deux bords opposés parallèle à la deuxième direction.
- [Revendication 4] Paroi (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle les premier et deuxième panneaux isolants (7) sont respectivement équipés de plusieurs premiers éléments d'ancrage (20) et de plusieurs deuxièmes éléments d'ancrage (20) et dans laquelle plusieurs des portions planes (19) sont disposées à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants (7) et sont chacune soudées à l'un des premiers éléments d'ancrage (20) et à l'un des deuxièmes éléments d'ancrage (20).
- [Revendication 5] Paroi (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la membrane étanche (8) est soudée sur l'au moins un premier élément

- d'ancrage (20) et sur l'au moins un deuxième élément d'ancrage (20) par une soudure par bouchon (22) ou par une soudure par transparence.
- [Revendication 6] Paroi (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle l'au moins un premier élément d'ancrage (20) et l'au moins un deuxième élément d'ancrage (20) comportent chacun une platine métallique qui est fixée dans un lamage ménagé dans l'un des premier et deuxième panneaux isolants (7).
- [Revendication 7] Paroi (1) selon la revendication 6, dans laquelle la platine métallique présente une forme de carré, de rectangle ou de disque.
- [Revendication 8] Paroi selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le premier et le deuxième panneaux isolants (7) présentent des fentes de relaxation en regard des ondulations (17, 18) de la membrane étanche (8).
- [Revendication 9] Paroi (1) selon la revendication 8, dans laquelle l'au moins un premier élément d'ancrage (20) et l'au moins un deuxième élément d'ancrage (20) sont respectivement placés sur une portion de bordure du premier panneau isolant (7) et du deuxième panneau isolant (8) délimitée par au moins l'une des fentes de relaxation du premier ou deuxième panneau isolant (7).
- [Revendication 10] Paroi (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle la membrane étanche (8) comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées (16), chaque tôle métallique ondulée (16) présentant des bords qui sont chacun soudés par recouvrement à un bord d'une tôle métallique ondulée (16) adjacente.
- [Revendication 11] Paroi (1) selon la revendication 10, dans laquelle la portion plane qui est disposée à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants (7) et est soudée au premier et au deuxième éléments d'ancrage (20) est réalisée d'un seul tenant dans une seule tôle métallique ondulée (16).
- [Revendication 12] Paroi selon la revendication 11, dans laquelle la portion plane qui est disposée à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants (7) et est soudée au premier et au deuxième éléments d'ancrage (20) appartient à une première portion de bordure de l'une des tôles métalliques ondulées (16) ; la première portion de bordure étant recouverte par une deuxième portion de bordure d'une tôle métallique ondulée (16) adjacente, la première portion de bordure étant soudée sur le premier organe d'ancrage (20) au moyen d'une première soudure par bouchon (22) et étant soudée sur le deuxième organe d'ancrage (20) au moyen d'une deuxième soudure par bouchon (22), la deuxième portion de bordure recouvrant la deuxième soudure par bouchon (22) et au moins

- une partie de la première soudure par bouchon (22) et étant soudée à clin de manière étanche sur la première portion de bordure.
- [Revendication 13] Paroi (1) selon la revendication 10, dans laquelle la portion plane qui est disposée à cheval entre le premier et le deuxième panneaux isolants (7) et est soudée au premier et au deuxième éléments d'ancrages (20) est réalisée par une première et une deuxième portions de bordures de deux tôles métalliques ondulées (16) adjacentes qui sont soudées à recouvrement l'une sur l'autre.
- [Revendication 14] Paroi selon la revendication 14, dans laquelle la première portion de bordure est destinée à être recouverte par la deuxième portion de bordure, la première portion de bordure étant soudée sur le premier organe d'ancrage (20) au moyen d'une soudure, la deuxième portion de bordure étant soudée sur le deuxième organe d'ancrage (20), recouvrant au moins une partie de la soudure et étant soudé à clin de manière étanche sur la première portion de bordure.
- [Revendication 15] Paroi (1) selon la revendication 10, dans laquelle le premier et le deuxième panneaux isolants (7) présentent chacun des éléments de protection thermique (23) en regard des bords des tôles métalliques ondulées (16).
- [Revendication 16] Paroi (1) selon la revendication 15, dans laquelle les éléments de protection thermique (23) sont formés d'une plaque d'aluminium ou d'un film composite comportant au moins une feuille d'aluminium associé à au moins un mât de fibres de verre.
- [Revendication 17] Paroi (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, dans laquelle la barrière thermiquement isolante (6) comporte un troisième panneau isolant (7) disposé le long d'un deuxième bord du premier panneau isolant (7), un quatrième panneau isolant (7) disposé le long d'un troisième bord du premier panneau isolant (7) et un cinquième panneau isolant (7) disposé le long d'un quatrième bord du premier panneau isolant (7) et dans laquelle le troisième, quatrième et cinquième panneaux isolants (7) sont respectivement équipés de troisièmes, de quatrièmes et de cinquièmes éléments d'ancrage (20), la membrane étanche (8) comportant des portions planes (19) disposées à cheval entre le premier et le troisième panneaux isolants (7) qui sont chacune soudées d'une part à l'un des premiers éléments d'ancrage (20) et d'autre part à l'un des troisièmes éléments d'ancrage (20), des portions planes (19) disposées à cheval entre le premier et le quatrième panneaux isolants (7) qui sont chacune soudées d'une part à l'un des premiers

éléments d'ancrage (20) et d'autre part à l'un des quatrièmes éléments d'ancrage (20) et des portions planes (19) disposées à cheval entre le premier et le cinquième panneaux isolants (7) qui sont chacune soudées d'une part à l'un des premiers éléments d'ancrage (20) et d'autre part à l'un des cinquièmes éléments d'ancrage (20).

- [Revendication 18] Cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 17.
- [Revendication 19] Navire (70) pour le transport d'un fluide, le navire comportant une coque (72) et une cuve (71) selon la revendication 18 disposée dans la coque.
- [Revendication 20] Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (70) selon la revendication 19, 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) et une pompe pour entraîner un fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.
- [Revendication 21] Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 19, dans lequel on achemine un fluide 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 du navire (71).