

Description**Installation de stockage pour gaz liquéfié****Domaine technique**

[0001] L'invention se rapporte au domaine de des cuves étanches et thermiquement isolantes, à membranes. 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.

Technique antérieure**Arrière-plan technologique**

[0002] Le document FR2549575 décrit une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée à la structure porteuse d'un navire, comprenant une barrière thermiquement isolante secondaire, une membrane d'étanchéité secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire et une membrane d'étanchéité primaire. Les membranes d'étanchéité sont formées par une pluralité de plaques métalliques soudées les unes aux autres. Les membranes d'étanchéité sont fixées à la structure porteuse dans les angles de la cuve à l'aide d'anneaux de raccordement. Chaque anneau de raccordement est donc fixé d'une part à la structure porteuse et d'autre part aux membranes d'étanchéité afin de permettre le transfert des efforts entre les membranes et la coque du navire solidifiant ainsi la structure globale de la cuve.

[0003] Lors de chargements et déchargements de GNL, le changement de température ainsi que l'état de remplissage des cuves imposent de fortes contraintes aux membranes de la cuve. De même, lors d'un transport en mer, le mouvement du navire exerce des forces importantes sur les barrières de la cuve. Afin d'éviter une dégradation des caractéristiques

d'étanchéité et d'isolation de la cuve, au moins la membrane d'étanchéité secondaire est ancrée sur la structure porteuse à l'aide d'une structure de raccordement au niveau des angles.

[0004] L'anneau de raccordement permet notamment de reprendre les efforts de tension résultant de la contraction thermique des plaques métalliques formant les membranes d'étanchéité, de la déformation de la coque, et de l'état de remplissage des cuves.

[0005] L'anneau de raccordement est formé d'une pluralité de tôles métalliques assemblées les unes aux autres de manière à ce qu'une partie des tôles métalliques soient reliées à une membrane d'étanchéité d'une première paroi de cuve et qu'une autre partie des tôles métalliques soient reliées à une membrane d'étanchéité d'une deuxième paroi de cuve. L'anneau de raccordement du document FR2549575 permet donc de relier dans le plan formé par la membrane d'étanchéité, la membrane d'étanchéité à la structure porteuse à l'aide de tôles métalliques.

[0006] Dans ce genre de structure, au niveau d'un angle de la cuve, la barrière thermiquement isolante secondaire est donc traversée par des tôles métalliques de l'anneau de raccordement ce qui induit un phénomène de pont thermique entre la membrane d'étanchéité et la structure porteuse.

[0007] Le document FR2798358 décrit également une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée à la structure porteuse d'un navire qui est munie d'un anneau de raccordement. Dans ce document, l'anneau de raccordement est composé d'une pluralité de coupleurs métalliques permettant de fixer la membrane d'étanchéité à la structure porteuse. De la même façon que dans le document FR2549575, les coupleurs du document FR2798358 permettent de relier dans le plan formé par la membrane d'étanchéité, la membrane d'étanchéité à la structure porteuse. Afin de réaliser cette liaison, les coupleurs traversent également la barrière thermiquement isolante. De la même manière que précédemment, l'anneau de raccordement induit un phénomène de pont thermique entre la membrane d'étanchéité et la structure porteuse. De plus, le montage des coupleurs est assez complexe à réaliser.

[0008] L'invention vise à remédier aux problèmes rencontrés dans les systèmes

de l'art antérieur.

Résumé

- [0009] Une idée à la base de l'invention est de modifier la fixation de la membrane d'étanchéité à la structure porteuse afin d'améliorer l'isolation de la barrière thermiquement isolante.
- [0010] Une autre idée à la base de l'invention est de simplifier la fixation de la membrane d'étanchéité à la structure porteuse.
- [0011] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une installation de stockage pour un gaz liquéfié comprenant une structure porteuse et une cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans la structure porteuse, la cuve comprenant au moins une première paroi de cuve fixée à une première paroi porteuse de la structure porteuse et une deuxième paroi de cuve fixée à une deuxième paroi porteuse de la structure porteuse, chaque paroi de cuve comprenant au moins une membrane d'étanchéité et au moins une barrière thermiquement isolante, la barrière thermiquement isolante étant placée entre la membrane d'étanchéité et la structure porteuse, la première paroi porteuse formant un angle avec la deuxième paroi porteuse le long d'une arête, la membrane d'étanchéité de la première paroi de cuve comportant une pluralité de plaques métalliques, dans laquelle la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve comprend une poutre isolante de fixation ancrée à la première paroi porteuse et comportant une face supérieure maintenue à distance de la première paroi porteuse par une pluralité de voiles de cisaillement, les voiles de cisaillement étant situés entre la face supérieure et la première paroi porteuse et orientés perpendiculairement à l'arête, la poutre isolante de fixation comportant une garniture isolante agencée entre les voiles de cisaillement, et la poutre isolante de fixation comportant également un élément de couverture métallique comprenant une portion plane formant la face supérieure, un bord d'extrémité de la membrane d'étanchéité de la première paroi de cuve étant soudé à la portion plane de l'élément de couverture métallique, et dans laquelle la structure porteuse comprend un dispositif de butée faisant saillie de la première paroi porteuse en direction de l'intérieur de la

cuve, le dispositif de butée ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête, le dispositif de butée étant placé le long d'un bord de la poutre isolante de fixation opposé à l'arête et étant configuré pour former une butée limitant le déplacement de la poutre isolante de fixation dans une direction s'éloignant de la deuxième paroi de cuve.

- [0012] Grâce à ces caractéristiques, la membrane d'étanchéité de la cuve est fixée directement sur la poutre isolante de fixation de la barrière thermiquement isolante à l'aide de l'élément de couverture métallique de sorte que contrairement à l'art antérieur aucun élément métallique ne relie directement la membrane d'étanchéité à la structure porteuse. La fixation de la membrane d'étanchéité à la structure porteuse à l'aide de la poutre isolante de fixation est donc un moyen simple permettant d'améliorer l'isolation de la barrière thermiquement isolante en évitant que des éléments métalliques traversent la barrière thermiquement isolante. De plus, les voiles de cisaillement permettent à la poutre isolante de fixation d'être plus résistante notamment aux efforts de cisaillement dues à la contraction/dilatation de la membrane d'étanchéité et à l'élongation de la poutre du navire correspondant aux mouvements de la coque du navire en réponse à la houle en mer. Ces efforts de cisaillement sont transmis à la poutre isolante de fixation à l'aide de l'élément de couverture métallique et du premier dispositif de butée. De plus, la face supérieure permet d'assurer le portage de la membrane d'étanchéité.
- [0013] Selon des modes de réalisation, une telle installation de stockage peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0014] Selon un mode de réalisation, la cuve comprend un joint d'étanchéité métallique comprenant un premier pan et un deuxième pan formant un angle avec le premier pan, le premier pan étant soudé de manière étanche à la membrane d'étanchéité de la première paroi de cuve et le deuxième pan étant soudé de manière étanche à la membrane d'étanchéité de la deuxième paroi de cuve, le joint d'étanchéité ondulé étant configuré pour raccorder de manière étanche la membrane d'étanchéité de la première paroi de cuve et la membrane d'étanchéité de la deuxième paroi de cuve, le premier pan étant supporté par l'élément de couverture métallique de la

poutre isolante de fixation.

- [0015] Selon un mode de réalisation, l'élément de couverture métallique comprend une plaque plane métallique comportant une portion de support faisant saillie des voiles de cisaillement dans la direction de la membrane d'étanchéité et dans un sens opposé à l'arête de sorte qu'une extrémité de la portion de support repose sur un panneau isolant de la barrière thermiquement isolante adjacent à la poutre isolante de fixation.
- [0016] Selon un mode de réalisation, la plaque plane métallique comporte une dimension dans la direction de l'arête égale à l'écartement entre deux voiles de cisaillement adjacents et est agencée de sorte à s'étendre entre les deux voiles de cisaillement adjacents.
- [0017] Selon un mode de réalisation, les voiles de cisaillement sont réalisés en matériau composite comportant une résine polymère et des fibres.
- [0018] Selon un mode de réalisation, les fibres sont orientées au moins partiellement selon un angle de $\pm 45^\circ$ par rapport à une direction d'épaisseur de la paroi de cuve. Une telle caractéristique permet de cumuler une bonne résistance au cisaillement et par exemple une bonne résistance à la traction selon une direction d'épaisseur de la paroi de cuve avec des fibres orientées selon la même direction.
- [0019] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation comprend une cornière de fixation comportant une première aile de cornière et une deuxième aile de cornière reliée à la première aile de cornière, la deuxième aile de cornière étant fixée à l'un des voiles de cisaillement, et la première aile de cornière étant soudée à l'élément de couverture métallique.
- [0020] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation comprend une cornière de fixation comportant une première aile de cornière et une deuxième aile de cornière reliée à la première aile de cornière, la deuxième aile de cornière étant fixée à l'un des voiles de cisaillement, et la première aile de cornière comprenant au moins un orifice de fixation coïncidant avec un orifice de fixation de l'élément de couverture métallique de sorte à fixer la première aile de cornière avec la plaque plane métallique au moyen d'un dispositif de fixation traversant l'orifice de

fixation de l'élément de couverture métallique et l'orifice de fixation de la première aile de cornière.

- [0021] Selon un mode de réalisation, la deuxième aile de cornière est collée à l'un des voiles de cisaillement.
- [0022] Selon un mode de réalisation, la deuxième aile de cornière comporte à une extrémité éloignée de la première aile de cornière une portion biseautée pour limiter les contraintes dans le collage.
- [0023] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation comporte un tasseau fixée sur une face du voile de cisaillement perpendiculaire à l'arête et s'étendant parallèlement à l'élément de couverture métallique, le tasseau comportant une portion principale, une extension supérieure et une extension inférieure de part et d'autre de la portion principale, la portion principale, l'extension supérieure et l'extension inférieure étant fixées au voile de cisaillement, l'extension supérieure et l'extension inférieure permettant d'accroître la surface de fixation du tasseau, et dans laquelle le tasseau est fixé à la structure porteuse à l'aide de plots d'ancrage répartis sur une longueur du tasseau, les plots d'ancrage venant exercer un effort de serrage contre une face supérieure de la portion principale du tasseau.
- [0024] Selon un mode de réalisation, l'extension supérieure et l'extension inférieure sont collées au voile de cisaillement, l'extension supérieure et l'extension inférieure permettant d'accroître la surface de collage du tasseau.
- [0025] Selon un mode de réalisation, l'extension supérieure est biseautée de sorte à avoir une épaisseur décroissante en s'éloignant de la portion principale afin de limiter les contraintes dans la fixation ou dans le collage.
- [0026] Selon un mode de réalisation, les voiles de cisaillement sont régulièrement répartis le long de la poutre isolante de fixation et/ou la première poutre isolante de fixation et/ou la deuxième poutre isolante de fixation.
- [0027] Selon un mode de réalisation, la distance entre un premier voile de cisaillement desdits voiles de cisaillement et un deuxième voile de cisaillement directement adjacent au premier voile de cisaillement est inférieure à 340mm.

- [0028] Selon un mode de réalisation, l'épaisseur des voiles de cisaillement est comprise entre 5 et 25 mm.
- [0029] Selon un mode de réalisation, les voiles de cisaillements sont réalisés dans un matériau tel que le contreplaqué, du bois, un matériau composite, ou tout autre matériau ayant une raideur suffisante et un rapport conductivité thermique sur raideur limité.
- [0030] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation est une première poutre isolante de fixation, le dispositif de butée est un premier dispositif de butée et la membrane d'étanchéité de la première paroi de cuve comportant une pluralité de plaques métalliques ou une pluralité de virures parallèles à une direction longitudinale perpendiculaire ou oblique à ladite arête, chaque virure comportant une portion centrale plane reposant sur une surface supérieure de la barrière thermiquement isolante et deux bords relevés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve par rapport à la portion centrale, les virures étant juxtaposées selon un motif répété et soudées ensemble de manière étanche au niveau des bords relevés, et la barrière thermiquement isolante de la deuxième paroi de cuve comprend une deuxième poutre isolante de fixation comportant une face supérieure maintenue à distance de la deuxième paroi porteuse par une pluralité de voiles de cisaillement, les voiles de cisaillement étant situés entre la face supérieure et la deuxième paroi porteuse et orientés perpendiculairement à l'arête, la deuxième poutre isolante comportant une garniture isolante agencée entre les voiles de cisaillement, et la deuxième poutre isolante de fixation comportant également un élément de couverture métallique comprenant une portion plane formant la face supérieure, un bord d'extrémité de la membrane d'étanchéité de la deuxième paroi de cuve étant soudé à la portion plane de l'élément de couverture métallique, et dans laquelle la structure porteuse comprend un deuxième dispositif de butée faisant saillie de la deuxième paroi porteuse en direction de l'intérieur de la cuve, le deuxième dispositif de butée ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête, le deuxième dispositif de butée étant placé le long d'un bord de la deuxième poutre isolante opposé à l'arête et étant configuré pour former une butée limitant le déplacement de la

deuxième poutre isolante de fixation dans une direction s'éloignant de la première paroi de cuve

- [0031] Selon un mode de réalisation, l'élément de couverture métallique de la poutre isolante de fixation et/ou de la première poutre isolante de fixation et/ou de la deuxième poutre isolante de fixation comprend une première aile latérale s'étendant perpendiculairement aux voiles de cisaillement et en direction de la première paroi porteuse ou de la deuxième paroi porteuse respectivement, la première aile latérale prenant en sandwich les voiles de cisaillement avec le dispositif de butée ou le premier dispositif de butée et/ou le deuxième dispositif de butée respectivement afin de reprendre les efforts de cisaillement exercés par la membrane d'étanchéité
- [0032] Ainsi, la première aile latérale permet d'améliorer la transmission des efforts provenant de la membrane d'étanchéité, notamment sa tension lors d'une contraction thermique due à par exemple un refroidissement lors du chargement du GNL ou une élévation de la poutre du navire, vers la poutre isolante de fixation.
- [0033] Selon un mode de réalisation, l'élément de couverture métallique de la poutre isolante de fixation comprend une troisième aile plane dans le prolongement de la portion plane de l'élément de couverture métallique de la poutre isolante de fixation et s'étendant en direction de l'arête afin que les éléments de couvercle métallique des poutres isolantes de fixation des deux parois formant l'arête se rejoignent quasiment.
- [0034] Ainsi les éléments de couvercle métallique des poutres isolantes de fixation des deux parois assurent le portage de la membrane d'étanchéité dans l'angle.
- [0035] Selon un mode de réalisation, l'élément de couverture métallique de la poutre isolante de fixation et/ou de la première poutre isolante de fixation et/ou de la deuxième poutre isolante de fixation comprend une deuxième aile latérale s'étendant perpendiculairement aux voiles de cisaillement et en direction de la première paroi porteuse ou de la deuxième paroi porteuse respectivement, de sorte que la première aile latérale et la deuxième aile latérale encadrent les voiles de cisaillement, la première

aile latérale étant située plus proche de l'arête que la deuxième aile latérale.

- [0036] Grâce à ces caractéristiques, la deuxième aile latérale permet, de la même manière que la première aile latérale, d'améliorer la transmission des efforts provenant de la membrane d'étanchéité vers la poutre isolante de fixation. De plus, les ailes latérales en encadrant les voiles de cisaillement permettent d'éviter la rotation de l'élément de couverture métallique autour des voiles de cisaillement ce qui pourrait nuire à la reprise des efforts.
- [0037] Selon un mode de réalisation, la première aile latérale et/ou la deuxième aile latérale sont reliées à la portion plane de l'élément de couverture métallique, de préférence la première aile latérale et la deuxième aile latérale sont reliées à la portion plane au niveau de deux extrémités opposées.
- [0038] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation et/ou la première poutre isolante de fixation et/ou la deuxième poutre isolante de fixation comporte une portion anti-déversement externe prolongeant les voiles de cisaillement en direction de l'arête et s'étendant sur une portion de la dimension séparant la première paroi porteuse ou la deuxième paroi porteuse respectivement de l'élément de couverture métallique, la portion anti-déversement externe étant fixée par un moyen de fixation à la première paroi porteuse et/ou à la deuxième paroi porteuse respectivement.
- [0039] Selon un mode de réalisation, la structure porteuse comprend un dispositif de buté additionnel ou un premier dispositif de butée additionnel faisant saillie de la première paroi porteuse en direction de l'intérieur de la cuve, le dispositif de butée additionnel ou le premier dispositif de butée additionnel ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête, le dispositif de butée additionnel ou le premier dispositif de butée additionnel étant placé le long d'un bord de la poutre isolante de fixation ou de la première poutre isolante de fixation adjacent à l'arête et étant configuré pour former une butée limitant le déplacement de la poutre isolante de fixation ou de la première poutre isolante de fixation dans une direction

opposée à la direction du dispositif de butée ou du premier dispositif de butée.

- [0040] Selon un mode de réalisation, la structure porteuse comprend un deuxième dispositif de butée additionnel faisant saillie de la deuxième paroi porteuse en direction de l'intérieur de la cuve, le deuxième dispositif de butée additionnel ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête, le deuxième dispositif de butée additionnel étant placé le long d'un bord de la deuxième poutre isolante de fixation adjacent à l'arête et étant configuré pour former une butée limitant le déplacement de la deuxième poutre isolante de fixation dans une direction opposée à la direction de la deuxième barre de butée.
- [0041] Selon un mode de réalisation, la cuve comprend un joint d'étanchéité ondulé ou non comprenant un premier pan et un deuxième pan formant un angle avec le premier pan, le premier pan étant soudé de manière étanche à la membrane d'étanchéité de la première paroi de cuve et le deuxième pan étant soudé de manière étanche à la membrane d'étanchéité de la deuxième paroi de cuve, le joint d'étanchéité ondulé étant configuré pour raccorder de manière étanche la membrane d'étanchéité de la première paroi de cuve et la membrane d'étanchéité de la deuxième paroi de cuve afin de former une membrane d'étanchéité continue au niveau d'un angle de la cuve.
- [0042] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité comporte un bandeau métallique d'ancrage soudé sur l'élément de couverture métallique, l'une des plaques métalliques étant soudée de manière étanche sur une portion du bandeau métallique d'ancrage et le joint métallique étant soudée de manière étanche sur une autre portion du bandeau métallique d'ancrage.
- [0043] Selon un mode de réalisation, le panneau isolant secondaire adjacent à la poutre isolante de fixation comporte une plaque supérieure munie d'un lamage s'étendant dans la direction de l'arête et situé sur l'extrémité la plus proche de l'arête de la plaque supérieure, une extrémité de l'élément de couverture métallique étant placée dans le lamage afin d'obtenir une surface plane de support de la membrane d'étanchéité.

- [0044] Selon un mode de réalisation, la cuve comprend un bloc d'isolation d'angle situé dans le prolongement de la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve et de la barrière thermiquement isolante de la deuxième paroi de cuve au niveau de l'arête, le bloc d'isolation d'angle étant configuré pour assurer la continuité de la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve et de la barrière thermiquement isolante de la deuxième paroi de cuve au niveau de l'arête de la structure porteuse.
- [0045] Selon un mode de réalisation, le bloc d'isolation d'angle comprend une première face située contre la première paroi porteuse, une deuxième face située contre la deuxième paroi porteuse, une troisième face configurée pour offrir une surface d'appui au premier pan du joint d'étanchéité ondulé et une quatrième face configurée pour offrir une surface d'appui au deuxième pan du joint d'étanchéité ondulé.
- [0046] Selon un mode de réalisation le joint d'étanchéité ondulé est un joint métallique d'étanchéité ondulé.
- [0047] Selon un mode de réalisation, au moins une ou chaque ondulation du joint d'étanchéité ondulé s'étend parallèlement à l'arête.
- [0048] Selon un mode de réalisation, la première poutre isolante de fixation et/ou la deuxième poutre isolante de fixation est juxtaposée au bloc d'isolation d'angle.
- [0049] Selon un mode de réalisation, le dispositif de butée ou le premier dispositif de butée et/ou le deuxième dispositif de butée comporte une barre de butée ou une première barre de butée et/ou une deuxième barre de butée respectivement, la barre de butée ou la première barre de butée et/ou la deuxième barre de butée s'étendant de manière continue parallèlement à l'arête le long du bord opposé à l'arête de la poutre isolante de fixation ou la première poutre isolante de fixation et/ou de la deuxième poutre isolante de fixation respectivement.
- [0050] Selon un mode de réalisation, le dispositif de butée additionnel ou le premier dispositif de butée additionnel et/ou le deuxième dispositif de butée additionnel comporte une barre de butée additionnelle ou une première barre de butée additionnelle et/ou une deuxième barre de butée

additionnelle respectivement, la barre de butée additionnelle ou la première barre de butée additionnelle et la deuxième barre de butée additionnelle s'étendant de manière continue parallèlement à l'arête le long du bord adjacent à l'arête de la poutre isolante de fixation ou de la première poutre isolante de fixation et/ou de la deuxième poutre isolante de fixation respectivement.

- [0051] Selon un mode de réalisation, le dispositif de butée ou le premier dispositif de butée et/ou le deuxième dispositif de butée comporte une pluralité de pattes de butée ou une pluralité de premières pattes de butée et/ou une pluralité de deuxièmes pattes de butée respectivement, les pattes de butée ou les premières pattes de butée et/ou les deuxièmes pattes de butée étant régulièrement espacées le long du bord opposé à l'arête de la poutre isolante de fixation ou de la première poutre isolante de fixation et/ou de la deuxième poutre isolante de fixation respectivement.
- [0052] Selon un mode de réalisation, le dispositif de butée additionnel ou le premier dispositif de butée additionnel et/ou le deuxième dispositif de butée additionnel comporte une pluralité de pattes de butée additionnelles ou une pluralité de premières pattes de butée additionnelles et/ou une pluralité de deuxièmes pattes de butée additionnelles respectivement, les pattes de butée additionnelles ou les premières pattes de butée additionnelles et/ou les deuxièmes pattes de butée additionnelles étant régulièrement espacées le long du bord adjacent à l'arête de la poutre isolante de fixation ou de la première poutre isolante et/ou de la deuxième poutre isolante respectivement.
- [0053] Selon un mode de réalisation, le dispositif d'ancrage additionnel ou le premier dispositif de butée additionnel et/ou le deuxième dispositif de butée additionnel comporte un dispositif formant crochet configuré pour fixer la portion anti-déversement externe à la première paroi porteuse, le dispositif formant crochet constituant ledit moyen de fixation.
- [0054] Selon un mode de réalisation, l'une des ou les pattes de butée, ou l'une des ou les pattes de butée additionnelles ont la forme d'un crochet de sorte à former le dispositif formant crochet.
- [0055] Selon un mode de réalisation, l'une des ou les barres de butée, ou l'une

des ou les barres de butée additionnelles ont la forme d'un crochet de sorte à former le dispositif formant crochet.

- [0056] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation et/ou la première poutre isolante de fixation et/ou la deuxième poutre isolante de fixation comporte une portion anti-déversement interne prolongeant les voiles de cisaillement dans une direction opposé à l'arête et s'étendant sur une portion de la dimension séparant la première paroi porteuse ou la deuxième paroi porteuse respectivement de l'élément de couverture métallique, la portion anti-déversement interne étant fixée par un moyen de fixation à la première paroi porteuse et/ou à la deuxième paroi porteuse respectivement, et le dispositif de butée ou le premier dispositif de butée comporte un dispositif formant crochet ou un premier dispositif formant crochet configuré pour fixer la portion anti-déversement interne à la première paroi porteuse.
- [0057] Ainsi, la portion anti-déversement interne permet d'éviter la déformation voire le basculement de la poutre isolante de fixation lorsque la membrane d'étanchéité exerce un effort important sur celle-ci dans un sens opposé par rapport à la portion anti-déversement externe.
- [0058] Selon un mode de réalisation, le moyen de fixation comprend un goujon fixant la portion anti-déversement externe ou la portion anti-déversement interne à la structure porteuse, de sorte qu'une première extrémité du goujon est ancrée à la structure porteuse et une deuxième extrémité du goujon opposée à la première extrémité est équipée d'un écrou venant en appui, directement ou indirectement, sur la portion anti-déversement externe ou la portion anti-déversement interne. Par exemple, le goujon peut traverser de part en part ou être placé à côté de la portion anti-déversement externe ou la portion anti-déversement interne.
- [0059] Selon un mode de réalisation, le moyen de fixation comprend une plaque de renfort étant placée entre l'écrou et la portion anti-déversement externe ou la portion anti-déversement interne de sorte à propager l'effort de serrage de l'écrou sur une surface correspondant à la surface de la plaque de renfort.
- [0060] Selon un mode de réalisation, au moins une parmi la portion

anti-déversement externe et la portion anti-déversement interne est formée par des portions de prolongement des voiles de cisaillement.

- [0061] Selon un mode de réalisation, la portion anti-déversement externe comprend une première barre latérale s'étendant parallèlement à l'arête, la première barre latérale comportant une paroi plaquée contre une surface latérale des voiles de cisaillement.
- [0062] Selon un mode de réalisation, la portion anti-déversement interne comprend une deuxième barre latérale s'étendant parallèlement à l'arête, la deuxième barre latérale comportant une paroi plaquée contre une autre surface latérale des voiles de cisaillement, la première barre latérale et la deuxième barre latérale encadrant les voiles de cisaillement.
- [0063] Selon un mode de réalisation, au moins une des ou les premières pattes de butée et/ou au moins une des ou les deuxièmes pattes de butée comprennent une première portion de patte s'étendant dans un plan parallèle à la face inférieure de la première poutre isolante de fixation et/ou de la deuxième poutre isolante de fixation respectivement, la première portion de patte venant en chevauchement sur la portion anti-déversement interne.
- [0064] Selon un mode de réalisation, au moins une des ou les premières pattes de butée et/ou au moins une des ou les deuxièmes pattes de butée comprennent une deuxième portion de patte s'étendant dans un plan orthogonal à la première portion de patte et orthogonal aux voiles de cisaillement.
- [0065] Selon un mode de réalisation, au moins une des ou les premières pattes de butée additionnelles et/ou au moins une des ou les deuxièmes pattes de butée additionnelles comprennent une première portion de patte s'étendant dans un plan parallèle à la face inférieure de la première poutre isolante de fixation et/ou de la deuxième poutre isolante de fixation respectivement, la première portion de patte venant en chevauchement sur la portion anti-déversement externe.
- [0066] Selon un mode de réalisation, au moins une des ou les premières pattes de butée additionnelles et/ou au moins une des ou les deuxièmes pattes de butée additionnelles comprennent une deuxième portion de patte

s'étendant dans un plan orthogonal à la première portion de patte et orthogonal aux voiles de cisaillement.

- [0067] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation et/ou la première poutre isolante de fixation et/ou la deuxième poutre isolante de fixation comprend une plaque supérieure située sous l'élément de couverture métallique et s'étendant le long de la poutre isolante de fixation et/ou la première poutre isolante de fixation et/ou la deuxième poutre isolante de fixation respectivement, et dans laquelle chaque voile de cisaillement comprend sur une arête supérieure deux tenons supérieurs séparés l'un de l'autre de manière à former une encoche supérieure, la plaque supérieure comprenant une pluralité de rainures s'étendant parallèlement aux voiles de cisaillement et ayant une forme complémentaire des tenons supérieurs de manière à ce que les tenons supérieurs se logent dans les rainures de la plaque supérieure, afin à former un assemblage tenon-mortaise entre les voiles de cisaillement et la plaque supérieure.
- [0068] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation et/ou la première poutre isolante de fixation et/ou la deuxième poutre isolante de fixation comprend N voiles de cisaillement, N étant un entier naturel, de préférence N étant supérieur ou égal à 3, de manière préférentielle N étant supérieur ou égal à 5.
- [0069] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation et/ou la première poutre isolante de fixation et/ou la deuxième poutre isolante de fixation comprend une plaque inférieure située sur la première paroi porteuse et s'étendant le long de la poutre isolante de fixation et/ou de la première poutre isolante de fixation et/ou de la deuxième poutre isolante de fixation respectivement, et dans laquelle chaque voile de cisaillement comprend sur une arête inférieure deux tenons inférieurs séparés l'un de l'autre de manière à former une encoche inférieure, la plaque inférieure comprenant une pluralité de rainures s'étendant parallèlement aux voiles de cisaillement et ayant une forme complémentaire des tenons inférieurs de manière à ce que les tenons inférieurs se logent dans les rainures de la plaque inférieure, de manière à former un assemblage tenon-mortaise

entre les voiles de cisaillement et la plaque inférieure.

- [0070] Selon un mode de réalisation, la plaque supérieure et/ou la plaque inférieure comprend 2N rainures de sorte chaque tenon supérieur et/ou chaque tenon inférieur de la poutre isolante de fixation et/ou la première poutre isolante de fixation et/ou la deuxième poutre isolante de fixation soit logée dans une des rainures de la plaque supérieure et/ou inférieure respectivement.
- [0071] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve et/ou la barrière thermiquement isolante de la deuxième paroi de cuve comprend une pluralité de panneaux isolants comportant une paroi inférieure située à proximité de la première paroi porteuse et/ou de la deuxième paroi porteuse respectivement, une paroi supérieure, et une garniture isolante structurelle maintenant à distance la paroi supérieure de la paroi inférieure, la garniture isolante étant de préférence composée de mousse polymère renforcée de fibres.
- [0072] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante est une barrière thermiquement isolante secondaire et la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité secondaire, et dans laquelle la première paroi de cuve et la deuxième paroi de cuve comportent en outre, dans une direction d'épaisseur de l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante primaire portée par la membrane d'étanchéité secondaire et une membrane d'étanchéité primaire portée par la barrière thermiquement isolante primaire.
- [0073] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité primaire comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées, les tôles métalliques ondulées étant juxtaposées selon un motif répété et soudées ensemble de manière étanche.
- [0074] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité ou la membrane d'étanchéité secondaire est formée dans un alliage de fer et de nickel présentant un coefficient de dilatation thermique compris entre $0.5 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.
- [0075] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité primaire est formée en acier inoxydable.

- [0076] Selon un mode de réalisation, l'élément de couverture de métallique est formé en acier inoxydable ou en alliage à base de fer et à forte teneur en manganèse.
- [0077] Selon un mode de réalisation, le joint d'étanchéité ondulé est formé dans le même matériau que la membrane d'étanchéité secondaire, de préférence dans un alliage de fer et de nickel présentant un coefficient de dilatation thermique compris entre $0.5 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.
- [0078] Selon un mode de réalisation, la garniture isolante de la poutre isolante de fixation et/ou de la première poutre isolante de fixation et/ou de la deuxième poutre isolante de fixation est formée de perlite, de laine de verre, de mousse ou tout autre matériau isolant thermiquement adapté.
- [0079] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante primaire comprend au moins un panneau isolant primaire d'angle, le panneau isolant primaire d'angle étant fixé à au moins l'une de la première poutre isolante de fixation et de la deuxième poutre isolante de fixation à l'aide d'un coupleur.
- [0080] Selon un mode de réalisation, la première paroi de cuve et/ou la deuxième paroi de cuve comprend des bandes de mastic disposées entre la poutre isolante de fixation et la première paroi porteuse ou entre la première poutre isolante de fixation et la première paroi porteuse et/ou entre la deuxième poutre isolante de fixation et la deuxième paroi porteuse.
- [0081] Selon un mode de réalisation, les bandes de mastic sont collés à la structure porteuse.
- [0082] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité comporte une pluralité de virures parallèles à une direction longitudinale perpendiculaire ou oblique à ladite arête, chaque virure comportant une portion centrale plane reposant sur une surface supérieure de la barrière thermiquement isolante et deux bords relevés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve par rapport à la portion centrale, les virures étant juxtaposées selon un motif répété et soudées ensemble de manière étanche au niveau des bords relevés.
- [0083] Selon des modes de réalisation, la poutre isolante de fixation comporte une face inférieure, c'est-à-dire une surface tournée vers la première paroi

porteuse, qui peut être réalisée de manière continue par exemple sous la forme d'une paroi de fond, ou discontinue par exemple par des surfaces d'arêtes inférieures ou des semelles inférieures des voiles de cisaillement.

- [0084] Selon un mode de réalisation, les voiles de cisaillement comprennent une portion centrale orientée perpendiculairement à l'arête et deux portions périphériques s'étendant perpendiculairement à la portion centrale, les portions périphériques étant parallèles l'une à l'autre et encadrant la portion centrale.
- [0085] Selon un mode de réalisation, les portions périphériques comportent une semelle inférieure et une semelle supérieure s'étendant parallèlement à la première paroi porteuse, les semelles inférieures de l'ensemble des voiles de cisaillement formant une paroi de fond continue ou discontinue, les semelles supérieures de l'ensemble des voiles de cisaillement formant une paroi de couvercle continue ou discontinue.
- [0086] Selon un mode de réalisation, les portions périphériques comportent une semelle frontale et une semelle arrière s'étendant perpendiculairement à la première paroi porteuse, les semelles frontales de l'ensemble des voiles de cisaillement formant une paroi frontale continue ou discontinue tournée à l'opposé de l'arête, les semelles arrière de l'ensemble des voiles de cisaillement formant une paroi arrière continue ou discontinue tournée vers l'arête.
- [0087] Selon un mode de réalisation, la poutre isolante de fixation comprend un élément de fond comportant une portion plane reposant sur la première paroi porteuse et deux ailes latérales encadrant les voiles de cisaillement et s'étendant parallèlement aux voiles de cisaillement en direction de l'élément de couverture métallique, les ailes latérales étant fixées par un moyen de fixation sur la portion centrale de voiles de cisaillement d'extrémité, les voiles de cisaillement d'extrémité étant deux voiles de cisaillement formés aux extrémités de la poutre isolante de fixation dans la direction de l'arête.
- [0088] Selon un mode de réalisation, l'élément de fond comprend au moins un élément d'appui fixé à l'une des ailes latérales, l'élément d'appui faisant saillie de l'un des voiles de cisaillement d'extrémité, le moyen d'ancrage

comprenant un dispositif formant crochet situé sur l'élément d'appui et configuré pour fixer la poutre isolante de fixation à la première paroi porteuse.

- [0089] Selon un mode de réalisation, l'élément d'appui est fixé à une extrémité d'une aile latérale de l'élément de fond.
- [0090] Selon un mode de réalisation, l'élément d'appui est fixé à l'une des ailes latérales de manière à prendre en sandwich un voile de cisaillement d'extrémité.
- [0091] Selon un mode de réalisation, l'élément de fond est réalisé dans un matériau métallique ou dans un matériau composite.
- [0092] Selon un mode de réalisation, l'élément de couverture métallique comprend deux ailes internes s'étendant aux extrémités de la portion plane et parallèlement à la première aile latérale et à la deuxième aile latérale, les ailes internes étant situées entre les portions périphériques des voiles de cisaillement, la première aile latérale et la deuxième aile latérale encadrant les portions périphériques des voiles de cisaillement, la première aile latérale étant fixée par un moyen de fixation à l'une des ailes internes et la deuxième aile latérale étant fixée par un moyen de fixation à l'autre des ailes internes.
- [0093] Selon un mode de réalisation, une aile interne comporte une pluralité de portions d'ailes espacées les unes des autres dans la direction de l'arête, un voile de cisaillement ou la portion principale d'un voile de cisaillement étant interposé entre deux portions d'ailes adjacentes.
- [0094] Une telle installation de stockage peut être une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être une installation de stockage flottante, côtière ou en eau profonde, notamment sur 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 installation de stockage peut aussi servir de réservoir de carburant dans tout type de navire.
- [0095] Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un produit liquide froid comporte une double coque et une installation de stockage précitée, une partie de la double coque formant la structure porteuse de

l'installation de stockage.

- [0096] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un 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.
- [0097] 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 dessins

Brève description des figures

- [0098] 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.
- [0099] La figure 1 représente une vue en coupe d'une cuve au niveau d'un angle formé par deux parois de cuve selon un premier mode réalisation.
- [0100] La figure 2 représente une vue en coupe d'une cuve au niveau d'un angle formé par deux parois de cuve selon un deuxième mode réalisation.
- [0101] La figure 3 représente une vue en coupe partielle d'une cuve au niveau d'un angle formé par deux parois de cuve selon un troisième mode de réalisation.
- [0102] La figure 4 est une vue en perspective d'un angle formé par deux parois de cuve où seules la première poutre isolante de fixation et la deuxième poutre isolante de fixation sont représentées selon le premier mode de réalisation.
- [0103] La figure 5 représente une vue schématique de face d'une poutre isolante de fixation avec un dispositif de butée, selon un quatrième mode de

réalisation.

- [0104] La figure 6 représente une vue schématique en perspective d'une poutre isolante de fixation selon le quatrième mode de réalisation.
- [0105] La figure 7 représente une vue schématique en perspective d'un angle formé par deux parois de cuve où seules la première poutre isolante de fixation et la deuxième poutre isolante de fixation sont représentées selon un cinquième mode de réalisation.
- [0106] La figure 8 représente une vue éclatée d'une poutre isolante de fixation selon un sixième mode de réalisation.
- [0107] La figure 9 représente une vue schématique en perspective d'une poutre isolante de fixation selon un septième mode de réalisation.
- [0108] La figure 10 représente une vue en perspective d'une poutre isolante de fixation selon un huitième mode de réalisation, l'élément de couverture métallique étant présenté à distance des voiles de cisaillement.
- [0109] La figure 11 représente une vue en perspective d'une poutre isolante de fixation selon un neuvième mode de réalisation, l'élément de couverture métallique étant présenté à distance des voiles de cisaillement.
- [0110] La figure 12 représente une vue éclatée d'une poutre isolante de fixation selon un dixième mode de réalisation.
- [0111] La figure 13 représente une vue en perspective de la poutre isolante de fixation selon le dixième mode de réalisation.
- [0112] La figure 14 représente une vue éclatée d'une poutre isolante de fixation selon un onzième mode de réalisation.
- [0113] La figure 15 représente une vue en perspective de la poutre isolante de fixation selon le onzième mode de réalisation.
- [0114] La figure 16 représente une vue éclatée de la poutre isolante de fixation selon le cinquième mode de réalisation.
- [0115] La figure 17 représente une vue en perspective de la poutre isolante de fixation selon le cinquième mode de réalisation.
- [0116] La figure 18 représente une vue schématique en perspective d'un angle formé par deux parois de cuve illustrant notamment la première poutre isolante de fixation et la deuxième poutre isolante de fixation selon un douzième mode de réalisation

- [0117] La figure 19 représente une vue de détail XIX de la figure 18 illustrant notamment la fixation de la membrane d'étanchéité secondaire à la poutre isolante de fixation.
- [0118] La figure 20 représente une vue en perspective de la poutre isolante de fixation selon le douzième mode de réalisation.
- [0119] La figure 21 représente une vue de face de la poutre isolante de fixation selon le douzième mode de réalisation.
- [0120] La figure 22 est une représentation schématique écorchée d'un navire méthanier comportant une installation de stockage pour un gaz liquéfié, et d'un terminal de chargement/déchargement de cette installation.

Description des modes de réalisation

- [0121] 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.
- [0122] Sur la figure 1, on a représenté la structure multicouche de deux parois de cuve 1 et 101 d'une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un gaz liquéfié, tel que du gaz naturel liquéfié (GNL). Chaque paroi de cuve 1, 101 comporte successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 2, 102 retenue à une paroi porteuse 3, 103, une membrane d'étanchéité secondaire 4, 104 reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire 2, 102, une barrière thermiquement isolante primaire 5, 105 reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire 4, 104 et une membrane d'étanchéité primaire 6, 106 destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.
- [0123] La structure porteuse peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse comporte une pluralité de parois porteuses 3, 103 définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique. Les deux parois porteuses 3 et 103 se rejoignent au niveau d'une arête 100, en formant un angle de dièdre qui

pourrait avoir différentes valeurs. Ici, un angle de 90° est représenté.

- [0124] Hors de la zone d'angle, la barrière thermiquement isolante secondaire 2, 102 comporte une pluralité de panneaux isolants secondaires 7, 107 qui sont ancrés sur la paroi porteuse 3, 103 au moyen de dispositifs de retenue (non représenté) connus par ailleurs.
- [0125] Un panneau isolant secondaire 7, 107 comporte une plaque de fond, une plaque de couvercle et éventuellement une plaque intermédiaire, par exemple réalisées en bois contreplaqué. Le panneau isolant secondaire 7, 107 comporte 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 mousse à base de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres
- [0126] La membrane d'étanchéité secondaire 4, 104 comporte une nappe continue de virures métalliques, à bord relevés. Les virures sont soudées par leurs bords relevés sur des supports de soudure parallèles qui sont fixés dans des rainures ménagées sur les plaques de couvercle des panneaux isolants secondaires 7, 107. Les virures sont, par exemple, réalisées en Invar ® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \cdot 10^{-6}$ 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 $9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.
- [0127] La barrière thermiquement isolante primaire 5, 105 comporte une pluralité de panneaux isolants primaires 8, 108 qui peuvent être réalisés selon différentes structures connues par ailleurs.
- [0128] La membrane d'étanchéité primaire 6, 106 peut être réalisée de diverses manières. Sur la figure 1, elle comporte une nappe continue de tôle qui présente deux séries d'ondulations mutuellement perpendiculaires. La première série d'ondulations 9, 109 s'étend perpendiculairement à l'arête 100. La deuxième série d'ondulations 10, 110 s'étend parallèlement à l'arête 100. Les deux séries d'ondulations peuvent présenter un espacement régulier ou un espacement irrégulier périodique
- [0129] La structure de l'élément secondaire de la cuve au niveau de la jonction

entre les deux parois de cuve 1 et 101 va maintenant être plus particulièrement décrite, notamment en référence aux figures 1 et 2.

- [0130] La membrane d'étanchéité secondaire 4 de la première paroi de cuve 1 et la membrane d'étanchéité secondaire 104 de la deuxième paroi de cuve 101 sont ancrées à la structure porteuse à l'aide d'une première poutre isolante de fixation 11 et d'une deuxième poutre isolante de fixation 111 respectivement, au niveau d'un angle de la cuve, c'est-à-dire à proximité de l'arête 100 où les deux parois porteuses 3 et 103 se rejoignent.
- [0131] En effet, la barrière thermiquement isolante secondaire 2 de la première paroi de cuve 1 et la barrière thermiquement isolante secondaire 102 de la deuxième paroi de cuve 101 comprennent à proximité de l'arête 100 une première poutre isolante de fixation 11 et une deuxième poutre isolante de fixation 111 respectivement, la première poutre isolante de fixation 11 et la deuxième poutre isolante de fixation 111 se trouvant dans la continuité des panneaux isolants secondaires 7, 107.
- [0132] La première poutre isolante de fixation 11 et la deuxième poutre isolante de fixation 111 sont ancrées à la première paroi porteuse 3 et la deuxième paroi porteuse 103 respectivement et ont une longueur s'étendant parallèlement à l'arête 100. Chaque poutre isolante de fixation 11, 111 comporte une face inférieure 12 située contre la paroi porteuse 3, 103 et une face supérieure 3 maintenue à distance de la face inférieure 12 par une pluralité de voiles de cisaillement 14.
- [0133] Les voiles de cisaillement 14 sont des parois planes situées entre la face supérieure et la face inférieure et orientées perpendiculairement à l'arête 100. Chaque poutre isolante de fixation 11, 111 comporte une garniture isolante thermiquement, telle que la laine de verre ou la perlite ou un bloc de mousse, entre les voiles de cisaillement 14. Les voiles de cisaillement 14 sont régulièrement répartis le long des poutres isolantes de fixation 11, 111, comme visibles sur les figures 4 et 6.
- [0134] Chaque poutre isolante de fixation 11, 111 comporte également une plaque supérieure 40 au niveau de la face supérieure 13 permettant de fixer les voiles de cisaillement 14 les uns aux autres dans une portion supérieure. De la même manière, chaque poutre isolante de fixation 11,

111 comporte une plaque inférieure 41 au niveau de la face inférieure 12 permettant de fixer les voiles de cisaillement 14 les uns aux autres dans une portion inférieure.

- [0135] Comme on peut le voir sur les figures 1 et 2, les poutres isolantes de fixation 11, 111 comprennent un élément de couverture métallique 15 comportant une portion plane 16 située contre la face supérieure 13, une première aile latérale 17 s'étendant perpendiculairement aux voiles de cisaillement 14 contre un bord des voiles 14 adjacent à l'arête 100 et en direction de la face inférieure 12, et une deuxième aile latérale 18 s'étendant perpendiculairement aux voiles de cisaillement 14 contre un bord des voiles 14 opposée à l'arête 100 et en direction de la face inférieure 12. Un bord d'extrémité de la membrane d'étanchéité secondaire 4, 104 est soudé à la portion plane 16 de l'élément de couverture métallique 15.
- [0136] La première aile latérale 17 et la deuxième aile latérale 18 sont reliées à la portion plane 16 au niveau de ses deux extrémités opposées. Ainsi, l'élément de couverture métallique 15 est placé contre trois faces des poutres isolantes de fixation 11, 111 afin de transmettre les efforts de traction/compression de la membrane d'étanchéité secondaire 4, 104 à la poutre isolante de fixation 11, 111.
- [0137] La structure porteuse comprend un premier dispositif de butée 19 faisant saillie de la première paroi porteuse 3 en direction de l'intérieur de la cuve, le premier dispositif de butée 19 ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête 100. Le premier dispositif de butée 19 est placé le long d'un bord de la première poutre isolante de fixation 11 opposé à l'arête 100 et est configuré pour former une butée limitant le déplacement de la première poutre isolante de fixation 11 dans la direction longitudinale des virures de la membrane d'étanchéité secondaire 4 de la première paroi de cuve 1. La structure porteuse comprend également un premier dispositif de butée additionnel 20 faisant saillie de la première paroi porteuse 3 en direction de l'intérieur de la cuve, le premier dispositif de butée additionnel 20 ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête 100. Le premier dispositif de butée additionnel est placé le long d'un bord

de la première poutre isolante de fixation 11 adjacent à l'arête 100 et est configuré pour former une butée limitant le déplacement de la première poutre isolante de fixation 11 dans une direction opposée à la direction du premier dispositif de butée 19. Ainsi, le premier dispositif de butée 19 et le dispositif de butée additionnel 20 bloquent la translation de la première poutre isolante de fixation 11 dans la direction longitudinale des virures de la membrane d'étanchéité secondaire 4.

- [0138] De façon analogue, la structure porteuse comprend un deuxième dispositif de butée 119 et un deuxième dispositif de butée additionnel 120 qui font saillie de la deuxième paroi porteuse 103 et qui bloquent la translation de la deuxième poutre isolante de fixation 111 dans la direction longitudinale des virures de la membrane d'étanchéité secondaire 104.
- [0139] Dans le premier mode de réalisation illustré à la figure 1 et dans le deuxième mode de réalisation illustré à la figure 2, le premier dispositif de butée 19 comporte une première barre de butée 30 s'étendant de manière continue parallèlement à l'arête 100 le long du bord opposé à l'arête 100 de la première poutre isolante de fixation 11 et le premier dispositif de butée additionnel 20 comporte une première barre de butée additionnel 31 s'étendant de manière continue parallèlement à l'arête 100 le long du bord adjacent à l'arête 100 de la première poutre isolante de fixation 11. De manière analogue, le deuxième dispositif de butée 119 comprend une deuxième barre de butée 130 et le deuxième dispositif de butée 120 comprend une deuxième barre de butée additionnelle 131.
- [0140] De plus comme illustré dans le premier mode de réalisation et le deuxième mode de réalisation, les poutres isolantes de fixation 11, 111 comportent chacune une portion anti-déversement externe 21 prolongeant la face inférieure 12 en direction de l'arête 100 et s'étendant sur une portion de la dimension séparant la face inférieure 12 de la face supérieure 13. La portion anti-déversement externe est fixée par un moyen de fixation 47 à la structure porteuse.
- [0141] Ainsi, comme visible à la figure 4 qui montre une vue où la structure porteuse a été omise, la portion anti-déversement externe 21 est formée par des portions de prolongement 43 des voiles de cisaillement 14,

c'est-à-dire des portions des voiles 14 qui s'étendent au-delà de la portion principale située sous l'élément de couverture métallique 15. De plus, la plaque inférieure 41 peut être prolongée dans la même direction que les portions de prolongement 43 afin d'être placée en dessous de ceux-ci. Dans ce mode de réalisation, le moyen de fixation 47 est formé par un goujon traversant la portion anti-déversement externe 21 de part en part de sorte qu'une première extrémité du goujon est ancrée à la structure porteuse et qu'une deuxième extrémité du goujon opposée à la première extrémité est équipée d'un écrou. Le moyen de fixation 47 comprend également une plaque de renfort placée entre l'écrou et la portion anti-déversement externe 21 de sorte que l'effort de serrage de l'écrou s'exerce sur toute la surface de la plaque de renfort afin de fixer les poutres isolantes de fixation 11, 111 à la structure porteuse.

- [0142] Dans un mode de réalisation non représenté, les poutres isolantes de fixation 11, 111 peuvent comprendre une portion anti-déversement interne 22 formée par les portions de prolongement 43, la portion anti-déversement interne 22 prolongeant la face inférieure 12 dans une direction opposée à la portion anti-déversement externe 21 et s'étendant sur une portion de la dimension séparant la face inférieure 12 de la face supérieure 13.
- [0143] Afin de relier les membranes d'étanchéités secondaires 4, 104 au niveau du dièdre formé par les parois de cuve 1, 101, il est prévu de fixer un joint métallique 23 comprenant un premier pan et un deuxième pan formant un angle avec le premier égal à l'angle du dièdre. Le premier pan est soudé de manière étanche à la membrane d'étanchéité secondaire 4 de la première paroi de cuve 1 et le deuxième pan est soudé de manière étanche à la membrane d'étanchéité secondaire 104 de la deuxième paroi de cuve 101 afin de former une membrane d'étanchéité continue au niveau de l'angle de la cuve.
- [0144] Dans le mode de réalisation représenté à la figure 1, le moyen de fixation 47 de la première paroi de cuve 1 est décalé latéralement de l'arête 100 afin de ne pas se trouver dans l'alignement avec la membrane d'étanchéité secondaire 104 et la barrière thermiquement isolante

secondaire 102 de la deuxième paroi de cuve 101 de façon à faciliter la fixation de la portion anti-déversement externe 21 à la structure porteuse lors de l'assemblage de la cuve. Il en va de même pour le moyen de fixation 47 de la deuxième paroi de cuve 101.

- [0145] Ce décalage pour la fixation des premières portions anti-déversement 21 induit un décalage des poutres isolantes de fixation 11, 111 augmentant ainsi la taille du joint 23 entre les membranes d'étanchéité secondaires 4, 104.
- [0146] Dans le premier mode de réalisation, la cuve comprend donc un bloc d'isolation d'angle 25 situé dans le prolongement de la barrière thermiquement isolante secondaire 2 de la première paroi de cuve 1 et de la barrière thermiquement isolante secondaire 102 de la deuxième paroi de cuve 101 au niveau de l'arête 100. Le bloc d'isolation d'angle 25 comprend une première face 26 située contre la première paroi porteuse 3, une deuxième face 27 située contre la deuxième paroi porteuse 103, une troisième face 28 configurée pour former une surface d'appui au premier pan du joint métallique 23 et une quatrième face 29 configurée pour former une surface d'appui au deuxième pan du joint métallique 23. Le bloc d'isolant d'angle 25 sert donc de support au joint métallique 23 pour éviter que celui-ci au vu de sa taille importante du au décalage latéral se retrouve non soutenu.
- [0147] Comme illustré sur la figure 1, il existe un espace entre le bloc d'isolation d'angle 25 et les poutres isolantes de fixation 11, 111 de sorte à permettre la fixation des moyens de fixations 47. Cet espace est toutefois rempli de garniture isolante 48 après fixation afin de ne pas dégrader la propriété d'isolation thermique de la barrière thermiquement isolante secondaire 2, 102.
- [0148] De plus, le joint métallique 23 dans le premier mode de réalisation est réalisé avec une ondulation 24 sortante située sur son premier pan et une ondulation 24 sortante située sur son deuxième pan, les ondulations 24 étant situées au niveau l'espace séparant le bloc d'isolation d'angle 25 et les poutres isolantes de fixation 11, 111, de sorte à former un joint métallique ondulé 23. Les ondulations 24 permettent notamment

d'absorber l'effort de tension de la membrane d'étanchéité secondaire 4, 104.

- [0149] La figure 5 représente un troisième mode de réalisation qui diffère du premier mode de réalisation de la figure 1 par la forme du joint métallique 23. En effet, dans ce mode de réalisation, le joint métallique 23 comprend des ondulations 24 rentrantes sur son premier pan et sur son deuxième pan, de sorte à former un joint métallique ondulé 23.
- [0150] La figure 1 représente également la jonction entre la barrière thermiquement isolante primaire 5 de la première paroi de cuve 1 et la barrière thermiquement isolante primaire 105 de la deuxième paroi de cuve 101 au niveau de l'angle du dièdre. Comme on peut le voir, la cuve comprend un bloc d'isolation d'angle primaire 50 qui est fixé par un coupleur 46 à la première poutre isolante de fixation 11 et par un coupleur 46 à la deuxième poutre isolante de fixation 111.
- [0151] Le deuxième mode de réalisation illustré à la figure 2 diffère notamment du premier mode de réalisation par le fait que les moyens de fixation 47 ne sont pas décalés latéralement par rapport à l'arête 100. Ainsi, dans ce mode de réalisation, le moyen de fixation 47 de la portion anti-déversement externe 21 de la première poutre isolante de fixation 11 est dans l'alignement avec la membrane d'étanchéité secondaire 104 de la deuxième paroi de cuve 101. Il en va de même pour la deuxième poutre isolante de fixation 111. De ce fait, le joint métallique 23 du deuxième mode de réalisation est suffisamment supporté par les éléments métalliques de couverture 15 des poutres isolantes de fixation 11, 111. Le deuxième mode de réalisation ne comprend donc pas de bloc d'angle à la jonction des barrières isolantes thermiquement secondaires 2, 102. Ainsi, seule une garniture isolante 48 est placée entre les poutres isolantes de fixation 11, 111 au niveau de l'arête 100 dans ce mode de réalisation.
- [0152] Les figures 5 et 6 représentent un quatrième mode de réalisation des poutres isolantes de fixation 11, 111 et des dispositifs de butée 19, 20, 119, 120.
- [0153] En effet, comme on peut le voir sur la figure 5, dans ce mode de réalisation, chaque poutre isolante de fixation 11, 111 comprend une

portion anti-déversement externe 21 et une portion anti-déversement interne 22. La portion anti-déversement externe 21 comprend ici une première barre latérale 44 s'étendant parallèlement à l'arête et comportant une paroi fixée contre une surface latérale des voiles de cisaillement 14. De la même manière, la portion anti-déversement interne 22 comprend une deuxième barre latérale 45 de manière à ce que la première barre latérale 44 et la deuxième barre latérale 45 encadrent les voiles de cisaillement 14.

- [0154] De plus, dans le quatrième mode de réalisation, les dispositifs de butée 19, 119 comportent une pluralité de pattes de butée 32, 132 régulièrement espacées le long du bord opposé à l'arête 100 des poutres isolantes de fixation 11, 111 respectivement. De la même manière, les dispositifs de butée additionnels 20, 120 comportent une pluralité de pattes de butée additionnelles 33, 133 régulièrement espacées le long du bord adjacent à l'arête 100 des poutres isolantes de fixation 11, 111 respectivement.
- [0155] Comme visible sur la figure 5, les pattes de butée 32, 132 comprennent une première portion de patte 34 s'étendant dans un plan parallèle à la face inférieure 12 des poutres isolantes de fixation 11, 111 où la première portion de patte 34 vient en chevauchement sur la portion anti-déversement interne 22. De plus, les pattes de butée additionnelles 33, 133 comprennent une première portion de patte 34 s'étendant dans un plan parallèle à la face inférieure 12 des poutres isolantes de fixation 11, 111 où la première portion de patte 34 vient en chevauchement sur la portion anti-déversement externe 21. Les pattes de butée 32, 132 ainsi que les pattes de butée additionnelles comprennent une deuxième portion de patte 35 s'étendant dans un plan orthogonal à la première portion de patte 34 et étant orthogonale aux voiles de cisaillement 14. La deuxième portion de patte 35 est fixée aux parois porteuses 3, 103. Ainsi, les pattes de butée forment un dispositif d'ancrage formant crochet permettant de fixer la poutre isolante de fixation 11, 111 à la structure porteuse.
- [0156] La figure 6 illustre l'assemblage dans le quatrième mode de réalisation entre les plaques supérieure 40 et inférieure 41, et les voiles de cisaillement 14.

- [0157] En effet, comme on peut le voir sur cette figure, les voiles de cisaillement 14 comprennent sur leur arête supérieure deux tenons supérieurs 36 séparés l'un de l'autre de manière à former une encoche supérieure 37. La plaque supérieure 40 comprend quant à elle une pluralité de rainures 42 s'étendant parallèlement aux voiles de cisaillement 14 et ayant une forme complémentaire des tenons supérieurs 36 de manière à ce que les tenons supérieurs 36 se logent dans les rainures 42 de la plaque supérieure 40, afin à former un assemblage tenon-mortaise entre les voiles de cisaillement 14 et la plaque supérieure 40. La plaque supérieure 40 se prolonge ainsi au travers des voiles de cisaillement 14 dans les encoches supérieures 37.
- [0158] De façon analogue, les voiles de cisaillement 14 comprennent sur leur arête inférieure deux tenons inférieurs 38 séparés l'un de l'autre de manière à former une encoche inférieure 39. La plaque inférieure 41 comprend quant à elle une pluralité de rainures 42 s'étendant parallèlement aux voiles de cisaillement 14 et ayant une forme complémentaire des tenons inférieurs 38 de manière à ce que les tenons inférieurs 38 se logent dans les rainures 42 de la plaque inférieure 41, afin à former un assemblage tenon-mortaise entre les voiles de cisaillement 14 et la plaque inférieure 41. La plaque inférieure 41 se prolonge ainsi au travers des voiles de cisaillement 14 dans les encoches inférieures 39.
- [0159] Cet assemblage entre la plaque supérieure 40, la plaque inférieure 41 et les voiles de cisaillement 14 permet d'améliorer la transmission des efforts de cisaillement dans la poutre isolante de fixation 11, 111.
- [0160] Le cinquième mode de réalisation illustré à la figure 7 diffère notamment du premier mode de réalisation par la structure même de la poutre isolante de fixation 11, 111. En effet, dans ce mode de réalisation, les voiles de cisaillement sont fixées différemment à l'élément métallique de couverture. De plus, dans ce mode de réalisation, la poutre isolante de fixation 11, 111 comprend un élément de fond 53. Ce mode de réalisation sera explicité ci-dessous plus en détails au regard des figures 16 et 17.
- [0161] Dans un mode de réalisation non représenté, l'élément de couverture métallique 15 peut comprendre une aile supplémentaire plane formée

dans le prolongement de la portion plane 16 de l'élément de couverture métallique 15 et s'étendant en direction de l'arête 100. Ainsi, l'aile supplémentaire plane de la première poutre isolante de fixation 11 peut s'étendre de manière à avoir l'une de ses extrémités se situant dans le prolongement ou à proximité du prolongement de la membrane d'étanchéité 104 de la deuxième paroi de cuve 101. De manière analogue, l'aile supplémentaire plane de la deuxième poutre isolante de fixation 111 peut s'étendre de manière à avoir l'une de ses extrémités se situant dans le prolongement ou à proximité du prolongement de la membrane d'étanchéité 4 de la première paroi de cuve 1. L'aile supplémentaire a ainsi notamment la fonction de surface de portage de la membrane d'étanchéité dans au niveau de l'arête de la cuve, et notamment de portage du joint d'étanchéité 23.

[0162] On appellera par la suite les deux voiles de cisaillement 14 formés aux extrémités de la poutre isolante de fixation 11, 111 dans la direction de l'arête, des voiles de cisaillement d'extrémité 56.

[0163] La figure 8 représente un sixième mode de réalisation de la poutre isolante de fixation 11, 111. Dans ce mode de réalisation, l'élément de couverture métallique 15 est similaire au premier mode de réalisation en ce sens qu'il comprend une portion plane 16, une première aile latérale 17 agencée à une première extrémité de la portion plane 16 et une deuxième aile latérale 18 agencée une deuxième extrémité de la portion plane 16, l'élément de couverture métallique 15 étant ici formé d'une seule pièce.

[0164] Comme on peut le voir sur la figure 8, les voiles de cisaillements 14, 56 comportent une portion centrale 51 orientée perpendiculairement à l'arête comme c'est déjà le cas dans le premier mode de réalisation. Toutefois, dans ce mode de réalisation, les voiles de cisaillements 14, 56 comprennent également deux semelles 52 s'étendant perpendiculairement à la portion centrale 51. Les semelles inférieures et supérieures 252 sont parallèles l'une à l'autre et encadrent la portion centrale 51. La portion centrale 51 des voiles de cisaillement d'extrémité 56 comprend dans une partie inférieure une marche 61 faisant saillie vers l'extérieur de la poutre isolante de fixation 11, 111. Cette marche 61 permet à l'aide d'un dispositif

d'ancrage formant crochet de venir fixer en recouvrant la marche 61 la poutre isolante de fixation 11, 111 à la structure porteuse.

- [0165] Pour le sixième mode de réalisation de la figure 8, les semelles 52 s'étendent parallèlement à la première paroi porteuse 3 de sorte à former des semelles inférieures et supérieures 252. Ainsi, les semelles inférieures 252 mises bout à bout d'un côté inférieure des voiles de cisaillement 14, 56 forment une paroi de fond continue parallèle à l'élément de couverture métallique 15. Dans un mode de réalisation non illustré, cette surface pourrait être discontinue. De même, les semelles supérieures 252 mises bout à bout forment une paroi de couvercle continue.
- [0166] La figure 9 représente un septième mode de réalisation de la poutre isolante de fixation 11, 111. Ce mode de réalisation est très similaire au sixième mode de réalisation. En effet, ici la poutre isolante de fixation 11, 111 comporte des voiles de cisaillement 14, 56 formés deux à deux d'un seul tenant de sorte que les voiles de cisaillement forment des tubes de cisaillement s'étendant dans la direction des voiles de cisaillement 14, 56. Les tubes de cisaillement sont fixés les uns aux autres de façon à former la poutre isolante de fixation 11, 111.
- [0167] La figure 10 représente un huitième mode de réalisation de la poutre isolante de fixation 11, 111. La structure de cette poutre isolante de fixation 11, 111 est proche de celle du sixième mode de réalisation. En effet, dans ce mode de réalisation, seule diffère l'orientation des semelles 52. Les semelles 52 s'étendent perpendiculairement à la première paroi porteuse 3, de sorte à former des semelles frontales et arrière 152. Ainsi, les semelles frontales 152 mises bout à bout d'un côté opposé des voiles de cisaillement 14, 56 à l'arête 100 forment une paroi frontale continue perpendiculairement à l'élément de couverture métallique 15. De même, les semelles arrière 152 forment une paroi arrière continue. Dans un mode de réalisation non illustré, ces parois pourraient être discontinues.
- [0168] La figure 11 représente un neuvième mode de réalisation de la poutre isolante de fixation 11, 111. Ce mode de réalisation diffère du huitième mode de réalisation par le nombre de voiles de cisaillement 14, 56. En effet, dans ce mode de réalisation, la poutre isolante de fixation 11, 111

comprend uniquement deux voiles de cisaillement d'extrémité 56 de sorte à former une poutre isolante de fixation 11, 111 en forme de boîte.

- [0169] Les figures 12 et 13 représentent un dixième mode de réalisation de la poutre isolante de fixation 11, 111. Dans ce mode de réalisation, les voiles de cisaillement 14, 56 sont formés de la même manière que dans le huitième mode de réalisation. Toutefois, le dixième mode de réalisation diffère des modes de réalisation précédents par la présence d'un élément de fond 53 et d'un élément de couverture métallique 15 ayant une structure différente. En effet, l'élément de couverture métallique 15 comprend deux ailes internes 58 s'étendant aux extrémités de la portion plane 16 et parallèlement à la première aile latérale 17 et à la deuxième aile latérale 18. Les ailes internes 58 sont situées entre les semelles frontales et arrière 152 des voiles de cisaillement 14 de sorte à ce qu'une aile interne 58 soit située contre une face interne d'une semelle 52.
- [0170] De plus, les ailes internes 58 comportent une pluralité de portions d'ailes 59 espacées les unes des autres dans la direction de l'arête 100 de sorte qu'un voile de cisaillement 14, 56 soit interposé entre deux portions d'aile 59 adjacentes. Dans ce mode de réalisation, la première aile latérale 17 et la deuxième aile latérale 18 sont formées d'une plaque fixée à une aile interne 58 en traversant les semelles frontales et arrière 52 par des moyens de fixation 60, par exemple de type vis/écrou. Dans le mode illustré, la plaque formant l'une des ailes latérales 17, 18 est fixée à chacune des portions d'aile 59 d'une aile interne 58 au niveau de la jointure entre deux semelles 52 adjacentes.
- [0171] Dans le dixième mode de réalisation des figures 12 et 13, l'élément de fond 53 est un élément de fond métallique 53 comportant une portion plane 54 formant la face inférieure 12 de la poutre isolante de fixation 11, 111. L'élément de fond 53 comporte également deux ailes latérales 55 s'étendant parallèlement aux voiles de cisaillement 14, 56 et en direction de l'élément de couverture métallique 15. Les ailes latérales 55 sont ici situées contre une face interne de la portion centrale 51 des voiles de cisaillement d'extrémité 56. De plus, les ailes latérales 55 sont fixées par une pluralité de moyens de fixation 60, par exemple de type vis/écrou, sur

la portion centrale 51 des voiles de cisaillement d'extrémité 56. Chaque aile latérale 55 est ici formée par deux portions d'ailes latérales 55 espacées l'une de l'autre.

- [0172] L'élément de fond 53 comprend également des éléments d'appui 57 fixés aux ailes latérales 55 et faisant saillie de l'une des portions principales 51 des voiles de cisaillement d'extrémité 56 vers l'extérieur de la poutre isolante de fixation 11, 111. Les éléments d'appui 57 présentent une surface d'appui supérieure permettant à l'aide d'un dispositif d'ancrage formant crochet de venir fixer, en recouvrant la surface d'appui supérieure, la poutre isolante de fixation 11, 111 à la structure porteuse.
- [0173] Dans ce mode de réalisation, les éléments d'appui 57 sont des plaques épaisses évidés 57 traversés par l'un des moyens de fixation 60 servant à fixer l'une des ailes latérales 55. Les plaques épaisses 57 sont fixées sur une face externe de la portion centrale 51 des voiles de cisaillement d'extrémité 56.
- [0174] Les figures 14 et 15 représentent un onzième mode de réalisation de la poutre isolante de fixation 11, 111. Ce mode de réalisation est très similaire du dixième mode de réalisation et diffère seulement de celui-ci par certaines caractéristiques de l'élément de fond 53. En effet, dans ce mode de réalisation, l'élément de fond 53 est réalisé en matériau composite. Chaque aile latérale 55 est située à une extrémité de la portion plane 54 et s'étend sur toute la dimension de l'élément de fond 53 dans la direction des voiles de cisaillement 14, 56. Les ailes latérales 55 sont ici situées contre une face externe de la portion centrale 51 des voiles de cisaillement d'extrémité 56. L'élément d'appui 57 est dans ce mode de réalisation une extension d'aile latérale s'étendant orthogonalement à l'aile latérale 55 de manière à faire saillie vers l'extérieur de la poutre isolante de fixation 11, 111. L'élément d'appui comporte comme précédemment une surface d'appui supérieure permettant d'ancrer la poutre isolante de fixation 11, 111 à la structure porteuse.
- [0175] Dans les modes de réalisation des figures 10 à 15, les semelles frontales et arrière 152 des voiles de cisaillement d'extrémité 56 ne font pas saillies vers l'extérieur de la poutre isolante de fixation 11, 111 par rapport à la

portion centrale 51. En effet, les semelles 52 des voiles de cisaillement d'extrémité 56 s'étendent seulement de la portion centrale 51 vers le voile de cisaillement 14 adjacent.

- [0176] Les figures 16 et 17 présentent plus en détails le cinquième mode de réalisation de la poutre isolante de fixation 11, 111 figurant sur la figure 7. Le cinquième mode de réalisation est similaire au onzième mode de réalisation des figures 14 et 15 et ne diffère de celui-ci que par les semelles frontales et arrière 152 des voiles de cisaillement d'extrémité 56. En effet contrairement aux modes de réalisation des figures 10 à 15, les semelles 52 des voiles de cisaillement d'extrémité 56 s'étendent de part et d'autre de la portion centrale 51 dans la direction de l'arête 100. Ainsi dans ce mode de réalisation, les éléments d'appui 57 font bien saillis de la portion centrale 51 des voiles de cisaillement d'extrémité 56 mais reste en retrait des semelles 52 des voiles de cisaillement d'extrémité 56. Ce retrait permet de loger plus facilement un dispositif d'ancrage.
- [0177] Dans certains modes de réalisation, comme visible sur la figure 1, des bandes de mastic 49 sont disposées entre la structure porteuse et les poutres isolantes de fixation 11, 111 afin de reprendre les irrégularités de planéité de la structure porteuse. De plus, des bandes de mastic 49 peuvent également être disposées entre les dispositifs de butée 19, 119 et les poutres isolantes de fixation 11, 111, et entre les dispositifs de butée additionnels 20, 120 et les poutres isolantes de fixation 11, 111 afin de combler les éventuels jeux de montage.
- [0178] Les figures 18 à 21 représentent un douzième mode de réalisation de la poutre isolante de fixation 11, 111. Le douzième mode de réalisation diffère notamment du cinquième mode de réalisation illustré à la figure 7 par la structure même de la poutre isolante de fixation 11, 111. En effet, dans ce mode de réalisation, les voiles de cisaillement 14 sont fixées différemment à l'élément métallique de couverture 15. De plus, l'élément métallique de couverture 15 et les éléments permettant la fixation à la structure porteuse sont conçus de manière différente.
- [0179] La figure 18 représente particulièrement l'assemblage de la poutre isolante de fixation 11, 111 aux autres éléments de l'installation de

stockage.

- [0180] Comme visible notamment en figure 20, chaque poutre isolante de fixation 11, 111 comporte donc une pluralité de voiles de cisaillement 14, des garnitures thermiquement isolantes 62 situées entre les voiles de cisaillement 14, une plaque inférieure 41 au niveau de la face inférieure 12 entre deux voiles de cisaillement 14 adjacents et des éléments de couverture métallique 15 reliant deux voiles de cisaillement 14 adjacents au niveau d'une face supérieure des voiles de cisaillement 14.
- [0181] Les éléments de couverture métallique 15 comportent une plaque plane métallique 63 munie d'orifices de fixation 64 la traversant de part en part. Les orifices de fixation 64 sont configurés pour permettre le passage d'un dispositif de fixation 47, par exemple de type vis/écrou, qui fixe l'élément de couverture métallique 15 à l'un des voiles de cisaillement 14. La plaque plane métallique 63 possède une dimension dans la direction de l'arête 100 égale à l'écartement entre deux voiles de cisaillement 14 adjacents de sorte à être située et fixée au droit de ces deux voiles de cisaillement 14 adjacents. La plaque métallique plane 63 comporte une portion de support 65 faisant saillie des voiles de cisaillement 14 dans la direction de la membrane d'étanchéité secondaire 4 et dans un sens opposé à l'arête 100, comme visible en figures 19 et 21, de sorte que l'extrémité de la portion de support 65 repose sur le panneau isolant secondaire 7 adjacent. La portion de support 65 permet de supporter la membrane d'étanchéité secondaire 4 entre la poutre isolante de fixation 11, 111 et le panneau isolant secondaire 7 adjacent à la poutre isolante de fixation 11, 111. L'extrémité de la portion de support 65 comporte également des orifices de fixation 64 configurés pour permettre le passage d'un dispositif de fixation 47, par exemple de type vis/écrou, permettant de fixer l'élément de couverture métallique 15 au panneau isolant secondaire 7 adjacent. Toutefois, la fixation de l'élément de couverture métallique 15 au panneau isolant secondaire 7 adjacent est optionnelle, la portion de support 65 de l'élément de couverture métallique 15 pouvant simplement reposer sur le panneau isolant secondaire 7 adjacent.
- [0182] De plus, l'élément de couverture métallique 15 peut comprendre un rebord

66 relié à la plaque métallique plane 63 et s'étendant contre une face des voiles de cisaillement 14 proche de l'arête 100 et s'étendant en direction de la structure porteuse, comme illustré en figure 18.

[0183] Dans ce mode de réalisation, les voiles de cisaillement 14 sont réalisés en matériau composite renforcé de fibres, les fibres 99 étant orientées à +/- 45° comme schématisé sur la figure 20. La poutre isolante de fixation 11, 111 comprend des cornières de fixation 67 comportant une première aile de cornière 68 et une deuxième aile de cornière 69 reliée à la première aile de cornière 68 de sorte à former une cornière à angle droit. La deuxième aile de cornière 69 est collée à l'un des voiles de cisaillement 14 sur une partie supérieure de celui-ci. La première aile de cornière 68 est quant à elle munie d'orifices de fixation 64 coïncidant avec les orifices 64 de l'élément de couverture métallique 15 de sorte à fixer la première aile de cornière 68 avec la plaque plane métallique 63 au moyen des dispositifs de fixation 47. Ainsi, deux voiles de cisaillement 14 adjacents, l'élément de couverture métallique 15 et la plaque inférieure 41 forment une boîte parallélépipédique où les cornières 67 sont situées au niveau de deux coins supérieurs à l'intérieur de ladite boîte. La deuxième aile de cornière 69 comporte à son extrémité éloignée de la première aile de cornière 68 une portion biseautée 82 pour limiter les contraintes dans le collage, comme visible en figure 21.

[0184] Dans un autre mode de réalisation non représenté, la plaque plane métallique 63 est fixée à la première aile de cornière 68 par soudage de sorte qu'il n'est pas nécessaire que la plaque plane métallique 63 et la première aile de cornière 68 comprennent des orifices de fixation 64 permettant de les fixer l'un à l'autre. Toutefois, dans un autre mode de réalisation, la plaque plane métallique 63 et la première aile de cornière 68 comprennent toujours des orifices de fixation 64 pour permettre la fixation en complément du soudage.

[0185] La poutre isolante de fixation 11, 111 comporte sur une face de chaque voile de cisaillement 14 opposée à la position des cornières de fixation 67, un tasseau 83 s'étendant dans une direction du dispositif de butée 19, 119 au dispositif de butée additionnel 20, 120. Le tasseau 83 comporte une

portion principale 84, une extension supérieure 85 et une extension inférieure 86 de part et d'autre de la portion principale 84. La portion principale 84, l'extension supérieure 85 et l'extension inférieure 86 sont collées au voile de cisaillement 14, l'extension supérieure 85 et l'extension inférieure 86 permettant d'accroître la surface de collage du tasseau 83. L'extension supérieure 85 est biseautée de sorte à avoir une épaisseur décroissante en s'éloignant de la portion principale 84 afin de limiter les contraintes dans le collage.

- [0186] Le tasseau 83 permet de fixer la poutre isolante de fixation 11, 111 à la structure porteuse à l'aide de plots d'ancrage 92 répartis sur la longueur du tasseau 83, par exemple au nombre de deux comme illustrés en figure 18. Le plot d'ancrage 92 est par exemple muni d'une plaque de serrage venant contre une face supérieure de la portion principale 84 du tasseau 83 afin de maintenir en position le tasseau 83 et donc le voile de cisaillement 14 à la structure porteuse.
- [0187] La poutre isolante de fixation 11, 111 est placée entre le dispositif de butée 19, 119 et le dispositif de butée additionnel 20, 120 afin de limiter le déplacement de la poutre isolante de fixation 11, 111 dans la direction longitudinale des virures de la membrane d'étanchéité secondaire 4. Chaque dispositif de butée 19, 119 comporte une barre de butée 30, 130 s'étendant de manière continue parallèlement à l'arête 100 le long du bord opposé à l'arête 100 de la poutre isolante de fixation 11, 111. Chaque dispositif de butée additionnel 20, 120 comportent une barre de butée additionnelle 31, 131 s'étendant de manière continue parallèlement à l'arête 100 le long du bord opposé à l'arête 100 de la poutre isolante de fixation 11, 111.
- [0188] Dans un autre mode de réalisation non représenté, le dispositif de butée 19, 119 comporte un élément de butée en forme de U comprenant une partie centrale s'étendant parallèlement à l'arête 100 le long du bord opposé à l'arête 100 de la poutre isolante de fixation 11, 111, une première branche reliée à la partie centrale et s'étendant perpendiculairement à l'arête 100 en direction de celle-ci de sorte à venir se fixer à l'un des plots d'ancrage 92, et une deuxième branche reliée à la

partie centrale à l'opposé de la première branche et s'étendant perpendiculairement à l'arête 100 en direction de celle-ci de sorte à venir se fixer à l'un des plots d'ancrage 92. Ainsi, l'élément de butée vient encadrer de part et d'autre dans la direction de l'arête 100 la poutre isolante de fixation 11, 111 en venant se fixer aux plots d'ancrage 92.

- [0189] En revenant à la figure 18 et de la même manière que dans le premier mode de réalisation, afin de relier les membranes d'étanchéités secondaires 4, 104 au niveau du dièdre formé par les parois de cuve 1, 101, il est prévu de fixer un joint métallique 23 comprenant un premier pan et un deuxième pan formant un angle avec le premier égal à l'angle du dièdre. De plus, le joint métallique 23 comprend des ondulations 24 rentrantes sur son premier pan et sur son deuxième pan, de sorte à former un joint métallique ondulé 23. Ces ondulations 24 sont situées sur une partie du joint métallique 23 qui n'est pas supportée par les poutres isolantes de fixation 11, 111, le joint métallique 23 étant supportée sur cette partie par un bloc d'isolation d'angle 25 ayant une surface de forme complémentaire au joint métallique 23, comme illustré en figure 18.
- [0190] Toutefois, contrairement au premier mode de réalisation, le joint métallique 23 n'est pas relié directement à une virure métallique d'extrémité 87 de la membrane d'étanchéité secondaire 4, 104. En effet, dans ce deuxième mode de réalisation, la membrane d'étanchéité secondaire 4, 104 comporte un bandeau métallique d'ancrage 88 soudé sur la portion de support 65 de l'élément de couverture métallique 15. La virure métallique d'extrémité 87 est ensuite soudée de manière étanche sur une portion du bandeau métallique d'ancrage 88 et le joint métallique 23 est soudée de manière étanche sur une autre portion du bandeau métallique d'ancrage 88. Le joint d'étanchéité peut également présenter une portion déportée 89 de sorte à venir recouvrir en partie le bandeau 88.
- [0191] Dans un autre mode de réalisation non représenté, le joint métallique 23 est soudé de manière étanche directement à l'élément de couverture métallique 15 tandis que la virure métallique d'extrémité 87 est soudée de manière étanche sur une portion du bandeau métallique d'ancrage 88. Il n'est donc pas nécessaire dans ce mode de prévoir une portion déportée

89 sur le joint métallique 23. Dans un autre mode de réalisation non représenté, le joint métallique 23 et la virure métallique d'extrémité 87 sont soudés de manière étanche directement à l'élément de couverture métallique 15 de sorte qu'une portion de l'élément de couverture métallique 15 sert de prolongement de la membrane d'étanchéité secondaire 4. Il n'est donc pas nécessaire dans ce mode de prévoir un bandeau métallique d'ancrage 88.

- [0192] Le panneau isolant secondaire 7 adjacent à la poutre isolante de fixation 11, 111 comporte notamment une plaque supérieure 90, un bloc de mousse isolante et une plaque inférieure. La plaque supérieure 90 comprend un lamage 91 s'étendant dans la direction de l'arête 100 et situé sur l'extrémité la plus proche de l'arête 100 de la plaque supérieure 90. Le lamage 91 est réalisé sur une épaisseur de la plaque supérieure 90 égale à l'épaisseur de l'élément de couverture métallique 15 plus l'épaisseur du bandeau métallique d'ancrage 88. Le lamage 91 permet ainsi de garder une bonne planéité de la membrane d'étanchéité secondaire 4, 104 au niveau du raccord avec le joint métallique 23 et la virure d'extrémité 87. L'extrémité de la portion de support 65 vient ainsi se placer dans le lamage 91 du panneau isolant secondaire 7.
- [0193] La figure 18 représente également la jonction entre la barrière thermiquement isolante primaire 5 de la première paroi de cuve 1 et la barrière thermiquement isolante primaire 105 de la deuxième paroi de cuve 101 au niveau de l'angle du dièdre. Comme on peut le voir, la cuve comprend un bloc d'isolation d'angle primaire 50 qui est fixé par deux coupleurs 46 à la première poutre isolante de fixation 11 et par deux coupleurs 46 à la deuxième poutre isolante de fixation 111. En effet, comme visible sur la figure 20, l'élément de couverture métallique 15 comprend également des orifices de fixation 64 situés au milieu de la plaque plane métallique 63 entre les voiles de cisaillement 14 de sorte à permettre aux coupleurs 46 de fixer le bloc d'angle primaire 50 aux poutres isolantes de fixation 11, 111.
- [0194] En référence à la figure 22, 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.

- [0195] 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.
- [0196] La figure 22 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.
- [0197] 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.

- [0198] 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.
- [0199] 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.
- [0200] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

1. Installation de stockage pour un gaz liquéfié comprenant une structure porteuse et une cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans la structure porteuse, la cuve comprenant au moins une première paroi de cuve (1) fixée à une première paroi porteuse (3) de la structure porteuse et une deuxième paroi de cuve (101) fixée à une deuxième paroi porteuse (103) de la structure porteuse, chaque paroi de cuve (1, 101) comprenant au moins une membrane d'étanchéité (4, 104) et au moins une barrière thermiquement isolante (2, 102), la barrière thermiquement isolante (2, 102) étant placée entre la membrane d'étanchéité (4, 104) et la structure porteuse, la première paroi porteuse (3) formant un angle avec la deuxième paroi porteuse (103) le long d'une arête (100), la membrane d'étanchéité (4) de la première paroi de cuve (3) comportant une pluralité de plaques métalliques, dans laquelle la barrière thermiquement isolante (2) de la première paroi de cuve (1) comprend une poutre isolante de fixation (11) ancrée à la première paroi porteuse (3) et ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête (100), la poutre isolante de fixation (11) comportant une face supérieure (13) maintenue à distance de la première paroi porteuse (3) par une pluralité de voiles de cisaillement (14), les voiles de cisaillement (14) étant situés entre la face supérieure (13) et la première paroi porteuse (3) et orientés perpendiculairement à l'arête (100), la poutre isolante de fixation (11) comportant une garniture isolante agencée entre les voiles de cisaillement (14), et la poutre isolante de fixation (11) comportant également un élément de couverture métallique (15) comprenant une portion plane (16) formant la face supérieure (13), un bord d'extrémité de la membrane d'étanchéité (4) de la première paroi de cuve (1) étant soudé à la portion plane (16) de l'élément de couverture métallique (15), et dans laquelle la structure porteuse comprend un dispositif de butée (19) faisant saillie de la première paroi porteuse (3) en direction de l'intérieur de la cuve, le dispositif de butée (19) ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête (100), le dispositif de butée (19) étant placé le long d'un bord de la poutre isolante de fixation (11) opposé à l'arête (100) et étant configuré pour former une butée limitant le déplacement de la poutre isolante de fixation (11)

- dans une direction s'éloignant de la deuxième paroi de cuve (101).
2. Installation de stockage selon la revendication 1, dans laquelle l'élément de couverture métallique (15) comprend une plaque plane métallique (63) comportant une portion de support (65) faisant saillie des voiles de cisaillement (14) dans la direction de la membrane d'étanchéité (4, 104) et dans un sens opposé à l'arête (100) de sorte qu'une extrémité de la portion de support (65) repose sur un panneau isolant (7) de la barrière thermiquement isolante (2, 102) adjacent à la poutre isolante de fixation (11, 111).
 3. Installation de stockage selon la revendication 2, dans laquelle la plaque plane métallique (63) comporte une dimension dans la direction de l'arête (100) égale à l'écartement entre deux voiles de cisaillement (14) adjacents et est agencée de sorte à s'étendre entre les deux voiles de cisaillement (14) adjacents.
 4. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle les voiles de cisaillement (14) sont réalisés en matériau composite comportant une résine polymère et des fibres (99).
 5. Installation de stockage selon la revendication 4, dans laquelle les fibres (99) sont orientées selon un angle de $\pm 45^\circ$ par rapport à une direction d'épaisseur de la paroi de cuve.
 6. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle la poutre isolante de fixation (11, 111) comprend une cornière de fixation (67) comportant une première aile de cornière (68) et une deuxième aile de cornière (69) reliée à la première aile de cornière (68), la deuxième aile de cornière (69) étant fixée à l'un des voiles de cisaillement (14), et la première aile de cornière (68) étant soudée à l'élément de couverture métallique (15).
 7. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle la poutre isolante de fixation (11, 111) comprend une cornière de fixation (67) comportant une première aile de cornière (68) et une deuxième aile de cornière (69) reliée à la première aile de cornière (68), la deuxième aile de cornière (69) étant fixée à l'un des voiles de cisaillement (14), et la première aile de cornière (68) comprenant au moins un orifice de fixation (64) coïncidant avec un orifice de fixation (64) de l'élément de couverture métallique (15) de sorte à fixer la première aile de cornière (68) avec la plaque plane métallique

- (63) au moyen d'un dispositifs de fixation (47) traversant l'orifice de fixation (64) de l'élément de couverture métallique (15) et l'orifice de fixation (64) de la première aile de cornière (68).
8. Installation de stockage selon la revendication 6 ou la revendication 7, dans laquelle la deuxième aile de cornière (69) comporte à une extrémité éloignée de la première aile de cornière (68) une portion biseautée (82).
 9. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle la poutre isolante de fixation (11, 111) comporte un tasseau (83) fixée sur une face du voile de cisaillement (14) perpendiculaire à l'arête (100) et s'étendant parallèlement à l'élément de couverture métallique (15), le tasseau (83) comportant une portion principale (84), une extension supérieure (85) et une extension inférieure (86) de part et d'autre de la portion principale (84), la portion principale (84), l'extension supérieure (85) et l'extension inférieure (86) étant fixées au voile de cisaillement (14),
et dans laquelle le tasseau (83) est fixé à la structure porteuse à l'aide de plots d'ancrage (92) répartis sur une longueur du tasseau (83), les plots d'ancrage (92) venant exercer un effort de serrage contre une face supérieure de la portion principale (84) du tasseau (83).
 10. Installation de stockage selon la revendication 9, dans laquelle l'extension supérieure (85) est biseautée de sorte à avoir une épaisseur décroissante en s'éloignant de la portion principale (84).
 11. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle le dispositif de butée (19) comporte une barre de butée (30), la barre de butée (30) s'étendant de manière continue parallèlement à l'arête (100) le long du bord opposé à l'arête (100) de la poutre isolante de fixation (11).
 12. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle le dispositif de butée (19) comporte une pluralité de pattes de butée (32), les pattes de butée (32) étant régulièrement espacées le long du bord opposé à l'arête (100) de la poutre isolante de fixation (11).
 13. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle la poutre isolante de fixation (11) comporte une portion anti-déversement interne (22) prolongeant les voiles de cisaillement (14) dans une direction opposée à l'arête (100) et s'étendant sur une portion de la dimension séparant la

première paroi porteuse (3) de l'élément de couverture métallique (15), la portion anti-déversement interne (22) étant fixée par au moins un moyen de fixation (19, 47) à la première paroi porteuse (3), et dans laquelle le dispositif d'ancrage (19) comporte un dispositif formant crochet configuré pour fixer la portion anti-déversement interne (22) à la première paroi porteuse (3).

14. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 13, dans laquelle la poutre isolante de fixation (11) comporte une portion anti-déversement externe (21) prolongeant les voiles de cisaillement (14) en direction de l'arête (100) et s'étendant sur une portion de la dimension séparant la première paroi porteuse (3) de l'élément de couverture métallique (15), la portion anti-déversement externe (21) étant fixée par un moyen de fixation (47) à la première paroi porteuse (3).
15. Installation de stockage selon la revendication 13 ou 14, dans laquelle le moyen de fixation (47) comprend un goujon fixant la portion anti-déversement externe (21) ou la portion anti-déversement interne (22) à la structure porteuse, de sorte qu'une première extrémité du goujon est ancrée à la structure porteuse et une deuxième extrémité du goujon opposée à la première extrémité est équipée d'un écrou venant en appui sur la portion anti-déversement externe (21) ou la portion anti-déversement interne (22).
16. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 15, dans laquelle la structure porteuse comprend un dispositif de butée additionnel (20) faisant saillie de la première paroi porteuse (3) en direction de l'intérieur de la cuve, le dispositif de butée additionnel (20) ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête (100), le dispositif de butée additionnel (20) étant placé le long d'un bord de la poutre isolante de fixation (11) adjacent à l'arête (100) et étant configuré pour former une butée limitant le déplacement de la poutre isolante de fixation (11) dans une direction opposée à la direction du dispositif de butée (19).
17. Installation de stockage selon la revendication 16, dans laquelle le dispositif de butée additionnel (20) comporte une barre de butée additionnelle (31), la barre de butée additionnelle (31) s'étendant de manière continue parallèlement à l'arête (100) le long du bord opposé à l'arête (100) de la poutre isolante de fixation (11).

18. Installation de stockage selon la revendication 16, dans laquelle le dispositif de butée additionnel (20) comporte une pluralité de pattes de butée additionnelles (33), les pattes de butée additionnelles (33) étant régulièrement espacées le long du bord opposé à l'arête (100) de la poutre isolante de fixation (11).
19. Installation de stockage selon l'une des revendications 16 à 18 prise en combinaison avec la revendication 14, dans laquelle le dispositif d'ancrage additionnel (20) comporte un dispositif formant crochet configuré pour fixer la portion anti-déversement externe (21) à la première paroi porteuse (3), le dispositif formant crochet constituant ledit moyen de fixation (47).
20. Installation de stockage selon la revendication 13 ou la revendication 14, dans laquelle au moins une parmi la portion anti-déversement externe (21) et la portion anti-déversement interne (22) est formée par des portions de prolongement (43) des voiles de cisaillement (14).
21. Installation de stockage selon les revendications 13 et 14 prises en combinaison, dans laquelle la portion anti-déversement externe (21) comprend une première barre latérale (44) s'étendant parallèlement à l'arête (100), la première barre latérale (44) comportant une paroi plaquée contre une surface latérale des voiles de cisaillement (14), et la portion anti-déversement interne (22) comprend une deuxième barre latérale (45) s'étendant parallèlement à l'arête (100), la deuxième barre latérale (45) comportant une paroi plaquée contre une autre surface latérale des voiles de cisaillement (14), la première barre latérale (44) et la deuxième barre latérale (45) encadrant les voiles de cisaillement (14).
22. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 21, dans laquelle l'élément de couverture métallique (15) de la poutre isolante de fixation (11) comprend une première aile latérale (17) s'étendant perpendiculairement aux voiles de cisaillement (14) et en direction de la première paroi porteuse (3), la première aile latérale (17) prenant en sandwich les voiles de cisaillement (14) avec le dispositif de butée (19) afin de reprendre les efforts de cisaillement exercés par la membrane d'étanchéité (4, 104).
23. Installation de stockage selon la revendication 22, dans laquelle l'élément de couverture métallique (15) de la poutre isolante de fixation (11) comprend une deuxième aile latérale (18) s'étendant perpendiculairement aux voiles de

cisaillement (14) et en direction de la première paroi porteuse (3), de sorte que la première aile latérale (17) et la deuxième aile latérale (18) encadrent les voiles de cisaillement (14), la première aile latérale (17) étant située plus proche de l'arête (100) que la deuxième aile latérale (18).

24. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 23, dans laquelle la cuve comprend un joint d'étanchéité ondulé (23) comprenant un premier pan et un deuxième pan formant un angle avec le premier pan, le premier pan étant soudé de manière étanche à la membrane d'étanchéité (4) de la première paroi de cuve (1) et le deuxième pan étant soudé de manière étanche à la membrane d'étanchéité (104) de la deuxième paroi de cuve (101), le joint d'étanchéité ondulé (23) étant configuré pour raccorder de manière étanche la membrane d'étanchéité (4) de la première paroi de cuve (1) et la membrane d'étanchéité (104) de la deuxième paroi de cuve (101).
25. Installation de stockage selon la revendication 24, dans laquelle la membrane d'étanchéité (4, 104) comporte un bandeau métallique d'ancrage (88) soudé sur l'élément de couverture métallique (15), l'une des plaques métalliques (87) étant soudée de manière étanche sur une portion du bandeau métallique d'ancrage (88) et le joint métallique (23) étant soudée de manière étanche sur une autre portion du bandeau métallique d'ancrage (88).
26. Installation de stockage selon la revendication 25, dans laquelle le panneau isolant secondaire (7) adjacent à la poutre isolante de fixation (11, 111) comporte une plaque supérieure (90) munie d'un lamage (91) s'étendant dans la direction de l'arête (100) et situé sur l'extrémité la plus proche de l'arête (100) de la plaque supérieure (90), une extrémité de l'élément de couverture métallique (15) étant placée dans le lamage (91) afin d'obtenir une surface plane de support de la membrane d'étanchéité (4, 104).
27. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 26, dans laquelle la cuve comprend un bloc d'isolation d'angle (25) situé dans le prolongement de la barrière thermiquement isolante (2) de la première paroi de cuve (1) et de la barrière thermiquement isolante (102) de la deuxième paroi de cuve (101) au niveau de l'arête (100), le bloc d'isolation d'angle (25) étant configuré pour assurer la continuité de la barrière thermiquement isolante (2) de la première paroi de cuve (1) et de la barrière thermiquement isolante (102) de la

deuxième paroi de cuve (101) au niveau de l'arête (100) de la structure porteuse.

28. Installation de stockage selon les revendications 24 et 27 prises en combinaison, dans laquelle le bloc d'isolation d'angle (25) comprend une première face (26) située contre la première paroi porteuse (3), une deuxième face (27) située contre la deuxième paroi porteuse (103), une troisième face (28) configurée pour offrir une surface d'appui au premier pan du joint d'étanchéité ondulé (23) et une quatrième face (29) configurée pour offrir une surface d'appui au deuxième pan du joint d'étanchéité ondulé (23).
29. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 28, dans laquelle la poutre isolante de fixation (11) comprend une plaque supérieure (40) située sous l'élément de couverture métallique (15) et s'étendant le long de la poutre isolante de fixation (11), et dans laquelle chaque voile de cisaillement (14) comprend sur une arête supérieure deux tenons supérieurs (36) séparés l'un de l'autre de manière à former une encoche supérieure (37), la plaque supérieure (40) comprenant une pluralité de rainures (42) s'étendant parallèlement aux voiles de cisaillement (14) et ayant une forme complémentaire des tenons supérieurs (36) de manière à ce que les tenons supérieurs (36) se logent dans les rainures (42) de la plaque supérieure (40), afin à former un assemblage tenon-mortaise entre les voiles de cisaillement (14) et la plaque supérieure (40).
30. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 29, dans laquelle la poutre isolante de fixation (11) comprend une plaque inférieure (41) située sur la première paroi porteuse (3) et s'étendant le long de la poutre isolante de fixation (11), et dans laquelle chaque voile de cisaillement (14) comprend sur une arête inférieure deux tenons inférieurs (38) séparés l'un de l'autre de manière à former une encoche inférieure (39), la plaque inférieure (41) comprenant une pluralité de rainures (42) s'étendant parallèlement aux voiles de cisaillement (14) et ayant une forme complémentaire des tenons inférieurs (38) de manière à ce que les tenons inférieurs (38) se logent dans les rainures (42) de la plaque inférieure (41), de manière à former un assemblage tenon-mortaise entre les voiles de cisaillement (14) et la plaque inférieure (41).
31. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 30, dans laquelle la

barrière thermiquement isolante (2) de la première paroi de cuve (1) ou la barrière thermiquement isolante (102) de la deuxième paroi de cuve (101) comprend une pluralité de panneaux isolants (7, 107) comportant une paroi inférieure située à proximité de la première paroi porteuse (3) ou de la deuxième paroi porteuse (103) respectivement, une paroi supérieure, et une garniture isolante structurelle maintenant à distance la paroi supérieure de la paroi inférieure, la garniture isolante étant composée de mousse polymère renforcée de fibres.

32. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 31, dans laquelle la barrière thermiquement isolante est une barrière thermiquement isolante secondaire (2, 102) et la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité secondaire (4, 104), et dans laquelle la première paroi de cuve (1) et la deuxième paroi de cuve (101) comportent en outre, dans une direction d'épaisseur de l'extérieur vers l'intérieur de la cuve une barrière thermiquement isolante primaire (5, 105) portée par la membrane d'étanchéité secondaire (4, 104) et une membrane d'étanchéité primaire (6, 106) portée par la barrière thermiquement isolante primaire (5, 105).
33. Installation de stockage selon la revendication 32, dans laquelle la membrane d'étanchéité primaire (6, 106) comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées, les tôles métalliques ondulées étant juxtaposées selon un motif répété et soudées ensemble de manière étanche.
34. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 33, dans laquelle la première paroi de cuve (1) comprend des bandes de mastic (49) disposées entre la poutre isolante de fixation (11) et la première paroi porteuse (3).
35. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 34, dans laquelle la membrane d'étanchéité (24) comporte une pluralité de virures parallèles à une direction longitudinale perpendiculaire ou oblique à ladite arête (100), chaque virure comportant une portion centrale plane reposant sur une surface supérieure de la barrière thermiquement isolante et deux bords relevés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve par rapport à la portion centrale, les virures étant juxtaposées selon un motif répété et soudées ensemble de manière étanche au niveau des bords relevés.
36. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 35, dans laquelle

les voiles de cisaillement (14) comprennent une portion centrale (51) orientée perpendiculairement à l'arête (100) et deux portions périphériques (52) s'étendant perpendiculairement à la portion centrale (51), les portions périphériques (52) étant parallèles l'une à l'autre et encadrant la portion centrale (51).

37. Installation de stockage selon la revendication 36, dans laquelle les portions périphériques (52) comportent une semelle inférieure (252) et une semelle supérieure (252) s'étendant parallèlement à la première paroi porteuse (3), les semelles inférieures (252) de l'ensemble des voiles de cisaillement (14) formant une paroi de fond continue ou discontinue, les semelles supérieures (252) formant une paroi de couvercle continue ou discontinue.
38. Installation de stockage selon la revendication 36, dans laquelle les portions périphériques (52) comportent une semelle frontale (152) et une semelle arrière (152) s'étendant perpendiculairement à la première paroi porteuse (3), les semelles frontales (152) de l'ensemble des voiles de cisaillement (14) formant une paroi frontale continue ou discontinue tournée à l'opposé de l'arête (100), les semelles arrière (152) de l'ensemble des voiles de cisaillement (14) formant une paroi arrière continue ou discontinue tournée vers l'arête (100).
39. Installation de stockage selon l'une des revendications 1 à 38, dans laquelle la poutre isolante de fixation (11) comprend un élément de fond (53) comportant une portion plane (54) reposant sur la première paroi porteuse (3) et deux ailes latérales (55) encadrant les voiles de cisaillement (14) et s'étendant parallèlement aux voiles de cisaillement (14) en direction de l'élément de couverture métallique (15), les ailes latérales (55) étant fixées par un moyen d'ancrage sur une portion centrale (51) de voiles de cisaillement d'extrémité (56), les voiles de cisaillement d'extrémité (56) étant deux voiles de cisaillement (14) formés aux extrémités de la poutre isolante de fixation (11) dans la direction de l'arête (100).
40. Installation de stockage selon la revendication 39, dans laquelle l'élément de fond (53) comprend au moins un élément d'appui (57) fixé à l'une des ailes latérales (55), l'élément d'appui (57) faisant saillie de l'un des voiles de cisaillement d'extrémité (56), le moyen d'ancrage comprenant un dispositif

formant crochet situé sur l'élément d'appui (57) et configuré pour fixer la poutre isolante de fixation (11) à la première paroi porteuse (3).

41. Installation de stockage selon la revendication 39 ou la revendication 40, dans laquelle l'élément de fond (53) est réalisé dans un matériau métallique ou dans un matériau composite.
42. Installation de stockage selon les revendications 23 et 39 prises en combinaison, dans laquelle l'élément de couverture métallique (15) comprend deux ailes internes (58) s'étendant aux extrémités de la portion plane (16) de l'élément de couverture métallique (15) et parallèlement à la première aile latérale (17) et à la deuxième aile latérale (18), les ailes internes (58) étant situées entre les semelles frontales et arrière (152) des voiles de cisaillement (14), la première aile latérale (17) et la deuxième aile latérale (18) encadrant les semelles frontales et arrière (152) des voiles de cisaillement (14), la première aile latérale (17) étant fixée par un moyen de fixation (60) à l'une des ailes internes (58) et la deuxième aile latérale (18) étant fixée par un moyen de fixation (60) à l'autre des ailes internes (58).
43. Installation de stockage selon la revendication l'une des revendications 1 à 42, dans laquelle la poutre isolante de fixation est une première poutre isolante de fixation (11), le dispositif de butée est un premier dispositif de butée (19) et la membrane d'étanchéité (104) de la deuxième paroi de cuve (103) comporte une pluralité de plaques métalliques ou une pluralité de virures parallèles à une direction longitudinale perpendiculaire ou oblique à ladite arête (100), chaque virure comportant une portion centrale plane reposant sur une surface supérieure de la barrière thermiquement isolante (102) et deux bords relevés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve par rapport à la portion centrale, les virures étant juxtaposées selon un motif répété et soudées ensemble de manière étanche au niveau des bords relevés, et la barrière thermiquement isolante (102) de la deuxième paroi de cuve (101) comprend une deuxième poutre isolante de fixation (111) comportant une face supérieure (13) maintenue à distance de la deuxième paroi porteuse (103) par une pluralité de voiles de cisaillement (14), les voiles de cisaillement (14) étant situés entre la face supérieure (13) et la deuxième paroi porteuse (103) et orientés perpendiculairement à l'arête (100), la deuxième poutre isolante (111)

comportant une garniture isolante agencée entre les voiles de cisaillement (14), et la deuxième poutre isolante de fixation (111) comportant également un élément de couverture métallique (15) comprenant une portion plane (16) formant la face supérieure (13), un bord d'extrémité de la membrane d'étanchéité (104) de la deuxième paroi de cuve (101) étant soudé à la portion plane (16) de l'élément de couverture métallique (15), et dans laquelle la structure porteuse comprend un deuxième dispositif de butée (119) faisant saillie de la deuxième paroi porteuse (103) en direction de l'intérieur de la cuve, le deuxième dispositif de butée (119) ayant une longueur s'étendant parallèlement à l'arête (100), le deuxième dispositif de butée (119) étant placé le long d'un bord de la deuxième poutre isolante (11) opposé à l'arête (100) et étant configuré pour former une butée limitant le déplacement de la deuxième poutre isolante de fixation (111) dans une direction s'éloignant de la première paroi de cuve (1).

44. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une installation de stockage (71) selon l'une des revendications 1 à 43, une partie de la double coque formant la structure porteuse de l'installation de stockage.
45. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 44, 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 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.
46. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 44, dans lequel on achemine un produit liquide froid 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).