

Cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide

Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide
5 cryogénique.

Des cuves étanches et thermiquement isolées à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est stocké, à pression atmosphérique, à environ -162°C . Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la
10 cuve peut être destinée au transport de gaz naturel liquéfié ou à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

Le document FR 2 691 520 décrit une cuve étanche et thermiquement isolante présentant successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'intérieur
15 vers l'extérieur de la cuve, une membrane d'étanchéité primaire, en contact avec le fluide contenu dans la cuve, une barrière thermiquement isolante primaire, une membrane d'étanchéité secondaire, une barrière thermiquement isolante secondaire et une structure porteuse constituée de tôles métalliques formant la coque ou la double-coque d'un navire marchand, tel qu'un méthanier. Les zones
20 d'angle de la cuve sont réalisées à partir d'une structure d'angle pré-assemblée, en forme de dièdre, illustrée sur la figure 3 du document FR 2 691 520.

Une telle structure d'angle pré-assemblée comporte deux plaques isolantes biseautées, raccordées au moyen d'un raccord d'angle et formant la barrière d'isolation secondaire, un membrane souple reposant sur les plaques isolantes de
25 la barrière d'isolation secondaire et constituant la barrière d'étanchéité secondaire, et deux autres plaques isolantes biseautées, raccordées au moyen d'un raccord d'angle et formant la barrière d'isolation primaire. Une telle structure d'angle est avantageuse en ce qu'elle permet un pré-assemblage en atelier des structures d'angle. Toutefois, en contrepartie, ces structures d'angles sont lourdes et

encombrantes ce qui rend leur transport et leur manutention difficiles. Elles sont, en outre, relativement complexes à fabriquer.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de proposer une cuve étanche et thermiquement isolante dans laquelle la structure d'angle est particulièrement simple à réaliser.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide, ladite cuve étanche comportant une structure porteuse externe, une barrière d'isolation thermique retenue sur la structure porteuse et une membrane d'étanchéité comportant des ondulations s'étendant selon deux directions perpendiculaires et supportée par la barrière d'isolation thermique, la barrière d'isolation thermique comportant une structure d'angle disposée à une intersection entre une première et une seconde parois de la structure porteuse, ladite structure d'angle comportant un premier et un second panneaux calorifuges présentant chacun une face externe disposée en vis-à-vis de la structure porteuse, une face interne pourvue d'un organe d'ancrage de la membrane d'étanchéité et des bords latéraux, le premier panneau présentant une face externe reposant contre la première paroi de la structure porteuse et un bord latéral reposant contre la seconde paroi de la structure porteuse et le second panneau présentant une face externe reposant contre la seconde paroi de la structure porteuse et un bord latéral reposant contre la face interne du premier panneau.

Ainsi, la structure d'angle de la barrière d'isolation thermique comporte deux panneaux facilement transportables. En outre, la fabrication d'une telle structure d'angle est simplifiée.

Selon des modes de réalisation, une telle cuve étanche et thermiquement isolante peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

- les premier et second panneaux comportent chacun une plaque de contreplaqué interne et une plaque de contreplaqué externe définissant respectivement la face interne et la face externe desdits premier et second panneaux et une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre lesdites plaques de contreplaqué interne et externe.

- le bord latéral du premier panneau reposant contre la seconde paroi est pourvu d'une plaque de contreplaqué.
- la face externe du premier panneau reposant contre la première paroi, le bord latéral du premier panneau reposant contre la seconde paroi et la face externe du second panneau reposant contre la seconde paroi sont collés à la structure porteuse.
- le premier et le second panneaux comprennent chacun, sur leur face interne, un organe d'ancrage de la membrane d'étanchéité comprenant une bande de liaison métallique s'étendant selon un axe, parallèle à l'intersection entre la première et la seconde parois, ladite membrane d'étanchéité comportant des plaques métalliques s'étendant de part et d'autre de ladite structure d'angle et une cornière s'étendant entre une bande de liaison métallique du premier panneau et une bande de liaison métallique du second panneau, les plaques métalliques présentant des bords soudés aux bandes de liaison métalliques ou à la cornière, ladite cornière présentant des bords soudés aux bords des plaques métalliques soudés auxdites bandes de liaison métalliques ou aux bandes de liaison métalliques.
- une bande de liaison métallique est retenue dans un évidement formé sur la face interne du premier ou du second panneau et monté dans ledit évidement avec un jeu j de coulissement selon une direction transversale à la direction de ladite bande de liaison métallique de sorte à autoriser un mouvement de la bande de liaison métallique, respectivement dans le plan du premier ou du second panneau.
- la barrière d'isolation thermique est une barrière d'isolation thermique secondaire et la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité secondaire, la cuve comportant en outre une barrière d'isolation thermique primaire et une membrane d'étanchéité primaire.
- les premier et second panneaux sont équipés de goujons de fixation de la barrière d'isolation thermique primaire, faisant saillie vers l'intérieur à partir de la face interne desdits premier et second panneaux.
- les goujons de fixation de la barrière d'isolation thermique primaire s'étendent dans l'axe de l'une des bandes de liaison métalliques et les bords des plaques métalliques soudés aux bandes de liaison métalliques et/ou à la cornière et les bords de la cornière soudés aux bandes de liaison métalliques et/ou à des bords

des plaques métalliques soudés auxdites bandes de liaison métalliques sont pourvus de découpes pour le passage des goujons de fixation de la barrière d'isolation thermique primaire.

- la barrière d'isolation thermique primaire comporte, à l'intersection entre la première et la seconde parois de la structure porteuse, une structure d'angle comprenant un premier et un second panneaux d'isolation thermique primaire comportant chacun une face externe disposée en vis-à-vis de la membrane d'étanchéité secondaire, une face interne pourvue d'un organe d'ancrage de la membrane d'étanchéité primaire et des bords latéraux, le premier panneau d'isolation thermique primaire présentant un bord latéral reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire et le second panneau d'isolation thermique primaire comportant un bord latéral reposant contre la face interne du premier panneau d'isolation thermique primaire.
- l'angle formé entre la première et la seconde paroi est de 90°.
- la première paroi est une paroi horizontale et la seconde paroi est une paroi verticale.

Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres.

Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un fluide comporte une double coque et une cuve précitée, dans lequel la double coque forme la structure porteuse externe de la cuve.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un fluide à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un fluide, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un

flux de fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Brève description des figures

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.

- **La figure 1** est une vue, en coupe, d'une cuve étanche et thermiquement isolante comportant deux membranes d'étanchéité et deux barrières d'isolation thermique, au niveau d'une zone d'angle.
- **La figure 2** est une vue en coupe illustrant une barrière d'isolation thermique secondaire au niveau d'une zone d'angle.
- **La figure 3** est une vue détaillée de la zone III de la figure 2.
- **La figure 4** est une vue en perspective d'une structure d'angle de barrière d'isolation thermique secondaire et d'une cornière destinée à être rapportée contre ladite structure d'angle.
- **La figure 5** est une vue en perspective, partiellement arrachée d'une barrière d'étanchéité secondaire et d'une barrière d'isolation thermique secondaire.
- **Les figures 6a, 6b et 6c** sont respectivement des vues détaillées des zones VIa, VIb et VIc de la figure 5.
- **La figure 7** est une vue en perspective, partiellement arrachée d'une cuve présentant une membrane d'étanchéité primaire, une barrière d'isolation thermique primaire, une membrane d'étanchéité secondaire et une barrière d'isolation thermique secondaire.
- **La figure 8a, 8b et 8c** sont respectivement des vues détaillées des zones VIIa, VIIb et VIIc de la figure 7.
- **La figure 9** est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description détaillée de modes de réalisation

Par convention, les termes « externe » et « interne » sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'intérieur et à l'extérieur de la cuve.

5 En se reportant à la figure 1, on voit une structure de cuve étanche et thermiquement isolante comportant, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une structure porteuse 1, une barrière thermiquement isolante secondaire 2, une membrane d'étanchéité secondaire 3, une barrière thermiquement isolante primaire 4 et une membrane d'étanchéité primaire 5 destinée à être en contact avec le fluide
10 cryogénique contenu dans la cuve.

La structure porteuse 1 peut notamment être une tôle métallique autoporteuse ou plus généralement tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées. La structure porteuse 1 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse 1
15 comporte une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve.

Au niveau de la zone d'angle représentée sur la figure 1, la structure porteuse 1 comporte une première paroi 6 formant le fond de la cuve et une seconde paroi 7 formant une cloison verticale de la cuve.

La barrière d'isolation thermique secondaire 2 comporte une pluralité de
20 blocs d'isolation 8, 9 disposés sur la surface des parois 6, 7 de la structure porteuse 1 et ancrés sur ladite structure porteuse 1 au moyen de boudins de résine, non illustrés, et/ou de goujons soudés sur la structure porteuse 1, non illustrés.

Sur les figures 1 et 2, l'on observe que les blocs d'isolation 8, 9 comportent une couche de mousse polymère isolante 10 prise en sandwich entre une plaque
25 rigide interne 11 et une plaque rigide externe 12. Les plaques rigides interne 11 et externe 12 sont, par exemple, des plaques de bois contreplaqué collées sur ladite couche de mousse 10. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse de polyuréthane, éventuellement de haute densité et éventuellement renforcée de fibres de verre.

30 Deux blocs d'isolation 8, 9 sont hachurés sur la représentation en perspective de la figure 5. Les blocs d'isolation 8, 9 présentent sensiblement une

forme de parallélépipède rectangle. Les blocs d'isolation 8, 9 présentent selon leur deux axes de symétrie une bande de liaison métallique 14, qui est mise en place dans un évidement et qui y est fixée par des vis, des rivets, des agrafes ou de la colle. Dans la zone de croisement des bandes de liaison métalliques 14, on a
5 ménagé un goujon 15 faisant saillie vers l'intérieur et permettant la fixation de la barrière d'isolation thermique primaire 4.

La membrane d'étanchéité secondaire 3 est obtenue par assemblage d'une pluralité de plaques métalliques 16a, 16b soudées bord à bord et présentant une forme sensiblement rectangulaire. En dehors de la zone d'angle, les plaques
10 métalliques 16a comportent, selon chacun des deux axes de symétrie de ce rectangle, une ondulation 17 formant un relief en direction de la structure porteuse 1. Les plaques métalliques 16a sont ici disposées de manière décalée par rapport aux blocs d'isolation 8, 9 de telle sorte que chacune desdites plaques métalliques 16a s'étende à cheval sur quatre blocs d'isolation 8, 9 adjacents. En outre, les
15 ondulations 17 forment un relief en direction de la structure porteuse 1 et sont logées dans des interstices de la barrière d'isolation thermique secondaire 2 ménagés entre deux blocs d'isolation 8, 9 adjacents. Les plaques métalliques 16a adjacentes sont soudées entre elles à recouvrement. Le maintien de plaques métalliques 16a sur les blocs d'isolation 8, 9 est réalisé au moyen des bandes de
20 liaison métalliques 14 sur lesquelles on soude au moins deux bords desdites plaques métalliques 16a.

En bordure de paroi, la membrane d'étanchéité secondaire 3 comporte des plaques métalliques 16b assurant la jonction de la membrane d'étanchéité secondaire 3 à la structure d'angle et dont la largeur peut être différente de celle des
25 autres plaques métalliques 16a de sorte à s'adapter aux dimensions de la structure d'angle. Les plaques métalliques 16b sont également pourvues de deux ondulations 17, perpendiculaires formant un relief en direction de la structure porteuse 1 et s'étendant respectivement dans un interstice 13 entre les blocs d'isolation 8, 9 et des panneaux 18, 19 formant la structure d'angle de la barrière d'isolation thermique
30 secondaire 2 et dans un interstice entre deux blocs d'isolation 8, 9 adjacents.

Les plaques métalliques 16a, 16b de la membrane d'étanchéité secondaire 3 sont, par exemple, réalisées en Invar ® : un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,5 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

En se reportant aux figures 1, 2 et 4, on observe la structure d'angle de la barrière d'isolation thermique secondaire 2. Ladite structure d'angle comporte des panneaux calorifuges 18, 19, respectivement horizontaux et verticaux, de forme parallélépipédique rectangle. De manière similaire aux blocs d'isolation 8, 9 décrits précédemment, les panneaux 18, 19 de la structure d'angle comportent une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre deux plaques rigides interne et externe, en bois contreplaqué par exemple, collées sur ladite couche de mousse.

Lors de l'assemblage de la cuve, un panneau horizontal 18 est positionné horizontalement contre la structure porteuse 1 de telle sorte que sa face externe repose contre la première paroi 6 et qu'un de ses bords latéraux 20 repose contre la seconde paroi 7. L'angle formé entre la face externe d'un panneau horizontal 18 et son bord latéral 20 est donc égal à l'angle formé à l'intersection entre les parois 6, 7, soit 90° dans le mode de réalisation représenté. Un panneau horizontal 18 est fixé à la structure porteuse 1, par exemple en collant la face externe dudit panneau 18 et, optionnellement son bord latéral 20 respectivement contre la paroi horizontale 6 et la paroi verticale 7.

Dans le mode de réalisation représenté, le bord latéral 20 d'un panneau horizontal 18 reposant contre la paroi verticale 7 est pourvu d'une plaque de contreplaqué. Une telle plaque de contreplaqué permet de faciliter la mise en place du panneau 18 et/ou permet d'améliorer l'efficacité du collage du bord latéral 20 du panneau 18 contre la paroi verticale 7 de la structure porteuse 1 lorsque ledit bord latéral 20 est collé à la structure porteuse 1.

Par la suite, un panneau vertical 19 est positionné contre la structure porteuse 1 de telle sorte que sa face externe repose contre la paroi 7 et que son bord latéral inférieur 21 repose contre la face interne du panneau vertical 18. L'angle formé entre le bord latéral inférieur 21 du panneau vertical 19 et sa face externe est, par conséquent, égal à l'angle formé entre la paroi 7 de la structure porteuse 1 et la face interne du premier panneau 18, soit 90° dans le mode de réalisation représenté. Le second panneau 19 est fixé à la structure porteuse 1 par collage de sa face externe contre la paroi 7.

Par ailleurs, les panneaux 18 et 19 présentent sur leur face interne des bandes de liaison métalliques 22. Ces bandes de liaison métalliques 22 s'étendent selon un axe parallèle à l'arête formée à l'intersection entre les parois 6, 7. Les

bandes de liaison métalliques 22 servent à l'ancrage des plaques métalliques 16b assurant la jonction de la membrane d'étanchéité secondaire 3 à la structure d'angle.

Dans un mode de réalisation, les bandes de liaison métalliques 22 sont
5 retenues dans un évidement 27, illustré sur la figure 3 qui est formé dans la plaque rigide interne des panneaux 18, 19. Selon un mode de réalisation, les bandes de liaison métalliques 22 sont fixées sur la plaque rigide interne des panneaux 18, 19 au moyen d'organes de fixation, non illustrés, passant au travers d'orifices ménagés dans les bandes de liaison métalliques 22. Les organes de fixations sont par
10 exemple des rivets ou des vis.

Dans un mode de réalisation, les bandes de liaison métalliques 22 sont montées avec un jeu de coulissement j selon une direction transversale à la direction desdites bandes de liaison métalliques 22. Le jeu de coulissement j , illustré sur la figure 3, est de l'ordre de 5mm. Un tel jeu de coulissement autorise un
15 mouvement de la bande de liaison métallique 22 dans le plan du panneau 18, 19, en direction opposée à la structure porteuse 1, lors de la mise à froid de la cuve, sous l'effet des contractions thermiques de la membrane d'étanchéité secondaire 3. Ainsi, le jeu de coulissement des bandes de liaison métalliques 22 permet de limiter les contraintes résultant de la contraction thermique. Dans un tel mode de
20 réalisation, les orifices ménagés dans les bandes de liaison métalliques 22 pour le passage des organes de fixation présentent une forme oblongue dont la plus grande longueur s'étend selon une direction transversale à la direction des bandes de liaison métalliques 22 afin de permettre un coulissement dans la direction précitée.

De part et d'autre de la structure d'angle, les plaques métalliques 16b, en
25 bordure de paroi, présentent des bords qui sont soudés le long desdites bandes de liaison métalliques 22, les autres bords desdits plaques métalliques 16b étant soudés à recouvrement avec les bords des plaques métalliques 16a, 16b adjacentes.

Par ailleurs, une cornière 23, présentant une section en L comportant deux
30 ailes perpendiculaires, s'étend entre une bande de liaison métallique 22 fixée à la face interne d'un panneau horizontal 18 et une bande de liaison métallique 22 fixée à la face interne d'un panneau vertical 19 de façon à assurer l'étanchéité de la membrane d'étanchéité secondaire 3 au niveau de la zone d'angle. La cornière 23

est, par exemple, réalisée en Invar ®. La cornière 23 est soudée par recouvrement sur les bords des plaques métalliques 16b qui sont soudés aux bandes de liaison métalliques 22.

De manière alternative, il est également possible de souder la cornière 23 sur les bandes de liaison métalliques 22 puis de souder à recouvrement les bords adjacents des plaques métalliques 16b sur la cornière 23.

Les panneaux 18, 19 comportent, par ailleurs, des goujons 24 faisant saillie vers l'intérieur de la cuve et permettant de fixer la barrière d'isolation thermique primaire 4 sur la barrière d'isolation thermique secondaire 2. La base des goujons est soudée sur des platines métalliques 25, fixées auxdits panneaux 18, 19, par des vis, des rivets, des agrafes ou de la colle.

Sur la figure 4, on observe que les bandes de liaison métalliques 22 sont formées de segments juxtaposés discontinus et les platines métalliques 25 supportant les goujons 24 sont agencées, dans l'axe desdites bandes de liaison métalliques 22, entre deux de leurs segments adjacents.

Comme représenté de manière détaillée sur les figures 6a et 6b, les bords de la cornière 23 et les bords des plaques métalliques 16b, s'étendant de part et d'autre de la structure d'angle, sont pourvues de découpes 26 permettant le passage des goujons 24. Ainsi, il n'est pas nécessaire de perforer la cornière 23 ou les plaques métalliques 16b pour laisser passer le goujon 24 en direction de la barrière d'isolation thermique primaire 4. Afin d'assurer une continuité de l'étanchéité, la cornière 23 et les plaques métalliques 16b sont, au niveau desdites découpes 26, soudées sur les platines métalliques 25.

En relation avec la figure 4, l'on observe également que les panneaux 18 et 19 comportent une longueur l et une épaisseur e identiques tandis que la largeur L1 du panneau vertical 18 est plus importante que la largeur L2 du panneau horizontal 19. Pour réaliser une structure d'angle dont les dimensions horizontales et verticales sont égales, la largeur L1 du panneau horizontal 18 est égale à la somme de la largeur L2 du panneau vertical 19 et de l'épaisseur e desdits panneaux 18, 19.

Par ailleurs, en relation avec la figure 6c, on observe qu'une pluralité de panneaux horizontaux 18 et de panneaux verticaux 19 peut être disposée le long de l'intersection entre la première et la seconde paroi 6, 7. Dans ce cas, dans le mode de réalisation représenté, un interstice 28 est ménagé entre les panneaux verticaux

18 et horizontaux 19 adjacents et une pièce métallique de jonction, non représentée, permet d'assurer l'étanchéité entre deux cornières 23 adjacentes. Une telle pièce métallique de jonction présente sensiblement une forme en L et comporte une ondulation s'étendant le long de l'interstice 28, dans le prolongement d'une
5 ondulation des plaques métalliques 16b adjacentes, et faisant saillie à l'intérieur dudit interstice 28. Ladite pièce de jonction est soudée aux niveaux de deux extrémités de l'ondulation aux bords des plaques métalliques 16b et présentent, de part et d'autre de ladite ondulation, des bords plans permettant un soudage de ladite pièce métallique de jonction sur les cornières 23 adjacentes.

10 Les figures 7, 8a, 8b et 8c illustrent plus particulièrement l'agencement de la barrière d'isolation thermique primaire 4 et de la membrane d'étanchéité primaire 5.

La barrière d'isolation thermique primaire 4 comprend une pluralité de panneaux calorifuges 29a, 29b, 29c de forme sensiblement parallélépipédique
15 rectangle recouvrant la membrane d'étanchéité secondaire 3. Les panneaux calorifuges 29a, 29b, 29c comportent une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre deux plaques rigides interne et externe, en bois contreplaqué par exemple, collées sur ladite couche de mousse.

Par ailleurs, les panneaux calorifuges 29a, 29b, 29c de la barrière
20 d'isolation thermique primaire 4 comportent également sur leur face interne des bandes de liaison métalliques 33 permettant un ancrage, par soudage, de la barrière d'étanchéité primaire 5.

La membrane d'étanchéité primaire 5 est obtenue par assemblage d'une pluralité de plaques métalliques 34, soudées les unes aux autres le long de leurs
25 bords. Dans le mode de réalisation représenté, les plaques métalliques 34 comportent deux séries d'ondulations s'étendant selon des directions perpendiculaires. Les ondulations de la membrane d'étanchéité primaire 5 sont saillantes du côté de la face interne des plaques métalliques 34. Les plaques métalliques 34 sont, par exemple, réalisées en tôle d'acier inoxydable ou
30 d'aluminium, mise en forme par pliage ou par emboutissage.

Les plaques métalliques 34 sont décalées par rapport aux panneaux calorifuges 29a, 29b, 29c, chacune desdites plaques métalliques s'étendant à cheval sur quatre panneaux calorifuges adjacents 29a, 29b, 29c.

En relation avec les figures 1 et 8a, nous décrivons maintenant l'agencement des panneaux calorifuges 29a, 29b respectivement horizontaux et verticaux de la barrière d'isolation thermique primaire 4, au niveau de la zone d'angle. Un panneau horizontal 29a présente une face externe reposant contre la
5 membrane d'étanchéité secondaire 3 et un bord latéral 35 reposant contre l'aile verticale de la cornière 23. Un panneau vertical 29b présente une face externe reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire 3 alors qu'un 36 de ses bords latéraux repose contre la surface interne du panneau horizontal 29a.

La fixation des panneaux 29a, 29b aux goujons 24 fixés à la membrane
10 d'isolation thermique secondaire 2 est représenté sur les figures 8a et 8b.

Sur la figure 8a, les panneaux verticaux 29a et horizontaux 29b présentent au niveau de leurs coins, un décrochement de la mousse isolante et de la plaque rigide interne par rapport à la plaque rigide externe. La plaque rigide externe présente en outre une découpe permettant le passage du goujon 24. Ainsi, un
15 écrou, non représenté, monté sur le goujon fileté 24 est apte à retenir la plaque rigide externe à la barrière d'isolation thermique secondaire 2.

Sur la figure 8b, les panneaux verticaux 29a et horizontaux 29b présentent des orifices 39 permettant le passage de goujons 24. L'orifice 39 comporte un épaulement, non représentée, permettant de servir d'appui à un écrou vissé sur un
20 goujon fileté 24, introduit au travers de l'orifice 39. Ainsi, un écrou vissé sur le goujon fileté 24 vient en butée contre ledit épaulement de manière à assurer une fixation des panneaux 29a, 29b.

Par ailleurs, la membrane d'étanchéité primaire 5 comporte au niveau de la zone d'angle une cornière métallique 37, ondulée, illustrée sur la figure 9c. La
25 cornière ondulée 37 présente des ondulations 38, orthogonales aux parois 6, 7, s'étendant dans le prolongement d'un des séries d'ondulations des plaques métalliques 34. Les bords de la cornière ondulée 37 sont soudés à recouvrement avec les bords adjacents des plaques métalliques 34 et avec les bords des cornières ondulées 37 adjacentes. Au moins deux des bords de la cornière ondulée
30 sont ancrés sur des bandes de liaison métalliques 33 des panneaux 29a, 29b.

En référence à la figure 9, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 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 5 secondaire et la double coque 72.

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 appropriées, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

10 La figure 9 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 15 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 20 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 25 pendant les opérations de chargement et de déchargement.

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.

30 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.

On notera, en particulier, que si l'invention est décrite en relation avec un mode de réalisation dans laquelle la cuve comporte deux niveaux d'étanchéité et d'isolation thermique, elle n'y est aucunement limitée et s'applique également aux cuves étanches ne comportant qu'un seul niveau d'étanchéité et d'isolation
5 thermique.

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. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la
10 présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

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

REVENDICATIONS

1. Cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide, ladite cuve étanche comportant une structure porteuse externe (1), une barrière d'isolation thermique (2) retenue sur la structure porteuse (1) et une membrane d'étanchéité (3) comportant des ondulations (17) s'étendant selon deux directions perpendiculaires et supportée par la barrière d'isolation thermique (2), la barrière d'isolation thermique (2) comportant une structure d'angle disposée à une intersection entre une première et une seconde parois (6, 7) de la structure porteuse (1), ladite structure d'angle comportant un premier et un second panneaux (18, 19) calorifuges présentant chacun une face externe disposée en vis-à-vis de la structure porteuse (1), une face interne pourvue d'un organe (22) d'ancrage de la membrane d'étanchéité (3) et des bords latéraux (20, 21), le premier panneau (18) présentant une face externe reposant contre la première paroi (6) de la structure porteuse (1) et un bord latéral (20) reposant contre la seconde paroi (7) de la structure porteuse (1) et le second panneau (19) présentant une face externe reposant contre la seconde paroi (7) de la structure porteuse (1) et un bord latéral (21) reposant contre la face interne du premier panneau (18), la cuve étant caractérisée en ce que le premier et le second panneaux (18, 19) comprennent chacun, sur leur face interne, un organe d'ancrage de la membrane d'étanchéité (3) comprenant une bande de liaison métallique (22) s'étendant selon un axe, parallèle à l'intersection entre la première et la seconde parois (6, 7), ladite membrane d'étanchéité (3) comportant des plaques métalliques (16) s'étendant de part et d'autre de ladite structure d'angle et une cornière (23) s'étendant entre une bande de liaison métallique (22) du premier panneau (18) et une bande de liaison métallique (22) du second panneau (19), les plaques métalliques (16) présentant des bords soudés aux bandes de liaison métalliques (22) ou à la cornière (23), ladite cornière (23) présentant des bords soudés aux bords des plaques métalliques soudés auxdites bandes de liaison métalliques (22) ou aux bandes de liaison métalliques (22).
2. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle les premier et second panneaux (18, 19) comportent chacun une plaque de contreplaqué interne (11) et une plaque de contreplaqué externe (12) définissant respectivement la face interne et la face externe desdits premier et second panneaux (18, 19) et une couche

de mousse polymère isolante (10) prise en sandwich entre lesdites plaques de contreplaqué interne (11) et externe (12).

3. Cuve selon la revendication 2, dans laquelle le bord latéral (20) du premier panneau (18) reposant contre la seconde paroi (7) est pourvu d'une plaque de contreplaqué.
5
4. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la face externe du premier panneau (18) reposant contre la première paroi (6), le bord latéral (20) du premier panneau (18) reposant contre la seconde paroi (7) et la face externe du second panneau (19) reposant contre la seconde paroi (7) sont collés à la structure porteuse (1).
10
5. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle une bande de liaison métallique (22) est retenue dans un évidement formé sur la face interne du premier ou du second panneau (18, 19) et monté dans ledit évidement (27) avec un jeu j de coulissement selon une direction transversale à la direction de ladite bande de liaison métallique (22) de sorte à autoriser un mouvement de la bande de liaison métallique (22), respectivement dans le plan du premier ou du second panneau (18, 19).
15
6. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la barrière d'isolation thermique est une barrière d'isolation thermique secondaire (2) et la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité secondaire (3), la cuve comportant en outre une barrière d'isolation thermique primaire (4) et une membrane d'étanchéité primaire (5).
20
7. Cuve selon la revendication 6, dans laquelle les premier et second panneaux (18, 19) sont équipés de goujons (24) de fixation de la barrière d'isolation thermique primaire (4), faisant saillie vers l'intérieur à partir de la face interne desdits premier et second panneaux (18, 19).
25
8. Cuve selon les revendications 6 et 7, dans laquelle les goujons (24) de fixation de la barrière d'isolation thermique primaire s'étendent dans l'axe de l'une des bandes de liaison métalliques (22) et dans laquelle les bords des plaques métalliques soudés aux bandes de liaison métalliques (22) et/ou à la cornière (23) et les bords de la cornière (23) soudés aux bandes de liaison métalliques (22) et/ou à des bords des plaques métalliques soudés auxdites bandes de
30

liaison métalliques (22) sont pourvus de découpes (26) pour le passage des goudons (24) de fixation de la barrière d'isolation thermique primaire (4).

9. Cuve étanche selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans laquelle la barrière d'isolation thermique primaire comporte, à l'intersection entre la première et la seconde parois (6, 7) de la structure porteuse (1), une structure d'angle comprenant un premier et un second panneaux (29a, 29b) d'isolation thermique primaire comportant chacun une face externe disposée en vis-à-vis de la membrane d'étanchéité secondaire (3), une face interne pourvue d'un organe d'ancrage (33) de la membrane d'étanchéité primaire et des bords latéraux, le premier panneau (29a) d'isolation thermique primaire présentant un bord latéral (35) reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire (3) et le second panneau (29b) d'isolation thermique primaire comportant un bord latéral (36) reposant contre la face interne du premier panneau (29a) d'isolation thermique primaire.
10. Navire (70) pour le transport d'un fluide, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel la double coque forme la structure porteuse externe de la cuve.
11. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 10, dans lequel on achemine un fluide à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71).
12. Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (70) selon la revendication 10, 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 fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.