



(11)

**EP 3 821 167 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:

**29.05.2024 Bulletin 2024/22**

(21) Numéro de dépôt: **19742454.2**

(22) Date de dépôt: **25.06.2019**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**F17C 13/00** <sup>(2006.01)</sup>

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**F17C 13/004**; F17C 2201/0157; F17C 2201/052;  
F17C 2221/033; F17C 2223/0161; F17C 2223/033;  
F17C 2270/0107

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2019/051559**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2020/012084 (16.01.2020 Gazette 2020/03)**

(54) **PAROI DE CUVE COMPORTANT UNE MEMBRANE D'ÉTANCHÉITE PRÉSENTANT UNE ONDULATION AYANT UNE PORTION CURVILIGNE RENFORCÉE**

BEHÄLTERWAND MIT EINER DICHTMEMBRAN MIT EINER WELLUNG MIT EINEM VERSTÄRKTEN KRUMMLINIGEN ABSCHNITT

TANK WALL COMPRISING A SEALING MEMBRANE HAVING A CORRUGATION WITH A REINFORCED CURVILINEAR PORTION

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **13.07.2018 FR 1856475**

(43) Date de publication de la demande:  
**19.05.2021 Bulletin 2021/20**

(73) Titulaire: **Gaztransport et Technigaz  
78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

(72) Inventeurs:

• **BERGER, Vincent  
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)**

• **BOYEAU, Marc  
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)**  
• **SASSI, Mohamed  
78470 SAINT REMY LES CHEVREUSE (FR)**

(74) Mandataire: **Loyer & Abello  
9, rue Anatole de la Forge  
75017 Paris (FR)**

(56) Documents cités:  
**FR-A1- 2 936 784 KR-A- 20120 013 233  
KR-A- 20120 013 244 KR-A- 20130 113 772**

**EP 3 821 167 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches à membrane d'étanchéité ondulée, pour le stockage et/ou le transport d'un fluide, tel que du gaz liquéfié.

[0002] Des cuves étanches à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est stocké, à pression atmosphérique, à environ -163°C ou pour le stockage de Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL). 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.

### Arrière-plan technologique

[0003] Dans l'état de la technique, il est connu des cuves à membrane d'étanchéité ondulée dont la membrane d'étanchéité, destinée à être en contact avec le gaz liquéfié contenu dans la cuve, est renforcée à l'aide d'éléments de renfort. Les éléments de renfort sont disposés sous les ondulations de la membrane d'étanchéité, entre ladite membrane d'étanchéité et la barrière thermiquement isolante supportant cette membrane d'étanchéité. De tels éléments de renfort permettent de diminuer les contraintes qui sont susceptibles d'être causées, dans la membrane d'étanchéité, par une multitude de facteurs, dont la rétraction thermique lors de la mise à froid de la cuve, l'effet de flexion de la poutre du navire, et la pression dynamique due au mouvement de la cargaison, notamment en raison de la houle. Ces éléments de renfort sont généralement creux afin de permettre à du gaz de circuler entre les ondulations et la barrière thermiquement isolante en traversant les éléments de renfort. De telles cuves sont notamment décrites dans les documents FR2936784, FR2963818 ou FR3039248.

[0004] Les éléments de renfort divulgués dans les documents précités sont généralement réalisés à partir de profilés rectilignes et sont donc placés dans les portions rectilignes des ondulations.

[0005] La demanderesse a toutefois constaté qu'il existait également un besoin de renforcer les portions curvilignes des ondulations. De telles portions curvilignes des ondulations sont notamment présentes dans des zones spécifiques de la cuve, par exemple dans une zone d'angle entre deux parois, dans la zone d'un pied de support destiné à assurer un guidage d'une tour de chargement/déchargement ou dans la zone d'un dôme destiné à évacuer du gaz ou du liquide.

[0006] KR20130113772 divulgue également un dispositif de renfort agencé à l'intérieur d'une portion rectiligne d'une ondulation. Le dispositif de renfort comporte une pluralité de tronçons de renfort qui présentent chacun une forme profilée se développant selon une direction

rectiligne et qui sont reliés les uns aux autres par des organes de liaison.

### Résumé

[0007] Une idée à la base de l'invention est de proposer une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante comportant une membrane d'étanchéité équipée d'une ondulation présentant une portion curviligne et comportant en outre un dispositif curviligne de renfort qui soit simple à réaliser et qui permette de renforcer de manière fiable ladite portion curviligne.

[0008] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une paroi de cuve comportant une barrière thermiquement isolante et une membrane d'étanchéité reposant sur la barrière thermiquement isolante, la membrane d'étanchéité comportant une ondulation présentant une portion curviligne se développant selon une direction curviligne et au moins un dispositif curviligne de renfort agencé à l'intérieur de la portion curviligne, entre la membrane d'étanchéité et la barrière thermiquement isolante de manière à renforcer ladite portion curviligne, ledit dispositif curviligne de renfort comportant une pluralité de tronçons de renfort qui présentent chacun une forme profilée se développant selon une direction rectiligne, le dispositif curviligne de renfort comportant en outre un organe de liaison reliant lesdits tronçons de renfort de manière à les maintenir dans une position dans laquelle, en projection dans un plan parallèle à la paroi de cuve, la direction rectiligne de chacun des tronçons de renfort est orientée tangentiellement à la direction curviligne.

[0009] Ainsi, la portion curviligne de l'ondulation est renforcée au moyen d'un dispositif curviligne de renfort qui est susceptible d'assurer un support fiable et ceci au moyen de tronçons de renfort qui présentent une forme profilée rectiligne et qui sont par conséquent plus simples à réaliser que des éléments de renforts qui seraient formés dans un profilé curviligne.

[0010] Selon d'autres modes de réalisation avantageux, une telle paroi de cuve peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

[0011] Selon un mode de réalisation chaque tronçon de renfort comporte une ouverture au travers de laquelle est emboîté l'organe de liaison.

[0012] Selon un mode de réalisation, chaque tronçon de renfort comporte une semelle reposant contre la barrière thermiquement isolante.

[0013] Selon un mode de réalisation, chaque semelle comporte deux parois latérales et une paroi inférieure plane qui repose contre la barrière thermiquement isolante et qui relie les deux parois latérales, ladite ouverture étant définie par les parois latérales et la paroi inférieure. Ainsi avec une telle semelle, les efforts induits par de la houle de la cargaison sont répartis de façon plus uniforme sur la barrière isolante.

[0014] Selon un mode de réalisation, l'organe de liaison est un rail qui présente une partie curviligne s'étendant selon la direction curviligne de la portion cur-

viligne et qui présente un bord interne curviligne et un bord externe curviligne présentant une plus grande courbure que celle du bord interne curviligne.

**[0015]** Selon un mode de réalisation, l'un des bords interne curviligne et externe curviligne comporte une alternance de saillies et de creux formant un crénelage, chaque saillie étant logée dans l'ouverture de l'un des tronçons de renfort. Ainsi, les creux entre les saillies permettent de créer des jeux facilitant la mise en place des tronçons de renfort dans la partie curviligne de l'organe de liaison. Selon un mode de réalisation, le crénelage est ménagé dans le bord interne curviligne du rail. Selon un autre mode de réalisation, le crénelage est ménagé dans le bord externe curviligne du rail.

**[0016]** Selon un mode de réalisation, au moins l'un des tronçons de renfort présente une enveloppe creuse et des voiles de renfort sécants qui s'étendent à l'intérieur de l'enveloppe creuse d'un bord à l'autre de ladite enveloppe creuse. Ceci permet d'augmenter la rigidité des tronçons de renfort.

**[0017]** Selon un mode de réalisation, les voiles de renfort se croisent dans un plan de symétrie du tronçon de renfort.

**[0018]** Selon un mode de réalisation, chaque tronçon de renfort comporte deux voiles de renfort disposés en forme de X.

**[0019]** Selon un mode de réalisation, chaque tronçon de renfort comporte une portion de support qui présente une forme adaptée à la forme intérieure de l'ondulation. Selon un mode de réalisation, la portion de support présente une forme extérieure de dôme semi-elliptique.

**[0020]** Selon un mode de réalisation, la portion curviligne présente un bord curviligne interne et un bord curviligne externe présentant une courbure plus grande que le bord curviligne interne, au moins l'un des tronçons de renfort présentant deux extrémités qui sont chacune inclinées par rapport à la direction rectiligne dudit tronçon de renfort de manière à ce que ledit tronçon de renfort s'élargisse du bord curviligne interne vers le bord curviligne externe de la portion curviligne.

**[0021]** Selon un mode de réalisation, les tronçons de renfort au niveau du bord curviligne interne sont accolés.

**[0022]** Selon un mode de réalisation, les deux extrémités du tronçon de renfort s'étendent chacun dans un plan qui est orthogonal à une tangente à la direction curviligne, à l'intersection entre ledit plan et la direction curviligne.

**[0023]** Selon un mode de réalisation, les deux extrémités dudit tronçon de renfort s'étendent chacune dans un plan parallèle à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

**[0024]** Selon un mode de réalisation, les angles formés par le plan de deux extrémités de chaque tronçon de renfort par rapport à la direction rectiligne dudit tronçon de renfort sont de même valeur et de sens opposés.

**[0025]** Selon un mode de réalisation, l'ondulation comporte deux portions rectilignes disposées de part et d'autre de la portion curviligne, dans le prolongement de

celle-ci, un élément de renfort étant disposé dans chacune des deux portions rectilignes, entre la membrane d'étanchéité et la barrière thermiquement isolante, l'organe de liaison étant emboîté dans une ouverture ménagée dans au moins l'un des éléments de renfort.

**[0026]** Selon un mode de réalisation, la portion curviligne est disposée à proximité d'une zone d'angle de ladite paroi de cuve.

**[0027]** Selon un autre mode de réalisation, la portion curviligne est disposée à proximité d'une zone singulière de ladite paroi de cuve dans laquelle la planéité de la membrane d'étanchéité est interrompue. Selon un mode de réalisation, la zone singulière comporte un pied de support destiné à assurer un guidage d'une tour de chargement/déchargement. Selon un autre mode de réalisation, la zone singulière comporte un dôme destiné à évacuer du gaz ou du liquide.

**[0028]** Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi une cuve comportant une paroi de cuve précitée.

**[0029]** Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un navire comportant une structure porteuse et une cuve précitée ancrée dans ladite structure porteuse.

**[0030]** 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.

**[0031]** 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 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

**[0032]** 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 partielle schématique d'une portion d'une paroi d'une cuve étanche et thermiquement isolante dans laquelle la membrane d'étanchéité est représentée en écorchée.

- **La figure 2** est une vue en perspective illustrant notamment une portion curviligne d'une ondulation et par transparence un dispositif de renfort curviligne destiné à renforcer ladite portion curviligne.

- **La figure 3** est une vue de dessus de la portion cur-

viligne de l'ondulation et du dispositif de renfort curviligne de la figure 2.

- **La figure 4** est une vue en perspective illustrant des éléments de renfort destinés à être disposés dans des portions rectilignes des ondulations et un dispositif de renfort curviligne destiné à être disposé dans une portion curviligne d'une ondulation.
- **La figure 5** est une vue en coupe d'un élément de renfort d'onde ou d'un tronçon de renfort destiné à être disposé dans une ondulation basse.
- **La figure 6** est une vue en coupe d'un élément de renfort ou d'un tronçon de renfort destiné à être disposé dans une ondulation haute.
- **La figure 7** est une vue en perspective illustrant de manière détaillée l'organe de liaison du dispositif de renfort curviligne illustré sur les figures 2 à 4.
- **La figure 8** 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

**[0033]** En relation avec la figure 1, l'on décrit une paroi 1 pour une cuve étanche et thermiquement isolante destinée au stockage d'un gaz liquéfié. Le gaz liquéfié peut notamment être un Gaz Naturel Liquéfié (GNL) ou un Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL).

**[0034]** Chaque paroi 1 comporte une structure multicouche qui présente successivement, de l'extérieur vers l'intérieur, selon la direction d'épaisseur de la paroi, au moins une barrière thermiquement isolante primaire 2 reposant directement ou indirectement contre une structure porteuse, non illustrée sur la figure 1, et une membrane d'étanchéité primaire 3 destinée à être en contact avec le gaz liquéfié contenu dans l'espace intérieur de la cuve. De manière optionnelle, chaque paroi 1 peut en outre comporter une barrière thermiquement isolante secondaire reposant contre la structure porteuse et une membrane d'étanchéité secondaire ancrée sur la barrière thermiquement isolante secondaire et contre laquelle repose la barrière thermiquement isolante primaire.

**[0035]** La structure porteuse est par exemple formée par la double coque d'un navire mais peut plus généralement être formée de tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées.

**[0036]** Sur la figure 1, la barrière thermiquement isolante primaire 2 comporte une pluralité d'éléments calorifuges 4 qui sont ancrés à la structure porteuse, soit directement soit en étant ancré à une barrière thermiquement isolante secondaire, elle-même ancrée à la structure porteuse. Les éléments calorifuges 4 sont juxtaposés les uns aux autres et forment conjointement une

surface plane de support sur laquelle est ancrée la membrane d'étanchéité primaire 3. Afin d'assurer l'ancrage de la membrane d'étanchéité primaire 3 aux éléments calorifuges 4, chaque élément calorifuge 4 est équipé de platines métalliques 5 pour l'ancrage du bord des tôles métalliques de la membrane d'étanchéité primaire 3. Les platines métalliques 5 s'étendent selon deux directions perpendiculaires l'une à l'autre. Chaque élément calorifuge 5 comporte une couche de mousse polymère 6 et au moins une plaque interne 7, rigide, par exemple en bois contreplaqué, qui est fixée sur la couche de mousse polymère 6.

**[0037]** Les platines métalliques 23 sont mises en place dans des évidements ménagés sur la surface interne de la plaque interne 7 de telle sorte que la surface interne des platines métalliques 23 affleure la surface interne de la plaque interne 7.

**[0038]** La membrane d'étanchéité primaire 3 comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées qui sont soudées à recouvrement les unes aux autres de manière étanche et soudées sur les platines métalliques 23 de manière à ancrer la membrane d'étanchéité primaire 3 sur la barrière thermiquement isolante primaire 2.

**[0039]** Chaque tôle métallique comporte une première série d'ondulations parallèles, dites ondulations hautes 8, et une deuxième série d'ondulations parallèles, dites ondulations basses 9, qui s'étendent perpendiculairement aux ondulations 8 de la première série. Notons que les termes «haute» et «basse» ont un sens relatif et signifient que les ondulations 9, dites basses, présentent une hauteur inférieure aux ondulations 8, dites hautes. En outre, dans un mode de réalisation non représenté, les ondulations 8, 9 présentent des hauteurs identiques.

**[0040]** Au niveau de chaque croisement entre deux ondulations 8, 9, la membrane d'étanchéité primaire 3 comporte une zone de noeud 10. La zone de noeud 10 comporte une portion centrale 11 présentant un sommet en saillie vers l'intérieur de la cuve. Par ailleurs, la portion centrale 11 est bordée, d'une part, par une paire d'ondulations concaves 12 formées dans la crête de l'ondulation haute 8 et, d'autre part, par une paire de renforcements 13 dans lesquels pénètre l'ondulation basse 9.

**[0041]** Les ondulations 8, 9 des tôles métalliques permettent à la membrane d'étanchéité primaire 3 d'être flexible afin de pouvoir se déformer sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques générées par le gaz liquéfié emmagasiné dans la cuve.

**[0042]** A titre d'exemple, les tôles métalliques ondulées peuvent notamment être réalisées en acier inoxydable, en aluminium, en invar<sup>®</sup>, 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  $2,10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de  $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Toutefois, d'autres métaux ou alliages sont également envisageables. A titre d'exemple, la tôle métallique présente une épaisseur d'environ 1,2 mm. D'autres épaisseurs sont également envisageables, sa-

chant qu'un épaissement de la tôle métallique entraîne une augmentation de son coût et accroît généralement la rigidité des ondulations.

**[0043]** Comme représenté sur la figure 1, la paroi de cuve 1 comporte une pluralité d'éléments de renfort 14, 15 qui sont agencés à l'intérieur des ondulations 8, 9 et disposés entre la membrane d'étanchéité primaire 3 et la barrière thermiquement isolante primaire 2. De tels éléments de renfort 14, 15 visent à soutenir et renforcer les ondulations 8, 9 de la membrane d'étanchéité primaire 3.

**[0044]** Chaque élément de renfort 14, 15 comporte une enveloppe creuse qui constitue le corps principal de l'élément de renfort 14, 15 et qui est insérée dans une ondulation 8, 9 de la membrane d'étanchéité primaire 3. Chaque élément de renfort 14, 15 présente une forme profilée de section constante. Toutefois, les deux extrémités longitudinales 16, 17 de chaque élément de renfort 14 destinés à être disposés dans l'une des ondulations hautes 8 sont coupées selon un plan incliné par rapport à l'axe longitudinal dudit élément de renfort 14. Les deux extrémités longitudinales 18, 19 des éléments de renfort 15 destinés à être disposés dans les ondulations basses 9 peuvent quant à elles être coupées orthogonalement à la direction longitudinale desdits éléments de renfort 15.

**[0045]** Chaque élément de renfort 14, 15 peut être fabriqué selon toute longueur souhaitée. La longueur de l'élément de renfort 14, 15 est de préférence sensiblement égale à l'intervalle inter-ondulation entre les ondulations qui coupent l'ondulation dans laquelle ledit élément de renfort 14, 15 est inséré. Plus précisément, pour les éléments de renfort 14 destinés à renforcer les ondulations hautes 8, la longueur de l'enveloppe creuse au sommet est par exemple égale à la longueur de la portion de l'ondulation haute qui présente une section uniforme entre deux zones de noeud 11. Cette portion à section uniforme s'arrête lorsque l'ondulation haute 8 présente un léger étranglement latéral marquant le début de la zone de noeud 11. Par ailleurs, l'inclinaison des extrémités longitudinales 16, 17 des éléments de renfort 14 creuse correspond sensiblement à l'inclinaison de cet étranglement latéral, de sorte que l'enveloppe creuse desdits éléments de renfort s'approche le plus près possible de la zone de noeud 11 pour optimiser le soutien de l'ondulation haute 8.

**[0046]** A titre d'exemple, les éléments de renfort 14, 15 sont réalisés en métal, tel que l'aluminium ou un alliage ou en matériau polymère, tel que le polyéthylène, le polycarbonate ou le polyéther imide, avantageusement renforcé par des fibres, tels que des fibres de verre.

**[0047]** Les figures 5 et 6 représentent respectivement la section d'un élément de renfort 15, 14 destiné à renforcer une ondulation basse 9 et une ondulation haute 8. Comme représenté sur ces figures, l'enveloppe creuse comporte une semelle 20, inférieure, et une portion de support 21, supérieure.

**[0048]** La portion de support 21 peut être réalisée selon diverses géométries, comme illustré par exemple dans

le document FR2936784, en fonction notamment de la géométrie des ondulations 8, 9 de la membrane d'étanchéité primaire 3. De préférence, la forme extérieure de la portion de support 21 est adaptée à la forme intérieure de l'ondulation 8, 9 dans laquelle l'élément de renfort 14, 15 est inséré, de manière à offrir un soutien efficace de sensiblement toute la surface de l'ondulation 8, 9. Dans le mode de réalisation représenté, la forme extérieure de la section de la portion de support 21 est un dôme semi-elliptique. Si l'élément de renfort 14, 15 est fait d'un matériau ayant un comportement thermique différent de la membrane d'étanchéité primaire 3, son dimensionnement doit tenir compte de cette différence pour supporter efficacement l'ondulation 8, 9 à la température d'utilisation, par exemple environ -162°C pour le Gaz Naturel Liquéfié.

**[0049]** Par ailleurs, la semelle 20 présente une paroi inférieure 22 qui est plane et qui repose ainsi contre la plaque interne 7 des éléments calorifuges 5 et deux parois latérales 24, 25 qui sont reliées l'une à l'autre par la paroi inférieure 22. Les deux parois latérales 24, 25 sont prolongées vers le haut par la portion de support 21. La paroi inférieure 22 et les parois latérales 24, 25 définissent une ouverture 26 traversant l'élément de renfort 14, 15 selon la direction longitudinale dudit élément de renfort 14, 15 et dans laquelle est destiné à venir s'emboîter un organe de liaison décrit par la suite.

**[0050]** La portion de support 21 comporte des voiles de renfort 27, 28 sécants qui s'étendent d'un bord à l'autre de l'enveloppe creuse et qui se croisent au niveau d'un plan de symétrie A de l'élément de renfort 14, 15. Dans le mode de réalisation représenté, la portion de support 21 comporte deux voiles de renfort 27, 28 disposés en forme de X.

**[0051]** Par ailleurs, en revenant à la figure 1, on observe que les éléments de renfort 14, 15 sont liés les uns aux autres par des organes de liaison 29. De tels organes de liaison 29 permettent d'aligner de façon stable les éléments de renfort 14 destinés à être disposés dans les ondulations hautes 8, d'une part, et/ou les éléments de renfort 15 destinés à être disposés dans les ondulations basses 9, d'autre part.

**[0052]** Chaque organe de liaison 29 est constitué par un rail 30 qui est disposé au regard d'une zone de noeud 11 de la membrane d'étanchéité primaire 3. Le rail 30 comporte deux extrémités 31, 32 qui sont respectivement emboîtées à l'intérieur d'une ouverture 26 ménagée dans la semelle 20 de l'un et l'autre des deux éléments de renfort 14 disposés dans l'ondulation haute 8, 9 de part et d'autre de ladite zone de noeud 11.

**[0053]** Par ailleurs, dans le mode de réalisation représenté, une entretoise 33 permettant de soutenir la partie basse de l'ondulation haute 8 est disposée dans le prolongement de chacune des extrémités longitudinales 16, 17 des éléments de renfort 14. Chaque entretoise 33 est creuse et comporte une paroi inférieure, une paroi supérieure et deux parois latérales reliant la paroi supérieure et la paroi inférieure. La paroi inférieure de l'entretoise

33 s'étend dans le prolongement de la paroi inférieure 22 de la semelle 20 de l'élément de renfort 14 adjacent. En outre, le bord des parois latérales de chaque entretoise 33 qui est en regard de l'extrémité longitudinale 16, 17 de l'élément de renfort 14 adjacent est biseauté de manière à venir se plaquer contre l'extrémité biseautée de l'élément de renfort 14.

**[0054]** Par ailleurs, de manière avantageuse, la rail 30 présente une forme de croix de manière à définir deux pattes opposées 34, 35 qui sont respectivement emboîtées dans une ouverture 26 ménagée dans l'un et l'autre des éléments de renfort 15 disposés dans l'ondulation basse 9, de part et d'autre de la zone de noeud 11.

**[0055]** En relation avec les figures 2 à 4 et 7, on décrit désormais une zone de la membrane d'étanchéité primaire 3 dans laquelle l'une des ondulations 8 présente une portion curviligne 36 et dans laquelle un dispositif de renfort curviligne 37 est disposé à l'intérieur de ladite portion curviligne 36 afin de la renforcer.

**[0056]** Les figures 2 et 3 représentent une zone d'angle entre deux parois de la cuve. La membrane d'étanchéité primaire 3 de l'une des parois présente ici une portion curviligne 36 s'étendant selon une direction curviligne d1. La direction curviligne d1 correspond plus particulièrement à la direction du sommet de l'ondulation dans ladite portion curviligne 36.

**[0057]** La portion curviligne 36 est ménagée dans une pièce de jonction 38 qui est soudée à recouvrement avec des plaques métalliques, parallélépipédique, tels qu'illustrés sur la figure 1. La pièce de jonction 38 est également soudée à recouvrement avec une pièce d'angle 39. La pièce d'angle 39 comporte deux ailes 40, 41 qui sont respectivement parallèles à l'une et à l'autre des parois adjacentes. La pièce d'angle 40 est ondulée et permet ainsi d'assurer une continuité des ondulations de la membrane d'étanchéité primaire 3 dans la zone d'angle entre les deux parois. La portion curviligne 36 permet ainsi d'assurer une déviation de l'ondulation. Un tel agencement est notamment susceptible de se rencontrer dans une cuve de forme générale polyédrique présentant deux parois de cofferdam de forme octogonale et reliées l'une à l'autre par huit parois s'étendant selon la direction longitudinale de la cuve, à savoir une paroi de fond et une paroi de plafond horizontales, deux parois latérales verticales, deux parois obliques supérieures reliant chacune l'une des parois latérales à la paroi de plafond ; et deux parois obliques inférieures reliant chacune l'une des parois latérales à la paroi de fond. Plus précisément, la membrane d'étanchéité primaire 3 comporte de telles portions curvilignes 36 sur les parois de cofferdam au niveau de la zone d'angle desdites parois de cofferdam avec les parois obliques supérieures et inférieures.

**[0058]** Un dispositif de renfort curviligne 37, illustré de manière détaillée sur les figures 3 et 4, est agencé à l'intérieur de la portion curviligne 36 entre la membrane d'étanchéité primaire 3 et la barrière thermiquement isolante primaire 2. Le dispositif de renfort curviligne 36 comporte une pluralité de tronçons de renfort 42, 43, 44 et

un organe de liaison 45 reliant lesdits tronçons de renfort 42, 43, 44 de sorte à assurer leur positionnement. Dans le mode de réalisation représenté, le dispositif de renfort curviligne 37 comporte trois tronçons de renfort 42, 43, 44. Toutefois, dans d'autres modes de réalisation, le dispositif de renfort curviligne 37 peut ne comporter que deux tronçons de renfort ou présenter un nombre de tronçons de renfort supérieur ou égal à trois.

**[0059]** Les tronçons de renfort 42, 43, 44 sont réalisés en métal, tel que l'aluminium ou un alliage ou en matériau polymère, tel que le polyéthylène, le polycarbonate ou le polyéther imide, avantageusement renforcé par des fibres, tels que des fibres de verre.

**[0060]** Chaque tronçon de renfort 42, 43, 44 comporte une enveloppe creuse et présente une forme profilée qui se développe selon une direction rectiligne d2, d3, d4. La direction rectiligne d2, d3, d4 des tronçons de renfort 42, 43, 44 correspond à la direction de la fibre neutre desdits tronçons de renforts 42, 43, 44. Chacun des tronçons de renfort 42, 43, 44 est avantageusement obtenu par découpage d'un profilé rectiligne à section constante.

**[0061]** Dans le mode de réalisation représenté, la portion curviligne 36 est disposée dans le prolongement d'une ondulation haute 8 et présente ainsi une section sensiblement similaire à celle d'une ondulation haute 8. Aussi, la section de chaque tronçon de renfort 42, 43, 44 est identique à la section, représentée sur la figure 6, des éléments de renfort 15 destinées à être positionnées à l'intérieur des ondulations hautes 8. Toutefois, dans d'autres modes de réalisation non représentés, la portion curviligne 36 est disposée dans le prolongement d'une ondulation basse 9 et présente ainsi une section sensiblement similaire à celle d'une ondulation basse 9. De manière alternative, la portion curviligne 31 peut présenter une forme différente de celle de l'ondulation haute ou basse qu'elle prolonge. Dans un tel cas, les tronçons de renfort 42, 43, 44 présentent alors une section différente de celle des éléments de renfort 14, 15 disposés dans les ondulations hautes 8 et basses 9.

**[0062]** L'organe de liaison 45 est curviligne et se développe le long de la direction curviligne d1 de la portion curviligne 36. En outre, chacun des tronçons de renfort 42, 43, 44 présente une ouverture 26 au travers de laquelle est emboîté l'organe de liaison 45. L'organe de liaison 45 permet ainsi de positionner chacun des tronçons de renfort 42, 43, 44 dans une position telle que, en projection dans un plan parallèle à la paroi 1, la direction rectiligne d2, d3, d4 dudit tronçon de renfort 42, 43, 44 est orientée tangentiellement ou sensiblement tangentiellement à la direction curviligne d1 de la portion curviligne 36.

**[0063]** De manière avantageuse, les deux extrémités de l'organe de liaison 45 sont également emboîtées dans des ouvertures ménagées 26 dans l'un et l'autre des deux renforts d'ondes 14 rectilignes qui sont positionnées dans les deux portions rectilignes de l'ondulation se raccordant à la portion curviligne 36.

**[0064]** De manière avantageuse, comme représenté

sur la figure 3, les deux extrémités 46, 47 de chaque tronçon de renfort 42, 43, 44 sont biseautées, c'est-à-dire forme un angle par rapport à la direction rectiligne d2, d3, d4 dudit tronçon de renfort 42, 43, 44. Ainsi, comme représenté sur la figure 3, en projection dans un plan parallèle à la paroi, chaque tronçon de renfort 42, 43, 44 présente une forme trapézoïdale. En d'autres termes, chaque tronçon de renfort 42, 43, 44 présente deux extrémités 46, 47 biseautées qui sont chacune inclinées par rapport à la direction rectiligne d2, d3, d4 dudit tronçon de renfort 42, 43, 44 de manière à ce que ledit tronçon de renfort 42, 43, 44 s'élargisse du bord interne 48 vers le bord externe 49 de la portion curviligne 36, c'est-à-dire du bord présentant le rayon de courbure le plus faible vers le bord présentant le rayon de courbure le plus fort. Un tel agencement permet d'offrir une plus grande surface de support pour la surface de la portion curviligne 36 de l'ondulation. De façon non représentée, les tronçons de renfort 42, 43, 44 peuvent être accolés dans la portion en contact avec le bord interne 48.

**[0065]** De manière avantageuse, chaque extrémité 46, 47 s'étend dans un plan qui est parallèle à la direction d'épaisseur de la paroi. En outre, l'angle formé par le plan de chaque extrémité 46, 47 par rapport à la direction rectiligne d2, d3, d4 du tronçon de renfort 42, 43, 44 est tel que ledit plan de chaque extrémité 46, 47 soit orthogonal ou sensiblement orthogonal à la tangente à la direction curviligne d1, à l'intersection dudit plan avec ladite direction curviligne d1.

**[0066]** Selon un mode de réalisation, les deux extrémités 46, 47 biseautées du tronçon de renfort 42, 43, 44 s'étendent chacun dans un plan qui est orthogonal à une tangente à la direction curviligne d1, à l'intersection entre ledit plan et la direction curviligne d1.

**[0067]** De manière avantageuse, les angles formés par les plans de deux extrémités de chaque tronçon de renfort 42, 43, 44 par rapport à la direction rectiligne d2, d3, d4 dudit tronçon de renfort 42, 43, 44 sont de même valeur et de sens opposés. Dans la mesure où la forme profilée des tronçons de renfort 42, 43, 44 est symétrique, ceci permet découper les tronçons de renfort 42, 43, 44, à la suite les uns des autres, dans un profilé rectiligne à section constante, et ceci sans chute de matière.

**[0068]** Selon un autre mode de réalisation, tel que représenté sur la figure 4, les deux extrémités des tronçons de renforts 42, 43, 44 s'étendent dans un plan orthogonal à la direction rectiligne d2, d3, d4 dudit tronçon de renfort 42, 43, 44.

**[0069]** La figure 7 représente un organe de liaison 45 selon un mode de réalisation. Dans ce mode de réalisation, l'organe de liaison 45 est un rail curviligne qui présente une partie curviligne 50 destinée à s'étendre selon la direction curviligne d1 de la portion curviligne 36 de l'ondulation. Le rail curviligne présente une section rectangulaire correspondant sensiblement aux dimensions de l'ouverture 26 ménagée dans les tronçons de renfort 42, 43, 44. L'organe de liaison 45 comporte ainsi un bord interne curviligne 51 et un bord externe curviligne 52 qui

présente un rayon de courbure supérieure à celui du bord interne curviligne 51.

**[0070]** Dans le mode de réalisation de la figure 7, le bord interne curviligne présente un crénelage formé d'une alternance de saillies 53 et de creux 54. Chacune des saillies 53 est destinée à venir se loger dans l'ouverture 26 de l'un des tronçons de renfort 42, 43, 44. Le creux 54 entre les saillies 53 permettent ainsi de créer un jeu facilitant la mise en place des tronçons de renfort 42, 43, 44 dans la partie curviligne 50 de l'organe de liaison 45. Dans un mode de réalisation alternatif, le crénelage est ménagé dans le bord externe curviligne 52 de l'organe de liaison 45.

**[0071]** Notons que si dans les modes de réalisation décrits et représentés ci-dessus, la portion curviligne de l'ondulation est ménagée dans une membrane d'étanchéité primaire et le dispositif curviligne de renfort est disposé entre ladite membrane d'étanchéité primaire et une barrière thermiquement isolante primaire, la portion curviligne peut également être ménagée dans une membrane d'étanchéité secondaire, le dispositif curviligne de renfort étant alors disposé entre la membrane d'étanchéité secondaire et une barrière thermiquement isolante secondaire.

**[0072]** Par ailleurs, selon un autre mode de réalisation non représenté, la portion curviligne n'est pas ménagée à proximité d'une zone d'angle de la paroi mais à proximité d'un pied de support destiné à assurer un guidage d'une tour de chargement/déchargement. A titre d'exemple, de telles portions rectilignes sont notamment décrites et illustrées en relation avec la figure 9 du document WO2011157915.

**[0073]** Selon un autre mode de réalisation non représenté, la portion curviligne de l'ondulation peut être ménagée dans une zone de la paroi de plafond de la cuve qui est traversée par une structure de dôme gaz destinée à extraire de la phase vapeur de l'espace interne de la cuve vers un collecteur de vapeur disposé à l'extérieur de la cuve.

**[0074]** Selon un autre mode de réalisation non représenté, la portion curviligne de l'ondulation peut être ménagée dans une zone de la paroi de plafond de la cuve qui est équipée d'une structure de dôme liquide comportant un couvercle auquel est suspendue une tour de chargement/déchargement destiné à charger du gaz liquéfié dans la cuve et/ou à le décharger.

**[0075]** La technique décrite ci-dessus pour réaliser une paroi de cuve peut être utilisée dans différents types de cuve de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.

**[0076]** En référence à la figure 8, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barriè-

res isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

[0077] 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.

[0078] La figure 8 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de méthaniers. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76 au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

[0079] Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met en oeuvre 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.

[0080] Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention telle que définie par les revendications.

[0081] 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.

[0082] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

## Revendications

1. Paroi de cuve (1) comportant une barrière thermi-

quement isolante (2) et une membrane d'étanchéité (3) reposant sur la barrière thermiquement isolante (2), ladite paroi étant **caractérisé en ce que** la membrane d'étanchéité (3) comporte une ondulation présentant une portion curviligne (36) se développant selon une direction curviligne (d1) et au moins un dispositif curviligne de renfort (37) agencé à l'intérieur de la portion curviligne (36), entre la membrane d'étanchéité (3) et la barrière thermiquement isolante (2) de manière à renforcer ladite portion curviligne (36), ledit dispositif curviligne de renfort (37) comportant une pluralité de tronçons de renfort (42, 43, 44) qui présentent chacun une forme profilée se développant selon une direction rectiligne (d2, d3, d4), le dispositif curviligne de renfort (37) comportant en outre un organe de liaison (45) reliant lesdits tronçons de renfort (42, 43, 44) de manière à les maintenir dans une position dans laquelle, en projection dans un plan parallèle à la paroi de cuve (1), la direction rectiligne (d2, d3, d4) de chacun des tronçons de renfort (42, 43, 44) est orientée tangentiellement à la direction curviligne (d1).

2. Paroi de cuve (1) selon la revendication 1, dans laquelle chaque tronçon de renfort (42, 43, 44) comporte une ouverture (26) au travers de laquelle est emboîté l'organe de liaison (45).

3. Paroi de cuve (1) selon la revendication 2, dans laquelle chaque tronçon de renfort (42, 43, 44) comporte une semelle (20) reposant contre la barrière thermiquement isolante (2).

4. Paroi de cuve (1) selon la revendication 3, dans laquelle chaque semelle (20) comporte deux parois latérales (24, 25) et une paroi inférieure (22) plane qui repose contre la barrière thermiquement isolante (2) et qui relie les deux parois latérales (24, 25), ladite ouverture (26) étant définie par les parois latérales (24, 25) et la paroi inférieure (22).

5. Paroi de cuve (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle l'organe de liaison (45) est un rail qui présente une partie curviligne (50) s'étendant selon la direction curviligne (d1) de la portion curviligne (36) et qui présente un bord interne curviligne (51) et un bord externe curviligne (52) présentant une plus grande courbure que celle du bord interne curviligne (51).

6. Paroi de cuve (1) selon la revendication 5, dans lequel l'un des bords interne curviligne (51) et externe curviligne (52) comporte une alternance de saillies (53) et de creux (54) formant un crénelage, chaque saillie (53) étant logée dans l'ouverture (26) de l'un des tronçons de renfort (42, 43, 44).

7. Paroi de cuve (1) selon la revendication 6, dans la-



quelle le crénelage est ménagé dans le bord interne curviligne (51) du rail.

8. Paroi de cuve (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle au moins l'un des tronçons de renfort (42, 43, 44) présente une enveloppe creuse et des voiles de renfort (27, 28) sécants qui s'étendent à l'intérieur de l'enveloppe creuse d'un bord à l'autre de ladite enveloppe creuse. 5
9. Paroi de cuve (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle la portion curviligne (36) présente un bord curviligne interne (48) et un bord curviligne externe (49) présentant une courbure plus grande que le bord curviligne interne (48) et dans laquelle au moins l'un des tronçons de renfort (42, 43, 44) présente deux extrémités (46, 47) qui sont chacune inclinées par rapport à la direction rectiligne (d2, d3, d4) dudit tronçon de renfort de manière à ce que ledit tronçon de renfort (42, 43, 44) s'élargisse du bord curviligne interne (48) vers le bord curviligne externe (49) de la portion curviligne (36). 10
10. Paroi de cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle l'ondulation comporte deux portions rectilignes disposées de part et d'autre de la portion curviligne (36) dans le prolongement de ladite portion curviligne (36), un élément de renfort (14) étant disposé dans chacune des deux portions rectilignes entre la membrane d'étanchéité (3) et la barrière thermiquement isolante (2) et dans laquelle l'organe de liaison (45) est emboîté dans une ouverture (26) ménagée dans au moins l'un des éléments de renfort (14). 15
11. Paroi de cuve (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle la portion curviligne est disposée à proximité d'une zone d'angle de ladite paroi de cuve (1). 20
12. Paroi de cuve (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle la portion curviligne est disposée à proximité d'une zone singulière de ladite paroi de cuve (1) dans laquelle la planéité de la membrane d'étanchéité (3) est interrompue. 25
13. Cuve étanche et thermiquement isolante comportant au moins une paroi de cuve (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12. 30
14. Navire (70) comportant une structure porteuse et une cuve (1) selon la revendication 13 ancrée dans ladite structure porteuse. 35
15. Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (70) selon la revendication 14, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de 40

manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

16. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 14 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 (71) du navire. 10

#### Patentansprüche

1. Gefäßwand (1) umfassend eine wärmeisolierende Barriere (2) und eine Dichtungsmembran (3), die auf der wärmeisolierenden Barriere (2) aufliegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungsmembran (3) eine Welle mit einem gekrümmten Abschnitt (36) umfasst, der sich in einer gekrümmten Richtung (d1) entwickelt, und mindestens eine gekrümmte Verstärkungsanordnung (37), die im Inneren des gekrümmten Abschnitts (36) zwischen der Dichtungsmembran (3) und der wärmeisolierenden Barriere (2) derart angeordnet ist, dass diese den gekrümmten Abschnitt (36) verstärkt, wobei die gekrümmte Verstärkungsanordnung (37) eine Vielzahl von Verstärkungsabschnitten (42, 43, 44) umfasst, die jeweils eine profilierte Form aufweisen, die sich in einer geradlinigen Richtung (d2, d3, d4) entwickelt, wobei die gekrümmte Verstärkungsanordnung (37) außerdem ein Verbindungsorgan (45) umfasst, das die Verstärkungsabschnitte (42, 43, 44) verbindet, um sie in einer Position zu halten, in der die geradlinige Richtung (d2, d3, d4) eines jeden der Verstärkungsabschnitte (42, 43, 44) in der Projektion auf eine Ebene parallel zur Wand des Gefäßes (1) tangential zu der gekrümmten Richtung (d1) orientiert ist. 25
2. Gefäßwand (1) nach Anspruch 1, wobei jeder Verstärkungsabschnitt (42, 43, 44) eine Öffnung (26) umfasst, durch die das Verbindungsorgan (45) hindurchgesteckt ist. 30
3. Gefäßwand (1) nach Anspruch 2, wobei jeder Verstärkungsabschnitt (42, 43, 44) eine Sohle (20) umfasst, die auf der wärmeisolierenden Barriere (2) aufliegt. 35
4. Gefäßwand (1) nach Anspruch 3, wobei jede Sohle (20) zwei Seitenwände (24, 25) und eine ebene untere Wand (22), die auf der wärmeisolierenden Barriere (2) aufliegt und die beiden Seitenwände (24, 25) verbindet, umfasst, wobei die Öffnung (26) durch 40

die Seitenwände (24, 25) und die untere Wand (22) definiert ist.

5. Gefäßwand (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Verbindungsorgan (45) eine Schiene ist, die einen gekrümmten Teil (50) aufweist, der sich entlang der gekrümmten Richtung (d1) des gekrümmten Abschnitts (36) erstreckt und eine gekrümmte Innenkante (51) und eine gekrümmte Außenkante (52) umfasst, die eine größere Krümmung als die der gekrümmten Innenkante (51) aufweist. 5
6. Gefäßwand (1) nach Anspruch 5, wobei eine der gekrümmten Innenkanten (51) und Außenkanten (52) abwechselnd Vorsprünge (53) und Vertiefungen (54) aufweist, die eine Zackenlinie bilden, wobei jeder Vorsprung (53) in der Öffnung (26) eines der Verstärkungsabschnitte (42, 43, 44) gelagert ist. 10
7. Gefäßwand (1) nach Anspruch 6, wobei die Zackenlinie in der gekrümmten Innenkante (51) der Schiene angeordnet ist. 15
8. Gefäßwand (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei mindestens einer der Verstärkungsabschnitte (42, 43, 44) einen hohlen Mantel und sich schneidende Verstärkungsstege (27, 28) umfasst, die sich innerhalb des hohlen Mantels von einem Rand des hohlen Mantels zum anderen erstrecken. 20
9. Gefäßwand (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der gekrümmte Abschnitt (36) eine innere gekrümmte Kante (48) und eine äußere gekrümmte Kante (49) umfasst, die eine größere Krümmung als die innere gekrümmte Kante (48) aufweist, und wobei mindestens einer der Verstärkungsabschnitte (42, 43, 44) zwei Enden (46, 47) aufweist, die jeweils in Bezug auf die geradlinige Richtung (d2, d3, d4) des Verstärkungsabschnitts geneigt sind, so dass sich der Verstärkungsabschnitt (42, 43, 44) von der inneren gekrümmten Kante (48) zur äußeren gekrümmten Kante (49) des gekrümmten Abschnitts (36) hin verbreitert. 25
10. Gefäßwand nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Welle zwei geradlinige Abschnitte umfasst, die auf beiden Seiten des gekrümmten Abschnitts (36) in Verlängerung des gekrümmten Abschnitts (36) angeordnet sind, wobei in jedem der beiden geradlinigen Abschnitte zwischen der Dichtungsmembran (3) und der wärmeisolierenden Barriere (2) ein Verstärkungselement (14) angeordnet ist, und wobei das Verbindungsorgan (45) in eine Öffnung (26) hindurchgesteckt ist, die in mindestens einem der Verstärkungselemente (14) angeordnet ist. 30
11. Gefäßwand (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der gekrümmte Abschnitt nahe einem Eckbe- 35

reich der Gefäßwand (1) angeordnet ist.

12. Gefäßwand (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der gekrümmte Abschnitt nah eines singulären Bereichs der Gefäßwand (1) angeordnet ist, in dem die Planarität der Dichtungsmembran (3) unterbrochen ist. 40
13. Wasserdichtes und wärmeisolierendes Gefäß, das mindestens eine Gefäßwand (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst. 45
14. Schiff (70) umfassend eine tragende Struktur und ein Gefäß (1) nach Anspruch 13, das in der tragenden Struktur verankert ist. 50
15. Transfersystem für ein Fluid, wobei das System das Schiff (70) nach Anspruch 14, isolierte Leitungen (73, 79, 76, 81), die so angeordnet sind, dass sie das im Rumpf des Schiffes (70, 170) installierte Gefäß (71) mit einer schwimmenden oder landgestützten Lagereinrichtung (77) verbinden, und eine Pumpe umfasst, die ein Fluid durch die isolierten Leitungen von oder zu der schwimmenden oder landgestützten Lagereinrichtung zu oder von dem Gefäß des Schiffes bewegt. 55
16. Verfahren zum Be- oder Entladen eines Schiffes (70) nach Anspruch 14, wobei ein Fluid durch isolierte Leitungen (73, 79, 76, 81) von oder zu einer schwimmenden oder landgestützten Lagereinrichtung (77) zu oder von dem Gefäß (71) des Schiffes (70) geleitet wird. 60

## Claims

1. A tank wall (1) including a thermally insulating barrier (2) and a sealing membrane (3) resting on the thermally insulating barrier (2), the said tank wall (1) being **characterized in that** the sealing membrane (3) includes a corrugation having a curvilinear portion (36) developed in a curvilinear direction (d1) and at least one curvilinear reinforcement device (37) arranged inside the curvilinear portion (36), between the sealing membrane (3) and the thermally insulating barrier (2), in such a manner as to reinforce said curvilinear portion (36), said curvilinear reinforcement device (37) including a plurality of reinforcement sections (42, 43, 44) that each have a profiled shape developed in a rectilinear direction (d2, d3, d4), the curvilinear reinforcement device (37) further including a connection member (45) connecting said reinforcement sections (42, 43, 44) in such a manner as to keep them in a position in which, projected in a plane parallel to the tank wall (1), the rectilinear direction (d2, d3, d4) of each of the reinforcement sections (42, 43, 44) is oriented tangentially to the 65

- curvilinear direction (d1).
2. The tank wall (1) as claimed in claim 1, in which each reinforcement sections (42, 43, 44) includes an opening (26) in which the connection member (45) is nested. 5
  3. The tank wall (1) as claimed in claim 2, in which each reinforcement section (42, 43, 44) includes a sole (20) resting against the thermally insulating barrier (2). 10
  4. The tank wall (1) as claimed in claim 3, in which each sole (20) includes two lateral walls (24, 25) and a plane lower wall (22) that rests against the thermally insulating barrier (2) and connects the two lateral walls (24, 25), said opening (26) being defined by the lateral walls (24, 25) and the lower wall (22). 15
  5. The tank wall (1) as claimed in any one of claims 1 to 4, in which the connection member (45) is a rail that has a curvilinear part (50) extending in the curvilinear direction (d1) of the curvilinear portion (36) that has a curvilinear internal edge (51) and a curvilinear external edge (52) having a greater curvilinear than that of the curvilinear internal edge (51). 20 25
  6. The tank wall (1) as claimed in claim 5, in which the curvilinear internal wall (51) or the curvilinear external wall (52) includes alternating projections (53) and hollows (54) forming a crenellation, each projection (53) being housed in the opening (26) in one of the reinforcement sections (42, 43, 44). 30
  7. The tank wall (1) as claimed in claim 6, in which the crenellation is formed in the curvilinear internal edge (51) of the rail. 35
  8. The tank wall (1) as claimed in any one of claims 1 to 7, in which at least one of the reinforcement sections (42, 43, 44) has a hollow envelope and intersecting reinforcement webs (27, 28) that extend inside the hollow envelope from one edge to the other offset hollow envelope. 40
  9. The tank wall (1) as claimed in any one of claims 1 to 8, in which the curvilinear portion (36) has an internal curvilinear edge (48) and an external curvilinear edge (49) having a greater curvature than the internal curvilinear edge (48) and in which at least one of the reinforcement sections (42, 43, 44) has two ends (46, 47) each of which is inclined relative to the rectilinear direction (d2, d3, d4) of said reinforcement section in such a manner that said reinforcement section (42, 43, 44) widens from the internal curvilinear edge (48) to the external curvilinear edge (49) of the curvilinear portion (36). 45 50 55
  10. The tank wall as claimed in any one of claims 1 to 9, in which the corrugation includes two rectilinear portions disposed on respective opposite sides of the curvilinear portion (36) in line with said curvilinear portion (36), a reinforcement element (14) being disposed in each of the two rectilinear portions, between the sealing member (3) and the thermally insulating barrier (2), and in which the connection member (45) is nested in an opening (26) formed in at least one of the reinforcement elements (14).
  11. The tank wall (1) as claimed in any one of claims 1 to 10, in which the curvilinear portion is disposed near a corner zone of said tank wall (1).
  12. The tank wall (1) as claimed in any one of claims 1 to 10, in which the curvilinear portion is disposed near a singular zone of said tank wall (1) in which the flatness of the sealing member (3) is interrupted.
  13. A sealed and thermally insulating tank including at least one tank wall (1) as claimed in any one of claims 1 to 12.
  14. A ship (70) including a support structure and a tank (1) as claimed in claim 13 anchored in said support structure.
  15. A system for transferring a fluid, the system including a ship (70) as claimed in claim 14, insulated pipes (73, 79, 76, 81) arranged in such a manner as to connect the tank (71) installed in the hull of the ship to a floating or terrestrial storage installation (77) and a pump for driving a fluid through the insulated pipes from or to the floating or terrestrial storage installation to or from the tank of the ship.
  16. A method of loading or offloading a ship (70) as claimed in claim 14 in which a fluid is routed through insulated pipes (73, 79, 76, 81) from or to a floating or terrestrial storage installation (77) to or from the tank (71) of the ship.

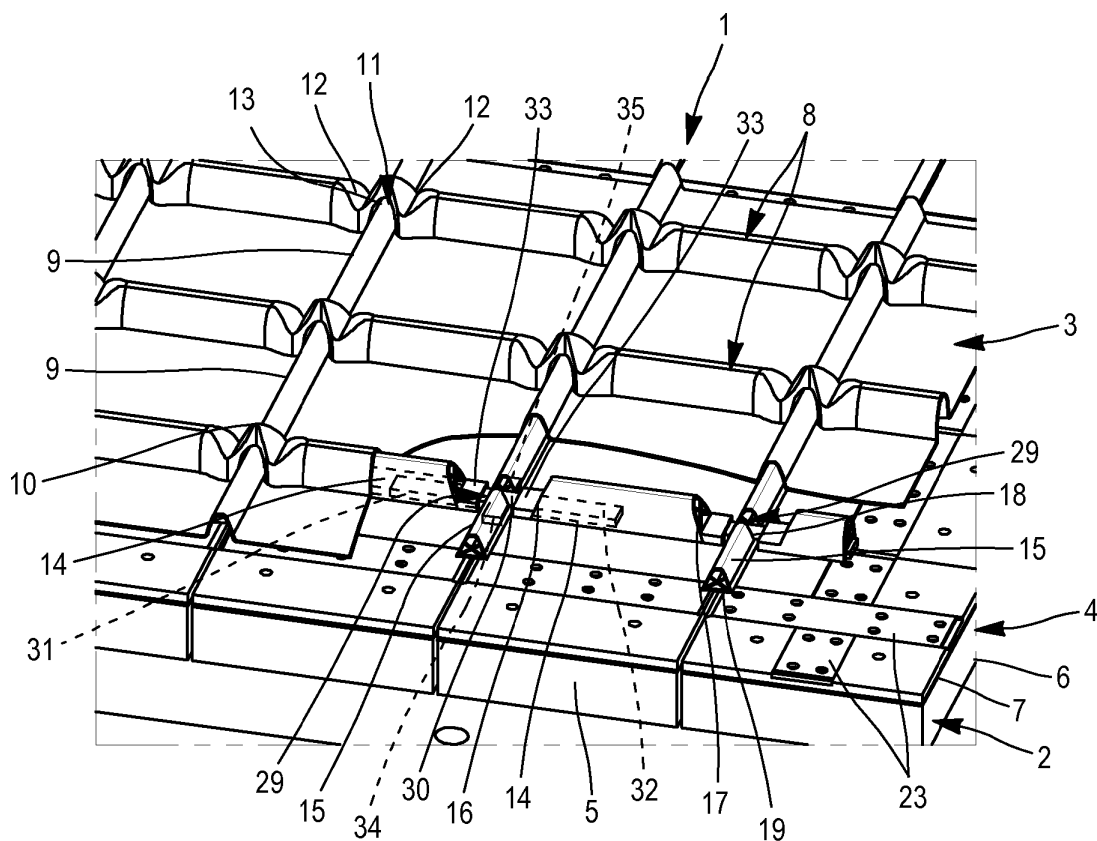


FIG. 1

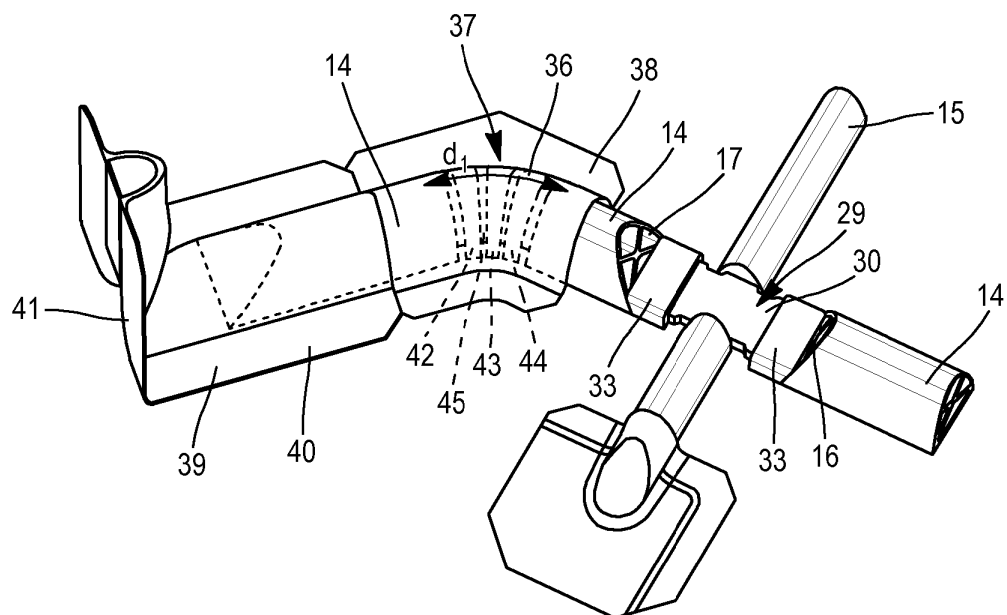


FIG. 2

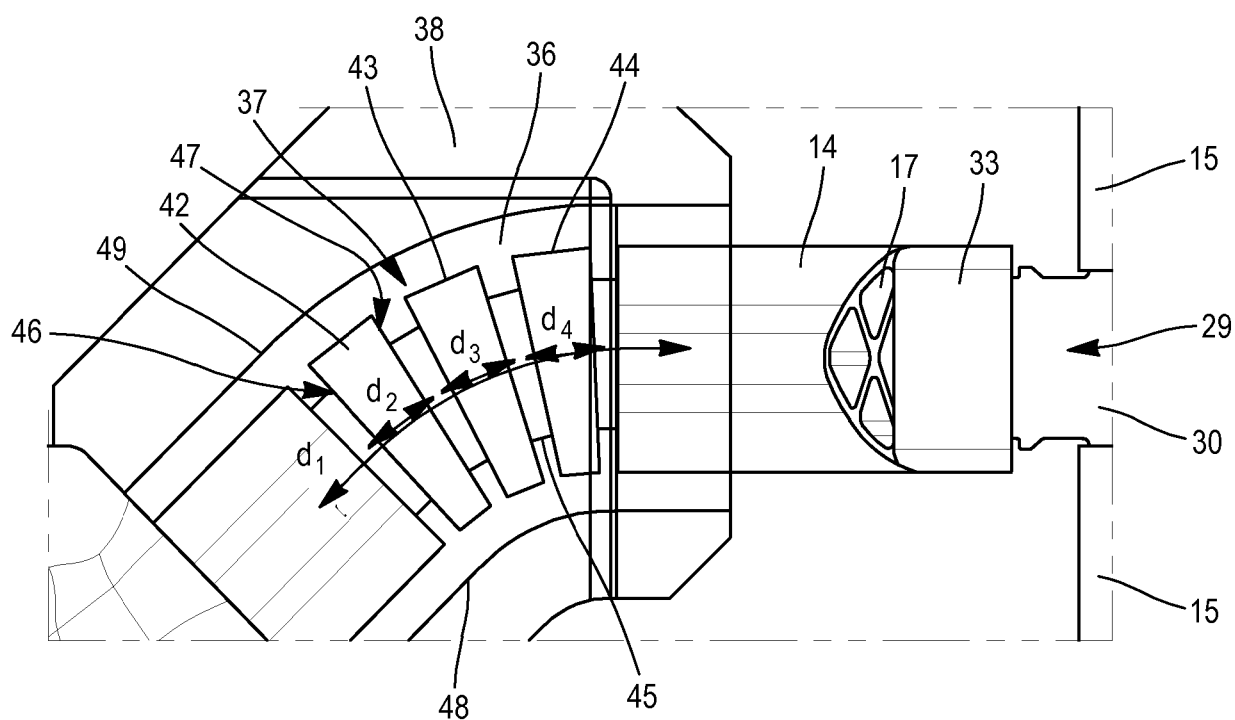


FIG. 3

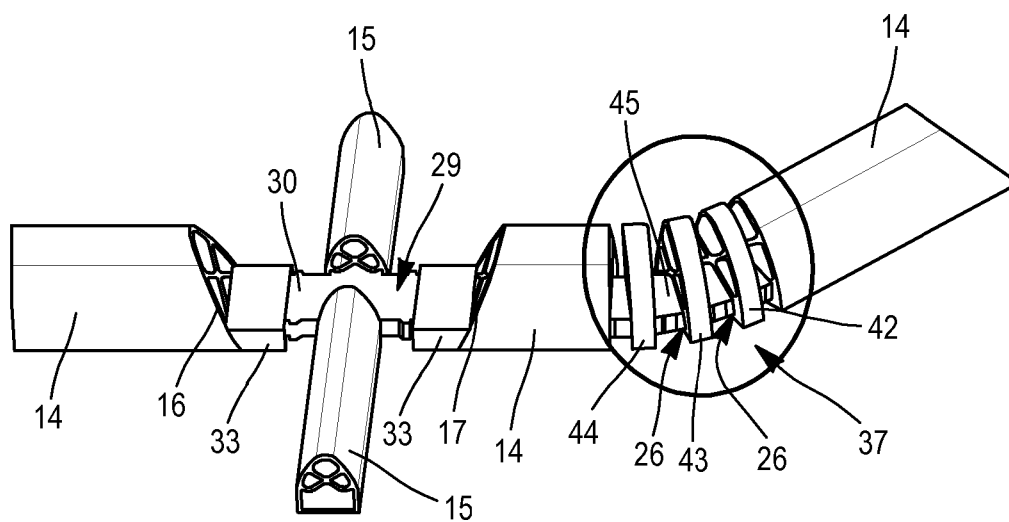


FIG. 4

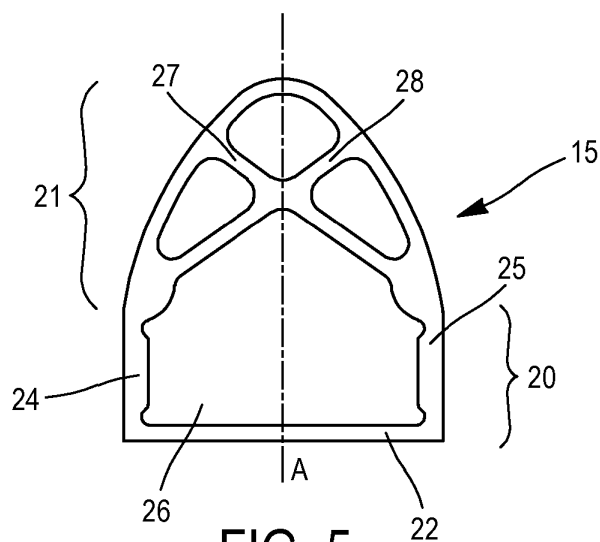


FIG. 5

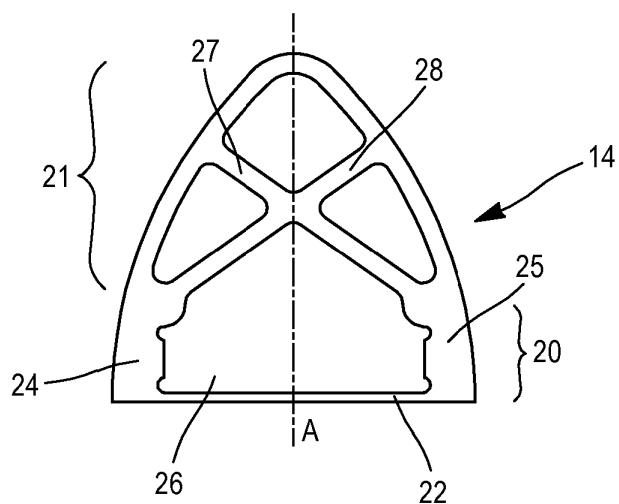


FIG. 6

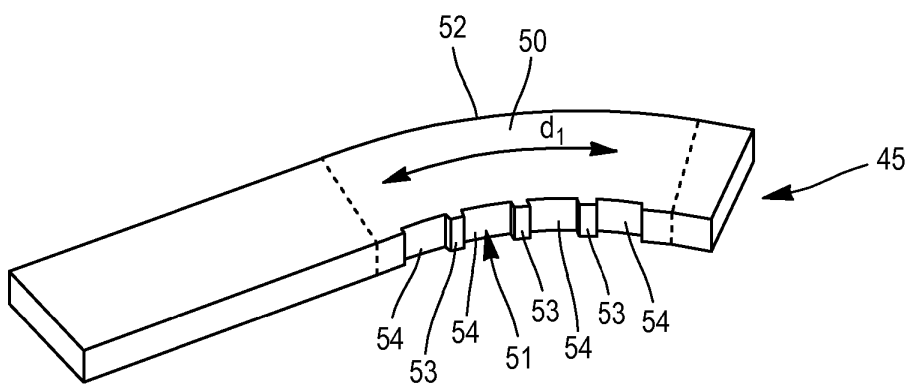


FIG. 7

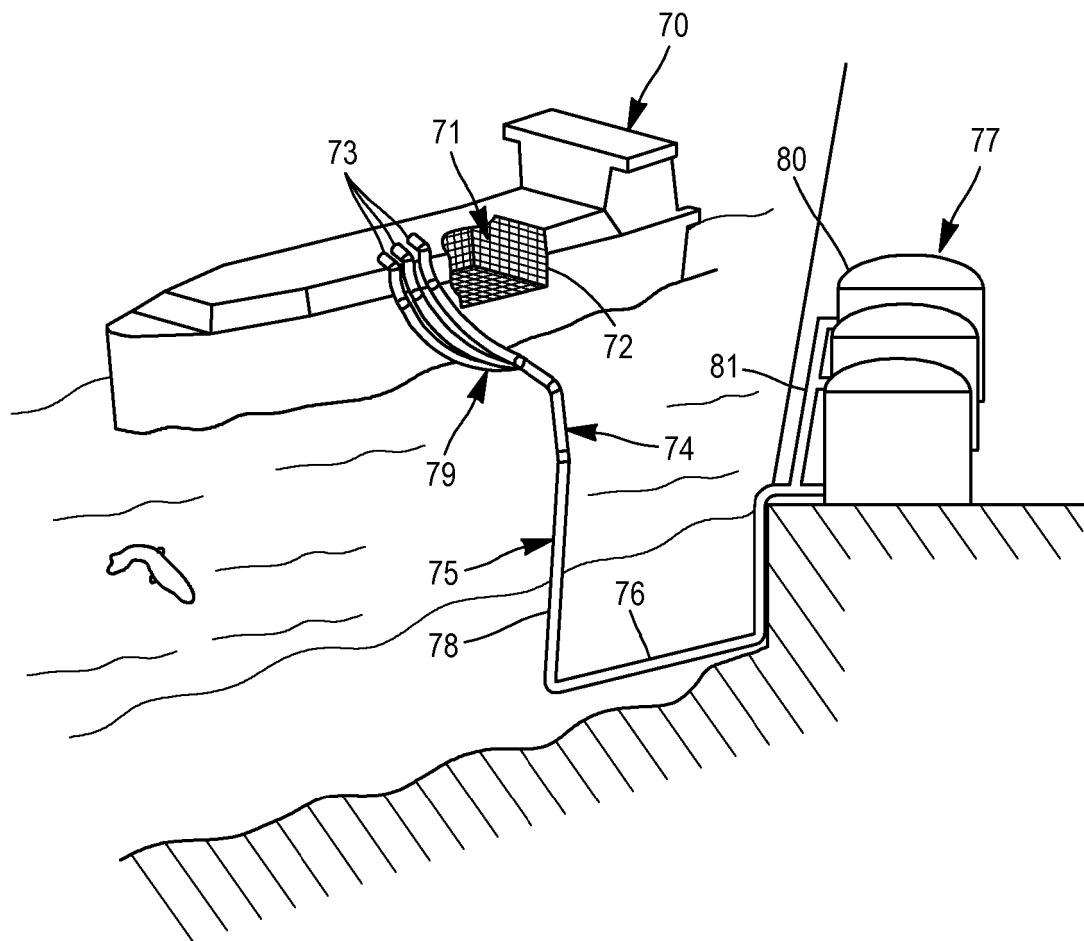


FIG. 8

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 2936784 [0003] [0048]
- FR 2963818 [0003]
- FR 3039248 [0003]
- KR 20130113772 [0006]
- WO 2011157915 A [0072]