

## Description

### Titre de l'invention : Cuve étanche et thermiquement isolante

#### Domaine technique

- [0001] L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes, à membranes. En particulier, l'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage et/ou le transport de gaz liquéfié à basse température, telles que des cuves pour le transport de Gaz de Pétrole Liquéfié (aussi appelé GPL) présentant par exemple une température comprise entre -50°C et 0°C, ou pour le transport de Gaz Naturel Liquéfié (GNL) à environ -162°C à pression atmosphérique. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.
- [0002] Dans un mode de réalisation, le gaz liquéfié est du GNL, à la pression atmosphérique. D'autres gaz liquéfiés peuvent aussi être envisagés, notamment l'éthane, le propane, le butane, l'hydrogène ou l'éthylène.

#### Arrière-plan technologique

- [0003] Les cuves des navires pour le transport de gaz naturel liquéfié comprennent généralement une double paroi comprenant successivement, depuis l'intérieur vers l'extérieur de la cuve, une membrane étanche primaire, une barrière thermiquement isolante primaire, une membrane étanche secondaire et une barrière thermiquement isolante secondaire. La barrière isolante secondaire comporte un bloc isolant secondaire comprenant une plaque de couvercle formant une surface de support pour la membrane étanche secondaire.
- [0004] La demande de brevet FR 3 090 810 décrit une paroi de cuve étanche et isolante dans laquelle un système d'ancrage permet d'ancrer un bloc isolant primaire au bloc isolant secondaire. Le système d'ancrage comprend une embase fixée à la plaque de couvercle. Une pièce mobile est retenue dans l'embase selon une direction d'épaisseur de la paroi et montée mobile dans l'embase. La pièce mobile comporte un trou taraudé débouchant sur une surface supérieure de la pièce mobile. La surface supérieure de la pièce mobile affleure une surface supérieure de la plaque de couvercle et la pièce mobile est montée dans l'embase libre en translation au moins parallèlement à la direction longitudinale de l'aile de soudure.
- [0005] Cependant, le système d'ancrage proposé ne donne pas pleine satisfaction. En effet, la pièce mobile est sujette à des phénomènes de grippage, causés notamment par un coefficient de frottement trop élevé de la pièce métallique ainsi que par le manque d'homogénéité du coefficient de frottement sur la surface d'une pièce métallique non

traitée.

### Résumé

- [0006] Une idée à la base de l'invention est de limiter le grippage de la pièce mobile présente dans le système d'ancrage primaire d'une cuve étanche et thermiquement isolante.
- [0007] Une autre idée à la base de l'invention est de favoriser un glissement de la pièce mobile uniquement dans les directions souhaitées.
- [0008] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un fluide, la cuve comportant une paroi de cuve comportant successivement, dans une direction d'épaisseur, une barrière isolante secondaire retenue à une paroi porteuse, une membrane étanche secondaire reposant contre la barrière isolante secondaire, une barrière isolante primaire reposant contre la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire reposant contre la barrière isolante primaire,
- dans laquelle la barrière isolante secondaire comporte un bloc isolant secondaire comprenant une plaque de couvercle formant une surface de support pour la membrane étanche secondaire,
- dans laquelle ladite membrane étanche secondaire comprend une pluralité de virures métalliques, les virures métalliques présentant des bords relevés vers l'intérieur de la cuve, lesdites virures métalliques étant soudées deux à deux, par leurs bords relevés sur deux faces d'une aile de soudure retenue mécaniquement sur le bloc secondaire, ladite aile de soudure étant partiellement engagée dans une rainure ménagée dans la plaque de couvercle et s'étendant dans une direction longitudinale,
- dans laquelle la barrière isolante primaire comporte un bloc isolant primaire ancré au bloc isolant secondaire par un système d'ancrage primaire,
- le système d'ancrage primaire comportant :
- un logement ménagé dans la plaque de couvercle et débouchant sur ladite surface de support,
- une pièce mobile disposée dans le logement, la pièce mobile comportant un corps présentant une face supérieure affleurant la surface de support, et
- une pièce de retenue fixée à la plaque de couvercle et coopérant avec la pièce mobile de manière à arrêter la pièce mobile dans le logement dans la direction d'épaisseur,
- le logement et la pièce de retenue étant configurés pour permettre un déplacement de la pièce mobile au moins parallèlement à la direction longitudinale de l'aile de soudure,
- dans laquelle la pièce mobile comporte une couche de glissement recouvrant au moins une surface du corps, la couche de glissement étant en contact avec la pièce de retenue et présentant un coefficient de friction inférieur audit corps

- [0009] Grâce à ces caractéristiques, la couche de glissement permet d'améliorer la durabilité du système d'ancrage primaire. En effet, en ayant un coefficient de friction inférieur audit corps, la pièce mobile peut ainsi se déplacer dans le corps en minimisant les frottements entre ces deux pièces et ainsi limiter les efforts appliqués sur les soudures entre l'ancrage primaire et la membrane secondaire et ainsi augmenter la durée de vie du système d'ancrage primaire. Cela permet également de conserver un déplacement de la pièce mobile uniquement dans la direction souhaitée et ainsi d'éviter un blocage de la pièce.
- [0010] Selon des modes de réalisation, une telle cuve peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0011] Selon un mode de réalisation, une matière compressible est insérée dans des interstices situés entre la pièce de retenue et la pièce mobile ou entre la pièce mobile et des parois du logement. La matière compressible est isolante et est par exemple choisie parmi les mousses polymères et les laines minérales. Grâce au caractère compressible de la matière, il est possible d'ajuster la position initiale de la pièce mobile dans une position centrée permettant à la pièce mobile une bonne liberté de mouvement dans un sens ou l'autre lors de la mise en service.
- [0012] Selon un mode de réalisation, la matière compressible peut être un ressort à faible raideur.
- [0013] Selon un mode de réalisation, la couche de glissement est en polymère.
- [0014] Selon un mode de réalisation, la couche de glissement est choisie parmi les polymères suivants : PTFE (polytétrafluoroéthylène), PCTFE (polychlorotrifluoroéthylène), POM (polyoxyméthylène) de préférence de type H pour homopolymère, PEI (polyétherimide), PAEK (polyaryléthercétone), PEEK (polyétheréthercétone).
- [0015] Selon un mode de réalisation, le polymère est fibré, par exemple avec de la fibre de verre. Cela présente l'avantage d'augmenter la résistance du matériau au fluage et de réduire le coefficient de contraction thermique de la couche de glissement.
- [0016] Selon un mode de réalisation, la couche de glissement en polymère est faite d'un polymère chargé avec des charges particulières, les charges particulières comportant de préférence des nanocharges. Cela présente l'avantage d'augmenter suivant les matières utilisées soit la dureté du polymère soit sa capacité de glissement lors du contact entre les surfaces sollicitées. On définit une nanocharge par sa dimension comprise entre 1 et 100 nanomètres. La forme des charges particulières, en particulier des nanocharges, peut être choisie par exemple parmi : feuillet, fibre, granule et sphère.
- [0017] Selon un mode de réalisation, les charges particulières sont faites d'au moins un matériau choisi parmi : carbone, graphite, verre, cellulose et bronze.
- [0018] Selon un mode de réalisation, la couche de glissement est obtenue par traitement de

surface de ladite au moins une surface du corps.

- [0019] Selon un mode de réalisation, le traitement de surface est un traitement de nitruration.
- [0020] Selon un mode de réalisation, la couche de glissement est disposée sur une surface de la pièce de retenue en contact avec la pièce mobile.
- [0021] Selon un mode de réalisation, la couche de glissement est disposée sur une surface de la pièce de retenue en contact avec la pièce mobile et sur la pièce mobile.
- [0022] Selon un mode de réalisation, le logement présente une profondeur dans la direction d'épaisseur telle que la pièce mobile affleure la surface de support et une longueur dans la direction longitudinale et une largeur dans une direction transversale telles que la pièce mobile puisse se déplacer au moins parallèlement à la direction longitudinale des virures métalliques.
- [0023] Selon un mode de réalisation, la plaque de couvercle comporte un lamage en bordure de logement, le lamage recevant la pièce de retenue, le lamage présentant une profondeur telle que la pièce de retenue affleure la surface de support, dans laquelle la pièce de retenue recouvre entièrement le logement et le lamage et présente une ouverture, la face supérieure du corps affleurant à travers ladite ouverture.
- [0024] Selon un mode de réalisation, la pièce mobile comporte une base présentant une largeur supérieure à celle de l'ouverture dans la pièce de retenue.
- [0025] Selon un mode de réalisation, la pièce mobile comporte une partie supérieure présentant une largeur égale à celle de ladite ouverture, la partie supérieure affleurant une surface supérieure de la pièce de retenue.
- [0026] Selon un mode de réalisation, au moins la base de la pièce mobile comporte la couche de glissement.
- [0027] Selon un mode de réalisation, une surface supérieure de la base est recouverte par la couche de glissement. Cela permet de réduire le frottement entre la pièce mobile et une surface inférieure de la pièce de retenue.
- [0028] Selon un mode de réalisation, un côté de la partie supérieure est recouvert par la couche de glissement. Cela permet de réduire le frottement entre la pièce mobile et un bord de l'ouverture de la pièce de retenue.
- [0029] Selon un mode de réalisation, la pièce de retenue est une platine de maintien. Selon un mode de réalisation, la pièce de retenue est en acier, par exemple en acier inoxydable et/ou en acier cryogénique.
- [0030] Selon un mode de réalisation, la platine de maintien est fixée à la plaque de couvercle par des attaches placées en périphérie de la platine de maintien, de sorte que les attaches sont disposées à l'extérieur du logement autour du logement et/ou par collage.
- [0031] Grâce à ces caractéristiques, les attaches, par exemple vis ou rivets, ne risquent pas d'entrer en contact avec la pièce mobile.
- [0032] Selon un mode de réalisation, la pièce mobile comporte un trou taraudé débouchant

- sur ladite face supérieure de la pièce mobile et le système d'ancrage primaire comporte en outre un goujon présentant une partie inférieure filetée vissée dans le trou taraudé.
- [0033] Selon un mode de réalisation, le goujon comporte une collerette s'étendant au-dessus de la pièce mobile, dans laquelle la collerette est soudée en périphérie sur la membrane étanche secondaire de façon étanche.
- [0034] Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres. Une telle cuve peut aussi servir de réservoir de carburant dans tout type de navire.
- [0035] Selon un mode de réalisation, le système d'ancrage primaire comprend en outre au moins une rondelle et au moins un écrou coopérant avec des parties supérieures filetées dudit goujon pour retenir ladite rondelle en appui sur une plaque de fond du bloc isolant primaire.
- [0036] Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un produit liquide froid comporte une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque.
- [0037] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.
- [0038] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

### **Brève description des figures**

- [0039] 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.
- [0040] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue en perspective écorchée d'une paroi de cuve.
- [0041] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue schématique en coupe du détail II de la [Fig.1] illustrant un système d'ancrage coopérant avec un goujon selon un premier mode de réalisation.
- [0042] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue de dessus schématique du système d'ancrage selon le

premier mode de réalisation comportant notamment une pièce mobile et une pièce de retenue.

[0043] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue schématique en perspective de la pièce mobile de la [Fig.3].

[0044] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue schématique en perspective de la pièce mobile selon un deuxième mode de réalisation.

[0045] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue schématique en perspective de la pièce mobile selon un troisième mode de réalisation.

[0046] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue schématique en perspective de la pièce mobile selon un quatrième mode de réalisation

[0047] [Fig.8] La [Fig.8] est une vue schématique en perspective de la pièce mobile selon un cinquième mode de réalisation

[0048] [Fig.9] La [Fig.9] est une vue schématique en perspective de la pièce mobile selon un sixième mode de réalisation.

[0049] [Fig.10] La [Fig.10] est une vue schématique en perspective de la pièce mobile selon un septième mode de réalisation.

[0050] [Fig.11] La [Fig.11] est une vue schématique en perspective d'une pièce de retenue selon une première variante.

[0051] [Fig.12] La [Fig.12] est une vue schématique en perspective de la pièce de retenue selon une deuxième variante.

[0052] [Fig.13] La [Fig.13] est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

### **Description des modes de réalisation**

[0053] Sur la [Fig.1], on a représenté la structure multicouche d'une cuve 1 étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un fluide liquéfié, tel que du gaz naturel liquéfié (GNL). La cuve 1 présente une forme générale polyédrique et comprend plusieurs parois. La paroi de la cuve 1 comporte successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve 1, une barrière thermiquement isolante secondaire 2 retenue à une structure porteuse 3, une membrane étanche secondaire 4 reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire 2, une barrière thermiquement isolante primaire 5 reposant contre la membrane étanche secondaire 4 et une membrane étanche primaire 6 destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve 1.

[0054] La structure porteuse de la cuve 1 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse comporte une pluralité de parois porteuses 3 définissant la forme générale de la vue, habituellement une forme polyédrique.

- [0055] La barrière thermiquement isolante secondaire 2 comporte une pluralité de blocs isolants secondaires 7 qui sont ancrés sur la paroi porteuse 3 au moyen de systèmes d'ancrage secondaires 98. Les blocs isolants secondaires 7 présentent une forme générale parallélépipédique et sont disposés selon des rangées parallèles. Trois rangées sont indiquées par les lettres A, B et C. Des boudins de mastic (non représentés) sont interposés entre les blocs isolants secondaires 7 et la paroi porteuse 3 pour rattraper les écarts de la paroi porteuse 3 par rapport à une surface plane de référence. Un papier kraft peut être inséré entre les boudins de mastic et la paroi porteuse 3 si l'on souhaite pour empêcher une adhérence des boudins de mastic sur la paroi porteuse 3.
- [0056] On observe que la membrane étanche secondaire 4 comporte une nappe continue de virures 21, métalliques, à bord relevés 32 vers l'intérieur de la cuve. Les virures 21 sont soudées deux à deux, par leurs bords relevés 32, sur les deux faces d'une aile de soudure. Les ailes de soudure ont une section en forme d'équerre. Les bords relevés 32 des virures 21 sont soudés sur un bras de l'équerre, alors que l'autre bras est engagé dans une rainure 20 ménagée sur les plaques de couvercle 10 des blocs isolants secondaires 7. Les plaques de couvercle 10 comprennent une pluralité de rainures 20 parallèles, la distance entre deux rainures 20 correspondant à la largeur d'une virure 21, alors que la distance entre un bord libre d'un bloc et une rainure 20 adjacente correspond à la largeur d'une virure 21, de sorte qu'une virure réalise la jonction entre deux blocs isolants 7 adjacents. Ainsi, la membrane étanche secondaire 4 est retenue sur la barrière thermiquement isolante secondaire 2. Les ailes de soudure et les rainures 20 forment des joints glissants permettant aux virures 21 de se contracter et de se déformer par rapport aux blocs isolants secondaires 7.
- [0057] La barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte une pluralité de blocs isolants primaires 22 superposés à cheval sur deux rangées de blocs isolants secondaires 7. Les blocs isolants primaires 22 sont ancrés sur les blocs isolants secondaires 7 grâce à des systèmes d'ancrage primaire 97. Les systèmes d'ancrage primaires 97 sont séparés et décalés des systèmes d'ancrage secondaires 98. Les blocs isolants primaires 22 présentent une forme générale parallélépipédique et sont disposés selon des rangées parallèles. En outre, ils présentent des dimensions identiques à celles des blocs isolants primaires 22 à l'exception de leur épaisseur selon la direction d'épaisseur de la paroi 1 de cuve qui est susceptible d'être différente, et notamment plus faible. La barrière thermiquement isolante primaire 5 est surmontée d'une barrière d'étanchéité métallique présentant des corrugations. Alternativement, la barrière thermiquement isolante 5 pourrait être surmontée d'une barrière d'étanchéité métallique composée de virures.
- [0058] La [Fig.2] représente le système d'ancrage primaire 97, selon un premier mode de réalisation. Le système d'ancrage primaire 97 comporte une pièce mobile 102

maintenue en place par une pièce de retenue 101. La pièce mobile 102 est disposée dans un logement 108 creusé dans la plaque de couvercle 10 et la pièce de retenue 101 est disposée dans un lamage 109, de sorte que la pièce de retenue 101 affleure une surface supérieure d'une plaque de couvercle 10. La pièce de retenue 101 est fixée à la plaque de couvercle 10 à l'aide d'attaches 34 et/ou par collage.

- [0059] Dans un mode de réalisation préféré, la plaque de couvercle 10 comprend notamment une couche de contreplaqué d'une épaisseur comprise entre 15 et 24 millimètres, dans laquelle le logement est creusé.
- [0060] Au niveau d'un trou taraudé 104 de la pièce mobile 102, la membrane étanche 4 est percée pour permettre le passage d'un goujon 35. Le goujon 35 permet par la suite la fixation du bloc isolant secondaire 7 au bloc isolant primaire 22.
- [0061] La [Fig.3] représente le système d'ancrage primaire 97, selon le premier mode de réalisation, vu de dessus. Une ouverture 103 où affleure la pièce mobile 102 est par ailleurs emplie d'une pièce de matière isolante compressible 105. Sur la [Fig.3], la pièce de matière isolante compressible 105 est représentée d'un seul côté de la pièce mobile 102, mais une autre pièce identique peut aussi être placée de l'autre côté pour centrer initialement la pièce mobile 102 par rapport à l'ouverture 103. Une couche de glissement 106 recouvre au moins un côté de la pièce mobile 102.
- [0062] Le pré-positionnement de la pièce mobile 102, par exemple un pré-positionnement centré, obtenu grâce aux pièces de matière isolante compressible 105 assure qu'une certaine plage de mobilité existe dans un sens ou dans l'autre dans la direction longitudinale des virures 21. Cette mobilité permet d'ajuster la position du goujon 35, si nécessaire, soit lors de la soudure de la membrane étanche secondaire 4 pour rattraper des tolérances de positionnement, soit pendant l'exploitation de la cuve pour absorber des déformations pouvant avoir diverses causes.
- [0063] Les figures 4 à 10 représentent différents modes de réalisation de la pièce mobile 102-702 du système d'ancrage primaire tandis que les figures 11 et 12 représentent deux variantes de réalisation de la pièce de retenue 101-201.
- [0064] La [Fig.4] représente la pièce mobile 102 selon le premier mode de réalisation. La pièce mobile 102 comprend une partie supérieure 114 et une partie inférieure 110. La partie inférieure 110 est une base parallélépipédique rectangle et la partie supérieure 114 est de section rectangulaire et a une longueur moindre que celle de la partie inférieure 110. La pièce mobile 102 comprend un trou taraudé 104 effectué sur une surface supérieure de la partie supérieure 114, qui permet le passage d'un goujon 35. La pièce mobile 102 est entourée par un patin de glissement 106 qui est une couche en polymère. La partie inférieure 110 et la partie supérieure 114 sont par exemple en acier inoxydable. Le patin de glissement 106 est disposé sur une bordure de la surface supérieure de la partie supérieure 114, sur des côtés 115 de la partie supérieure 114 et sur

une surface supérieure 111 de la partie inférieure 110 non-recouverte par la partie supérieure 114. Le patin de glissement 106 peut être composé d'un seul bloc.

- [0065] Selon une variante non représentée, le patin de glissement 106 peut être remplacé par un traitement de nitruration appliqué à la pièce mobile 102 sur les côtés 115 de la partie supérieure 114 et sur la surface supérieure 111 de la partie inférieure 110.
- [0066] La [Fig.5] représente la pièce mobile 202 selon un deuxième mode de réalisation. Le deuxième mode de réalisation se distingue du premier mode de réalisation en ce que la partie supérieure 214 est cylindrique avec un trou taraudé 204. La partie inférieure 210 est une base de section rectangulaire. Dans ce mode de réalisation, une surface supérieure 211 de la partie inférieure 210 comporte une couche de glissement. Un côté 215 de la partie supérieure 214 peut également comporter une couche de glissement. La couche de glissement 206 est obtenue soit par traitement de surface de la surface supérieure 211 (et optionnellement du côté 215), soit en recouvrant la surface supérieure 211 (et optionnellement le côté 215) avec un patin de glissement.
- [0067] La [Fig.6] représente la pièce mobile 302 selon un troisième mode de réalisation. Le troisième mode de réalisation se distingue du deuxième mode de réalisation en ce que la partie supérieure 314 est de section rectangulaire à bords arrondis, avec des dimensions dans une direction longitudinale et dans une direction transversale inférieures à celles de la partie inférieure 310. Dans ce mode de réalisation, la couche de glissement 306 est obtenue par traitement de surface d'une surface supérieure 311 de la partie inférieure 310 et, optionnellement, des côtés 315 de la partie supérieure 314 ou en recouvrant ladite surface supérieure 311 et optionnellement lesdits côtés 315 avec un patin de glissement.
- [0068] La [Fig.7] représente la pièce mobile 402 selon un quatrième mode de réalisation. Le quatrième mode de réalisation se distingue du deuxième mode de réalisation en ce que la partie supérieure 414 est de section rectangulaire et a une dimension dans une direction longitudinale identique à celle de la partie inférieure 410. Dans ce mode de réalisation, la couche de glissement 406 est obtenue par traitement de surface d'une surface supérieure 411 de la partie inférieure 410 et, optionnellement, des côtés 415 de la partie supérieure 414, ou en recouvrant ladite surface supérieure 411 et optionnellement lesdits côtés 415 avec un patin de glissement.
- [0069] La [Fig.8] représente la pièce mobile 502 selon un cinquième mode de réalisation. Le cinquième mode de réalisation se distingue du quatrième mode de réalisation en ce que la partie supérieure 514 a des bords arrondis. Dans ce mode de réalisation, la couche de glissement 506 est obtenue par traitement de surface d'une surface supérieure 511 de la partie inférieure 510 et, optionnellement, des côtés 515 de la partie supérieure 514, ou en recouvrant ladite surface supérieure 511 et optionnellement lesdits côtés 515 avec un patin de glissement.

- [0070] La [Fig.9] représente la pièce mobile 602 selon un sixième mode de réalisation. Le sixième mode de réalisation se distingue du premier mode de réalisation en ce que le patin de glissement 606 en polymère a des dimensions dans la direction longitudinale et dans la direction transversale supérieures à celle de la partie inférieure 610.
- [0071] La [Fig.10] représente la pièce mobile 702 selon un septième mode de réalisation. Le septième mode de réalisation se distingue du deuxième mode de réalisation en ce que le patin de glissement 706 est en polymère et est de forme parallélépipédique à bords arrondis et a une dimension dans la direction longitudinale identique à celle de la partie inférieure 710. La partie inférieure 710 est également recouverte par le patin de glissement 706.
- [0072] Selon des variantes non représentées, le patin de glissement 606 ou 706 peut être remplacé par un traitement de surface d'une surface supérieure de la partie inférieure 610 ou 710 et, optionnellement, du côté de la partie supérieure 614 ou 714.
- [0073] La [Fig.11] représente la pièce de retenue selon une première variante. Selon cette première variante, la pièce de retenue 101 est une platine de maintien de forme rectangulaire, avec une ouverture rectangulaire où affleure la pièce mobile 102-702 et avec quatre trous taraudés 119 aux extrémités pour y fixer les attaches 34
- [0074] La [Fig.12] représente la pièce de retenue selon une deuxième variante. Cette deuxième variante se distingue de la première en ce que la platine de maintien 201 est de forme circulaire.
- [0075] Les deux variantes de pièce de retenue sont notamment compatibles avec tous les modes de réalisation de la pièce mobile.
- [0076] Dans d'autres variantes non représentées, la pièce de retenue peut être réalisée de diverses autres façons, par exemple en présentant une autre forme et en ayant un nombre de trous taraudés différents.
- [0077] En référence à la [Fig.13], 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 isolantes agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.
- [0078] 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.
- [0079] La [Fig.13] 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 offshore 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.

- [0080] 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.
- [0081] 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.
- [0082] 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.
- [0083] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

## Revendications

[Revendication 1]

Cuve (1) étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un fluide, la cuve (1) comportant une paroi de cuve comportant successivement, dans une direction d'épaisseur, une barrière isolante secondaire (2) retenue à une paroi porteuse (3), une membrane étanche secondaire (4) reposant contre la barrière isolante secondaire (2), une barrière isolante primaire (5) reposant contre la membrane étanche secondaire (4) et une membrane étanche primaire (6) reposant contre la barrière isolante primaire (5),  
dans laquelle la barrière isolante secondaire (2) comporte un bloc isolant secondaire (7) comprenant une plaque de couvercle (10) formant une surface de support pour la membrane étanche secondaire (4),  
dans laquelle ladite membrane étanche secondaire (4) comprend une pluralité de virures métalliques (21), les virures métalliques (21) présentant des bords relevés (32) vers l'intérieur de la cuve, lesdites virures métalliques (21) étant soudées deux à deux, par leurs bords relevés (32) sur deux faces d'une aile de soudure retenue mécaniquement sur le bloc isolant secondaire (7), ladite aile de soudure étant partiellement engagée dans une rainure (20) ménagée dans la plaque de couvercle (10) et s'étendant dans une direction longitudinale,  
dans laquelle la barrière isolante primaire (5) comporte un bloc isolant primaire (22) ancré au bloc isolant secondaire (7) par un système d'ancrage primaire (97),  
le système d'ancrage primaire (97) comportant :  
- un logement ménagé dans la plaque de couvercle et débouchant sur ladite surface de support,  
- une pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) disposée dans le logement, la pièce mobile comportant un corps, et  
- une pièce de retenue (101, 201) fixée à la plaque de couvercle (10) et coopérant avec la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702), de manière à arrêter la pièce mobile dans le logement dans la direction d'épaisseur,  
le logement et la pièce de retenue (101, 201) étant configurés pour permettre un déplacement de la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) au moins parallèlement à la direction longitudinale des virures métalliques,  
dans laquelle la pièce de retenue (101) présente une ouverture (103), le

corps comportant une base (110, 210, 310, 410, 510, 610, 710) et une partie supérieure (114, 214, 314, 414, 514, 614, 714), la partie supérieure présentant une surface supérieure affleurant une surface supérieure de la pièce de retenue à travers ladite ouverture, la base présentant une largeur supérieure à une largeur de l'ouverture dans la pièce de retenue (101, 201),  
 dans laquelle la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) comporte une couche de glissement (106, 206, 306, 406, 506, 606, 706) en polymère recouvrant au moins une surface supérieure (111, 211, 311, 411, 511) de la base (110, 210, 310, 410, 510, 610, 710) du corps, la couche de glissement (106, 206, 306, 406, 506, 606, 706) étant en contact avec la pièce de retenue (101, 201) et présentant un coefficient de friction inférieur audit corps,  
 dans laquelle la plaque de couvercle (10) comporte un lamage en bordure du logement, le lamage recevant la pièce de retenue (101), le lamage présentant une profondeur telle que la pièce de retenue (101) affleure la surface de support, la pièce de retenue (101) recouvrant entièrement le logement et le lamage, et  
 dans laquelle la couche de glissement (106, 206, 306, 406, 506, 606, 706) en polymère recouvre en outre un côté (115, 215, 315, 415, 515) de la partie supérieure du corps.

- [Revendication 2] Cuve selon la revendication 1, dans laquelle la couche de glissement en polymère est faite d'un polymère chargé avec des charges particulières, les charges particulières comportant de préférence des nanocharges.
- [Revendication 3] Cuve selon la revendication 2, dans laquelle les charges particulières sont faites d'au moins un matériau choisi parmi : carbone, graphite, verre, cellulose et bronze.
- [Revendication 4] Cuve (1) étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un fluide, la cuve (1) comportant une paroi de cuve comportant successivement, dans une direction d'épaisseur, une barrière isolante secondaire (2) retenue à une paroi porteuse (3), une membrane étanche secondaire (4) reposant contre la barrière isolante secondaire (2), une barrière isolante primaire (5) reposant contre la membrane étanche secondaire (4) et une membrane étanche primaire (6) reposant contre la barrière isolante primaire (5),  
 dans laquelle la barrière isolante secondaire (2) comporte un bloc isolant secondaire (7) comprenant une plaque de couvercle (10) formant une surface de support pour la membrane étanche secondaire (4),

dans laquelle ladite membrane étanche secondaire (4) comprend une pluralité de virures métalliques (21), les virures métalliques (21) présentant des bords relevés (32) vers l'intérieur de la cuve, lesdites virures métalliques (21) étant soudées deux à deux, par leurs bords relevés (32) sur deux faces d'une aile de soudure retenue mécaniquement sur le bloc isolant secondaire (7), ladite aile de soudure étant partiellement engagée dans une rainure (20) ménagée dans la plaque de couvercle (10) et s'étendant dans une direction longitudinale, dans laquelle la barrière isolante primaire (5) comporte un bloc isolant primaire (22) ancré au bloc isolant secondaire (7) par un système d'ancrage primaire (97),

le système d'ancrage primaire (97) comportant :

- un logement ménagé dans la plaque de couvercle et débouchant sur ladite surface de support,
- une pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) disposée dans le logement, la pièce mobile comportant un corps, et
- une pièce de retenue (101, 201) fixée à la plaque de couvercle (10) et coopérant avec la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702), de manière à arrêter la pièce mobile dans le logement dans la direction d'épaisseur,

le logement et la pièce de retenue (101, 201) étant configurés pour permettre un déplacement de la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) au moins parallèlement à la direction longitudinale des virures métalliques,

dans laquelle la pièce de retenue (101) présente une ouverture (103), le corps comportant une base (110, 210, 310, 410, 510, 610, 710) et une partie supérieure (114, 214, 314, 414, 514, 614, 714), la partie supérieure présentant une surface supérieure affleurant une surface supérieure de la pièce de retenue à travers ladite ouverture, la base présentant une largeur supérieure à une largeur de l'ouverture dans la pièce de retenue (101, 201),

dans laquelle la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) comporte une couche de glissement (106, 206, 306, 406, 506, 606, 706) en contact avec la pièce de retenue (101, 201) et présentant un coefficient de friction inférieur audit corps,

la couche de glissement (106, 206, 306, 406, 506, 606, 706) étant obtenue par traitement de surface d'au moins une surface du corps, dans laquelle la couche de glissement (106, 206, 306, 406, 506, 606, 706)

forme une surface supérieure (111, 211, 311, 411, 511) de la base (110, 210, 310, 410, 510, 610, 710) du corps et un côté (115, 215, 315, 415, 515) de la partie supérieure du corps, dans laquelle la plaque de couvercle (10) comporte un lamage en bordure du logement, le lamage recevant la pièce de retenue (101), le lamage présentant une profondeur telle que la pièce de retenue (101) affleure la surface de support, la pièce de retenue (101) recouvrant entièrement le logement et le lamage.

- [Revendication 5] Cuve selon la revendication 4, dans laquelle le traitement de surface est un traitement de nitruration.
- [Revendication 6] Cuve selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle une matière compressible (105) est insérée dans des interstices situés entre la pièce de retenue (101, 201) et la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) ou entre la pièce mobile et des parois du logement.
- [Revendication 7] Cuve selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle le logement présente une profondeur dans la direction d'épaisseur telle que la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) affleure la surface de support et une longueur dans la direction longitudinale et une largeur dans une direction transversale telles que la pièce mobile puisse se déplacer au moins parallèlement à la direction longitudinale des virures métalliques.
- [Revendication 8] Cuve selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle la partie supérieure (114, 214, 314, 414, 514, 614, 714) avec la couche de glissement présente une largeur égale à la largeur de ladite ouverture.
- [Revendication 9] Cuve selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle la pièce de retenue (101, 201) est une platine de maintien.
- [Revendication 10] Cuve selon la revendication 9, dans laquelle la platine de maintien est fixée à la plaque de couvercle (10) par des attaches (34) placées en périphérie de la platine de couvercle, de sorte que les attaches (34) sont disposées à l'extérieur du logement autour du logement et/ou par collage.
- [Revendication 11] Cuve selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) comporte un trou taraudé (104, 204, 304, 604, 704) débouchant sur ladite face supérieure de la pièce mobile (102, 202, 302, 402, 502, 602, 702) et le système d'ancrage primaire (97) comporte en outre un goujon (35) présentant une partie inférieure filetée vissée dans le trou taraudé (104).
- [Revendication 12] Cuve selon la revendication 11, dans laquelle le goujon (35) comporte une collerette s'étendant au-dessus de la pièce mobile (102, 202, 302,

- 402, 502, 602, 702), dans laquelle la collerette est soudée en périphérie sur la membrane étanche secondaire (4) de façon étanche.
- [Revendication 13] Cuve selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle le système d'ancrage primaire (97) comprend en outre au moins une rondelle et au moins un écrou coopérant avec des parties supérieures filetées dudit goujon (35) pour retenir ladite rondelle en appui sur une plaque de fond du bloc isolant primaire (22).
- [Revendication 14] Navire pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque et une cuve disposée dans la double coque, la cuve étant une cuve selon l'une des revendications 1 à 13.
- [Revendication 15] Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire selon la revendication 14, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.
- [Revendication 16] Procédé de chargement ou déchargement d'un navire selon la revendication 14, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.