

## Description

### Titre de l'invention : Paroi pour cuve étanche et thermiquement isolante

#### Domaine technique

- [0001] L'invention se rapporte au domaine des parois pour cuves étanches et thermiquement isolantes. En particulier, l'invention se rapporte au domaine des parois pour cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage et/ou le transport d'un gaz liquéfié, tel que l'hydrogène liquide qui est à environ -253°C à pression atmosphérique.

#### Arrière-plan technologique

- [0002] Dans l'état de la technique, il est connu des cuves étanches et thermiquement isolantes de stockage d'un gaz liquéfié.
- [0003] Une telle cuve comprend généralement une pluralité de parois comprenant chacune une structure multicouche, comportant au moins une barrière thermiquement isolante retenue à une structure porteuse et une membrane d'étanchéité reposant contre une barrière thermiquement isolante et destinée à être en contact avec le gaz liquéfié contenu dans la cuve.
- [0004] Une des principales difficultés est que dans une cuve du type précité, la membrane d'étanchéité de la paroi n'est pas sollicitée de manière uniforme car la membrane se déforme notamment sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques générées par le gaz liquéfié stocké dans la cuve. De telles sollicitations hétérogènes peuvent rapidement endommager la cuve.

#### Résumé de l'invention

- [0005] Afin de permettre une meilleure répartition des contraintes dans la membrane d'étanchéité, les inventeurs ont eu l'idée d'une barrière thermiquement isolante comportant des structures de support discrètes qui supportent chacune une zone de la membrane d'étanchéité et auxquelles la membrane d'étanchéité est soudée. Les structures de support discrètes comportent par exemple des piliers en matériau composite qui s'élèvent selon la direction d'épaisseur de la paroi afin de supporter la membrane d'étanchéité. Chacun des piliers est emboîté et fixé par collage à des manchons en acier inoxydable, au niveau des extrémités opposées du pilier. Les manchons s'étendent au-delà de l'ouverture du pilier, formant ainsi une extension métallique hors du pilier, extension sur laquelle le pilier est en contact.
- [0006] Un tel arrangement comporte plusieurs inconvénients. La combinaison d'un pilier en matériau composite et un manchon en acier inoxydable implique un risque important d'endommagement du pilier et du manchon durant les variations importantes de

température, par exemple durant le chargement et le déchargement du gaz liquéfié dans la cuve. En effet, les coefficients de dilatation thermique du matériau composite et du manchon en acier inoxydable sont très différents, ce qui entraîne des déplacements non désirés du pilier par rapport au manchon. En conséquence, des joints de colle épais, c'est-à-dire supérieurs à 2 mm, sont appliqués entre le pilier et le manchon afin de compenser ces différences de comportements thermodynamiques.

- [0007] Néanmoins, une telle solution n'est pas satisfaisante car plus le joint de colle est épais, plus il est difficile de déterminer avec précision sa résistance aux forces de compression et de cisaillement.
- [0008] Il existe donc un besoin de trouver une alternative afin de résoudre les problèmes susmentionnés.
- [0009] Une idée à la base de l'invention est donc de résoudre les problèmes susmentionnés.
- [0010] Une autre idée à la base de l'invention est de proposer une paroi pour une cuve étanche et thermiquement isolante dans laquelle les contraintes mécaniques exercées sur le manchon sont diminuées, notamment au niveau de la jonction entre le pilier et le manchon.
- [0011] Une autre idée à la base de l'invention est de proposer une paroi pour une cuve étanche et thermiquement isolante permettant la fixation d'une plaque métallique sur laquelle la membrane d'étanchéité est fixée à un pilier en matériau composite.
- [0012] Une autre idée à la base de l'invention est de supprimer les zones de faiblesse au niveau de la jonction du pilier avec le manchon.
- [0013] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une paroi pour une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié, la paroi comportant, selon une direction d'épaisseur de la paroi, une barrière thermiquement isolante et une membrane d'étanchéité métallique qui repose contre la barrière thermiquement isolante ; la barrière thermiquement isolante comportant au moins un élément porteur, l'élément porteur comportant :
- un pilier creux en matériau composite qui s'élève selon la direction d'épaisseur de la paroi,
  - un manchon en matériau composite emmanché sur le pilier creux et collé contre une surface longitudinale du pilier ; et
  - un plateau interne qui est métallique, fixé au manchon via un dispositif de fixation et contre lequel la membrane d'étanchéité est soudée, dans laquelle le manchon présente une extrémité interne qui affleure une extrémité interne du pilier et dans laquelle le plateau interne est en appui, directement ou indirectement, en partie contre l'extrémité interne du pilier et en partie contre l'extrémité interne du manchon.
- [0014] Grâce à ces caractéristiques, les contraintes thermomécaniques exercées sur la liaison du manchon avec le pilier sont diminuées.

- [0015] En effet, le manchon et le pilier étant tous les deux en matériau composite, la dilatation différentielle de l'un par rapport à l'autre est plus faible que si le manchon était en acier inoxydable, ce qui permet de limiter les contraintes dans la couche de colle lors de la mise en froid de la cuve et donc de réduire l'épaisseur de la couche de colle.
- [0016] En outre, lorsque des forces de compression s'exercent selon la direction d'épaisseur de la paroi sur la plaque interne, une partie de ces forces est reprise par le pilier porteur sans transiter par le manchon et la couche de colle. La couche de colle permettant la fixation du manchon au pilier ne subit pas ou peu d'effort de cisaillement. Ainsi, le risque de décollement du manchon est fortement diminué.
- [0017] Par convention, les termes « externe » et « interne » sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'intérieur et à l'extérieur d'une cuve comportant une telle paroi. Notamment, l'extrémité interne du manchon signifie l'extrémité du manchon qui sera la plus proche de l'intérieur d'une cuve comportant une telle paroi et l'extrémité externe du manchon qui signifie l'extrémité du manchon qui sera la plus éloignée de l'intérieur de la cuve. De manière analogue au manchon, l'extrémité interne du pilier signifie l'extrémité du pilier qui sera la plus proche de l'intérieur d'une cuve comportant une telle paroi et l'extrémité externe du pilier qui signifie l'extrémité du pilier qui sera la plus éloignée de l'intérieur de la cuve.
- [0018] Selon des modes de réalisation, une telle paroi peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0019] Selon un mode de réalisation, le plateau interne est en appui en partie contre l'extrémité interne du pilier et en partie contre l'extrémité interne du manchon par l'intermédiaire d'une plaque d'appui qui est interposée entre le plateau interne et l'extrémité interne du pilier, la plaque d'appui présentant une surface interne en contact avec le plateau interne et une surface externe en contact avec l'extrémité interne du pilier et l'extrémité interne du manchon.
- [0020] Selon un mode de réalisation, le manchon présente un coefficient de dilatation thermique  $\alpha_1$  selon une direction radiale perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi qui est inclus dans l'intervalle  $[0,75 \times \alpha_2 ; 1,25 \times \alpha_2]$ , avec  $\alpha_2$  un coefficient de dilatation thermique du pilier selon la direction radiale. Cela signifie que le coefficient de dilatation thermique du manchon, selon la direction radiale, se situe dans une plage qui s'étend de 25 % en dessous du coefficient de dilatation thermique selon la direction radiale du pilier à 25 % au-dessus du coefficient de dilatation thermique selon la direction radiale du pilier.

- [0021] Grâce à ces caractéristiques, le déplacement relatif du manchon par rapport au pilier en réponse aux variations de températures est réduit. Par conséquent, les contraintes thermomécaniques appliquées à la colle sont également atténuées.
- [0022] Selon un mode de réalisation, le coefficient de dilatation thermique  $\alpha_1$  selon une direction radiale perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi du manchon est inclus dans l'intervalle  $[0,85 \times \alpha_2 ; 1,15 \times \alpha_2]$ .
- [0023] Selon un mode de réalisation préféré, le coefficient de dilatation thermique du manchon et du pilier sont identiques, selon la direction radiale.
- [0024] Selon un mode de réalisation, la plaque d'appui présente un coefficient de dilatation thermique  $\alpha_3$  selon la direction radiale qui est compris dans l'intervalle  $[0,75 \times \alpha_1 ; 1,25 \times \alpha_1]$  ; et dans l'intervalle  $[0,75 \times \alpha_2 ; 1,25 \times \alpha_2]$ . En d'autres termes, le coefficient de dilatation thermique  $\alpha_1$  du manchon,  $\alpha_2$  du pilier ou  $\alpha_3$  de la plaque d'appui, selon la direction radiale, se situe dans une plage de valeur qui s'étend de 25 % en dessous à 25 % au-dessus des coefficients de dilatation thermique des autres éléments.
- [0025] Grâce à ces caractéristiques, les déplacements relatifs du manchon, du pilier et de la plaque d'appui en réponse aux variations de températures sont réduits. Par conséquent, les contraintes thermomécaniques appliquées à la couche de colle sont également atténuées ce qui favorise le maintien du manchon dans la position initiale.
- [0026] Selon un mode de réalisation, le manchon présente une forme générale cylindrique et comporte un évidement cylindrique. Préférentiellement, le manchon présente une forme générale cylindrique de révolution. Le manchon peut présenter différentes formes afin de faciliter le collage du manchon contre la surface longitudinale du pilier et afin de diminuer l'épaisseur de la couche de colle nécessaire au collage du manchon au pilier.
- [0027] Selon un mode de réalisation, l'évidement cylindrique du manchon présente la forme d'un cylindre à section circulaire ou elliptique.
- [0028] Selon un mode de réalisation, le manchon est formé par une pluralité de sections distinctes réparties autour d'un axe longitudinal du pilier, la pluralité de sections distinctes étant fixée sur la surface longitudinale du pilier.
- [0029] Grâce à ces caractéristiques, le manchon est plus adaptable et plus facile à installer contre la surface longitudinale du pilier. En outre, un tel arrangement permet de diminuer l'épaisseur de la couche colle nécessaire à la fixation du manchon au pilier.
- [0030] Selon un mode de réalisation, les sections de la pluralité de sections présentent une forme identique les unes aux autres. Selon un mode de réalisation, les sections de la pluralité de sections présentent une forme différente les unes des autres.

- [0031] Selon un mode de réalisation, les sections de la pluralité de sections présentent chacune une extrémité interne qui affleure l'extrémité interne du pilier.
- [0032] Selon un mode de réalisation, la pluralité de sections distinctes comporte une première section et une deuxième section, la première section et la deuxième section étant diamétralement opposées de part et d'autre de l'axe longitudinal du pilier. Selon un mode de réalisation, la première section et la deuxième section présentent chacune la forme d'un demi-tube ou d'une lunule.
- [0033] Selon un mode de réalisation, la pluralité de sections distinctes comporte une première section, une deuxième section et une troisième section. Selon un mode de réalisation préféré, les première, deuxième et troisième sections présentent chacune une forme générale d'une lunule.
- [0034] Selon un mode de réalisation, chaque section de la pluralité de sections est séparée par un interstice. Ainsi, les aléas de dimensionnement du manchon durant la fabrication du manchon n'empêchent pas l'installation du manchon dans le pilier dans la mesure où les aléas de dimensionnement entraînent une différence de dimensionnement inférieure à la dimension de l'interstice.
- [0035] Selon un mode de réalisation, l'évidement cylindrique présente une dimension suffisante pour faire passer un outil permettant de plaquer la pluralité de sections distinctes du manchon radialement vers l'extérieur contre la surface longitudinale du pilier.
- [0036] Selon un mode de réalisation, le manchon est formé d'un seul tenant.
- [0037] Selon un mode de réalisation, le manchon et la surface longitudinale du pilier sont collés par une couche de colle présentant une épaisseur selon une direction radiale perpendiculaire à la direction d'épaisseur qui est inférieure à 1 mm. Selon un mode de réalisation préféré, la couche de colle présente une épaisseur supérieure à 0 mm et inférieure à 0,5 mm, préférentiellement une épaisseur inférieure à 0,2 mm et encore plus préférentiellement une épaisseur inférieure à 0,1 mm.
- [0038] Ainsi, une épaisseur de la couche de colle plus mince réduit le risque d'inclusion d'air non désirée entre les surfaces. En outre, une mince épaisseur de colle peut durcir plus rapidement, ce qui entraîne une fabrication plus rapide de l'élément porteur.
- [0039] Selon un mode de réalisation, la couche de colle située entre le manchon et la surface longitudinale du pilier est pressée via un outil de pressage.
- [0040] Grâce à ces caractéristiques, la couche de colle pressée présente une résistance aux contraintes de cisaillement plus importante. En effet, le pressage permet notamment d'accroître la surface de contact entre la couche de colle et le pilier.
- [0041] Selon un mode de réalisation, le diamètre de la plaque d'appui est supérieur ou égal au diamètre du pilier.
- [0042] Selon un mode de réalisation, la plaque d'appui est une rondelle en aluminium.

- [0043] L'aluminium est avantageux en ce qu'il présente une plus grande résistance à la compression qu'un matériau composite tout en présentant un coefficient de dilatation thermique plus proche de celui du matériau composite du pilier que les autres métaux, en particulier lorsque le matériau composite du pilier est un composite de verre-époxy unidirectionnel.
- [0044] Selon un mode de réalisation, le dispositif de fixation comporte une plaque externe positionnée contre une extrémité externe du manchon et un tirant reliant le plateau interne à la plaque externe de manière que le manchon soit pris en tenaille entre le plateau interne et la plaque externe. En d'autres termes, le dispositif de fixation fixe le plateau interne à la plaque externe en enserrant le manchon entre le plateau interne et la plaque externe.
- [0045] Grâce à ces caractéristique, le manchon est fermement maintenu en position entre la plaque externe et le plateau interne.
- [0046] Selon un mode de réalisation, la plaque externe est une rondelle en aluminium.
- [0047] Selon un mode de réalisation, la plaque externe présente un diamètre extérieur inférieur au diamètre intérieur du pilier.
- [0048] Selon un mode de réalisation, le manchon est emmanché à l'intérieur du pilier.
- [0049] Selon un mode de réalisation, le manchon est emmanché à l'extérieur du pilier.
- [0050] Selon un mode de réalisation, le manchon s'étend selon une direction longitudinale du tube, depuis l'extrémité interne du pilier, sur une distance comprise entre 5 et 10 cm.
- [0051] Selon un mode de réalisation, l'élément porteur comporte un premier manchon emmanché à l'intérieur du pilier et un deuxième manchon emmanché à l'extérieur du pilier.
- [0052] Selon un mode de réalisation, le pilier creux présente un diamètre interne compris entre 4 et 10 cm.
- [0053] Selon un mode de réalisation, l'intérieur du pilier creux comporte un matériau isolant. Selon un mode de réalisation, le matériau isolant est situé entre le premier manchon et le deuxième manchon. Selon un mode de réalisation, le matériau isolant remplit l'espace intérieur du pilier situé entre le premier manchon et le deuxième manchon. Selon un mode de réalisation, le matériau isolant est une mousse isolante. Selon un mode de réalisation, la mousse isolante présente la forme d'un cylindre allongé.
- [0054] Selon un mode de réalisation, le dispositif de fixation comporte une tige filetée et un élément présentant un filetage femelle.
- [0055] Selon un mode de réalisation, le dispositif de fixation comporte un système vis écrou.
- [0056] Selon un mode de réalisation, le dispositif de fixation comporte une tige filetée qui traverse, selon la direction longitudinale d'épaisseur, le plateau interne, le manchon

et la plaque externe, le dispositif de fixation comportant en outre un premier écrou vissé depuis une première extrémité de la tige filetée et un deuxième écrou fixé sur une deuxième extrémité de la tige filetée afin d'enserrer le manchon entre la plaque externe et le plateau interne.

- [0057] Selon un mode de réalisation, la tige filetée du dispositif de fixation traverse en outre la plaque d'appui métallique, le manchon étant enserré entre la plaque externe et la plaque d'appui métallique.
- [0058] Selon un mode de réalisation, le dispositif de fixation comporte une pluralité de tiges filetées, chaque tige filetée étant fixée via leur extrémité interne au plateau interne et vissée via leur extrémité externe dans un trou taraudé ménagé dans la plaque externe.
- [0059] Grâce à ces caractéristiques, il est possible de maîtriser la force de compression exercée contre le manchon. En effet, plus la tige filetée est vissée dans le trou taraudé, plus la plaque externe est rapprochée du plateau interne ce qui a pour effet d'enserrer le manchon.
- [0060] Selon un mode de réalisation, chaque tige filetée comporte au moins une rondelle élastique montée sur ladite tige filetée, la rondelle élastique étant préférentiellement une rondelle Belleville.
- [0061] Ainsi, il est possible de maîtriser la force de compression exercée contre le manchon.
- [0062] Selon un mode de réalisation, le matériau composite du pilier comporte des fibres et une matrice, ce qui permet d'obtenir une résistance à la compression satisfaisante pour une section conductrice limitée.
- [0063] Selon un mode de réalisation, les fibres sont choisies parmi les fibres de verre, les fibres de carbone, les fibres aramides, les fibres de lin, les fibres de basalte et les mélanges de celles-ci.
- [0064] Selon un mode de réalisation, la matrice est choisie parmi le polyéthylène, le polypropylène, le poly(téréphtalate d'éthylène), le polyamide, le polyoxyméthylène, le polyetherimide, le polyacrylate, le polyarylethercétone, le polyetherethercétone, des copolymères de ceux-ci, le polyester, le vinylester, l'époxy et le polyuréthane.
- [0065] Selon un mode de réalisation préféré, les piliers sont réalisés dans une résine époxy renforcée par des fibres de verre.
- [0066] Selon un mode de réalisation, le matériau composite du manchon comporte des fibres et une matrice.
- [0067] Selon un mode de réalisation, les fibres sont choisies parmi les fibres de verre, les fibres de carbone, les fibres aramides, les fibres de lin, les fibres de basalte et les mélanges de celles-ci.
- [0068] Selon un mode de réalisation, la matrice est choisie parmi le polyéthylène, le polypropylène, le poly(téréphtalate d'éthylène), le polyamide, le polyoxyméthylène,

le polyetherimide, le polyacrylate, le polyarylethercétone, le polyetherethercétone, des copolymères de ceux-ci, le polyester, le vinylester, l'époxy et le polyuréthane.

- [0069] Selon un mode de réalisation préféré, les piliers sont réalisés dans une résine époxy renforcée par des fibres de verre.
- [0070] Selon un mode de réalisation préféré, le matériau composite du manchon et du pilier sont identiques.
- [0071] Selon un mode de réalisation, le plateau interne est en acier inoxydable.
- [0072] Selon un mode de réalisation, le plateau interne présente une épaisseur comprise entre 4 et 10 mm.
- [0073] Selon un mode de réalisation, la colle utilisée pour coller le manchon au pilier est choisie parmi : le polyéthylène, le polypropylène, le poly(téréphtalate d'éthylène), le polyamide, le polyoxyméthylène, le polyetherimide, le polyacrylate, le polyarylethercétone, le polyetherethercétone, des copolymères de ceux-ci, le polyester, le vinylester, l'époxy et le polyuréthane.
- [0074] Selon un mode de réalisation, la paroi comporte successivement, selon une direction d'épaisseur de la paroi, une barrière thermiquement isolante secondaire qui est destinée à reposer contre une structure porteuse, une membrane d'étanchéité métallique secondaire qui repose contre la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire qui repose contre la membrane d'étanchéité secondaire et une membrane d'étanchéité primaire qui repose contre la barrière thermiquement isolante primaire et est destinée à être en contact avec le gaz liquéfié contenu dans la cuve.
- [0075] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante secondaire comporte au moins un élément porteur précité.
- [0076] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante secondaire comporte une pluralité d'éléments porteurs précités.
- [0077] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante primaire comporte au moins un élément porteur précité.
- [0078] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante primaire comporte une pluralité d'éléments porteurs précités.
- [0079] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante secondaire et la barrière thermiquement isolante primaire comportent chacune au moins un élément porteur précité. Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante primaire et la barrière thermiquement isolante secondaire comportent une pluralité d'éléments porteurs précités.
- [0080] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité primaire comporte une première série d'ondulations présentant des premières ondulations parallèles les unes aux autres et une deuxième séries d'ondulations présentant des deuxièmes ondulations

parallèles les unes aux autres et perpendiculaires aux premières ondulations, la membrane d'étanchéité primaire comporte une pluralité de zones planes qui sont chacune définies entre deux premières ondulations adjacentes et entre deux deuxièmes ondulations adjacentes,

la pluralité de zones planes de la membrane d'étanchéité primaire comportant une première zone plane qui est respectivement soudée contre le plateau interne de l'élément porteur.

[0081] Selon un mode de réalisation, l'élément porteur comporte :

- un plateau externe qui est métallique, contre lequel la membrane d'étanchéité secondaire est soudée,

- un manchon externe en matériau composite emmanché sur le pilier creux et collé contre une surface longitudinale du pilier,

le plateau externe étant fixé au manchon externe via un dispositif de fixation externe, le manchon externe présentant une extrémité externe qui affleure une extrémité externe du pilier, et le plateau externe étant en appui, directement ou indirectement, en partie contre l'extrémité externe du pilier et en partie contre l'extrémité externe du manchon externe,

la membrane d'étanchéité primaire étant soudée contre le plateau interne.

[0082] Le manchon externe présente, selon des modes de réalisation, des caractéristiques analogues au manchon. Par exemple, selon un mode de réalisation, le manchon externe est formé par une pluralité de sections distinctes réparties autour d'un axe longitudinal du pilier, la pluralité de sections distinctes étant fixée sur la surface longitudinale du pilier.

[0083] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité secondaire comporte une première série d'ondulations présentant des premières ondulations parallèles les unes aux autres et une deuxième séries d'ondulations présentant des deuxièmes ondulations parallèles les unes aux autres et perpendiculaires aux premières ondulations, la membrane d'étanchéité secondaire comportant une pluralité de zones planes qui sont chacune définies entre deux premières ondulations adjacentes et entre deux deuxièmes ondulations adjacentes,

la pluralité de zones planes de la membrane d'étanchéité secondaire comportant une première zone plane qui est respectivement soudée contre le plateau interne de l'élément porteur.

[0084] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante primaire présente une phase gazeuse sous vide, préférentiellement à une pression absolue inférieure à 1 Pa.

- [0085] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante secondaire présente une phase gazeuse sous vide, préférentiellement à une pression absolue inférieure à 1 Pa.
- [0086] Dans un mode de réalisation, le gaz liquéfié est de l'hydrogène liquide.
- [0087] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une pluralité de parois précitées.
- [0088] Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire de transport d'hydrogène liquide, c'est-à-dire un hydrogénier, 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.
- [0089] Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un gaz liquéfié comporte une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque.
- [0090] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un gaz liquéfié, le système comportant le navire précité et des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre.
- [0091] Selon un mode de réalisation, le système de transfert comporte également une pompe pour entraîner un flux de gaz liquéfié à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.
- [0092] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un gaz liquéfié 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**

- [0093] 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.
- [0094] La [Fig.1] représente une vue partielle en perspective d'une paroi d'une cuve étanche et thermiquement isolante selon un mode de réalisation.
- [0095] La [Fig.2] représente une vue partielle, schématique en coupe d'un élément porteur selon un premier mode de réalisation.
- [0096] La [Fig.3] représente une vue partielle en perspective d'un élément porteur selon un deuxième mode de réalisation.

- [0097] La [Fig.4] représente une vue partielle, en coupe d'un élément porteur selon le deuxième mode de réalisation.
- [0098] La [Fig.5] représente une vue partielle, de dessus du manchon de l'élément porteur selon le deuxième mode de réalisation, durant une étape de collage du manchon à l'intérieur du pilier.
- [0099] La [Fig.6] représente une vue partielle en perspective d'un élément porteur selon un troisième mode de réalisation.
- [0100] La [Fig.7] représente une vue partielle en perspective d'un élément porteur selon un quatrième mode de réalisation.
- [0101] La [Fig.8] représente une vue partielle en coupe d'un élément porteur selon un cinquième mode de réalisation.
- [0102] La [Fig.9] est une vue en perspective écorchée et schématique d'une structure porteuse destinée à supporter une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié.
- [0103] La [Fig.10] est une représentation schématique écorchée d'une cuve d'un navire et d'un terminal de chargement et de déchargement de cette cuve.

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

- [0104] En relation avec la [Fig.1], on décrit ci-dessous d'une manière générale une paroi 11 destinée à être intégrée dans une cuve étanche et thermiquement isolante selon un mode de réalisation.
- [0105] La paroi 11 présente une structure multicouche comportant, selon la direction d'épaisseur de la paroi 11, depuis l'extérieur vers l'intérieur, une barrière thermiquement isolante secondaire 12, une membrane d'étanchéité secondaire 13 qui est ondulée et fixée contre la barrière thermiquement isolante secondaire 12, une barrière thermiquement isolante primaire 14 et une membrane d'étanchéité primaire 15 qui est ondulée et fixée contre la barrière thermiquement isolante primaire 14. La membrane d'étanchéité primaire 15 est destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, tel que de l'hydrogène liquide contenu dans la cuve.
- [0106] La barrière thermiquement isolante secondaire 12 comporte une pluralité de panneaux isolants 16 ancrés à une structure porteuse 1. Les panneaux isolants 16 comportent chacun une couche de mousse polymère isolante 17 prise en sandwich entre une plaque interne 18 et une plaque externe 19. Les plaques interne 18 et externe 19 sont, par exemple, des plaques de bois contreplaqué collées sur ladite couche de mousse polymère isolante 17. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse à base de polyuréthane préférentiellement renforcée avec des fibres.
- [0107] La barrière thermiquement isolante primaire 14 comporte une pluralité d'éléments porteurs 20 s'étendant selon la direction d'épaisseur E de la paroi 11, entre la

membrane d'étanchéité secondaire 13 et la membrane d'étanchéité primaire 15. Les éléments porteurs 20 comportent chacun un pilier 21 creux de forme cylindrique. Chaque pilier 21 est fixé au niveau de son extrémité interne à un plateau interne 22 et est fixé au niveau de son extrémité externe à un plateau externe 23.

- [0108] La membrane d'étanchéité primaire 15 est soudée, au niveau de chaque zone plane située entre deux paires d'ondulations, contre un plateau interne 22 respectif.
- [0109] De manière analogue, la membrane d'étanchéité secondaire 13 est soudée, au niveau de chaque zone plane située entre deux paires d'ondulations, contre un plateau externe 23 respectif.
- [0110] Le pilier 21 est fabriqué à partir de matériau composite comportant des fibres et une matrice. Le plateau interne 22 et le plateau externe 23 sont métalliques, par exemple fabriqués en acier inoxydable.
- [0111] En outre, la phase gazeuse de la barrière thermiquement isolante primaire 14 est, avantageusement, placée sous vide, par exemple à une pression absolue inférieure à 1 Pa et de préférence inférieure à  $10^{-2}$  Pa. Pour ce faire, la barrière thermiquement isolante primaire 14 est avantageusement reliée à une pompe à vide. Grâce à la phase gazeuse placée en dépression, les propriétés d'isolation thermique de la barrière isolante primaire 14 sont accrues. Cependant, les conditions de vide de la barrière thermiquement isolante primaire 14 vont tendre à déformer la membrane d'étanchéité primaire 15 et la membrane d'étanchéité secondaire 13 en direction de l'intérieur de la barrière thermiquement isolante primaire 15.
- [0112] L'agencement de la pluralité d'éléments porteurs 20 permet de supporter la membrane d'étanchéité primaire 15 en reprenant d'une part les efforts dus aux pressions hydrostatiques et dynamiques exercées sur la membrane d'étanchéité primaire 15, par le gaz liquéfié contenu à l'intérieur de la cuve, et d'autre part les efforts dus aux conditions de vide précitées.
- [0113] En relation avec les figures 2 à 8, on décrit ci-dessous une pluralité de modes de réalisation de l'élément porteur.
- [0114] Les éléments identiques ou similaires portent les mêmes chiffres de références incrémentés de 100.
- [0115] En relation avec la [Fig.2], on décrit ci-dessous un premier mode de réalisation de l'élément porteur.
- [0116] L'élément porteur 120 comporte un manchon 125 fabriqué à partir d'un matériau composite. Le manchon 125 est disposé à l'intérieur du pilier 121 et est collé sur une surface longitudinale intérieure 123 du pilier 121, au niveau de l'extrémité interne du pilier 121 de manière à ce que l'extrémité interne du manchon 125 affleure l'extrémité interne du pilier 121. En d'autres termes, le manchon 125 ne dépasse pas au-delà de

l'extrémité interne du pilier. L'épaisseur de la couche de colle située entre le manchon 125 et la surface longitudinale intérieure 123 est inférieure à 0,2 mm.

- [0117] Le plateau interne 122 présente une surface externe 126 en contact avec l'extrémité interne du pilier et avec l'extrémité interne du manchon. Ainsi, une partie des forces de compression exercées sur la membrane d'étanchéité selon la direction d'épaisseur E de la paroi, par exemple dues au phénomène de ballonnement du gaz liquéfié dans la cuve, transitent par le pilier sur lequel appuie le plateau interne 122 sans passer par la couche de colle et le manchon. La disposition du manchon 125 affleurant le pilier 121 permet donc à la couche de colle de ne pas subir ou de fortement limiter les efforts de cisaillement.
- [0118] Avantagement, le manchon 125 et le pilier 121 sont fabriqués à partir du même matériau composite. Par conséquent, ils présentent le même coefficient de dilatation thermique, selon une direction radiale perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi. Ainsi, le mouvement relatif du manchon 125 par rapport au pilier 121 en réponse aux variations de températures est nul ou quasiment nul. Ainsi, la couche de colle située entre le manchon 125 et le pilier 121 ne subit pas ou moins de contraintes et présente donc d'excellentes propriétés adhésives. En conséquence, la fixation du manchon 125 au pilier 121 est durable et stable.
- [0119] En relation avec les figures 3 à 5, on décrit ci-dessous un deuxième mode de réalisation de l'élément porteur.
- [0120] L'élément porteur 220 comporte un manchon 225 affleurant l'extrémité interne du pilier 221 de manière similaire au premier mode de réalisation illustré avec la [Fig.2].
- [0121] L'élément porteur 220 comporte en outre une plaque d'appui métallique 230 présentant la forme d'une rondelle qui présente, dans le mode de réalisation représenté, un diamètre extérieur identique au diamètre extérieur du pilier 221. La plaque d'appui métallique 230 est préférentiellement en aluminium afin de présenter un coefficient de dilatation thermique proche du coefficient de dilatation thermique du pilier 221 en matériau composite. La plaque d'appui métallique 230 présente une surface interne 231 qui est soudée contre le plateau interne 222 et une surface externe 232 qui est en contact avec l'extrémité interne du pilier 221 et l'extrémité interne du manchon 225.
- [0122] Le manchon 225 comporte une première section 227 et une deuxième section 228. La première section 225 et la deuxième section 227 sont fabriquées à partir d'un matériau composite.
- [0123] La première section 227 est collée contre la surface longitudinale intérieure 223 du pilier 221.
- [0124] La deuxième section 228 est collée contre la surface longitudinale intérieure 223, diamétralement à l'opposé de la première section 227. Un interstice 285 est ménagé entre la première section 227 et la deuxième section 228.

- [0125] La première section 227 et la deuxième section 228 présentent chacune une forme se rapprochant d'une lunule.
- [0126] Le manchon 225 ainsi positionné dans le pilier 221 présente une forme générale d'un cylindre de révolution coupé en deux et avec un évidement cylindrique de section elliptique 286 en son centre. L'évidement cylindrique de section elliptique 286 permet par exemple le passage d'un outil de pressage 82 destiné à presser la première section 227 et la deuxième section 228 contre la surface longitudinale intérieure 223 du pilier 221 afin de les coller fermement contre ladite surface longitudinale intérieure 223.
- [0127] La plaque externe 233 est préférentiellement en aluminium. La plaque externe 233 de l'élément porteur 220 est située contre l'extrémité externe de la première section 227 et la deuxième section 228 du manchon 225. La plaque externe 233 présente un diamètre inférieur à la plaque d'appui métallique 230 afin d'être positionnée à l'intérieur du pilier 221.
- [0128] La plaque externe 233 est fixée au plateau interne 222 via un tirant 240 qui passe au travers du manchon 225 afin que ledit manchon 225 soit pris en sandwich entre la plaque externe 233 et le plateau interne 222. Ainsi, la plaque externe 233 est fixée au manchon 225.
- [0129] Dans le mode de réalisation représenté, le tirant 240 comporte une tige filetée 241 qui traverse le plateau interne 222, la plaque d'appui métallique 230, l'évidement cylindrique à section elliptique 286 et la plaque externe 233. Le tirant 240 comporte en outre un premier écrou 242 traversé par la tige filetée et situé contre la surface interne du plateau interne métallique 222 et un deuxième écrou 243 traversé par la tige filetée et situé contre la surface externe 234 de la plaque externe 233. Le serrage du premier écrou 242 et/ou du deuxième écrou 243 permet de fixer la plaque externe 233 au manchon 225.
- [0130] Un manchon 225 en cours d'installation est notamment présenté avec la [Fig.5] dans laquelle l'outil de pressage 82 comporte un élément de pressage 83 du manchon 225 et un élément de maintien 84 du pilier 221. L'élément de pressage 83 présente une forme elliptique.
- [0131] Afin de positionner et de fixer correctement le manchon 225, l'élément de pressage 83 est inséré dans l'évidement cylindrique à section elliptique 286 puis une rotation telle que représenté par la flèche sur l'élément de pressage 83 est ensuite exercée afin que ledit élément de pressage 83 presse la première section 227 et la deuxième section 228 contre la surface longitudinale intérieure 223. Durant cette étape de pressage, l'élément de maintien 84 entoure le pilier 221 afin de reprendre les efforts exercés radialement par l'élément de pressage 83.
- [0132] Grâce à un tel outil de pressage 82, le manchon 225 est correctement installé sans endommager la structure du pilier 221 et la couche de colle située entre le pilier 221

et le manchon 225 est pressée, ce qui confère à la couche de colle une meilleure résistance au cisaillement.

- [0133] En relation avec la [Fig.6], on décrit ci-dessous un troisième mode de réalisation de l'élément porteur.
- [0134] L'élément porteur 320 diffère de l'élément porteur 220 présenté avec les figures 3 à 5 en ce que le manchon 325 comporte trois sections, c'est-à-dire une première section 327, une deuxième section 328 et une troisième section 329. Dans ce mode de réalisation, les trois sections présentent une forme et des dimensions identiques.
- [0135] Les première, deuxième et troisième sections sont collées à l'intérieur du pilier 321 contre la surface longitudinale intérieure 323 du pilier 321 et présentent chacune une forme se rapprochant d'une lunule. Les première, deuxième et troisième sections sont espacées l'une de l'autre par des interstices 385. Le manchon 325 forme au centre du pilier un évidement cylindrique 386 qui présente une section de forme générale circulaire.
- [0136] Selon des variantes de réalisation, les différentes sections du manchon peuvent présenter des différences, par exemple des formes ou des dimensions différentes.
- [0137] En relation avec la [Fig.7], on décrit ci-dessous un quatrième mode de réalisation de l'élément porteur.
- [0138] L'élément porteur 420 diffère de l'élément porteur 220 présenté avec les figures 3 à 5 en ce que le manchon 425 est formé d'un seul tenant et présente une forme générale d'un cylindre à section circulaire qui est concentrique avec le pilier circulaire 421. Un espace inférieur à 1 millimètre est situé entre le manchon 425 et le pilier 421. L'espace forme une zone d'injection 441 qui est destinée à recevoir de la colle afin de former la couche de colle pour solidariser, par l'intermédiaire de la couche de colle, le manchon 425 avec le pilier 421. L'épaisseur de la couche de colle située dans la zone d'injection 441 est inférieure à 1 mm.
- [0139] Le manchon présente en outre un évidement cylindrique 486 qui présente une forme générale d'un cylindre à section circulaire. En variante, plusieurs formes d'évidement cylindrique sont envisageables.
- [0140] En relation avec la [Fig.8], on décrit ci-dessous un quatrième mode de réalisation de l'élément porteur.
- [0141] L'élément porteur 520 diffère de l'élément porteur 220 présenté avec les figures 3 à 5 en ce que le manchon 525 est emmanché à l'extérieur du pilier 521. Ainsi, le manchon 525 est fixé par collage contre une surface longitudinale externe 550 du pilier 521 et entoure le pilier 521.
- [0142] La plaque externe 533 entoure le pilier 521 et est fixée au plateau interne métallique 522 via des tirants 540 situés à l'extérieur du pilier 521, afin que le plateau interne métallique 522 repose contre l'extrémité interne du pilier 521 et l'extrémité interne

du manchon 525. La plaque externe 533 comporte des trous taraudés 543 destinés à recevoir les tirants 540.

- [0143] Le tirants 540 comporte par exemple une vis 542. Les vis comportent chacune une tige 541 qui est filetée en son extrémité externe et qui est fixée dans un des trous taraudés de la plaque externe 533. Ce mode de fixation permet, via la rotation de la première vis et la deuxième vis dans les trous taraudés 543, de serrer la plaque externe 533 contre l'extrémité interne du manchon 525 afin d'enserrer le manchon entre le plateau interne métallique 522 et la plaque externe 533.
- [0144] Selon des variantes de réalisation non représentées, l'élément porteur comporte un premier manchon fixé contre une surface longitudinale externe du pilier comme indiqué précédemment en combinaison avec un deuxième manchon fixé contre une surface longitudinale interne du pilier comme indiqué précédemment.
- [0145] La paroi 11 précitée, comprenant un ou plusieurs éléments porteurs précités est destinée à être intégrée dans une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié. Le gaz liquéfié destiné à être stocké dans la cuve peut notamment être de l'hydrogène liquide qui présente la particularité d'être stocké à environ -253°C à pression atmosphérique.
- [0146] Une telle cuve est fixée contre une structure porteuse 1 telle qu'illustrée avec la [Fig.9].
- [0147] La structure porteuse 1 peut notamment être formée de tôles métalliques autoporteuses ou, plus généralement, de tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées. La structure porteuse 1 est, par exemple, formée par la double coque d'un navire. Sur la [Fig.9], la structure porteuse 1 présente une forme générale polyédrique. Elle présente deux parois porteuses avant et arrière 2, ici de forme octogonale, dont seule la paroi porteuse arrière 2 est représentée. Les parois avant et arrière 2 sont, par exemple, des parois de cofferdam d'un navire qui s'étendent transversalement à la direction longitudinale du navire. La structure porteuse 1 comporte également une paroi porteuse supérieure 3, une paroi porteuse inférieure 4 et des parois porteuses latérales 5, 6, 7, 8, 9, 10.
- [0148] En référence à la [Fig.10], une vue écorchée d'un navire 70 montre une cuve étanche et thermiquement isolante 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, préférentiellement de l'hydrogène liquide, contenu dans la cuve, une membrane d'étanchéité secondaire agencée entre la membrane d'étanchéité primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières thermiquement isolantes agencées respectivement entre la membrane d'étanchéité primaire et la membrane d'étanchéité secondaire et entre la membrane d'étanchéité secondaire et la double coque 72.

- [0149] 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 gaz liquéfié depuis ou vers la cuve 71.
- [0150] La [Fig.10] représente également un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits d'hydrogéniers. 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 de l'hydrogénier 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 hydrogénier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.
- [0151] Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on peut soit mettre 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 soit autoriser une montée en pression dans l'espace intérieur de la cuve sous l'effet de l'évaporation du gaz liquéfié stocké dans la cuve.
- [0152] 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.
- [0153] L'usage du verbe « comporter », « comprendre » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication.
- [0154] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

## Revendications

- [Revendication 1] Paroi pour une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un gaz liquéfié, la paroi (11) comportant, selon une direction d'épaisseur de la paroi, une barrière thermiquement isolante (12, 14) et une membrane d'étanchéité métallique (13, 15) qui repose contre la barrière thermiquement isolante ;  
la barrière thermiquement isolante comportant au moins un élément porteur (20, 120, 220, 320, 420, 520),  
l'élément porteur comportant :  
- un pilier creux (21, 121, 221, 321, 421, 521) en matériau composite qui s'élève selon la direction d'épaisseur (E) de la paroi,  
- un manchon (25, 125, 225, 325, 425, 525) en matériau composite emmanché sur le pilier creux (21, 121, 221, 321, 421, 521) et collé contre une surface longitudinale du pilier ; et  
- un plateau interne (22, 122, 222, 522) qui est métallique, fixé au manchon (25, 125, 225, 325, 425, 525) via un dispositif de fixation (240, 540) et contre lequel la membrane d'étanchéité est soudée, dans laquelle le manchon présente une extrémité interne qui affleure une extrémité interne du pilier et  
dans laquelle le plateau interne (22, 122, 222, 522) est en appui, directement ou indirectement, en partie contre l'extrémité interne du pilier et en partie contre l'extrémité interne du manchon.
- [Revendication 2] Paroi selon la revendication 1, dans laquelle le plateau interne (22, 122, 222, 522) est en appui en partie contre l'extrémité interne du pilier et en partie contre l'extrémité interne du manchon par l'intermédiaire d'une plaque d'appui (230) qui est interposée entre le plateau interne et l'extrémité interne du pilier, la plaque d'appui présentant une surface interne (231) en contact avec le plateau interne et une surface externe (232) en contact avec l'extrémité interne du pilier et l'extrémité interne du manchon.
- [Revendication 3] Paroi selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le manchon présente un coefficient de dilatation thermique  $\alpha_1$  selon une direction radiale perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la paroi qui est inclus dans l'intervalle  $[0,75 \times \alpha_2 ; 1,25 \times \alpha_2]$ , avec  $\alpha_2$  un coefficient de dilatation thermique du pilier selon la direction radiale.
- [Revendication 4] Paroi selon les revendications 2 et 3 prises en combinaison, dans laquelle la plaque d'appui présente un coefficient de dilatation

thermique  $\alpha_3$  selon la direction radiale qui est compris dans l'intervalle  $[0,75 \times \alpha_1 ; 1,25 \times \alpha_1]$  ; et dans l'intervalle  $[0,75 \times \alpha_2 ; 1,25 \times \alpha_2]$ .

- [Revendication 5] Paroi selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle le manchon présente une forme générale cylindrique et comporte un évidement cylindrique (286, 386, 486).
- [Revendication 6] Paroi selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle le manchon est formé par une pluralité de sections distinctes réparties autour d'un axe longitudinal du pilier, la pluralité de sections distinctes étant fixée sur la surface longitudinale du pilier.
- [Revendication 7] Paroi selon la revendication 6, dans laquelle la pluralité de sections distinctes comporte une première section (227) et une deuxième section (228), la première section et la deuxième section étant diamétralement opposées de part et d'autre de l'axe longitudinal du pilier.
- [Revendication 8] Paroi selon la revendication 6, dans laquelle la pluralité de sections distinctes comporte une première section (327), une deuxième section (328) et une troisième section (329).
- [Revendication 9] Paroi selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle le manchon est formé d'un seul tenant.
- [Revendication 10] Paroi selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle le manchon et la surface longitudinale du pilier sont collés par une couche de colle présentant une épaisseur selon une direction radiale perpendiculaire à la direction d'épaisseur qui est inférieure à 1 mm.
- [Revendication 11] Paroi selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle le dispositif de fixation comporte une plaque externe positionnée contre une extrémité externe du manchon et un tirant reliant le plateau interne à la plaque externe de manière que le manchon soit pris en tenaille entre le plateau interne et la plaque externe.
- [Revendication 12] Paroi selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle le manchon est emmanché à l'intérieur du pilier.
- [Revendication 13] Paroi selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle le manchon est emmanché à l'extérieur du pilier.
- [Revendication 14] Cuve étanche et thermiquement isolante comportant une pluralité de parois selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.
- [Revendication 15] Navire (70) pour le transport d'un gaz liquéfié, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon la revendication 14 disposée dans la double coque.

- [Revendication 16]      Système de transfert pour un gaz liquéfié, le système comportant un navire (70) selon la revendication 15 et des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77).
- [Revendication 17]      Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 15, dans lequel on achemine un gaz liquéfié 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 (70).