

## **Cuve étanche et thermiquement isolante équipée d'une tour de chargement/déchargement**

### **Domaine technique**

L'invention se rapporte au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes embarquées dans un navire et équipées d'une tour de chargement/déchargement permettant de charger du fluide dans la cuve et/ou de le décharger.

### **Arrière-plan technologique**

Dans l'état de la technique, il est connu des cuves étanches et thermiquement isolantes de stockage de gaz naturel liquéfié (GNL) embarquées dans un navire et équipées d'une tour de chargement/déchargement par exemple le document KR20160119343. La tour de chargement/déchargement est de manière générale suspendue à une paroi de plafond d'une structure porteuse, la structure porteuse représentant la coque interne du navire. La cuve présente également un pied de support qui est fixé à la structure porteuse dans une zone d'une paroi de fond de la cuve. Le pied de support est agencé pour assurer un guidage en translation verticale de la tour de chargement/déchargement.

Une telle cuve comporte notamment une membrane d'étanchéité primaire ondulée destinée à être en contact avec le gaz liquéfié. La membrane d'étanchéité ondulée comprend une pluralité d'ondulations afin d'augmenter sa flexibilité lors notamment de déformations liées aux fortes variations de température.

Afin de maximiser le rendement d'exploitation d'une telle cuve, il est souhaitable d'optimiser le volume utile de cargaison qu'il est possible de charger dans la cuve et de décharger depuis la cuve. L'utilisation d'une pompe de déchargement aspirant le liquide vers le haut de la cuve oblige à conserver une certaine hauteur de liquide en fond de cuve, faute de quoi l'organe d'aspiration de la pompe entre en communication avec la phase gazeuse, ce qui désamorce et/ou dégrade la pompe. C'est pourquoi il est connu de réaliser un puisard sur la paroi de fond d'une telle cuve interrompant localement la membrane d'étanchéité de manière à ce que le liquide dans le puisard soit au niveau le plus bas de la cuve.

La pompe dont l'organe d'aspiration est situé dans le puisard est fixée à la tour de chargement/déchargement. Le pied de support et le puisard interrompent localement la membrane d'étanchéité et sont fixés à celle-ci formant ainsi une zone où la membrane d'étanchéité est fixée à deux points fixes rapprochés.

5 En mer, sous l'action de la houle, les cuves de stockage de gaz liquéfié sont sujettes à des phénomènes de ballotement de la cargaison, appelés « sloshing » en langue anglaise. Ces phénomènes sont susceptibles d'être très violents à l'intérieur de la cuve et par conséquent de générer des efforts importants dans la cuve et notamment sur ses équipements, tels que la tour de chargement/déchargement et les  
10 éléments de fixation des pompes. Les pompes sont alors fixées suffisamment proche de la tour de chargement/déchargement pour éviter d'amplifier la prise aux phénomènes de ballotement.

Toutefois et notamment dans la zone située entre le puisard et le pied de support, la membrane d'étanchéité est limitée en terme de flexibilité pouvant ainsi  
15 réduire la durée de vie en fatigue dans cette zone.

### Résumé

Une idée à la base de l'invention est d'assurer une flexibilité de la membrane d'étanchéité suffisante notamment dans des zones spéciales telles qu'à proximité du pied de support ou d'un puisard, afin d'éviter que la membrane ne subisse des efforts  
20 trop importants lors par exemple de la contraction/dilatation thermique.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un fluide, la cuve étant ancrée dans une structure porteuse la cuve comportant une tour de chargement/déchargement suspendue à une paroi de plafond de la structure porteuse, la cuve présentant un  
25 pied de support qui est fixé à la structure porteuse dans une zone d'une paroi de fond de la cuve, ledit pied de support étant agencé pour assurer un guidage en translation verticale de la tour de chargement/déchargement, la cuve présentant au moins un puisard ménagé dans la paroi de fond de la cuve, la paroi de fond de la cuve comprenant une membrane d'étanchéité ondulée destinée à être en contact avec le  
30 fluide, la membrane d'étanchéité ondulée comportant au moins des premières ondulations s'étendant dans une première direction et espacées les unes des autres,

dans laquelle le puisard et le pied de support sont espacés d'une distance telle qu'au moins trois premières ondulations passent entre le puisard et le pied de support.

Selon un mode de réalisation, le puisard et le pied de support sont espacés d'une distance telle qu'au moins quatre premières ondulations passent entre le  
5 puisard et le pied de support.

En d'autres termes, la distance entre l'au moins un puisard et le pied de support est à minima proche de trois pas d'ondes, c'est-à-dire légèrement inférieure ou égale ou supérieure à trois pas d'ondes, un pas d'onde étant la distance séparant deux premières ondulations adjacentes hors des zones spéciales, c'est-à-dire dans  
10 une zone de la paroi de cuve où la membrane n'est pas interrompue par un élément de la cuve tel que le puisard ou le pied de support. Un tel pas d'onde peut avoir une valeur comprise entre 250 mm et 500 mm. Dans les zones spéciales, deux ondulations adjacentes peuvent être espacées d'un pas d'onde ou d'un pas d'onde singulier différent du pas d'onde.

Ainsi, la membrane d'étanchéité présente une flexibilité suffisante entre le puisard et le pied de support grâce à la présence d'au moins quatre ondulations. En effet, la membrane d'étanchéité est fixée de manière étanche au puisard et également fixée de manière étanche au pied de support. L'invention permet ainsi de manière  
15 avantageuse de prévoir suffisamment d'ondulations entre deux points de fixation de la membrane d'étanchéité.  
20

Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité est fixée de manière étanche, c'est-à-dire à l'aide de cordons de soudure continues, au puisard afin de conserver l'étanchéité de la paroi de fond.

Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité est fixée de  
25 manière étanche au pied de support afin de conserver l'étanchéité de la paroi de fond.

Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité comporte des deuxièmes ondulations s'étendant selon une deuxième direction perpendiculaire à la première direction, l'au moins un ou le puisard et le pied de support étant placés entre les lignes directrices de deux deuxièmes ondulations et plus particulièrement centrée  
30 entre celles-ci.

Selon un mode de réalisation, la structure porteuse est intégrée dans un navire, le navire présentant une direction longitudinale correspondant la longueur du navire et une direction transversale perpendiculaire à la direction longitudinale. La première direction peut ainsi correspondre à la direction longitudinale du navire ou à  
5 la direction transversale.

Selon un mode de réalisation, le puisard interrompt au moins une, de préférence deux premières ondulations et au moins une, de préférence deux deuxièmes ondulations.

Selon un mode de réalisation, le pied de support interrompt deux premières  
10 ondulations et deux deuxièmes ondulations.

Selon un mode de réalisation, dans une zone de la paroi de fond de la cuve éloignée du pied de support, les premières ondulations sont rectilignes parallèles équidistantes s'étendant selon la première direction et les deuxièmes ondulations sont rectilignes parallèles équidistantes s'étendant selon la deuxième direction, la  
15 distance entre deux premières ondulations adjacentes et la distance entre deux deuxièmes ondulations adjacentes étant égales au pas d'onde.

Selon un mode de réalisation, une première ondulation adjacente à l'une des premières ondulations interrompues par le puisard présente une portion singulière qui est décalée à distance du ou de l'au moins un puisard.

20 Selon un mode de réalisation, la portion singulière passe entre le ou l'au moins un puisard et le pied de support.

Ainsi, la portion singulière est décalée de la ligne directrice de l'ondulation dans la zone de paroi de fond de la cuve éloignée de la tour de chargement/déchargement afin de ne pas être interrompue par le puisard. De cette  
25 façon, l'ondulation qui aurait dû être interrompue par le puisard passe ainsi entre le puisard et le pied de support augmentant ainsi la flexibilité de la membrane d'étanchéité dans cette zone en augmentant le nombre d'ondulations présentes entre ces éléments.

Selon un mode de réalisation, la structure porteuse est intégrée dans un  
30 navire, le navire présentant une direction longitudinale et les premières ondulations

sont des ondulations longitudinales s'étendant selon la direction longitudinale du navire.

Selon un mode de réalisation, les premières ondulations sont des ondulations transversales s'étendant dans une direction transversale du navire  
5 perpendiculaire à la direction longitudinale du navire.

Selon un mode de réalisation, la structure porteuse est intégrée dans un navire, le navire présentant une direction longitudinale et une direction transversale perpendiculaire à la direction longitudinale, et les deuxièmes ondulations sont des ondulations transversales s'étendant dans la direction transversale du navire.

10 Selon un mode de réalisation, les deuxièmes ondulations sont des ondulations longitudinales s'étendant dans la direction longitudinale du navire.

Selon un mode de réalisation, la tour de chargement/déchargement comprend une base qui s'étend horizontalement et supporte au moins une première pompe, fixée à la base, et équipée d'un organe d'aspiration, l'organe d'aspiration de  
15 la première pompe étant logée dans le puisard, la première pompe étant alignée avec le pied de support dans un premier plan transversal qui est orthogonal à la première direction ou à la deuxième direction.

Selon un mode de réalisation, la tour de chargement/déchargement comportant un premier, un deuxième et un troisième mâts, verticaux, définissant un  
20 prisme à section triangulaire et présentant chacun une extrémité inférieure, la base étant fixée à l'extrémité inférieure des premier, deuxième et troisième mâts, la première pompe étant disposée à l'extérieur du prisme triangulaire et le pied de support s'étendant dans le prolongement du prisme à section triangulaire.

Selon un mode de réalisation, le premier mât et le deuxième mât sont alignés  
25 dans un deuxième plan transversal qui est orthogonal à la première direction.

Selon un mode de réalisation, la tour de chargement/déchargement supporte une deuxième pompe, fixée à la base, et équipée d'un organe d'aspiration, la deuxième pompe étant disposée à l'extérieur du prisme triangulaire et étant alignée avec la première pompe et le pied de support dans le premier plan transversal.

Selon un mode de réalisation, la cuve comporte un deuxième puisard ménagé dans la paroi de fond de la cuve et dans lequel est logé l'organe d'aspiration de la deuxième pompe.

Selon un mode de réalisation, la base comporte au moins une première aile  
5 latérale qui fait saillie selon la deuxième direction au-delà du prisme à section triangulaire et sur laquelle est fixée la première pompe.

Selon un mode de réalisation, la base comporte une deuxième aile latérale qui fait saillie selon la deuxième direction au-delà du prisme à section triangulaire et sur laquelle est fixée la deuxième pompe.

10 Une autre idée à la base de l'invention est de proposer une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide, embarquée dans un navire et équipée d'une tour de chargement/déchargement dont l'encombrement est limité et dont la tenue mécanique aux phénomènes de ballonnement est améliorée.

Selon un premier aspect, l'invention fournit une cuve, étanche et  
15 thermiquement isolante, de stockage d'un fluide ancrée dans une structure porteuse qui est intégrée dans un navire, le navire présentant une direction longitudinale, la cuve comportant une tour de chargement/déchargement suspendue à une paroi de plafond de la structure porteuse, la tour de chargement/déchargement comportant un premier, un deuxième et un troisième mâts, verticaux, définissant un prisme à section  
20 triangulaire et présentant chacun une extrémité inférieure, la tour de chargement/déchargement comportant en outre une base qui s'étend horizontalement et qui est fixée à l'extrémité inférieure des premier, deuxième et troisième mâts; la tour de chargement/déchargement supportant au moins une première pompe, fixée à la base, et équipée d'un organe d'aspiration ; la cuve  
25 présentant un pied de support qui est fixé à la structure porteuse dans une zone d'une paroi de fond de la cuve qui s'étend dans le prolongement du prisme à section triangulaire, ledit pied de support étant agencé pour assurer un guidage en translation verticale de la tour de chargement/déchargement; la cuve présentant au moins un  
30 l'organe d'aspiration de la première pompe, la première pompe étant disposée à

l'extérieur du prisme triangulaire et étant alignée avec le pied de support dans un premier plan transversal qui est orthogonal à la direction longitudinale du navire.

Ainsi, la première pompe et le pied de support étant alignés transversalement, c'est-à-dire selon la direction préférentielle des phénomènes de ballottement, les efforts de torsion ou de flexion susceptibles de s'exercer, en raison des phénomènes de ballottement, sur la tour de chargement/déchargement et, par conséquent, sur la structure multicouche de la paroi de plafond et/ou de la paroi de fond dans les zones adjacentes à ladite tour de chargement/déchargement, sont réduits.

10 En outre, la première pompe étant disposée à l'extérieur du prisme à section triangulaire défini par les trois mâts, l'encombrement des mâts de la tour de chargement/déchargement peut être limité tout en autorisant la première pompe à présenter un organe d'aspiration logé dans un puisard, ce qui a en outre pour effet de limiter encore davantage les contraintes susceptibles de s'appliquer sur la tour de  
15 chargement/déchargement en raison des phénomènes de ballottement.

Un tel agencement de la pompe et de la tour de chargement/déchargement est donc compact et particulièrement résistant aux phénomènes de ballottement.

Selon des modes de réalisation avantageux, une telle cuve peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

20 Selon un mode de réalisation, le premier puisard est centré ou sensiblement centré par rapport à l'axe de la première pompe.

Selon un mode de réalisation, la tour de chargement/déchargement supporte une deuxième pompe, fixée à la base, et équipée d'un organe d'aspiration, la deuxième pompe étant disposée à l'extérieur du prisme triangulaire et étant alignée  
25 avec la première pompe et le pied de support dans le premier plan transversal (P2).

Selon un mode de réalisation, la cuve comporte un deuxième puisard ménagé dans la paroi de fond de la cuve et dans lequel est logé l'organe d'aspiration de la deuxième pompe.

Selon un mode de réalisation, le deuxième puisard est centré par rapport à  
30 l'axe de la deuxième pompe.

Selon un mode de réalisation, le premier puisard est écarté du pied de support d'une distance supérieure ou égale à 1 m. Selon un mode de réalisation, le deuxième puisard est écarté du pied de support d'une distance supérieure ou égale à 1 m. Les caractéristiques ci-dessus permettent ainsi d'assurer une tenue mécanique acceptable de la paroi de fond de la cuve tout en permettant à l'organe d'aspiration d'une pompe et de préférence des deux d'être logé dans un puisard.

- 5 Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième mâts sont alignés dans un deuxième plan transversal qui est orthogonal à la direction longitudinale du navire.
- 10 Selon un mode de réalisation, le troisième mât s'étend dans un plan longitudinal qui est à égale distance du premier et du deuxième mât.

Selon un mode de réalisation, le troisième mât présente un diamètre supérieur au diamètre du premier et du deuxième mâts.

- 15 Selon un mode de réalisation, le troisième mât forme un puit de secours permettant la descente d'une pompe de secours et d'une ligne de déchargement.

20 Selon un mode de réalisation, la tour de chargement/déchargement supporte une troisième pompe fixée à la base, la troisième pompe étant alignée avec lesdits premier et deuxième mâts dans le deuxième plan transversal et disposée entre lesdits premier et deuxième mâts. Ceci permet de protéger la troisième pompe contre les phénomènes de ballonnement.

- 25 Selon un mode de réalisation, l'organe d'aspiration de la troisième pompe n'est pas immergé dans un puisard. Ceci permet de limiter l'encombrement et permet notamment de positionner la tour de chargement/déchargement plus près d'une paroi arrière de la cuve que si un puisard devait être formé entre la tour de chargement/déchargement et ladite paroi arrière.

Selon un mode de réalisation, la première pompe est reliée à une première ligne de déchargement qui s'étend verticalement le long de la tour de chargement/déchargement, la première ligne de déchargement étant alignée avec lesdits premier et deuxième mâts dans le deuxième plan transversal et disposée entre

le premier et le deuxième mâts. Ceci permet de protéger la première ligne de déchargement contre les phénomènes de ballonnement.

Selon un mode de réalisation, la deuxième pompe est reliée à une deuxième ligne de déchargement qui s'étend verticalement le long de la tour de chargement/déchargement, la deuxième ligne de déchargement étant alignée avec  
5 lesdits premier et deuxième mâts dans le deuxième plan transversal (P1) et disposée entre le premier et le deuxième mâts.

Selon un mode de réalisation, la troisième pompe est reliée à une troisième lignes de déchargement qui s'étend verticalement le long de la tour de chargement/déchargement, la troisième ligne de déchargement étant alignée avec  
10 lesdits premier et deuxième mâts dans le deuxième plan transversal et disposées entre le premier et le deuxième mâts.

Selon un mode de réalisation, les pompes sont chacune reliées à l'une des lignes de déchargement au moyen d'un dispositif de raccordement équipé d'un  
15 compensateur de dilatation.

Selon un mode de réalisation, la base comporte au moins une première aile latérale qui fait saillie selon la direction transversale au-delà du prisme à section triangulaire et sur laquelle est fixée la première pompe. Ainsi, la fixation de la première pompe sur la tour de chargement/déchargement n'augmente pas ou faiblement la  
20 prise de la tour de chargement/déchargement aux phénomènes de ballonnement.

Selon un mode de réalisation, la base comporte une deuxième aile latérale qui fait saillie selon la direction transversale au-delà du prisme à section triangulaire et sur laquelle est fixée la deuxième pompe.

Selon un mode de réalisation, la base comporte une structure de raidissement centrale, ladite structure de raidissement centrale comprenant deux  
25 raidisseurs, inclinés par rapport à la direction longitudinale du navire, l'un des raidisseurs s'étendant en ligne droite, entre le troisième mât et le premier mât, et de préférence du troisième mât jusqu'au premier mât, et l'autre raidisseur s'étendant en ligne droite, entre le deuxième mât et le troisième mât, et de préférence du deuxième  
30 mât jusqu'au troisième mât. Des raidisseurs présentant une telle structure sont particulièrement efficaces pour répartir les efforts sur l'ensemble de la structure.

Selon un mode de réalisation, la structure de raidissement centrale est ménagée entre la première et la deuxième ailes latérales.

Selon un mode de réalisation, la structure de raidissement centrale comporte en outre une pluralité de raidisseurs qui s'étendent transversalement à la direction  
5 longitudinale du navire entre les deux raidisseurs inclinés par rapport à la direction longitudinale du navire.

Selon un mode de réalisation, la première aile latérale comporte un demi-caisson dans lequel est logée la première pompe, le demi-caisson comprenant un fond horizontal sur lequel sont fixées des pattes de fixation de ladite première pompe,  
10 le fond présentant une découpe au travers de laquelle passe ladite première pompe.

Selon un mode de réalisation, la deuxième aile latérale comporte un demi-caisson dans lequel est logée la deuxième pompe, le demi-caisson comprenant un fond horizontal sur lequel sont fixées des pattes de fixation de ladite deuxième pompe, le fond présentant une découpe au travers de laquelle passe ladite deuxième pompe.

15

Selon un mode de réalisation, chaque demi-caisson comporte en outre deux parois verticales d'orientation transversale et à une paroi verticale d'orientation longitudinale, le fond horizontal étant relié aux parois verticales d'orientation transversale et à la paroi verticale d'orientation longitudinale.

20 Selon un mode de réalisation, la première aile latérale et/ou la deuxième aile latérale comprennent des raidisseurs qui s'étendent transversalement à la direction longitudinale du navire.

Selon un mode de réalisation, le premier, le deuxième et le troisième mâts sont fixés l'un à l'autre par des traverses.

25 Selon un mode de réalisation, la tour de chargement/déchargement est équipée d'un dispositif radar permettant de mesurer le niveau de gaz liquéfié dans la cuve, le dispositif radar comportant un émetteur et un guide d'onde qui s'étend sur sensiblement toute la hauteur de la cuve, le guide d'onde étant fixé au moyen d'organes de support à des traverses qui relient le troisième mât au premier ou au  
30 deuxième mât, les organes de support s'étendant dans un troisième plan transversal

qui est orthogonal à la direction longitudinale du navire. Ainsi, les organes de support s'étendent selon la direction préférentielle des phénomènes de ballonnement de manière à travailler principalement en traction/compression et non en flexion sous l'effet des phénomènes de ballonnement, ce qui permet d'améliorer leur tenue

5 mécanique.

Selon un mode de réalisation, la première et/ou la deuxième pompes sont disposées intégralement à l'extérieur du prisme à section triangulaire.

Selon un mode de réalisation, le pied de support, le premier puisard et optionnellement le deuxième puisard sont placés entre les lignes directrices de deux

10 ondulations transversales, et plus particulièrement centrée entre celles-ci.

Selon un second aspect, l'invention fournit également une cuve, étanche et thermiquement isolante, de stockage d'un fluide ancrée dans une structure porteuse qui est intégrée dans un navire, le navire présentant une direction longitudinale, la cuve comportant une tour de chargement/déchargement suspendue à une paroi de

15 plafond de la structure porteuse, la tour de chargement/déchargement comportant un premier, un deuxième et un troisième mâts, verticaux présentant chacun une extrémité inférieure, la tour de chargement/déchargement comportant en outre une base qui s'étend horizontalement et qui est fixée à l'extrémité inférieure des premier, deuxième et troisième mâts; la tour de chargement/déchargement supportant au

20 moins une première pompe, fixée à la base, et équipée d'un organe d'aspiration ; la base comportant une structure de raidissement centrale, ladite structure de raidissement centrale comprenant deux raidisseurs, inclinés par rapport à la direction longitudinale du navire, l'un des raidisseurs s'étendant en ligne droite, du troisième mât jusqu'au premier mât et l'autre raidisseur s'étendant en ligne droite du deuxième

25 mât jusqu'au troisième mât.

Une structure de raidissement centrale présentant de tels raidisseurs est particulièrement efficace pour répartir les efforts sur l'ensemble de la structure.

Selon des modes de réalisation avantageux, une telle cuve peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

30 Selon un mode de réalisation, le premier, le deuxième et le troisième mâts verticaux définissent un prisme à section triangulaire.

Selon un mode de réalisation, la cuve présente un pied de support qui est fixé à la structure porteuse dans une zone d'une paroi de fond de la cuve qui s'étend dans le prolongement du prisme à section triangulaire, ledit pied de support étant agencé pour assurer un guidage en translation verticale de la tour de chargement/déchargement.

Selon un mode de réalisation, la première pompe disposée à l'extérieur du prisme triangulaire.

Selon un mode de réalisation, la tour de chargement/déchargement comporte une deuxième pompe disposée à l'extérieur du prisme triangulaire.

10 Selon un mode de réalisation, la première pompe et la deuxième pompe sont alignés dans un premier plan transversal (P2) qui est orthogonal à la direction longitudinale du navire.

Selon un mode de réalisation, la base comporte au moins une première aile latérale qui fait saillie selon la direction transversale au-delà du prisme à section triangulaire et sur laquelle est fixée une première pompe.

15 Selon un mode de réalisation, la base comporte une deuxième aile latérale qui fait saillie selon la direction transversale au-delà du prisme à section triangulaire et sur laquelle est fixée la deuxième pompe.

Selon un mode de réalisation, la structure de raidissement centrale est ménagée entre la première et la deuxième ailes latérales.

20 Selon un mode de réalisation, la structure de raidissement centrale comporte en outre une pluralité de raidisseurs qui s'étendent transversalement à la direction longitudinale du navire entre les deux raidisseurs inclinés par rapport à la direction longitudinale du navire.

25 Selon un mode de réalisation, la première aile latérale comporte un demi-caisson dans lequel est logée la première pompe, le demi-caisson comprenant un fond horizontal sur lequel est fixé des pattes de fixation de ladite première pompe, le fond présentant une découpe au travers de laquelle passe ladite première pompe.

30 Selon un mode de réalisation, la deuxième aile latérale comporte un demi-caisson dans lequel est logée la deuxième pompe, le demi-caisson comprenant un

fond horizontal sur lequel est fixé des pattes de fixation de ladite deuxième pompe, le fond présentant une découpe au travers de laquelle passe ladite deuxième pompe.

Selon un mode de réalisation, chaque demi-caisson comporte en outre deux parois verticales d'orientation transversale et à une paroi verticale d'orientation  
5 longitudinale, le fond horizontal étant relié aux parois verticales d'orientation transversale et à la paroi verticale d'orientation longitudinale.

Selon un mode de réalisation, la première aile latérale et/ou la deuxième aile latérale comprennent des raidisseurs qui s'étendent transversalement à la direction longitudinale du navire.

10 Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième mâts sont alignés dans un deuxième plan transversal qui est orthogonal à la direction longitudinale du navire.

Selon un mode de réalisation, le troisième mât s'étend dans un plan longitudinal qui est à égale distance du premier et du deuxième mât.

15 Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un navire comportant une structure porteuse et l'une des cuves précitées ancrée dans ladite structure porteuse.

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

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

#### **Brève description des figures**

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et  
30 avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante

de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- **La figure 1** est une vue schématique en écorchée d'une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide équipée d'une tour de  
5 chargement/déchargement.

- **La figure 2** est une vue en perspective d'une tour de chargement/déchargement.

- **La figure 3** est une vue en perspective détaillée de la partie supérieure de la tour de chargement/déchargement de la figure 2.

10 - **La figure 4** est vue de dessus de la partie inférieure de la tour de chargement/déchargement de la figure 2.

- **La figure 5** est une vue en perspective de la base de la tour de chargement/déchargement supportant trois pompes.

15 - **La figure 6** est une vue de dessus de la base de la tour de chargement/déchargement supportant trois pompes.

- **La figure 7** est une vue schématique en coupe d'un puisard.

- **La figure 8** est une vue schématique en coupe d'un pied de support destiné à assurer un guidage en translation vertical de la tour de chargement/déchargement,

20 - **La figure 9** est vue détaillée de dessous de la tour de déchargement illustrant le guidage de la tour de chargement/déchargement sur le pied de support.

- **La figure 10** est une vue de dessus de la paroi de fond au droit de la tour de chargement/déchargement selon un premier mode de réalisation.

25 - **La figure 11** est une vue de dessus de la paroi de fond au droit de la tour de chargement/déchargement selon un deuxième mode de réalisation

- **La figure 12** est une vue de dessus de la paroi de fond au droit de la tour de chargement/déchargement selon un troisième mode de réalisation

- **La figure 13** est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

### Description détaillée de modes de réalisation

Par convention, sur les figures, un repère orthonormé défini par deux axes x et y est utilisé pour décrire les éléments de la cuve. L'axe x correspond à une direction longitudinale du navire et l'axe y a un axe transversal perpendiculaire à la direction longitudinale du navire.

En relation avec la figure 1, l'on observe une cuve 1 étanche et thermiquement isolante de stockage de gaz liquéfié qui est équipée d'une tour de chargement/déchargement 2 permettant notamment de charger le gaz liquéfié dans la cuve 1 et/ou de le décharger. Le gaz liquéfié peut notamment être un gaz naturel liquéfié (GNL), c'est-à-dire un mélange gazeux comportant majoritairement du méthane ainsi qu'un ou plusieurs autres hydrocarbures, tels que l'éthane, le propane, le n-butane, le i-butane, le n-pentane le i-pentane, le néopentane, et de l'azote en faible proportion.

La cuve 1 est ancrée dans une structure porteuse 3 embarquée dans un navire. La structure porteuse 3 est par exemple formée par la double coque d'un navire mais peut plus généralement être formée de tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées. La cuve 1 peut être destinée au transport de gaz liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion du navire.

Selon un mode de réalisation, la cuve 1 est une cuve à membranes. Dans une telle cuve 1, chaque paroi présente successivement, de l'extérieur vers l'intérieur, selon la direction d'épaisseur de la paroi, une barrière thermiquement isolante secondaire 4 comportant des éléments isolants reposant contre la structure porteuse 3, une membrane d'étanchéité secondaire 5 ancrée aux éléments isolants de la barrière thermiquement isolante secondaire 4, une barrière thermiquement isolante primaire 6 comportant des éléments isolants reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire 5 et une membrane d'étanchéité primaire 7 ancrée aux éléments isolants de la barrière thermiquement isolante primaire 5 et destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve 1.

A titre d'exemple, chaque paroi peut notamment être de type Mark III, tel que décrit par exemple dans FR2691520, de type NO96 tel que décrit par exemple dans FR2877638, ou de type Mark V tel que décrit par exemple dans WO14057221.

La tour de chargement/déchargement 2 est installée au voisinage de la paroi  
5 arrière 8 de la cuve 1, ce qui permet d'optimiser la quantité de cargaison susceptible d'être déchargée par la tour de chargement/déchargement 2 dans la mesure où les navires sont généralement penchés vers l'arrière en utilisant les ballasts de façon particulière, notamment afin de limiter les vibrations.

La tour de chargement/déchargement 2 est suspendue à une paroi  
10 supérieure 9 de la structure porteuse 3. Selon un mode de réalisation préféré, la paroi supérieure 9 de la structure porteuse 3 comporte, à proximité de la paroi arrière 8, un espace, de forme parallélépipédique rectangle non représentée, en saillie vers le haut, appelé dôme liquide. Le dôme liquide est défini par deux parois transversales, avant et arrière, et par deux parois latérales qui s'étendent verticalement et font saillie  
15 de la paroi supérieure 9 vers le haut. Le dôme liquide comporte en outre un couvercle 10 horizontal, représenté sur les figures 2 et 3, auquel la tour de chargement/déchargement 2 est suspendue.

La tour de chargement/déchargement 2 s'étend sur sensiblement toute la hauteur de la cuve 1. La tour de chargement/déchargement 2 comporte une structure  
20 tripode, c'est-à-dire qu'elle comporte trois mâts 11, 12, 13, verticaux, qui sont chacun fixés les uns aux autres par des traverses 14. Chacun des mâts 11, 12, 13 est creux et traverse le couvercle 10 du dôme liquide.

Les trois mâts 11, 12, 13 définissent avec les traverses 14 un prisme à section triangulaire. Selon un mode de réalisation, les trois mâts 11, 12, 13 sont  
25 disposés à égale distance les uns des autres de sorte que la section du prisme est un triangle équilatéral. De manière avantageuse, les trois mâts 11, 12, 13 sont disposés de telle sorte qu'au moins l'une des faces du prisme s'étend dans un plan transversal P1 qui est orthogonal à la direction longitudinale x du navire. En d'autres termes, deux des mâts 11, 12 sont alignés dans le plan transversal P1. Plus  
30 particulièrement, les deux mâts 11, 12 qui sont alignés dans le plan transversal P1

sont les deux mâts arrière, c'est-à-dire les plus proches de la paroi arrière 8 de la cuve 1.

Comme représenté sur les figures 2 à 4, le mât 13 avant présente un diamètre plus important que les deux mâts 11, 12 arrière. Le mât 13 avant forme un puit de secours permettant la descente d'une pompe de secours et d'une ligne de déchargement en cas de défaillance des autres pompes de déchargement.

Par ailleurs, dans le mode de réalisation représenté, les deux mâts 11, 12 forment des gaines pour le passage de câbles d'alimentation électrique assurant notamment l'alimentation des pompes de déchargement supportées par le tour de chargement/déchargement 2. En outre, l'installation comporte trois conduits de déchargement 15, 16, 17, représentés sur la figure 2, qui sont chacun reliés à une pompe de déchargement 18, 19, 20. Les trois conduits de déchargement 15, 16, 17 sont disposés dans le plan transversal P1. Les trois conduits de déchargement 15, 16, 17 sont plus particulièrement placés entre les deux mâts 11, 12. Ainsi, la direction préférentielle des phénomènes de ballonnement étant orientée transversalement à la direction longitudinale x du navire, une telle disposition des conduits de déchargement 15, 16, 17 entre les deux mâts 11, 12 permet de les protéger des phénomènes de ballonnement.

Selon un mode de réalisation alternatif, non représenté, les deux mâts 11, 12 sont chacun reliés à une pompe de déchargement et forment une ligne de déchargement. La tour de chargement/déchargement 2 est alors équipée de gaines pour le passage de câbles d'alimentation électrique qui sont disposés dans le plan transversal P1, et sont placés entre les deux mâts 11, 12.

Par ailleurs, dans le mode de réalisation représenté, la tour de chargement/déchargement 2 est également équipée de deux lignes de chargement 21, 22 qui sont fixées au mât avant. L'une des deux lignes de chargement 21, uniquement représentée sur la figure 2, s'étend uniquement dans la portion supérieure de la cuve 1 tandis que l'autre ligne de chargement 22 s'étend sensiblement sur toute la hauteur de la cuve 1 jusqu'à proximité de la paroi de fond 23 de la cuve 1. De manière avantageuse, la ligne de chargement 22 qui s'étend sensiblement sur toute la hauteur de la cuve 1 est alignée avec le mât 13 selon un plan transversal qui est orthogonal à la direction longitudinale x du navire. Ceci permet

de limiter les contraintes dues aux phénomènes de ballonnement s'exerçant sur cette ligne de chargement 22.

Par ailleurs, la tour de chargement/déchargement 2 est équipée d'un dispositif radar 24, visible sur les figures 3 et 4, permettant de mesurer le niveau de gaz liquéfié dans la cuve 1. Le dispositif radar 24 comporte un émetteur, non représenté, et un guide d'onde 25, qui est supporté par la tour de chargement/déchargement 2. Le guide d'onde 25 s'étend sur sensiblement toute la hauteur de la cuve 1. Le guide d'onde 25 est fixé à des traverses 14 qui relient le mât 13 avant à l'un des mâts 11, 12 arrière au moyen d'organes de support 26 qui sont régulièrement espacés le long du guide d'onde 25. Les organes de support 26, dont un est représenté sur les figures 3 et 4, s'étendent dans un plan transversal qui est orthogonal à la direction longitudinale x du navire, ce qui permet d'améliorer leur tenue mécanique.

La tour de chargement/déchargement 2 est également équipée d'une base 27, notamment représentée sur les figures 4 à 6, qui est fixée à l'extrémité inférieure des trois mâts 11, 12, 13 et qui supporte trois pompes de déchargement 18, 19, 20, à savoir une pompe centrale 19 et deux pompes latérales 18, 20. La présence de trois pompes de déchargement 18, 19, 20 assure une redondance qui permet notamment de réduire les risques de pannes nécessitant l'intervention d'un opérateur de maintenance dans la cuve 1. Le débit maximum des trois pompes de déchargement est inférieur à 40 m<sup>3</sup>/h, et avantageusement compris entre 10 et 20 m<sup>3</sup>/h, ce qui permet de limiter l'encombrement desdites pompes et par conséquent leur prise aux phénomènes de ballonnement.

Les pompes de déchargement 18, 19, 20 sont chacune reliées à l'une des lignes de déchargement 15, 16, 17 décrites précédemment. Comme représenté sur la figure 4, les pompes de déchargement 18, 19, 20 sont chacune reliées à l'une des lignes de déchargement 15, 16, 17 au moyen de dispositifs de raccordement 28 pourvus d'un compensateur de dilatation 29 permettant d'absorber les déformations, notamment lors de la mise à froid de la cuve 1 et/ou la mise à froid des lignes de déchargement.

La pompe centrale 19 est disposée, dans le plan transversal P1, entre les mâts 11, 12, ce qui permet de la protéger contre les phénomènes de ballonnement.

Les deux pompes latérales 18, 20 sont quant à elles alignées l'une avec l'autre dans un plan transversal P2, qui est orthogonal à la direction longitudinale x du navire.

Les pompes latérales 18, 20 sont disposées à l'extérieur du prisme triangulaire défini par les trois mâts 11, 12, 13. Ceci permet de disposer d'une distance suffisante entre les pompes latérales 18, 20 pour que leur organe d'aspiration puisse être logé dans des puisards 30, décrits par la suite, sans pour autant augmenter davantage les dimensions de la tour de chargement/déchargement 2. En effet, pour assurer une tenue mécanique acceptable des parois de la cuve 1, il est nécessaire d'assurer une distance minimale entre les équipements interrompant la structure multicouche des parois, tels que les puisards 30 ou le pied de support 31 de la tour de chargement/déchargement 2. Dès lors, un pied de support 31, décrit par la suite, étant localisé dans la zone de la paroi de fond 23 en regard de l'axe central de la tour de chargement/déchargement 2, les puisards 30 destinés à loger l'organe d'aspiration des pompes latérales 18, 20 doivent être suffisamment écartés de l'axe central de la tour de chargement/déchargement 2 pour ne pas dégrader le comportement mécanique de la paroi de fond 23 de la cuve 1.

Selon un mode de réalisation, la distance selon la direction transversale y entre les deux pompes latérales 18, 20 est supérieure à 2m, par exemple de l'ordre de 4 à 5 mètres. En outre, afin d'assurer une tenue mécanique suffisante de la paroi de fond 23, la distance minimale entre un puisard 30 et le pied de support 31 est supérieure à 1 mètre. De manière avantageuse, lorsque la membrane d'étanchéité primaire 7 est une membrane ondulée, la distance entre un puisard 30 et le pied de support 31 est supérieur à trois pas d'ondes s'étendant selon la direction longitudinale du navire. Les puisards 30 visent à maintenir les organes d'aspiration des pompes latérales 18, 20, immergés dans une certaine quantité de gaz liquéfié, malgré les phénomènes de ballotement dudit gaz liquéfié, de manière à éviter de désamorcer et/ou de dégrader lesdites pompes latérales 18, 20. Un puisard 30, selon un exemple de réalisation, est illustré sur la figure 7. Le puisard 30 reçoit l'organe d'aspiration de l'une des pompes latérales 18, 20. Le puisard 30 comporte une cuvette cylindrique primaire 32 qui fournit un premier récipient en communication avec l'intérieur de la cuve 1 et une cuvette cylindrique secondaire 33 qui fournit un deuxième récipient entourant la partie inférieure de la cuvette cylindrique primaire 32. La cuvette

cylindrique primaire 32 est raccordée de manière continue à la membrane primaire 7 qu'elle complète ainsi de manière étanche. De même, la cuvette cylindrique secondaire 33 est raccordée de manière continue à la membrane secondaire 5 qu'elle complète ainsi de manière étanche. Le puisard 30 est centré par rapport à l'axe de la pompe 18, 20 qu'il reçoit.

Selon un mode de réalisation non illustré, afin d'augmenter la capacité du puisard 30, la structure porteuse 3 de la paroi de fond 23 présente une ouverture circulaire à travers laquelle le puisard 30 est engagé et qui permet au puisard 30 de dépasser à l'extérieur du plan de la structure porteuse 3 de la paroi de fond 23. Dans ce cas, une cuvette cylindrique creuse est fixée à la structure porteuse 3 autour de l'ouverture et fait saillie vers l'extérieur de la structure porteuse 3 afin de former une structure d'extension qui fournit un espace supplémentaire pour loger le puisard 30.

Dans le mode de réalisation représenté, seules les pompes latérales 18, 20 sont immergées dans des puisards 30. Ainsi, lorsque le niveau de gaz liquéfié dans la cuve descend en dessous d'un seuil, la pompe centrale 19 ne peut pas être utilisée et ce sont les pompes latérales 18, 20 qui sont exclusivement utilisées pour décharger le gaz liquéfié. Un tel agencement est avantageux notamment en ce qu'il permet le positionnement de la pompe centrale 19 entre les deux mâts 11, 12 et en ce qu'il permet de positionner la tour de chargement/déchargement 2 plus près de la paroi arrière 8 que si un puisard 30 devait être formé entre la tour de chargement/déchargement et la paroi arrière 8 de la cuve 1.

En revenant aux figures 4 à 6, on décrit maintenant la structure de la base 27. La base 27 comporte des bagues 34, 35, 36 au travers desquelles passent les extrémités inférieures des trois mâts 11, 12, 13. Les bagues 34, 35, 36 sont soudées aux mâts 11, 12, 13 de manière à fixer ladite base 27 à l'extrémité inférieure des trois mâts 11, 12, 13.

Par ailleurs, la base 27 comporte une structure de raidissement centrale 27 permettant d'augmenter la raideur de la base 27 et d'augmenter ainsi la résistance de la tour de chargement/déchargement 2 aux phénomènes de ballonnement. La structure de raidissement centrale 37 comporte deux raidisseurs 38, 39, inclinés par rapport à la direction longitudinale x du navire, qui s'étendent chacun en ligne droite, entre l'axe central de l'un des mâts 11, 12 et l'axe central du mât 13. Notons qu'un tel

agencement offrant une raideur conséquente est notamment permis par le positionnement des pompes latérales 18, 20 à l'extérieur du prisme à section triangulaire défini par les trois mâts 11, 12, 13.

Par ailleurs, la structure de raidissement centrale 37 comporte plusieurs  
5 raidisseurs 40, 41, 42, 43 qui s'étendent transversalement et rejoignent les deux  
raideurs 39, 39 inclinés. La structure de raidissement centrale 37 comporte en  
outre des raidisseurs 44 qui s'étendent selon la direction longitudinale entre les  
raideurs 40, 41, 42, 43 s'étendant transversalement. Dans le mode de réalisation  
illustré, la base 27 comporte une tôle plane et les raidisseurs 38, 39, 40, 41, 42, 43,  
10 44 sont des poutres métalliques qui sont soudées sur la tôle plane.

La base 27 comporte en outre deux ailes latérales 45, 46 qui font saillie selon  
la direction transversale y au-delà du prisme à section triangulaire défini par les trois  
mâts 11, 12, 13. Les ailes latérales 45, 46 assurent la fixation des pompes latérales  
18, 20 à la base 27, et ceci à l'extérieur du prisme triangulaire défini par les trois mâts  
15 11, 12, 13.

Comme illustré sur la figure 5, les pompes latérales 18, 20 sont plus  
particulièrement logées dans des demi-caissons 47, 48 ouverts vers l'extérieur de la  
tour de chargement/déchargement 2. Les demi-caissons 47, 48 font saillie par rapport  
au reste de la base 27 en direction de la paroi de fond 23 de la cuve 1, ce qui permet  
20 de descendre suffisamment les pompes latérales 18, 20 pour que leur organe  
d'aspiration soit logé dans un puisard 30. Chaque demi-caisson 47, 48 est formé par  
un fond 49, horizontal, qui est reliée à deux parois verticales 50, 51 d'orientation  
transversale et une paroi verticale 52 d'orientation longitudinale. Le fond 49 présente  
une découpe au travers de laquelle est placé le corps de l'une des pompes latérales  
25 18, 20. Les pompes latérales 18, 20 sont chacune équipées de pattes de fixation  
assurant leur fixation sur le fond 49, autour de la découpe.

Les ailes latérales 45, 46 sont également équipées de raidisseurs, par  
exemple formés de plaques verticales, qui s'étendent selon la direction transversale  
et de raidisseurs, par exemple également formés de plaques verticales, qui s'étendent  
30 depuis les demi-caissons 47, 48 vers l'un des mâts 11, 12, 13.

La base 27 comporte également une aile centrale 53 qui est positionnée entre les deux mâts 11, 12. L'aile centrale 53 comporte une découpe au travers de laquelle est placé le corps de la pompe centrale 19. La pompe centrale 19 comporte des pattes de fixation assurant sa fixation sur l'aile centrale 53 autour de la découpe.

5           En relation avec la figure 9, l'on observe que la tour de chargement/déchargement 2 comporte un dispositif de guidage qui est fixé contre la face inférieure de la base 27 et qui coopère avec un pied de support 31 qui est fixé à la paroi de fond de la structure porteuse 3. Un tel dispositif de guidage vise à autoriser les mouvements relatifs de la tour de chargement/déchargement 2 par rapport au pied  
10 de support 31 selon la direction de hauteur de la cuve 1 afin de permettre à la tour de chargement/déchargement 2 de se contracter ou de se dilater en fonction des températures à laquelle elle est soumise tout en empêchant les mouvements horizontaux de la base 27 de la tour de chargement/déchargement 2.

Comme représenté schématiquement sur la figure 8, le pied de support 31  
15 présente une forme de révolution à section circulaire, avec une partie inférieure tronconique 54 qui se raccorde au niveau de son extrémité de plus petit diamètre à une partie supérieure cylindrique 55. La base de plus grand diamètre de la partie tronconique est en appui contre la paroi de fond de la structure porteuse 3. La partie inférieure tronconique 54 s'étend à travers l'épaisseur de la paroi de fond 23 de la  
20 cuve 1 au-delà du niveau de la membrane d'étanchéité primaire 7. La partie supérieure cylindrique 55 est fermée de manière étanche par une plaque circulaire 56. Les membranes d'étanchéité primaire 7 et secondaire 5 sont raccordées de manière étanche à la partie inférieure tronconique 54.

Par ailleurs, comme représenté sur la figure 9, deux éléments de guidage  
25 57, 58 sont soudées sur le pied de support 6 et s'étendent respectivement vers l'arrière et vers l'avant de la cuve 1. Chacune des deux éléments de guidage 57, 58 est équipé de deux faces longitudinales et d'une face transversale, chacune des faces longitudinales et transversales étant en contact avec un élément de guidage 59 fixé sur la base 27 de la tour de chargement/déchargement 2.

30           En relation avec la figure 10, l'on observe que le pied de support 31 est aligné avec les pompes latérales 18, 20 dans le plan P2 et est plus particulièrement centré

entre les deux pompes latérales 18, 20. Une telle disposition est avantageuse en ce qu'elle permet de limiter les efforts dus au phénomène de ballonnement agissant sur les pompes latérales 18, 20 et sur le pied de support 31.

En outre, lorsque la membrane d'étanchéité primaire 7 est une membrane  
5 ondulée, telle que représenté sur la figure 10, dans laquelle les ondulations s'étendent selon les directions transversales et longitudinales du navire, une telle disposition permet de limiter le nombre d'ondulations interrompues et ainsi de limiter la perte d'élasticité de la membrane d'étanchéité primaire 7 résultant de telles interruptions. En outre, dans le mode de réalisation représenté, les puisards 30 et le pied de support  
10 31 sont placés entre les lignes directrices de deux ondulations transversales et plus particulièrement centrée entre celles-ci. Ceci permet d'interrompre les ondulations sur une distance la plus courte possible, étant donné que ces interruptions sont susceptibles de réduire localement la flexibilité de la membrane d'étanchéité primaire 7 et donc de favoriser localement sa fatigue et son usure.

15 Ainsi, comme représenté sur la figure 10, la membrane d'étanchéité primaire 7 comprend des ondulations longitudinales 60 s'étendant dans la direction longitudinale x du navire et des ondulations transversales 61 s'étendant dans la direction transversale y du navire. Dans une zone dite non spéciale de la paroi de fond 23, c'est-à-dire une zone éloignée de tout obstacle comme un bord de paroi ou  
20 un pied de support 31 ou un puisard 30 par exemple, les ondulations longitudinales 60 sont rectilignes parallèles équidistantes dans la direction longitudinale et les ondulations transversales 61 sont rectilignes parallèles équidistantes dans la direction transversale. La distance entre deux ondulations longitudinales 60 adjacentes ou entre deux ondulations transversales 61 adjacentes est nommée pas d'onde.

25 La membrane d'étanchéité primaire 7 est rendue flexible grâce à ces ondulations 60, 61 lui permettant de se déformer en fonction par exemple des contraintes thermiques appliquées à la membrane 7. La membrane d'étanchéité primaire 7 est soudée de manière étanche, c'est-à-dire à l'aide de cordons de soudure continues, aux puisards 30 et au pied de support 31 afin de conserver l'étanchéité de  
30 la paroi de fond 23. Il paraît ainsi avantageux d'assurer dans cette zone entre deux points fixes de la paroi de fond 23 une flexibilité accrue de la membrane d'étanchéité

primaire 7 afin d'augmenter la durée de vie en fatigue de la membrane d'étanchéité primaire 7.

De plus, les pompes 18, 20 dont l'organe d'aspiration se trouvent dans les puisards 30 sont fixées à la tour de chargement/déchargement 2 à l'aide d'ailes latérales 45, 46. Plus les pompes 18, 20 sont éloignées du pied de support 31, plus la dimension des ailes latérales 45, 46 augmente, augmentant ainsi la prise au phénomène de ballotement desdites ailes latérales. Un avantage a donc été de trouver un compromis entre flexibilité de la membrane d'étanchéité 7 et distance de positionnement des pompes 18, 20 par rapport au pied de support 31.

10 Pour cela, dans le premier mode de réalisation représenté figure 10, les puisards 30 sont espacés du pied de support 31 d'une distance telle que quatre ondulations longitudinales 60 passent entre le puisard 30 et le pied de support 31 ce qui correspond à une distance supérieure ou égale à trois pas d'onde.

Les puisards 30 ainsi que le pied de support 31 forment par leur disposition  
15 sur la paroi de fond 23 des ondulations longitudinales interrompues 62 et des ondulations transversales interrompues 63. En effet, deux ondulations longitudinales sont interrompues par chaque puisard 30 et par le pied de support 31 tandis que deux ondulations transversales sont interrompues à plusieurs reprises par les puisards 30 et le pied de support 31 au vu de leur alignement dans la direction transversale y.

20 Afin de minimiser la distance entre les pompes 18, 20 et la tour de chargement/déchargement 2 tout en augmentant le nombre d'ondulations entre le pied de support 31 et les puisards 30, il est prévu de dévoyer des ondulations longitudinales 60 adjacentes à des ondulations longitudinales interrompues 62 sur une portion singulière 64 de sorte que la portion singulière 64 des ondulations  
25 longitudinales 60 soit décalée à distance du puisard 30 interrompant l'ondulation longitudinale interrompue 62 adjacente. Ainsi les portions singulières 64 passent entre les puisards 30 et le pied de support 31.

La figure 11 présente un deuxième mode de réalisation de la paroi de fond de cuve et notamment de la membrane d'étanchéité primaire 7. Ce deuxième mode  
30 de réalisation est similaire au premier mode de réalisation de la figure 10 et se distingue du premier mode de réalisation par le nombre d'ondulations longitudinales

60 passant entre le puisard 30 et le pied de support 31. Dans ce mode de réalisation, trois ondulations longitudinales 60 passent entre le puisard 30 et le pied de support 31, le puisard 30 et le pied de support 31 étant espacés l'un de l'autre d'une distance supérieure à deux pas d'onde, par exemple proche de trois pas d'onde. Les  
5 ondulations longitudinales 60 adjacentes à des ondulations longitudinales interrompues 62 ne sont ici pas dévoyées. En effet, comme illustré en figure 11, les ondulations longitudinales 60 adjacentes à des ondulations longitudinales interrompues 62 sont interrompues à distance des puisard 30 dans la direction longitudinale et fermées à leur extrémité par un capuchon 65.

10 La figure 12 présente un troisième mode de réalisation de la paroi de fond de cuve et notamment de la membrane d'étanchéité primaire 7. Ce troisième mode de réalisation est similaire au premier mode de réalisation et se distingue du premier mode de réalisation par le nombre d'ondulations longitudinales 60 passant entre le puisard 30 et le pied de support 31 et également par la distance entre le puisard 30  
15 et le pied de support 31 qui est dans le troisième mode de réalisation de seulement deux pas d'onde, par exemple proche de trois pas d'onde. Contrairement au deuxième mode de réalisation, les ondulations longitudinales 60 adjacentes à des ondulations longitudinales interrompues 62 sont bien dévoyées. Toutefois, au vu de la distance proche de trois pas d'onde entre le puisard 30 et le pied de support 31,  
20 seuls trois ondulations longitudinales 60 passent ainsi entre le puisard 30 et le pied de support 31

En référence à la figure 13, une vue écorchée d'un navire 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 membrane d'étanchéité  
25 primaire destinée à être en contact avec le gaz liquéfié 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 isolante 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.

30 De manière connue en soi, des canalisations de chargement/déchargement 73 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de

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

La figure 13 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et/ou de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et/ou de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de navire. 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 navire 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 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met en œuvre des pompes embarquées dans le navire 70 et/ou des pompes équipant l'installation à terre 77 et/ou des pompes équipant le poste de chargement et de déchargement 75.

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.

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.

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