

Paroi de cuve étanche autoporteuse

Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des parois de cuve étanche pour le stockage ou le transport de fluides, et également au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes pour des gaz liquéfiés à basse température tel que le gaz de pétrole liquéfié (GPL), le gaz naturel liquéfié (GNL) ou bien l'hydrogène liquide.

Arrière-plan technologique

Des cuves étanches prismatiques sont connues par exemple du brevet EP0166492. Une telle cuve comprend une structure extérieure comportant une pluralité de parois planes assemblés les unes aux autres de manière à former une structure prismatique, et notamment une structure parallélépipédique rectangle.

Pour cela, une pluralité de parois planes sont assemblées les unes aux autres à l'aide par exemple d'un échafaudage de manière à former la structure prismatique.

De manière à rendre ce type de cuve autoporteuse, c'est-à-dire pouvant supporter sans aide extérieure la pression d'un fluide contenu dans la cuve, la cuve comprend un système de raidisseurs internes pour renforcer les parois de la structure extérieure. En effet, les raidisseurs internes sont ici des barres reliant une paroi opposée de manière à empêcher la déformation des parois de la cuve due à la pression du fluide exercée de l'intérieur vers l'extérieur de la cuve.

Les raidisseurs internes sont disposés dans la cuve de manière à former une structure en treillis. En effet, il existe dans une telle cuve une pluralité de barres dans différentes directions de manière à reprendre les efforts dus à la pression du fluide dans de multiples directions.

Cependant, une cuve avec un tel système de raidisseurs internes fixés sur des parois planes n'est pas adaptée à transporter des fluides cryogéniques, comme le gaz naturel liquéfié. En effet, un contenant cryogénique sollicite de manière importante une cuve notamment par sa température extrêmement basse qui induit une contraction thermique des éléments constitutifs de la cuve mais également par

l'augmentation de sa phase gazeuse au cours de temps ce qui génère une pression importante sur les parois de la cuve.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de faciliter le montage des parois de
5 cuve tout en augmentant la résistance de la paroi à la pression d'un fluide.

Une autre idée à la base de l'invention est d'améliorer la résistance d'une cuve autoporteuse à de fortes contraintes dues par exemple à la pression du fluide contenu dans la cuve et à une éventuelle contraction thermique.

Une autre idée à la base de l'invention est d'optimiser la compacité de la
10 cuve autoporteuse, c'est-à-dire d'optimiser le rapport entre le volume utile du contenant de la cuve par rapport au volume total occupé par la cuve.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une paroi de cuve étanche pour former une cuve étanche de stockage d'un fluide, la paroi comprenant :

- un cadre plan comprenant un pourtour et des raidisseurs longitudinaux placés à
15 l'intérieur du pourtour dans une direction longitudinale de manière à ce que chaque raidisseur longitudinal s'étende d'un côté du pourtour à un côté opposé du pourtour, le pourtour et les raidisseurs longitudinaux étant configurés pour définir des ouvertures dans le cadre,
- des parois lobées fixées sur le cadre par soudage autour desdites ouvertures pour
20 obturer lesdites ouvertures, de manière à faire saillie dans une direction d'épaisseur orthogonale au cadre plan et vers l'extérieur de la cuve à former.

On entend par cadre plan, un cadre dépourvu de courbure dans une direction d'épaisseur.

Grâce à ces caractéristiques, la paroi de cuve est formée d'éléments
25 simples. En effet, le cadre forme une armature économique permettant de fixer les parois lobées et assure un maintien de la paroi de cuve à l'aide des raidisseurs longitudinaux. Sa forme plane permet de monter la paroi de cuve à plat. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser des échafaudages pour monter la paroi. De plus, des robots de soudage peuvent être utilisés pour fixer notamment les parois lobées au cadre du
30 fait de sa forme plane et ainsi gagner en simplicité et en rapidité de montage.

Ainsi, les parois lobées de la cuve permettent d'améliorer la résistance mécanique de la structure extérieure. En effet, les parois lobées permettent lors de la montée en pression de la cuve de rediriger les efforts vers les raidisseurs longitudinaux et le pourtour des cadres et éviter ainsi que les parois subissent des efforts trop importants. Ainsi, il est possible de limiter l'épaisseur des parois lobées qui subissent des efforts moins importants qu'une paroi équivalente plane.

Enfin, les parois lobées vers l'extérieur de la cuve permettent d'optimiser la contenance de la cuve en gagnant une place significative concernant volume utile par rapport à une cuve à parois planes.

10 Selon des modes de réalisation, une telle paroi de cuve peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

Selon un mode de réalisation, le pourtour présente une forme rectangulaire et est composé d'une pluralité de barreaux assemblés les uns aux autres.

15 Selon un mode de réalisation, le cadre comprend des raidisseurs complémentaires, les raidisseurs complémentaires ayant une première extrémité fixée à un côté du pourtour et une deuxième extrémité fixée à un côté opposé du pourtour et les raidisseurs complémentaires s'étendant dans une direction transversale perpendiculaire à la direction longitudinale des raidisseurs longitudinaux.

20 Selon un mode de réalisation, la paroi comprend une barrière thermiquement isolante fixée sur le cadre du côté extérieur de la cuve à former.

Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante présente une surface interne ayant une forme complémentaire des parois lobées.

25 Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante comporte une couche interne réalisée dans un matériau isolant souple déformable et une couche externe réalisée dans un matériau isolant rigide.

Selon un mode de réalisation, les parois lobées comprennent des plaques courbées comportant au moins deux côtés courbés, et des plaques de fermeture situées sur les côtés courbés des plaques courbées, les plaques de fermeture reliant de manière étanche les côtés courbés au cadre.

Selon un mode de réalisation, les plaques courbées sont des plaques courbées rectangulaires comprenant deux côtés courbés et deux côtés droits, les côtés droits étant soudés au cadre de part et d'autre d'une ouverture.

Selon un mode de réalisation, le cadre est formé entre une enveloppe
5 externe, de préférence plane, et une enveloppe interne, de préférence plane, dans la direction d'épaisseur.

Selon un mode de réalisation, les parois lobées font saillie de l'enveloppe externe du cadre dans lequel elles sont fixées.

Selon un mode de réalisation, les parois lobées sont situées entre
10 l'enveloppe externe et l'enveloppe interne du cadre dans lequel elles sont fixées.

Selon un mode de réalisation, les deux côtés courbés sont soudés de manière étanche au cadre de part et d'autre d'une ouverture.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche pour le stockage d'un fluide, la cuve comprenant :

- 15 - une structure extérieure composée d'une pluralité de parois de cuve assemblées les unes aux autres de manière à former une structure prismatique délimitant un espace interne, au moins deux des parois de cuve étant comme précitées ;
- des raidisseurs internes situés dans l'espace interne de la structure extérieure de manière à former une structure en treillis, chaque raidisseur interne comportant une
20 première extrémité fixée au cadre d'une première des au moins deux parois de cuve et une deuxième extrémité fixée au cadre d'une deuxième des au moins deux parois de cuve opposée à la première paroi de cuve, les raidisseurs internes étant fixés auxdits cadres pour reprendre un effort causé par la pression dans ledit espace interne.

25 Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les raidisseurs internes sont situés au droit d'un raidisseur longitudinal dudit cadre. Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les raidisseurs internes s'étendent perpendiculairement à une dite paroi de cuve. Selon un mode de réalisation, certains, plusieurs ou tous les raidisseurs internes sont situés au droit des
30 raidisseurs longitudinaux desdits cadres et s'étendent perpendiculairement à certaines, plusieurs ou toutes les parois de cuve.

Selon un mode de réalisation, les deux parois opposées sont parallèles et un ou plusieurs desdits raidisseurs internes s'étendent de manière sensiblement rectiligne perpendiculairement aux deux parois de cuve.

Selon un mode de réalisation, chacune des parois de cuve est comme
5 précitée.

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

Selon un mode de réalisation, le cadre est composé de tubes carrés fixés les uns aux autres, par exemple par soudage.

10 Ainsi, le cadre est fabriqué de manière simple et peu coûteuse car celui-ci n'est composé que d'éléments simples assemblés entre eux.

Selon un mode de réalisation, la cuve comprend des parois lobées fixées sur les cadres par soudage autour de chaque ouverture pour obturer lesdites ouvertures de manière étanche.

15 Selon un mode de réalisation, les raidisseurs internes sont fixés sur les raidisseurs longitudinaux.

Selon un mode de réalisation, les raidisseurs internes sont répartis régulièrement sur chacun des raidisseurs longitudinaux.

Selon un mode de réalisation, le cadre, les parois lobées et/ou les raidisseurs
20 internes sont en matériau métallique, par exemple en acier inoxydable, en aluminium, en Invar ® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ou en alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est de l'ordre de $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Selon un mode de réalisation, les parois lobées comprennent des plaques
25 courbées comportant au moins deux côtés courbés, et des plaques de fermeture situées sur les côtés courbés des plaques courbées, les plaques de fermeture reliant de manière étanche les côtés courbés à l'un des cadres.

Selon un mode de réalisation, les plaques courbées sont des plaques courbées rectangulaires comprenant deux côtés courbés et deux côtés droits, les

côtés droits étant soudés à l'un des cadres de la structure extérieure, de part et d'autre d'une ouverture.

Selon un mode de réalisation, l'une des, certaines, plusieurs ou toutes les plaques de fermeture sont des plaques planes allongées.

- 5 Selon un mode de réalisation, l'une des, certaines, plusieurs ou toutes les plaques de fermeture planes comprennent au moins une surface et au moins une arête, la surface étant fixée au côté courbé d'au moins une plaque courbée et l'arête étant fixée au cadre.

- Selon un mode de réalisation, l'une des, certaines, plusieurs ou toutes les
10 plaques de fermeture sont des plaques formant une portion d'ellipsoïde de révolution.

Selon un mode de réalisation, l'une des, certaines, plusieurs ou toutes les plaques de fermeture comprend deux arêtes, l'une fixée à la plaque courbée et l'autre fixée au cadre.

- Selon un mode de réalisation, les raidisseurs internes comprennent des
15 premiers raidisseurs orientés selon une première direction, des deuxièmes raidisseurs orientés selon une deuxième direction différente de la première direction et des troisièmes raidisseurs orientés selon une troisième direction différente de la première direction et de la deuxième direction.

- Selon un mode de réalisation, la première direction, la deuxième direction,
20 et la troisième direction forment un repère orthogonal tridimensionnel.

Grâce à ces caractéristiques, les raidisseurs internes forment un treillis tridimensionnel permettant à la structure extérieure de résister aux contraintes que peut subir la cuve dans toutes les directions.

- (rev14) Selon un mode de réalisation, les raidisseurs internes sont formées
25 par des barres de section carrée.

Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les premiers raidisseurs comprennent au moins un orifice configuré pour que l'un des troisièmes raidisseurs traverse le premier raidisseur.

- Grâce à ces caractéristiques, l'orifice permet un croisement d'un premier
30 raidisseur dans la première direction et d'un troisième raidisseur dans la troisième

direction ce qui a pour effet de renforcer les raidisseurs à ces croisements par exemple en évitant le flambage de ceux-ci.

Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les deuxièmes raidisseurs comprennent au moins un orifice configuré pour que l'un des
5 troisièmes raidisseurs traverse le deuxième raidisseur.

Grâce à ces caractéristiques, l'orifice permet un croisement d'un deuxième raidisseur dans la deuxième direction et d'un troisième raidisseur dans la troisième direction ce qui a pour effet de renforcer les raidisseurs à ces croisements par exemple en évitant le flambage de ceux-ci.

10 Selon un mode de réalisation, chaque raidisseur interne comprend au moins une tôle allongée, et au moins un profilé comportant une base fixée à la tôle allongée et deux ailes de part et d'autre de la base, les ailes faisant saillie de la tôle allongée.

Ainsi, le profilé permet d'augmenter la rigidité du raidisseur interne notamment en flexion.

15 Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les cadres comprennent des raidisseurs complémentaires, les raidisseurs complémentaires ayant une première extrémité fixée à un côté du pourtour et une deuxième extrémité fixée à un côté opposé du pourtour et les raidisseurs complémentaires s'étendant dans une direction perpendiculaire à la direction longitudinale des raidisseurs
20 longitudinaux.

Grâce à ces caractéristiques, le cadre est renforcé dans la direction perpendiculaire à la direction des raidisseurs longitudinaux.

Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les premiers raidisseurs et/ou l'un des, certains, plusieurs ou tous les deuxièmes
25 raidisseurs comprennent deux tôles allongées et une pluralité de profilés situés entre les deux tôles allongées, les profilés comportant une base fixée à l'une des tôles allongées et deux ailes de part et d'autre de la base, les ailes faisant saillie de chaque tôle allongée, et dans laquelle les profilés sont espacés régulièrement sur la tôle allongée.

Selon un mode de réalisation, l'orifice configuré pour que l'un des troisièmes raidisseurs traverse l'un des premiers raidisseurs ou l'un des deuxièmes raidisseurs est un espace formé entre les profilés.

5 Ainsi, les premiers raidisseurs et les deuxièmes raidisseurs sont composés de manière à augmenter leur raideur et leur rôle de raidisseur de la structure extérieure. De plus, les profilés sont espacés à permettre les croisements du treillis de raidisseurs.

10 Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les raidisseurs complémentaires comprennent deux tôles allongées et une pluralité de profilés situés entre les deux tôles allongées, les profilés comportant une base fixée à l'une des tôles allongées et deux ailes de part et d'autre de la base, les ailes faisant saillie de chaque tôle, et dans laquelle les profilés sont espacés régulièrement sur la tôle de manière à former des espaces configurés pour permettre le croisement avec les raidisseurs longitudinaux d'un cadre.

15 Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les raidisseurs internes et/ou l'un des, certains, plusieurs ou tous les raidisseurs longitudinaux et/ou l'un des, certains, plusieurs ou tous les raidisseurs complémentaires comprennent à leurs extrémités des goussets.

20 Ainsi, les goussets permettent de diminuer les contraintes subies par les raidisseurs au niveau de la liaison avec les raidisseurs longitudinaux ou le pourtour du cadre.

Selon un mode de réalisation, les goussets sont des goussets triangulaires ou des goussets en arc de cercle.

25 Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les troisièmes raidisseurs comprennent deux tôles allongées et un ou plusieurs profilés situés entre les deux tôles allongées, le ou les profilés comportant une base fixée à l'une des tôles allongées et deux ailes de part et d'autre de la base, les ailes faisant saillie de chaque tôle.

Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les troisièmes raidisseurs comprennent un seul profilé s'étendant sur tout ou partie de la longueur du troisième raidisseur.

5 Selon un mode de réalisation, l'un des, certains, plusieurs ou tous les troisièmes raidisseurs comprennent plusieurs profilés disposés continument sur la longueur ou espacés.

Selon un mode de réalisation, la dimension en section du troisième raidisseur est inférieure à la dimension en section de l'orifice.

10 Selon un mode de réalisation, la distance entre deux tôles du troisième raidisseur est inférieure à la distance entre deux tôles du premier raidisseur et/ou deuxième raidisseur.

Selon un mode de réalisation, la largeur des tôles du troisième raidisseur au niveau des croisements avec un premier raidisseur ou un deuxième raidisseur est inférieure à la distance entre deux profilés du premier raidisseur ou du deuxième
15 raidisseur.

Ainsi, la dimension des troisièmes raidisseurs permet l'insertion de ceux-ci dans un des premiers raidisseurs ou des deuxièmes raidisseurs de manière à réaliser le croisement entre les raidisseurs.

20 Selon un mode de réalisation, la cuve étanche comprend une barrière thermiquement isolante fixées sur l'extérieur de la structure extérieure sur chacun des cadres.

Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante présente une surface interne ayant une forme complémentaire des parois lobées.

25 Selon un mode de réalisation, la surface interne est prédécoupée de manière à épouser la forme courbée des parois lobées.

Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante comporte une ou plusieurs couches d'un ou plusieurs matériaux, par exemple en matières fibreuses telles que la laine de verre, la laine de roche, en mousse polymère notamment la mousse polyuréthane, la mousse polystyrène, ou la mousse
30 polyéthylène.

Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante comporte une couche interne qui est réalisée dans un matériau isolant souple déformable tel que la laine de verre.

Ainsi, la première couche de la barrière thermiquement isolante peut être
5 comprimée contre la paroi lobée de manière à épouser la forme.

Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante comporte une couche externe qui est réalisée dans un matériau isolant rigide tel que la mousse polyuréthane ou la mousse polystyrène.

Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante est
10 composée d'une pluralité de panneaux isolants disposés les uns à côtés des autres.

Selon un mode de réalisation, les panneaux isolants éloignés des arêtes de la structure prismatique de la cuve sont des panneaux parallélépipédiques rectangles.

Selon un mode de réalisation, les panneaux isolants situés sur les arêtes de la structure prismatique de la cuve sont des panneaux cylindriques à base
15 triangulaire.

Selon un mode de réalisation, chaque troisième raidisseur est composé d'un unique raidisseur allongé s'étendant d'une paroi de cuve à une paroi de cuve opposée.

Selon un mode de réalisation, chaque premier raidisseur et/ou chaque
20 deuxième raidisseur comprend une pluralité de premières barres et/ou deuxièmes barres respectivement, les premières barres ou les deuxièmes barres étant alignés les unes aux autres dans la première direction ou la deuxième direction respectivement, les premières barres ou les deuxièmes barres étant espacées les unes des autres.

25 Selon un mode de réalisation, une partie ou chaque troisième raidisseur comprend une pluralité de troisièmes barres, les troisièmes barres étant alignés les unes aux autres dans la troisième direction et étant espacées les unes des autres.

Selon un mode de réalisation, une partie ou chaque raidisseur complémentaire comprend une pluralité de barres complémentaires, les barres

complémentaires étant alignés les unes aux autres et étant espacées les unes des autres.

Selon un mode de réalisation, une partie ou chaque raidisseur complémentaire comprend une pluralité de barres complémentaires, les barres
5 complémentaires étant alignés les unes aux autres et étant espacées les unes des autres.

Selon un mode de réalisation, les premières barres comprennent deux premières barres d'extrémité situées aux extrémités du premier raidisseur et au moins une première barre intermédiaire située entre les premiers barres d'extrémité, deux
10 premières barres adjacentes étant fixées l'une à l'autre par l'intermédiaire de l'un des troisièmes raidisseurs.

Selon un mode de réalisation, les deuxièmes barres comprennent deux deuxièmes barres d'extrémité situées aux extrémités du deuxième raidisseur et au moins une deuxième barre intermédiaire située entre les deuxièmes barres
15 d'extrémité, deux deuxièmes barres adjacentes étant fixées l'une à l'autre par l'intermédiaire de l'un des troisièmes raidisseurs.

Selon un mode de réalisation, les troisièmes barres comprennent deux troisièmes barres d'extrémité situées aux extrémités du troisième raidisseur et au moins une troisième barre intermédiaire située entre les troisièmes barres
20 d'extrémité.

Selon un mode de réalisation, les premières barres d'extrémité ou les deuxièmes barres d'extrémité comprennent une première extrémité fixée à la structure extérieure et une deuxième extrémité fixée à l'un des troisièmes raidisseurs.

Selon un mode de réalisation, les premières barres intermédiaires ou les
25 deuxièmes barres intermédiaires comprennent une première extrémité fixée à l'un des troisièmes raidisseurs et une deuxième extrémité fixée à un autre des troisièmes raidisseurs.

Selon un mode de réalisation, la structure en treillis comporte des nœuds de raidisseur, chaque nœud de raidisseur étant configuré pour former une zone
30 d'intersection dans la structure en treillis où au moins deux raidisseurs internes se croisent.

On entend par raidisseur interne, un raidisseur formé par l'un des premiers raidisseurs, l'un des deuxièmes raidisseurs, l'un des troisièmes raidisseurs, l'un des raidisseurs de renfort ou éventuellement l'un des raidisseurs complémentaires.

Selon un mode de réalisation, chaque nœud de raidisseur est configuré pour
5 former une zone d'intersection dans la structure en treillis où deux premières barres et deux deuxièmes barres sont fixées à un même troisième raidisseur.

Selon un mode de réalisation, la cuve comporte des connecteurs formés d'au moins une plaque de raccordement, et deux premières barres adjacentes ou deux deuxièmes barres adjacentes ou deux troisièmes barres adjacentes sont fixées l'une
10 à l'autre par l'intermédiaire de l'un des connecteurs.

Selon un mode de réalisation, lesdits connecteurs sont des connecteurs doubles formés par une première plaque de raccordement et une deuxième plaque de raccordement orthogonale à la première plaque de raccordement, la première plaque de raccordement comprenant un orifice d'emboîtement, la deuxième plaque
15 de raccordement traversant la première plaque de raccordement par l'orifice d'emboîtement.

Selon un mode de réalisation, deux premières barres adjacentes et deux deuxièmes barres adjacentes sont soudés à la première plaque de raccordement de l'un des connecteurs doubles, et deux troisièmes barres adjacentes sont soudés à la
20 deuxième plaque de raccordement dudit connecteur double.

Selon un mode de réalisation, la cuve comporte des connecteurs simples formés d'une seule plaque de raccordement, la plaque de raccordement étant fixée à l'un des cadres de la cuve, par exemple à l'un des raidisseurs longitudinaux ou au pourtour du cadre.

Selon un mode de réalisation, les barres complémentaires sont soudées à
25 chacune de leurs extrémités à la plaque de raccordement de l'un des connecteurs simples.

Selon un mode de réalisation, les premières barres d'extrémité, les deuxièmes barres d'extrémité, et les troisièmes barres d'extrémité sont soudés à l'une

de leurs extrémités à l'un des connecteurs simples et l'autre de leurs extrémités à l'un des connecteurs doubles.

Selon un mode de réalisation, les premières barres intermédiaires, les deuxièmes barres intermédiaires, et les troisièmes barres intermédiaires sont soudés
5 à chacune de leurs extrémités à l'un des connecteurs doubles.

Selon un mode de réalisation, la fixation d'un raidisseur interne avec un autre raidisseur interne est réalisée par exemple par soudage.

Selon un mode de réalisation, les raidisseurs internes sont fixés par soudage à l'un des connecteurs.

10 Selon un mode de réalisation, les raidisseurs internes et les connecteurs sont adaptés pour être assemblés l'un à l'autre avec au moins deux degrés de liberté, de préférence deux degrés de liberté en translation, de manière plus préférentielle exactement deux degrés de liberté en translation.

Selon un mode de réalisation, l'au moins une plaque de raccordement est
15 plane.

Selon un mode de réalisation, les deux degrés de liberté en translation sont situés dans le plan de la plaque de raccordement.

Selon un mode de réalisation, les raidisseurs internes et les connecteurs sont adaptés pour être assemblés l'un à l'autre avant le soudage du raidisseur interne
20 sur le connecteur.

Selon un mode de réalisation, l'au moins une plaque de raccordement comprend un bord périphérique plan, les raidisseurs internes étant soudés au connecteur sur le bord périphérique plan de la plaque de raccordement.

Selon un mode de réalisation, les barres des raidisseurs internes et/ou des
25 raidisseurs complémentaires et/ou des raidisseurs de renfort comprennent à chacune de leur extrémité une paire de fentes de fixation parallèles, et les barres des raidisseurs internes et/ou des raidisseurs complémentaires et/ou des raidisseurs de renfort étant configurées pour être soudées à l'une des plaques de raccordement en insérant ladite plaque de raccordement dans la paire de fentes de fixation.

Selon un mode de réalisation, les raidisseurs internes et/ou les raidisseurs complémentaires et/ou les raidisseurs de renfort sont formés par des barres de section circulaire.

Selon un mode de réalisation les fentes de fixation d'une même paire de
5 fentes de fixation sont diamétralement opposées.

Selon un mode de réalisation, les fentes de fixation d'une même paire de fentes de fixation sont positionnées sur deux bords opposés de l'extrémité de la barre.

Selon un mode de réalisation, les barres des raidisseurs internes et/ou des raidisseurs complémentaires et/ou des raidisseurs de renfort sont configurées pour
10 être soudées à l'une des plaques de raccordement en insérant ladite plaque de raccordement dans la paire de fentes de fixation.

Ainsi, il est possible d'utiliser la plaque de raccordement comme support de soudure plat afin de faciliter la fixation de la barre à un connecteur. De plus en disposant les fentes sur les barres et non sur les plaques, le dispositif est plus
15 adaptable et s'affranchit des tolérances de fabrication et de montage.

Selon un mode de réalisation, la cuve comprend des raidisseurs de renfort incliné d'un angle d'environ 45° par rapport à la première direction, à la deuxième direction ou à la troisième direction, les raidisseurs de renfort étant fixées à l'une de ses extrémités à un premier nœud de raidisseur et à l'autre de ses extrémités à un
20 deuxième nœud de raidisseur ou l'une des parois de cuve.

Selon un mode de réalisation, la cuve comprend des raidisseurs de renfort fixés au niveau des arêtes de la cuve à la structure en treillis, chaque raidisseur de renfort étant incliné d'un angle de 45° par rapport à la première direction, à la deuxième direction ou à la troisième direction.

25 Selon un mode de réalisation, les premiers raidisseurs, les deuxièmes raidisseurs, les troisièmes raidisseurs et les raidisseurs de renfort, voir éventuellement les raidisseurs complémentaires sont fixés les uns aux autres de sorte à former une structure en treillis.

Selon un mode de réalisation, une première desdites parois de cuve est fixée à une deuxième desdites parois de cuve en soudant le cadre de la première paroi de cuve au cadre de la deuxième paroi de cuve.

5 Selon un mode de réalisation, une première desdites parois de cuve est fixée à une deuxième desdites parois de cuve par l'intermédiaire d'une paroi lobée d'angle, la paroi lobée d'angle comprenant un premier bord droit fixé au pourtour de la première paroi de cuve et un deuxième bord droit fixé au pourtour de la deuxième paroi de cuve.

10 Selon un mode de réalisation, les parois lobées d'angle font saillie de la structure en treillis vers l'extérieur de la cuve.

Selon un mode de réalisation, les parois lobées d'angle comprennent chacune une plaque courbée comportant deux bords droits et au moins deux bords courbés, de préférence quatre bords courbés.

15 Selon un mode de réalisation, les bords droits des parois lobées d'angle sont soudés aux pourtours de deux cadres adjacents de la structure extérieure.

Selon un mode de réalisation, l'une des parois lobées d'angle est soudée sur un bord courbé à au moins une autre des parois lobées d'angle adjacentes, de préférence à deux autres des parois lobées d'angle adjacentes.

20 Selon un mode de réalisation, l'un des bords courbés d'une paroi lobée d'angle s'étendant dans l'une des première, deuxième ou troisième direction est soudé à l'un des bords courbés d'une paroi lobée d'angle s'étendant dans une autre des première, deuxième ou troisième direction.

Selon un mode de réalisation, les parois lobées d'angle sont assemblées aux cadres de la structure extérieure de sorte à former une surface fermée étanche.

25 Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche pour le stockage d'un fluide, la cuve comprenant :

- une structure extérieure composée d'une pluralité de parois de cuve assemblées les unes aux autres de manière à former une structure prismatique délimitant un espace interne,
- 30 - des raidisseurs internes situés dans l'espace interne de la structure extérieure de

manière à former une structure en treillis, chaque raidisseur interne comprenant une pluralité de barres alignées les unes aux autres et espacées les unes des autres, - des connecteurs comprenant au moins une plaque de raccordement, au moins deux barres adjacentes étant soudées à la plaque de raccordement, les connecteurs
5 formant des nœuds de raidisseurs où se croisent des raidisseurs internes de directions différentes.

Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de stockage
10 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.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un navire pour le transport d'un produit liquide froid comporte une double coque et une cuve précitée
15 disposée dans la double coque.

Selon un mode de réalisation, la cuve étanche est fixée à la double coque à l'aide de câbles.

Selon un mode de réalisation, la cuve étanche comprend un centre et des arêtes au niveau de la liaison des cadres les uns avec les autres, les câbles étant
20 fixés au niveau des arêtes de la cuve et étant fixés à la double coque de manière à être orientés orthogonalement à une direction reliant le centre de la cuve à l'arête où est fixé le câble.

Ainsi, les câbles sont orientés de manière à tourner autour de leur point d'ancrage sur la double coque lors d'une éventuelle contraction thermique de la cuve
25 évitant ainsi toute contrainte de traction/compression sur les câbles pouvant les amener à rompre.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de fabrication d'une cuve étanche de forme prismatique, dans lequel le procédé comprend les étapes suivantes :

- 30 - fournir plusieurs parois de cuve précitées ;
- assembler les parois de cuve les unes aux autres de manière étanche afin de former

- une structure extérieure prismatique ouverte ;
- fournir une pluralité de raidisseurs internes ;
 - fixer les raidisseurs internes à l'intérieur de la structure extérieure de manière à former une structure en treillis, chaque raidisseur interne comportant une première
- 5 extrémité fixée à un cadre et une deuxième extrémité fixée à un cadre opposé, les raidisseurs internes étant fixés sur les raidisseurs longitudinaux ou sur les pourtours desdits cadres ;
- assembler une ou plusieurs parois de cuve à la structure extérieure ouverte de manière à fermer la structure extérieure prismatique de manière étanche.

- 10 Ainsi, la structure en treillis formée par les raidisseurs peut être utilisée à la fois pour renforcer la cuve mais également comme échafaudage pour monter les dernières parois afin de fermer la structure extérieure.

- Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de fabrication d'une cuve étanche de forme prismatique, dans lequel le procédé comprend
- 15 les étapes suivantes :

- fournir plusieurs parois de cuve précitées ;
 - placer l'une des parois de cuve de manière à former une paroi de fond de la cuve ;
 - fournir une pluralité de raidisseurs internes ;
 - fixer les raidisseurs internes à la paroi de fond de la cuve et les uns aux autres de
- 20 manière à former une structure en treillis ;
- assembler les autres parois de cuve à la paroi de fond de la cuve et entre elles de manière étanche afin de former une structure extérieure prismatique fermée, chaque raidisseur interne comportant une première extrémité fixée à un cadre et une deuxième extrémité fixée à un cadre opposé, les raidisseurs internes étant fixés sur
- 25 les raidisseurs longitudinaux ou sur les pourtours desdits cadres.

Ainsi, la structure en treillis formée par les raidisseurs peut être utilisée à la fois pour renforcer la cuve mais également comme échafaudage pour monter les parois entre elles et à la paroi de fond.

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

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

Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante
10 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 représentation en perspective d'un cadre muni de raidisseurs complémentaires pour une cuve étanche autoporteuse.

- **La figure 2** est une vue en perspective d'un raidisseur interne ou
15 complémentaire pour une cuve étanche autoporteuse selon un première variante.

- **La figure 3** représente en perspective une structure extérieure munie de raidisseurs internes pour une cuve étanche autoporteuse.

- **La figure 4** est une vue de détail de la figure 3 où seul un croisement entre deux raidisseurs internes est représenté.

20 - **La figure 5** représente en perspective un cadre muni de parois lobées formées par des plaques courbées et des plaques de fermeture selon un premier mode de réalisation.

- **La figure 6** est une vue en perspective d'une cuve étanche autoporteuse comprenant des parois lobées selon un deuxième mode de réalisation.

25 - **La figure 7** est une vue en perspective d'une cuve étanche autoporteuse comprenant une structure extérieure, des raidisseurs et une barrière thermiquement isolante.

- **La figure 8** est une vue en coupe partielle de la figure 7 représentant un des cadres muni des parois lobées et de la barrière thermiquement isolante.

- **La figure 9** représente en perspective une cuve fixée à une double coque d'un navire.

- **La figure 10** est une représentation schématique écorchée d'un navire comportant une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de fluide et d'un
5 terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

- **La figure 11** représente en perspective un treillis formé par des raidisseurs internes selon une deuxième variante.

- **La figure 12** est une vue de détail XII de la figure 11, représentant une pluralité de raidisseurs internes assemblés.

10 - **La figure 13** est une vue en perspective d'une cuve étanche autoporteuse comprenant des parois lobées selon un troisième mode de réalisation.

- **La figure 14** est une vue en coupe selon la ligne XIV-XIV de la figure 13 d'une des parois de cuve.

15 - **La figure 15** représente en perspective une portion d'un treillis formé par les raidisseurs internes selon la deuxième variante pour une cuve étanche autoporteuse selon le troisième mode de réalisation.

- **La figure 16** représente une vue en perspective d'une structure extérieure pour une cuve étanche autoporteuse selon un autre mode de réalisation.

20 - **La figure 17** est une vue en coupe d'une cuve étanche autoporteuse comprenant un treillis composé de raidisseurs internes selon une troisième variante.

- **La figure 18** est une vue en perspective d'un raidisseur interne selon la troisième variante.

- **La figure 19** est une vue en coupe selon la ligne XIX-XIX de la figure 17, représentant le raccordement des raidisseurs internes à un connecteur double.

25 **Description détaillée de modes de réalisation**

En référence aux figures 1 à 9 et 11 à 19, il va être décrit par la suite une cuve étanche autoporteuse 1 selon un mode de réalisation utile à la compréhension de l'invention.

Une cuve étanche autoporteuse 1 comprend une structure extérieure 2 composée d'une pluralité de cadres 3 assemblés les uns avec les autres de manière à former une structure prismatique, comme par exemple représenté sous forme de parallélépipède rectangle sur les figures 3 et 9.

5 La figure 1 représente notamment un cadre 3 de la structure extérieure 2. Le cadre 3 est composé d'un pourtour 4 par exemple rectangulaire. Le pourtour 4 est fabriqué à l'aide de tubes carrés soudés les uns aux autres à leurs extrémités de manière à former un rectangle. De plus, les sommets du pourtour 4 sont équipés de goussets 20 permettant de renforcer la résistance mécanique du pourtour 4. Des
10 raidisseurs longitudinaux 5 sont placés à l'intérieur du pourtour 4 de manière à définir des ouvertures 6 dans le cadre 3. Chaque raidisseur longitudinal 5 est composé d'un tube carré muni à ses extrémités de goussets 20. Les raidisseurs longitudinaux 5 sont soudés aux pourtour 4 de manière à régulièrement répartir sur un côté du pourtour 4. En effet, l'une des extrémités d'un raidisseur longitudinal 5 est soudé à un côté du
15 pourtour 4 tandis que l'autre extrémité du raidisseur longitudinal 5 est soudé au côté opposé du pourtour 4.

De manière à renforcer le cadre 3, des raidisseurs complémentaires 14 sont soudés au pourtour 4 du cadre 3 dans la direction perpendiculaire à la direction longitudinale des raidisseurs longitudinaux 5. En effet, chaque raidisseur
20 complémentaire 14 a une première extrémité soudée à un côté du pourtour 4 et une deuxième extrémité soudée à un côté opposé du pourtour 4.

La cuve étanche autoporteuse 1 comprend également des raidisseurs internes 11, 12, 13 fixés dans la structure extérieure 2 de manière à former une structure en treillis, comme illustré sur la figure 3.

25 La figure 2 représente un raidisseur interne 11, 12, 13 ou un raidisseur complémentaire 14. Le raidisseur 11, 12, 13, 14 est composé d'au moins une tôle allongée 15 et une pluralité de profilés 16 répartis régulièrement sur toute la longueur de la tôle allongée 15. Les profilés 16 comportent une base 17 fixée sur une surface de la tôle allongée 15 et deux ailes 18 de part et d'autre de la base 17. Les ailes 18
30 sont conçues de manière à faire saillie de la base 17 dans la même direction et ainsi former un profilé 16 à section en forme de U.

Les profiles 16 sont espacés sur la tôle allongée 15. Ces espaces entre les profiles 16 forment des orifices 19 permettant notamment d'autoriser le croisement du raidisseur 11, 12, 13, 14 avec un autre élément de la cuve 1.

Dans le cas du raidisseur complémentaire 14, comme illustré sur la figure 1, les orifices 19 sont configurés pour permettre aux raidisseurs longitudinaux 5 de croiser chacun des raidisseurs complémentaires 14 de manière à former un maillage renforçant mutuellement les raidisseurs 5, 14.

Dans le mode de réalisation illustré aux figures 3 et 4, les raidisseurs internes 11, 12, 13 sont doublés, c'est-à-dire qu'il comporte deux tôles allongées 15 équipées chacune de profilés 16. Les ailes 18 des profilés 16 de la première tôle 15 sont orientés de manière à faire saillie en direction de la deuxième tôle 15 et réciproquement pour les ailes 18 des profilés 16 de la deuxième tôle 15. Les raidisseurs internes 11, 12, 13 sont également équipés de goussets 20 à leurs extrémités pour la fixation à la structure extérieure 2.

Comme illustré sur la figure 3, les raidisseurs internes 11, 12, 13 sont soudés aux raidisseurs longitudinaux 5 des cadres 3 par leurs extrémités. En effet, chaque raidisseur interne 11, 12, 13 est soudé à l'une de ses extrémités à un raidisseur longitudinal 5 d'un premier cadre 3 et à l'autre de ses extrémités à un raidisseur longitudinal 5 d'un deuxième cadre 3 opposé au premier cadre 3. Les raidisseurs internes 11, 12, 13 comprennent des premiers raidisseurs 11 orientés dans une première direction, des deuxièmes raidisseurs 12 orientés dans une deuxième direction orthogonale à la première direction et des troisièmes raidisseurs 13 orientés dans une troisième direction orthogonale à la première direction et orthogonale à la deuxième direction. De cette manière, la première direction, la deuxième direction, et la troisième direction forment un repère orthogonal tridimensionnel.

Chaque premier raidisseur 11 et chaque deuxième raidisseur 12 sont fixés à la structure extérieure 2 de manière à croiser une pluralité de troisièmes raidisseurs 13 comme illustré sur les figures 3 et 4. En effet, grâce aux orifices 19 formés entre les profilés 16 des premiers raidisseurs 11 et des deuxièmes raidisseurs 12, les troisièmes raidisseurs 13 sont insérés dans une pluralité de premiers raidisseurs 11 et de deuxièmes raidisseurs 12. Pour cela, les troisièmes raidisseurs 13 sont conçus

de manière à avoir une section plus petite que les premiers raidisseurs 11 et les deuxièmes raidisseurs 12. C'est-à-dire que la distance entre les deux tôles allongées 15 de chaque troisième raidisseur 13 est inférieure à la distance entre les deux tôles allongées de chaque premier raidisseur 11 et de chaque deuxième raidisseur 12. De plus, l'espace entre deux profilés 16 des premiers raidisseurs 11 et des deuxièmes raidisseurs 12 est supérieur à la largeur des tôles allongées 15 des premiers raidisseurs 11 au niveau des croisements de raidisseur, comme visible sur la figure 4.

La figure 5 représente un cadre 3 de la structure extérieure 2 munies de parois lobées 7, 10 selon un premier mode de réalisation. Dans ce mode de réalisation, les parois lobées 7, 10 sont composées de plaques courbées 7 et de plaques de fermetures 10. Les plaques courbées 7 sont de forme rectangulaire comprenant deux côtés courbés 8 et deux côtés droits 9. Chaque côté droit 8 est soudé de manière étanche, c'est-à-dire par un cordon de soudure continu sur toute la longueur du côté, à un raidisseur longitudinal 5 ou au pourtour 4 selon le positionnement de la plaque courbée 7 sur le cadre 3. Les côtés courbés 8 sont quant à eux soudés de manière étanche à une plaque de fermeture 10, la plaque de fermeture 10 étant elle-même soudée de manière étanche au pourtour 4. Ainsi, le cadre 3 muni des parois lobées 7, 10 forment une surface étanche aux fluides. Les plaques de fermeture 10 de ce mode de réalisation sont des plaques planes allongées comprenant une première surface plane, une deuxième surface plane, et une pluralité d'arêtes. Chaque plaque de fermeture 10 est fixée au côté courbé 8 d'une ou plusieurs plaques courbées par une de ses surfaces planes. Chaque plaque de fermeture 10 est fixée au cadre 3 par une de ses arêtes. Ainsi l'ensemble comprenant la plaque courbée 7, les plaques de fermetures 10, le cadre 3 forment ainsi une surface fermée étanche.

Dans le mode de réalisation présenté figure 5, la plaque de fermeture 10 est utilisée pour être soudée sur une pluralité de plaques courbées 7. En effet, dans l'exemple présenté, une plaque de fermeture 10 permet de fixer les côtés courbés 8 de plusieurs plaques courbées 7 au cadre 3, ce qui permet de limiter le nombre de pièces à fixer. Dans une variante non représentée, une plaque de fermeture différente 10 pourrait être utilisée pour chacune des plaques courbées 7.

La figure 6 représente un deuxième mode de réalisation de parois lobée 7, 10 montées sur une cuve étanche autoporteuse. Dans ce mode de réalisation, la plaque de fermeture 10 est sous la forme d'une portion d'ellipsoïde de révolution, par exemple comme représenté un quart d'ellipsoïde. La plaque de fermeture 10 forme ainsi à la manière d'une coque, un prolongement de la plaque courbée 7 de manière à rabattre le côté courbé 8 de la plaque courbée 7 vers le cadre 3. En effet, l'une des arêtes formées par la plaque de fermeture 10 est soudée au côté courbé de la plaque courbée 7 tandis que l'autre arêtes formées par la plaque de fermeture 10 est soudée au cadre 3. Ainsi l'ensemble comprenant la plaque courbée 7, les plaques de fermetures 10, le cadre 3 forment ainsi une surface fermée étanche. Dans le mode de réalisation représenté sur cette figure, les goussets 20 du cadre 3 formés sur le pourtour 4 et les raidisseurs longitudinaux participent à la fermeture de la surface étanche. En effet, l'arête de la plaque de fermeture 10 soudée au cadre 3 est soudée à la fois sur les raidisseurs longitudinaux et/ou le pourtour 4 mais également sur les goussets 20 adjacents à ceux-ci.

Dans un autre mode de réalisation non représenté, les parois lobées 7, 10 sont réalisées par exemple par emboutissage de manière à ce que les parois lobées soient en forme de dômes allongés soudées à la fois aux raidisseurs longitudinaux 5 et au pourtour 4 définissant l'ouverture 6 dans laquelle est placée la paroi lobée. De cette manière dans ce mode de réalisation, la paroi lobée ne comprend qu'un seul élément et ne nécessite pas d'être composée d'une plaque courbée 7 et d'une plaque de fermeture 10 car le dôme allongé est fixé sur toute sa circonférence au cadre 3.

La figure 7 représente une cuve étanche autoporteuse 1 en cours de montage, celle-ci n'étant pas encore équipé des deuxième raidisseurs 12 et d'un des cadres 3 formant la structure extérieure 2. Comme on peut le voir sur les figures 7 et 8, la cuve étanche 1 est également composée d'une barrière thermiquement isolante 21. La barrière thermiquement isolante 21 comprend une pluralité de panneaux isolants 22 répartis sur toute la structure extérieure 2 de manière à former une barrière thermiquement isolante 21 continue sur toute cuve afin d'obtenir une cuve étanche et thermiquement isolante 1 par exemple pour l'utilisation de fluides cryogéniques.

Les panneaux isolants 22 sont composées de deux couches 23, 24, une couche interne 23 ici formée de laine de verre et une couche externe 24 ici formée

en mousse polyuréthane à faible densité. La couche interne 23 est prédécoupée de manière à épouser la forme courbée des plaques courbées 7. Le matériau constitutif de la couche interne 23 étant facilement comprimable, la découpe n'est pas nécessairement courbée mais peut être effectuée selon deux plans inclinés. En effet, 5 lors de la fixation des panneaux isolants 22 à la structure extérieure 2, la couche interne 23 est comprimée sur la plaque courbée 7 de manière à épouser la forme de la plaque courbée 7, comme visible sur la figure 8.

Ainsi, chaque paroi de cuve est donc formée d'un cadre 3 muni d'un pourtour 4 et de raidisseurs longitudinaux 5, de raidisseurs complémentaires 14 fixés au cadre 10 3, de parois lobées 7, 10 fixées sur le cadre 3 et de panneaux isolants 22 formant la barrière thermiquement isolante 21.

Afin de monter une telle cuve étanche et thermiquement isolante autoporteuse 1, les différentes parois de cuve sont d'abord assemblées. En effet, la conception des parois de cuve permet de travailler à plat sans nécessité 15 d'échafaudage. Le cadre 3 est donc d'abord assemblé à l'aide de tubes carrés afin de former le pourtour 4 et les raidisseurs longitudinaux 5. Les raidisseurs complémentaires 14 sont ensuite soudés au pourtour 4 à chevauchement sur les raidisseurs longitudinaux 5.

Puis, les plaques courbées 7 sont placées dans les ouvertures 6 formées 20 dans le cadre 3 et sont soudées au cadre 3 par leurs côtés droits. Il est donc possible d'utiliser un robot de soudage pour fixer les plaques courbées 7 et ainsi gagner du temps lors du montage. Des plaques de fermeture 10 sont ensuite soudées à la fois sur les côtés courbés des plaques courbées et sur le pourtour 4, de manière à obturer l'espace laissé libre entre le côté courbé et le pourtour 4 afin d'obtenir une paroi de 25 cuve étanche. Enfin, des panneaux isolants 22 sont placés sur les parois lobées 7, 10 et fixés au cadre 3 de manière à former une barrière thermiquement isolante 21 pour chaque paroi de cuve. Ainsi, chacune des parois de cuve est montée séparément et simplement. De plus, du fait de la planéité du cadre, il est possible de monter chaque paroi à plat avant de les assembler ensemble et ainsi de se passer 30 de l'utilisation d'échafaudage.

Après avoir assemblé chacune des parois de cuve, celles-ci sont assemblées les unes avec les autres en soudant les bords de chaque cadre 3

adjacents les uns avec les autres. Seule une paroi de cuve latérale n'est pas montée, comme visible sur la figure 7, de manière à fixer les premiers raidisseurs 11 et les troisièmes raidisseurs 13 à l'intérieur de la cuve sur les différents raidisseurs longitudinaux 5. La paroi supérieure de cuve est équipée d'un dôme liquide 26

5 permettant notamment de faire passer les différents appareillages pour remplir et vider la cuve 1 mais également pour finir le montage de la cuve 1 lorsque la dernière paroi de cuve est assemblée aux autres. La dernière paroi de cuve est alors assemblée aux autres parois de cuve et les deuxièmes raidisseurs 12 sont soudés à cette paroi et la paroi opposée.

10 La figure 9 représente une cuve étanche et thermiquement isolante autoporteuse 1 fixée à une double coque 72 d'un navire 70. Comme on peut le voir sur cette figure, la cuve 1 est équipée au niveau de ses arêtes des panneaux isolants d'arête 27 permettant de faire la jonction entre les panneaux isolants 22 d'une première paroi et les panneaux isolants 23 d'une deuxième paroi orthogonale à la

15 première paroi. Dans le mode de réalisation représenté, les panneaux isolants d'arête 27 ont donc une forme cylindrique à base triangulaire.

Afin de fixer la cuve 1 à la double coque 72, des câbles 25 sont utilisés afin de relier les arêtes de la paroi supérieure de cuve avec la double coque 72 ainsi que les arêtes de la paroi inférieure de cuve avec la double coque 72. Les câbles ont donc

20 une extrémité fixée à la double coque 72 et une autre extrémité fixée au niveau du pourtour 4 des cadres inférieure et supérieure.

Les câbles 25 sont fixés de manière à être orientés orthogonalement à une direction reliant l'arête de la cuve 1 où est fixée le câble 25 et l'arête opposée de la cuve 1. De cette façon, lors de la contraction thermique de la cuve 1, les câbles 25

25 sont orientés de manière à tourner autour de leur point d'ancrage sur la double coque 72 évitant ainsi toute contrainte de traction/compression sur les câbles pouvant les amener à rompre. La cuve 1 est ainsi fixée à la double coque 72 de manière robuste en prenant en compte une éventuelle contraction thermique dû à un chargement de fluide cryogénique par exemple.

30 Les figures 11 et 12 représentent une structure de treillis d'une cuve étanche autoporteuse formée par des raidisseurs internes selon une deuxième variante, la structure extérieure 2 n'étant pas représentée pour plus de visibilité. Cette variante

diffère de la première variante illustrée notamment sur la figure 3 par la forme des raidisseurs internes ainsi que par l'agencement des raidisseurs internes les uns par rapport aux autres.

La structure de treillis des figures 11 et 12 comprend comme précédemment
5 des premiers raidisseurs 11 s'étendant dans la première direction, des deuxièmes raidisseurs 12 s'étendant dans la deuxième direction et des troisièmes raidisseurs 13 s'étendant dans la troisième direction. Toutefois, dans cette variante, les raidisseurs 11, 12, 13 sont formés de barres à section carré.

De plus, les troisièmes raidisseurs 13 sont composés d'une unique barre
10 allongée s'étendant d'une paroi de cuve à une paroi de cuve opposée. Chaque premier raidisseur 11 est formé par deux premières barres d'extrémité 111 situés aux extrémités du premier raidisseur 11 et d'une pluralité de premières barres intermédiaires 112 situées entre les premières barres d'extrémité 111. Les premières barres d'un même premier raidisseur 11 sont alignées et espacées les unes avec les
15 autres dans la première direction.

De la même manière, chaque deuxième raidisseur 12 est formé par deux
deuxièmes barres d'extrémité 121 situés aux extrémités du deuxième raidisseur 12 et d'une pluralité de deuxièmes barres intermédiaires 122 situées entre les deuxièmes barres d'extrémité 121. Les deuxièmes barres d'un même deuxième raidisseur 12
20 sont alignées et espacées les unes avec les autres dans la deuxième direction.

Afin de former la structure en treillis et de solidifier l'ensemble des raidisseurs internes entre eux, les premiers raidisseurs 11 et les deuxième raidisseurs 12 sont fixés sur les troisièmes raidisseurs 13 au niveau de nœuds de raidisseur 28 formant ainsi une intersection entre un premier raidisseur 11, un deuxième raidisseur 12 et un
25 troisième raidisseur 13. Ainsi, au niveau d'un nœud de raidisseur 28 comme représenté plus en détail sur la figure 12, deux premières barres 111, 112 et deuxièmes barres 121, 122 sont fixés sur chacun des côtés d'un troisième raidisseur 13. L'espace entre deux premières barres 111, 112 adjacentes ou entre deux deuxièmes barres 121, 122 adjacentes est ainsi comblé par un troisième raidisseur
30 13.

Les premières barres d'extrémité 111 et les deuxièmes barres d'extrémité 121 comprennent une première extrémité fixée à la structure extérieure 2 et une deuxième extrémité fixée à l'un des troisièmes raidisseurs 13. La première extrémité des premières barres d'extrémité 111 et des deuxièmes barres d'extrémité 121 est
5 équipé d'un gousset 20 formé par deux ailes triangulaires fixés de part et d'autre des barres d'extrémité 111, 121.

La structure en treillis des figures 11 et 12 comprend également des raidisseurs de renfort 29 situés au niveau des arêtes de la structure extérieure 2. En effet, les raidisseurs de renfort 29 sont d'une part, fixés à une arête de la structure
10 extérieure 2 et d'autre part, fixés à l'un des nœuds de raidisseurs adjacents à ladite arête de la structure extérieure 2, de sorte à ce que le raidisseur de renfort soit incliné d'un angle de 45 degrés par rapport à la première direction, à la deuxième direction ou à la troisième direction selon l'orientation de l'arête.

La figure 13 représente une cuve étanche autoporteuse comprenant des
15 parois lobées selon un troisième mode de réalisation. Dans les modes de réalisation précédents, les plaques courbées 7 des parois lobées font saillie vers l'extérieur de la cuve de sorte à ce qu'elles fassent également saillie hors du cadre 3 dans la direction d'épaisseur sur lequel les plaques courbées 7 sont fixées. Contrairement à ces modes de réalisation, le troisième mode de réalisation illustre cette fois ci des
20 parois lobées qui sont comprises dans l'épaisseur du cadre 3 dans lequel elles sont fixées ce qui permet d'avoir une paroi de cuve plane malgré les parois lobées. Ainsi, comme illustré sur la vue en coupe en figure 14, les plaques courbées 7 des parois lobées font toujours saillie vers l'extérieur de la cuve mais cette fois, les quatre bords de la plaque courbée sont soudés au cadre 3. Le cadre 3 étant formé entre une
25 enveloppe externe plane 31 et une enveloppe interne plane 32 dans la direction d'épaisseur, les parois lobées sont ainsi situées entre l'enveloppe externe plane 31 et l'enveloppe interne plane 32.

Dans le mode de réalisation de la figure 13, les cadres 3 des différentes parois de cuve ne sont pas fixés directement les uns aux autres. En effet, les cadres
30 3 sont fixés entre eux ici par l'intermédiaire de la structure en treillis au lieu d'être fixés les uns aux autres par leur pourtour. Les cadres 3 qui sont disposés dans un plan de normale étant la première direction, sont soudés au niveau de leur pourtour 4 et de

leurs raidisseurs longitudinaux 5 à des premières barres d'extrémité 111. Les cadres 3 qui sont disposés dans un plan de normale étant la deuxième direction, sont soudés au niveau de leur pourtour 4 et de leurs raidisseurs longitudinaux 5 à des deuxièmes barres d'extrémité 121. Les cadres 3 qui sont disposés dans un plan de normale étant la troisième direction, sont soudés au niveau de leur pourtour 4 et de leurs raidisseurs longitudinaux 5 aux extrémités de troisièmes raidisseurs 13.

Les pourtours 4 de cadres 3 adjacents sont ainsi espacés de la distance minimale entre la première extrémité d'une première barre d'extrémité 111 et la première extrémité d'une deuxième barre d'extrémité 121 par exemple. Afin de former une surface fermée étanche tout autour de la cuve, des parois lobées d'angle 30 sont soudées aux pourtours 4 de cadres 3 adjacents afin de combler l'espacement entre ces cadres 3. Les parois lobées d'angle 30 comprennent chacune une plaque courbée comportant deux bords droits et quatre bords courbés. Les bords droits des parois lobées d'angle 30 sont soudés aux pourtours 4 de deux cadres 3 adjacents de la structure extérieure 2. Les bords courbés sont quant à eux soudés à bords courbés des parois lobées d'angle 30 adjacentes.

La figure 15 représente une portion de la structure en treillis pour la cuve étanche autoporteuse du troisième mode de réalisation illustré en figure 13. Cette structure en treillis est formée de manière assez similaire à celle illustrée en figure 11 mais diffère de celle-ci du fait de la présence des parois lobées d'angle 30 et de l'écartement entre deux cadres 3 adjacents. C'est pourquoi seul un coin de la structure en treillis est représenté sur la figure 15. En effet, du fait de la modification de la structure extérieure 2, seul l'agencement des raidisseurs de renfort 29 a été modifié par rapport à la variante illustrée en figure 11. Dans la variante illustrée en figure 15, les raidisseurs de renfort 29 s'étendent sous les parois lobées d'angle 30 et sont fixés d'une part à une extrémité de l'un des raidisseurs internes soudé au pourtour 4 d'un cadre 3 et d'autre part à une extrémité de l'un des raidisseurs internes soudé au pourtour 4 d'un cadre 3 adjacent.

Les figures 17 à 19 représentent une structure de treillis d'une cuve étanche autoporteuse formée par des raidisseurs internes selon une troisième variante. Cette variante diffère des variantes précédemment illustrées notamment par l'assemblage des raidisseurs internes les uns avec les autres.

La figure 17 illustre une portion de la cuve comportant la structure en treillis. Comme précédemment cette structure comporte des premiers raidisseurs 11, des deuxièmes raidisseurs 12, des troisièmes raidisseurs 13, des raidisseurs complémentaires 14 ainsi que des raidisseurs de renfort 29.

5 Les premiers raidisseurs 11 et les deuxièmes raidisseurs 12 sont formés comme dans la deuxième variante par des premières barres d'extrémité 111, des premières barres intermédiaires 112, des deuxièmes barres d'extrémité 121 et des deuxièmes barres intermédiaires 122. Contrairement à la deuxième variante, chaque troisième raidisseur 13 comprend une pluralité de troisièmes barres 131, 132, les
10 troisièmes barres 131, 132 étant alignés les unes aux autres dans la troisième direction et étant espacées les unes des autres. Les troisièmes barres comprennent deux troisièmes barres d'extrémité 131 situées aux extrémités du troisième raidisseur 13 et une pluralité de troisièmes barres intermédiaires 132 situées entre les troisièmes barres d'extrémité 131. Les raidisseurs complémentaires 14 sont également formés
15 par une pluralité de barres complémentaires 141.

La structure en treillis comporte également des connecteurs doubles 33 et des connecteurs simples 34. Les connecteurs doubles 33 sont formés par une première plaque de raccordement 35 et une deuxième plaque de raccordement 36 orthogonale à la première plaque de raccordement 35. La première plaque de
20 raccordement 35 comprend un orifice d'emboîtement 37 permettant à la deuxième plaque de raccordement de traverser la première plaque de raccordement afin de les fixer l'une à l'autre pour former le connecteur double 33, comme visible sur la figure 19 en association avec la figure 17. Les connecteurs simples 34 sont formés d'une seule plaque de raccordement 35. La plaque de raccordement 35 du connecteur
25 simple 34 est fixée à l'un des cadres de la cuve, soit l'un des raidisseurs longitudinaux soit le pourtour du cadre.

Les premières barres d'extrémité 111, les deuxièmes barres d'extrémité 121, et les troisièmes barres d'extrémité 131 sont soudés à l'une de leurs extrémités à l'un des connecteurs simples 34 et l'autre de leurs extrémités à l'un des connecteurs
30 doubles 33. Les premières barres intermédiaires 112, les deuxièmes barres intermédiaires 122, et les troisièmes barres intermédiaires 132 sont soudés à chacune de leurs extrémités à l'un des connecteurs doubles 33.

Deux premières barres 111, 112 adjacentes et deux deuxièmes barres 121, 122 adjacentes sont soudés à la première plaque de raccordement 35 de l'un des connecteurs doubles 33, et deux troisièmes barres 131 adjacentes sont soudés à la deuxième plaque de raccordement 36 dudit connecteur double 33. Les connecteurs doubles 33 forment ainsi des zones d'intersection de raidisseurs internes 11, 12, 13 appelées nœud de raidisseur 28.

La structure en treillis comporte également des raidisseurs de renfort 29 formés par des barres de renfort 291. Les barres de renfort 291 sont inclinés d'un angle d'environ 45° par rapport à la première direction, à la deuxième direction ou à la troisième direction. Les barres de renfort 291 sont fixées à l'une de ses extrémités à un connecteur double 33 et à l'autre de ses extrémités à un autre connecteur double 33 ou à un connecteur simple 34, comme représenté sur les figures 17 et 19. Ainsi, certains connecteurs doubles 33 sont soudés à huit barres de renfort 291, deux premières barres 111, 112, deux deuxièmes barres 121, 122 et deux troisièmes barres 131, 132. Tandis que d'autres connecteurs doubles sont soudés à seulement deux premières barres 111, 112, deux deuxièmes barres 121, 122 et deux troisièmes barres 131, 132.

Comme visible sur la figure 18, l'ensemble des raidisseurs internes 11, 12, 13, les raidisseurs de renfort 29 et les raidisseurs complémentaires 14 sont formés par des barres 111, 112, 121, 122, 131, 132, 141, 291 de section circulaire. Les barres 111, 112, 121, 122, 131, 132, 141, 291 de section circulaire comprennent à chacune de leur extrémité une paire de fentes de fixation 38 diamétralement opposées. Ces barres 111, 112, 121, 122, 131, 132, 141, 291 sont ainsi soudées à un connecteur 33, 34 en insérant l'une des plaques de raccordement 35, 36 dans la paire de fentes de fixation 38.

La figure 16 illustre une vue en perspective d'une structure extérieure 2 où seuls ont été représentés les cadres 3 selon un autre mode de réalisation. Dans ce mode de réalisation, la structure extérieure 2 est formé uniquement de deux cadres 3 formant deux parois opposées de la cuve 1. Les cadres 3 sont ici fixés l'un à l'autre au niveau de leur pourtour 4 respectif par l'intermédiaire de raidisseurs longitudinaux 5. De plus, les raidisseurs longitudinaux 5 sont également fixés les uns aux autres de

sorte à former des ouvertures 6 sur les autres parois de la structure extérieure 2, qui sont identiques aux ouvertures 6 des cadres 3.

Dans cet autre mode de réalisation, le procédé de fabrication de la cuve étanche est légèrement différent des modes de réalisation présentés précédemment.

- 5 En effet, du fait que la structure extérieure 2 n'est formée que de deux cadres 3, l'un des cadres 3 est d'abord assemblé et muni des parois lobées de sorte à former une paroi de fond de la cuve. Puis, les raidisseurs internes sont assemblés les uns aux autres de sorte à former la structure en treillis. Enfin, l'autre des cadres 3 est assemblé au cadre 3 formant la paroi de fond de cuve à l'aide des raidisseurs longitudinaux.

- 10 En référence à la figure 10, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72
15 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

- De manière connue en soi, des canalisations de chargement/déchargement 73 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de
20 connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

- La figure 10 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une
25 installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de méthaniers. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et
30 de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76

au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

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.

10 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.

15 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

REVENDICATIONS

1. Paroi de cuve étanche pour former une cuve étanche de stockage d'un fluide, la paroi comprenant :
 - un cadre (3) plan comprenant un pourtour (4) et des raidisseurs longitudinaux (5)
- 5 placés à l'intérieur du pourtour (4) dans une direction longitudinale de manière à ce que chaque raidisseur longitudinal s'étende d'un côté du pourtour (4) à un côté opposé du pourtour (4), le pourtour (4) et les raidisseurs longitudinaux (5) étant configurés pour définir des ouvertures (6) dans le cadre (3),
- des parois lobées fixées sur le cadre (3) par soudage autour desdites ouvertures (6)
- 10 pour obturer lesdites ouvertures (6), de manière à faire saillie dans une direction d'épaisseur orthogonale au cadre (3) et vers l'extérieur de la cuve à former.
2. Paroi de cuve selon la revendication 1, dans laquelle le pourtour (4) présente une forme rectangulaire et est composé d'une pluralité de barreaux assemblés les uns aux autres.
- 15 3. Paroi de cuve selon l'une des revendications 1 à 2, dans laquelle le cadre (3) comprend des raidisseurs complémentaires (14), les raidisseurs complémentaires (14) ayant une première extrémité fixée à un côté du pourtour (4) et une deuxième extrémité fixée à un côté opposé du pourtour (4) et les raidisseurs complémentaires (14) s'étendant dans une direction transversale perpendiculaire à la
- 20 direction longitudinale des raidisseurs longitudinaux (5).
4. Paroi de cuve selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle la paroi comprend une barrière thermiquement isolante (21) fixée sur le cadre (3) du côté extérieur de la cuve à former.
5. Paroi de cuve selon la revendication 4, dans laquelle la barrière
- 25 thermiquement isolante (21) présente une surface interne ayant une forme complémentaire des parois lobées.
6. Paroi de cuve selon la revendication 4 ou la revendication 5, dans laquelle la barrière thermiquement isolante (21) comporte une couche interne (23) réalisée dans un matériau isolant souple déformable et une couche externe (24)
- 30 réalisée dans un matériau isolant rigide.

7. Paroi de cuve selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle les parois lobées comprennent des plaques courbées (7) comportant au moins deux côtés courbés (8), et des plaques de fermeture (10) situées sur les côtés courbés (8) des plaques courbées (7), les plaques de fermeture (10) reliant de manière étanche
5 les côtés courbés (8) au cadre (3).

8. Paroi de cuve selon la revendication 7, dans laquelle les plaques courbées (7) sont des plaques courbées (7) rectangulaires comprenant deux côtés courbés (8) et deux côtés droits (9), les côtés droits (9) étant soudés au cadre (3) de part et d'autre d'une ouverture (6).

10 9. Cuve étanche (1) pour le stockage d'un fluide, la cuve comprenant :
- une structure extérieure (2) composée d'une pluralité de parois de cuve assemblées les unes aux autres de manière à former une structure prismatique délimitant un espace interne, au moins deux des parois de cuve étant selon l'une des revendications 1 à 8 ;
15 - des raidisseurs internes (11, 12, 13) situés dans l'espace interne de la structure extérieure (2) de manière à former une structure en treillis, chaque raidisseur interne (11, 12, 13) comportant une première extrémité fixée au cadre (3) d'une première des au moins deux parois de cuve et une deuxième extrémité fixée au cadre (3) d'une deuxième des au moins deux parois de cuve opposée à la première paroi de cuve,
20 les raidisseurs internes (11, 12, 13) étant fixés auxdits cadres (3) pour reprendre un effort causé par la pression dans ledit espace interne.

10. Cuve étanche (1) selon la revendication 9, dans laquelle un raidisseur interne (11, 12, 13) est situé au droit d'un raidisseur longitudinal dudit cadre (3) et s'étend perpendiculairement à une dite paroi de cuve.

25 11. Cuve étanche (1) selon la revendication 9 ou la revendication 10, dans laquelle chacune des parois de cuve est selon l'une des revendications 1 à 8.

12. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 9 à 11, dans laquelle les raidisseurs internes (11, 12, 13) comprennent des premiers raidisseurs (11) orientés selon une première direction, des deuxièmes raidisseurs (12) orientés
30 selon une deuxième direction différente de la première direction et des troisièmes

raidisseurs (13) orientés selon une troisième direction différente de la première direction et de la deuxième direction.

13. Cuve étanche (1) selon la revendication 12, dans laquelle la première direction, la deuxième direction, et la troisième direction forment un repère orthogonal tridimensionnel.

14. Cuve étanche (1) selon la revendication 12 ou la revendication 13, dans laquelle les raidisseurs internes (11, 12, 13) sont formées par des barres (111, 121, 112, 122) de section carrée.

15. Cuve étanche (1) selon la revendication 12 ou la revendication 13, dans laquelle l'un des premiers raidisseurs (11) comprend au moins un orifice (19) configuré pour que l'un des troisièmes raidisseurs (13) traverse le premier raidisseur (11).

16. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 12 à 14, dans laquelle l'un des deuxièmes raidisseurs (12) comprend au moins un orifice (19) configuré pour que l'un des troisièmes raidisseurs (13) traverse le deuxième raidisseur (12).

17. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 9 à 15, dans laquelle chaque raidisseur interne (11, 12, 13) comprend au moins une tôle allongée (15), et au moins un profilé (16) comportant une base (17) fixée à la tôle allongée (15) et deux ailes (18) de part et d'autre de la base (17), les ailes (18) faisant saillie de la tôle allongée (15).

18. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 12 à 16, dans laquelle l'un des premiers raidisseurs (11) et/ou l'un des deuxièmes raidisseurs (12) comprend deux tôles allongées (15) et une pluralité de profilés (16) situés entre les deux tôles allongées (15), les profilés (16) comportant une base (17) fixée à l'une des tôles allongées (15) et deux ailes (18) de part et d'autre de la base (17), les ailes (18) faisant saillie de chaque tôle allongée (15), et dans laquelle les profilés (16) sont espacés régulièrement sur la tôle allongée (15).

19. Cuve étanche (1) selon la revendication 14 ou la revendication 15, dans laquelle l'orifice (19) configuré pour que l'un des troisièmes raidisseurs (13)

traverse l'un des premiers raidisseurs (11) ou l'un des deuxièmes raidisseurs (12) est un espace formé entre les profilés (16).

20. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 12 à 14, dans laquelle chaque troisième raidisseur (13) est composé d'un unique raidisseur allongé s'étendant d'une paroi de cuve à une paroi de cuve opposée.

21. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 12 à 14, chaque troisième raidisseur (13) comprend une pluralité de troisièmes barres (131, 132), les troisièmes barres (131, 132) étant alignés les unes aux autres dans la troisième direction et étant espacées les unes des autres

10 22. Cuve étanche (1) selon la revendication 20 ou la revendication 21, dans laquelle chaque premier raidisseur (11) et/ou chaque deuxième raidisseur (12) comprend une pluralité de premières barres (111, 112) et/ou deuxièmes barres (121, 122) respectivement, les premières barres (111, 112) ou les deuxièmes barres (121, 122) étant alignés les unes aux autres dans la première direction ou la deuxième direction respectivement, les premières barres (111, 112) ou les deuxièmes barres 15 (121, 122) étant espacées les unes des autres.

23. Cuve étanche (1) selon la revendication 22, dans laquelle les premières barres comprennent deux premières barres d'extrémité (111) situées aux extrémités du premier raidisseur (11) et au moins une première barre intermédiaire 20 (112) située entre les premières barres d'extrémité (111), deux premières barres (111, 112) adjacentes étant fixées l'une à l'autre par l'intermédiaire de l'un des troisièmes raidisseurs (13).

24. Cuve étanche (1) selon la revendication 22 ou la revendication 23, dans laquelle les deuxièmes barres comprennent deux deuxièmes barres d'extrémité 25 (121) situées aux extrémités du deuxième raidisseur (12) et au moins une deuxième barre intermédiaire (122) située entre les deuxièmes barres d'extrémité (121), deux deuxièmes barres (121, 122) adjacentes étant fixées l'une à l'autre par l'intermédiaire de l'un des troisièmes raidisseurs (13).

25. Cuve étanche (1) selon les revendications 21 et 22 prises en 30 combinaison, dans laquelle la cuve comporte des connecteurs (33, 34) formés d'au moins une plaque de raccordement (35, 36), deux premières barres adjacentes (111,

112), deux deuxièmes barres adjacentes (121, 122) ou deux troisièmes barres adjacentes (131, 132) étant fixées l'une à l'autre par l'intermédiaire de l'un des connecteurs (33, 34).

26. Cuve étanche selon la revendication 25, dans laquelle les
5 raidisseurs internes (11, 12, 13) et les connecteurs (33, 34) sont adaptés pour être assemblés l'un à l'autre avec au moins deux degrés de liberté.

27. Cuve étanche selon la revendication 25 ou la revendication 26, dans laquelle les premières barres (111, 112), les deuxièmes barres (121, 122) et les troisièmes barres (131, 132) comprennent à chacune de leur extrémité une paire de
10 fentes de fixation (38) parallèles, et les premières barres (111, 112), les deuxièmes barres (121, 122) et les troisièmes barres (131, 132) étant configurées pour être soudées à l'une des plaques de raccordement (35, 36) en insérant ladite plaque de raccordement (35, 36) dans la paire de fentes de fixation (38).

28. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 24 à 27, dans
15 laquelle les premières barres d'extrémité (111) ou les deuxièmes barres d'extrémité (121) comprennent une première extrémité fixée à la structure extérieure (2) et une deuxième extrémité fixée à l'un des troisièmes raidisseurs (13).

29. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 9 à 28, dans laquelle la structure en treillis comporte des nœuds de raidisseur (28), chaque nœud
20 de raidisseur (28) étant configuré pour former une zone d'intersection dans la structure en treillis où au moins deux raidisseurs internes se croisent.

30. Cuve étanche (1) selon la revendication 29, dans laquelle la cuve comprend des raidisseurs de renfort (29) incliné d'un angle d'environ 45° par rapport à la première direction, à la deuxième direction ou à la troisième direction, les
25 raidisseurs de renfort (29) étant fixées à l'une de ses extrémités à l'un des nœuds de raidisseur (28) et à l'autre de ses extrémités à un autre des nœuds de raidisseur (28) ou l'une des parois de cuve.

31. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 9 à 30, dans laquelle une première desdites parois de cuve est fixée à une deuxième desdites
30 parois de cuve en soudant le cadre de la première paroi de cuve au cadre de la deuxième paroi de cuve.

32. Cuve étanche (1) selon l'une des revendications 9 à 30, dans laquelle une première desdites parois de cuve est fixée à une deuxième desdites parois de cuve par l'intermédiaire d'une paroi lobée d'angle (30), la paroi lobée d'angle (30) comprenant un premier bord droit fixé au pourtour (4) de la première
5 paroi de cuve et un deuxième bord droit fixé au pourtour (4) de la deuxième paroi de cuve.

33. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une des revendications 9 à 32 disposée dans la double coque.

10 34. Navire (70) selon la revendication 33, dans lequel la cuve étanche (1) est fixée à la double coque (72) à l'aide de câbles (25).

35. Navire (70) selon la revendication 34, dans lequel la cuve étanche (1) comprend un centre et des arêtes au niveau de la liaison des cadres (3) les uns avec les autres, les câbles (25) étant fixés au niveau des arêtes de la cuve et étant
15 fixés à la double coque (72) de manière à être orientés orthogonalement à une direction reliant le centre de la cuve à l'arête où est fixé le câble (25).

36. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon l'une des revendications 33 à 35, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la
20 coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

37. Procédé de fabrication d'une cuve étanche (1) de forme prismatique,
25 dans lequel le procédé comprend les étapes suivantes :
- fournir plusieurs parois de cuve selon l'une des revendications 1 à 8 ;
- assembler les parois de cuve les unes aux autres de manière étanche afin de former une structure extérieure (2) prismatique ouverte ;
- fournir une pluralité de raidisseurs internes (11, 12, 13) ;
30 - fixer les raidisseurs internes (11, 12, 13) à l'intérieur de la structure extérieure (2) de manière à former une structure en treillis, chaque raidisseur interne (11, 12, 13)

comportant une première extrémité fixée à un cadre (3) et une deuxième extrémité fixée à un cadre (3) opposé, les raidisseurs internes (11, 12, 13) étant fixés sur les raidisseurs longitudinaux (5) ou sur les pourtours (4) desdits cadres (3) ;

- assembler une ou plusieurs parois de cuve à la structure extérieure (2) ouverte de manière à fermer la structure extérieure (2) prismatique de manière étanche.

38. Procédé de fabrication d'une cuve étanche (1) de forme prismatique, dans lequel le procédé comprend les étapes suivantes :

- fournir plusieurs parois de cuve selon l'une des revendications 1 à 8 ;
- placer l'une des parois de cuve de manière à former une paroi de fond de la cuve (1) ;
- fournir une pluralité de raidisseurs internes (11, 12, 13) ;
- fixer les raidisseurs internes (11, 12, 13) à la paroi de fond de la cuve (1) et les uns aux autres de manière à former une structure en treillis ;
- assembler les autres parois de cuve à la paroi de fond de la cuve (1) et entre elles de manière étanche afin de former une structure extérieure (2) prismatique fermée, chaque raidisseur interne (11, 12, 13) comportant une première extrémité fixée à un cadre (3) et une deuxième extrémité fixée à un cadre (3) opposé, les raidisseurs internes (11, 12, 13) étant fixés sur les raidisseurs longitudinaux (5) ou sur les pourtours (4) desdits cadres (3).

39. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon l'une des revendications 33 à 35, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71).