

STRUCTURE D'ANGLE D'UNE CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE ET SON PROCEDE D'ASSEMBLAGE

Domaine technique

5 L'invention se rapporte au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique.

Des cuves étanches et thermiquement isolantes à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est
10 stocké, à pression atmosphérique, à environ -162°C. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz naturel liquéfié ou à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

L'invention concerne plus particulièrement une structure d'angle d'une telle
15 cuve ainsi que son procédé d'assemblage.

Arrière-plan technologique

La demande de brevet FR2691520 décrit une cuve étanche et thermiquement isolante, intégrée dans une structure porteuse, telle que la double coque d'un navire. Chaque paroi de la cuve comporte une structure multicouche
20 présentant successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire retenue à la structure porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire et une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve.

25 Les zones d'angle de la cuve sont réalisées à partir de structures d'angle préassemblées, en forme de dièdre. Chaque structure d'angle préassemblée comporte :

- deux panneaux isolants biseautés qui sont collés l'un à l'autre et forment l'angle de la barrière thermiquement isolante secondaire ;
- 30 - une bande étanche souple reposant sur les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante secondaire et formant l'angle de la membrane d'étanchéité secondaire ;

- une pluralité de blocs isolants fixés sur les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante secondaire et formant l'angle de la barrière thermiquement isolante primaire ; et
 - des cornières métalliques fixées sur les blocs isolants et formant l'angle de la
- 5 barrière thermiquement isolante primaire.

De telles structures d'angle ne permettent pas de compenser les tolérances dimensionnelles de fabrication de la barrière thermiquement isolante secondaire de chaque paroi, dues notamment aux marges de tolérance qui sont admises dans la fabrication de la structure porteuse. Or, à titre d'exemple, les tolérances de

10 fabrication de la structure porteuse sont susceptibles d'atteindre plusieurs centimètres.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de proposer un procédé d'assemblage d'une structure d'angle d'une cuve étanche et thermiquement isolante qui permette

15 de compenser les tolérances de fabrication de la structure porteuse.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit un procédé d'assemblage d'une structure d'angle destinée à être disposée à une intersection entre une première paroi et une deuxième paroi d'une cuve étanche et thermiquement isolante ; la première et la deuxième parois comprenant chacune, dans une

20 direction d'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une structure porteuse, une barrière thermiquement isolante secondaire retenue à la structure porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire et une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve ; la structure porteuse de la première et de la

25 deuxième parois se rejoignant au niveau d'une arête ;

le procédé d'assemblage comportant:

- fournir un premier et un deuxième panneaux isolants de forme parallélépipédique rectangle et présentant chacun une première face destinée à être disposée parallèlement à l'arête et destinée à longer ladite arête, une deuxième face opposée
- 30 à ladite première face et une face interne joignant la première face à la deuxième face ; le premier et le deuxième panneaux isolants étant destinés à être placés dans un emplacement de destination respectif ; le premier et le deuxième panneaux isolants étant destinés à être disposés respectivement contre la structure porteuse

de la première et de la deuxième parois de manière à former un coin entre les barrières thermiquement isolantes secondaires de la première et de la deuxième parois ;

- fournir un premier et un deuxième blocs isolants ; le premier bloc isolant étant apte à être fixé sur la face interne du premier panneau isolant par des moyens d'ancrage du premier bloc isolant sur le premier panneau isolant ; le deuxième bloc isolant étant apte à être fixé sur la face interne du deuxième panneau isolant par des moyens d'ancrage du deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant ; au moins les moyens d'ancrage du premier bloc isolant sur le premier panneau isolant étant des moyens d'ancrage à positionnement ajustable ;
- déterminer une première consigne pour une dimension dudit premier panneau isolant selon une direction orthogonale à la première face dudit premier panneau isolant, en fonction d'une première mesure dimensionnelle in-situ de la structure porteuse de la première paroi selon une direction orthogonale à l'arête ; la première mesure dimensionnelle étant représentative de l'espace entre l'arête et un élément isolant de la barrière thermiquement isolante secondaire de la première paroi qui est adjacent à l'emplacement de destination dudit premier panneau isolant ;
- découper le premier panneau isolant le long de la première face du premier panneau isolant en ajustant à la première consigne, la dimension dudit premier panneau isolant selon la direction orthogonale à la première face de manière à ajuster la position du coin entre les barrières thermiquement isolantes secondaires de la première et de la deuxième parois par rapport à la deuxième face du premier panneau isolant ;
- fixer le premier et le deuxième panneaux isolants respectivement contre la structure porteuse de la première et la deuxième parois dans leur emplacement de destination respectif de manière à former le coin entre les barrières thermiquement isolantes secondaires de la première et de la deuxième parois ; la première face de chacun des premier et deuxième panneaux isolants étant disposée parallèlement à l'arête, le long de celle-ci ;
- fixer le premier et le deuxième blocs isolants respectivement sur le premier et le deuxième panneaux isolants en ajustant la position relative du premier bloc isolant sur le premier panneau isolant au moyens desdits moyens d'ancrage à positionnement ajustable de manière à former un coin entre les barrières thermiquement isolantes primaires de la première et de la deuxième parois, lesdits

moyens d'ancrage à positionnement ajustable autorisant une pluralité de positions dudit premier bloc isolant sur le premier panneau isolant, les positions étant espacées les unes des autres selon une direction orthogonale à l'arête et parallèle à la structure porteuse de la première paroi.

- 5 Grâce à un tel procédé d'assemblage, il est possible de compenser les tolérances dimensionnelles de fabrication de la structure porteuse de la première paroi, de manière simple, au niveau de la barrière thermiquement isolante secondaire de la zone d'angle.

En outre, grâce aux moyens d'ancrage à positionnement ajustable, les
10 modifications du positionnement relatif du premier bloc isolant sur le premier panneau isolant qui résultent de la découpe du premier panneau isolant sont faciles à compenser.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également une structure d'angle disposée à une intersection entre une structure porteuse respective d'une
15 première et d'une deuxième parois d'une cuve étanche et thermiquement isolante, la première et la deuxième paroi comprenant chacune, dans une direction d'épaisseur, une barrière thermiquement isolante secondaire retenue à la structure porteuse de ladite première ou deuxième paroi, une membrane d'étanchéité secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire et une membrane
20 d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve, la structure porteuse de la première et de la deuxième parois se rejoignant au niveau d'une arête;

la structure d'angle comportant:

- un premier et un deuxième panneaux isolants formant un coin entre les barrières
25 thermiquement isolantes secondaires de la première et de la deuxième paroi et qui sont respectivement fixés sur la structure porteuse de la première et de la deuxième parois ;
- un premier et un deuxième blocs isolants formant un coin entre les barrières thermiquement isolantes primaires de la première et de la deuxième paroi et qui
30 sont respectivement fixés sur le premier et le deuxième panneaux isolants via des moyens d'ancrage ;
- au moins les moyens d'ancrage du premier bloc isolant sur le premier panneau isolant étant des moyens d'ancrage à positionnement ajustable autorisant une pluralité de positions dudit premier bloc isolant sur le premier panneau isolant, les

positions étant espacées les unes des autres selon une direction orthogonale à l'arête et parallèle à la première paroi.

Selon des modes de réalisation, un tel procédé d'assemblage et/ou une telle structure d'angle peuvent comporter une ou plusieurs des caractéristiques 5 suivantes.

Selon un mode de réalisation, le premier panneau isolant est découpé selon un plan de coupe parallèle à une droite formée à l'intersection entre la première face et la face interne du premier panneau isolant.

10 Selon un mode de réalisation, la première consigne correspond à la distance selon la direction orthogonale à l'arête entre la deuxième face du premier panneau isolant et l'angle ménagé entre les faces internes du premier et du deuxième panneaux isolants.

De manière avantageuse, les moyens d'ancrage à positionnement ajustable sont agencés de telle sorte que les différentes positions autorisées 15 s'étendent sur une plage supérieure à 30mm, avantageusement supérieure à 50 mm, par exemple de l'ordre de 80 mm.

Selon un mode de réalisation, les moyens d'ancrage à positionnement ajustable sont ancrés fixement sur le premier ou le deuxième panneau isolant préalablement à l'étape de découpe dudit premier ou deuxième panneau isolant.

20 Selon un mode de réalisation, les moyens d'ancrage du deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant sont des moyens d'ancrage à positionnement ajustable autorisant une pluralité de positions dudit deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant, les positions étant espacées les unes des autres selon une direction orthogonale à l'arête et parallèle à la deuxième paroi ;
25 dans lequel l'on détermine une deuxième consigne pour une dimension dudit deuxième panneau isolant selon une direction orthogonale à la première face dudit deuxième panneau isolant, en fonction d'une deuxième mesure dimensionnelle in-situ de la structure porteuse de la deuxième paroi selon une direction orthogonale à l'arête ; la deuxième mesure dimensionnelle étant représentative de l'espace entre
30 l'arête et un élément isolant de la barrière thermiquement isolante secondaire de la deuxième paroi qui est adjacent à l'emplacement de destination dudit deuxième panneau isolant ;
dans lequel l'on découpe le deuxième panneau isolant le long de la première face

du deuxième panneau isolant en ajustant à la deuxième consigne, la dimension dudit deuxième panneau isolant selon la direction orthogonale à la première face de manière à ajuster la position du coin entre les barrières thermiquement isolantes secondaires de la première et de la deuxième parois par rapport à la deuxième face

5 du deuxième panneau isolant ;

et dans lequel l'on fixe le deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant en ajustant la position relative du deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant au moyen des moyens d'ancrage à positionnement ajustable du deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant, lesdits moyens d'ancrage à

10 positionnement ajustable autorisant une pluralité de positions dudit deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant, les positions étant espacées les unes des autres selon une direction orthogonale à l'arête et parallèle à la structure porteuse de la deuxième paroi.

Selon un mode de réalisation, le deuxième panneau isolant est découpé

15 selon un plan de coupe parallèle à une droite formée à l'intersection entre la première face et la face interne du deuxième panneau isolant.

Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième panneaux isolants sont chacun découpés en biseau de telle sorte que la première face de chacun des

20 premier et deuxième panneaux isolants comporte une portion biseautée qui est adjacente à la face interne dudit panneau isolant ; le procédé comportant la mise en contact des portions biseautées du premier et du deuxième panneaux isolants l'une contre l'autre.

Selon un mode de réalisation, les angles α_1 et α_2 formées respectivement

25 par la portion biseautée du premier et du deuxième panneaux isolants par rapport à la face interne dudit panneau isolant sont liées par la relation $\alpha_1 + \alpha_2 = 360 - \beta$ avec β : l'angle en degrés formée entre les structures porteuses des deux parois. Les angles α_1 et α_2 sont par exemple déterminées par la relation $\alpha_1 = \alpha_2 = 180 - 0.5 \beta$. En outre, les dimensions a_1 et a_2 du premier et du deuxième panneaux

30 isolants, prises à une extrémité de leur portion biseautée opposée à leur face interne, selon une direction orthogonale à ladite face interne, sont déterminées par les relations :

$$a_2 = x_1 - L_1 \text{ init} - i ;$$

$$a1 = x2 - L2 \text{ init} - i ;$$

avec :

- β : l'angle en degrés formée entre les structures porteuses des deux parois;
- $\alpha1$ et $\alpha2$ en degrés ;
- 5 - e : l'épaisseur du premier panneau et du deuxième panneau ;
- $x1$: la mesure représentative de l'espace entre l'arête et le panneau isolant adjacent à l'emplacement de destination du premier panneau isolant ;
- $x2$: la mesure représentative de l'espace entre l'arête et le panneau isolant adjacent à l'emplacement de destination du deuxième panneau isolant ;
- 10 - i : la consigne de largeur d'un interstice entre l'un des premier et deuxième panneaux isolants et le panneau isolant adjacent ; et
- $L1 \text{ init}$, $L2 \text{ init}$: la dimension initiale respective du premier et du deuxième panneau isolant selon une direction orthogonale à la première face desdits panneaux isolants.

- 15 Selon un autre mode de réalisation, le premier panneau isolant est découpé le long de la première face du premier panneau isolant perpendiculairement à la face interne dudit premier panneau isolant. De manière avantageuse, le deuxième panneau isolant est également découpé le long de la première face du deuxième panneau isolant perpendiculairement à la face interne
- 20 dudit deuxième panneau isolant.

Selon un mode de réalisation, l'on fixe un élément isolant de coin contre l'arête, dans un espace destiné à être ménagé entre la première face du premier panneau isolant et la première face du deuxième panneau isolant.

- Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième blocs isolants
- 25 présentent une forme parallélépipédique rectangle et présentent chacun une première face et une deuxième face opposée à ladite première face ; et l'on détermine une troisième consigne pour une dimension dudit premier bloc isolant selon une direction orthogonale à la première face dudit premier bloc isolant, en fonction de la première mesure dimensionnelle;
- 30 l'on découpe le premier bloc isolant le long de la deuxième face du premier bloc isolant en ajustant à la troisième consigne, la dimension dudit premier bloc isolant

selon une direction orthogonale à la première face dudit premier bloc isolant ; et l'on dispose le premier et le deuxième blocs isolants respectivement sur le premier et le deuxième panneaux isolants de telle sorte que la première face du premier et du deuxième blocs isolants soient respectivement en regard de la face interne du
5 deuxième et du premier panneaux isolants.

Selon un mode de réalisation particulier, le premier bloc isolant comporte une plaque interne, une plaque externe et une couche de mousse polymère prise en sandwich entre la plaque interne et la plaque externe ; la couche de polymère présentant deux portions qui sont constituées de deux matériaux polymères
10 distincts et qui sont juxtaposées l'une à la suite de l'autre selon une direction orthogonale à la première face dudit premier bloc isolant.

Selon un mode de réalisation, l'on détermine une quatrième consigne pour une dimension dudit deuxième bloc isolant selon une direction orthogonale à la première face dudit deuxième bloc isolant, en fonction de la deuxième mesure
15 dimensionnelle; et l'on découpe le premier bloc isolant le long de la deuxième face du premier bloc isolant en ajustant à la quatrième consigne, la dimension dudit deuxième bloc isolant selon une direction orthogonale à la première face dudit deuxième bloc isolant.

20 Selon un mode de réalisation, le premier bloc isolant et le deuxième blocs isolant sont fournis dans un état préassemblé au moyen d'une cornière métallique ; ladite cornière étant fixée sur une face interne du premier et du deuxième blocs isolants et étant destinée à former un coin entre les membranes d'étanchéité primaires de la première et de la deuxième parois.

25 Selon un mode de réalisation, les moyens d'ancrage du deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant sont des moyens d'ancrage à positionnement ajustable autorisant une pluralité de position dudit deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant, les positions étant espacées les unes des autres selon une direction orthogonale à l'intersection et parallèle à la deuxième
30 paroi.

Selon un mode de réalisation, le premier bloc isolant comporte une plaque interne, une plaque externe et une couche de mousse polymère prise en sandwich entre la plaque interne et la plaque externe ; la plaque interne du premier bloc

isolant présentant un bord latéral qui débord latéralement de la couche polymère ; les moyens d'ancrage à positionnement ajustable du premier bloc isolant sur le premier panneau isolant comportant un goujon équipé d'une extrémité filetée qui est ancré sur le premier panneau isolant, un écrou vissé sur l'extrémité filetée du goujon
5 et un organe de retenu qui est plaqué contre le bord latéral de la plaque interne par l'écrou. Selon un mode de réalisation, le deuxième bloc isolant ainsi que les moyens d'ancrage du deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant présentent des caractéristiques techniques identiques.

Selon un mode de réalisation, la plaque interne du premier bloc isolant
10 comportant deux bords latéraux débordant latéralement de part et d'autre de la couche de mousse polymère, les moyens d'ancrage à positionnement ajustable du premier bloc isolant sur le premier panneau isolant comportant deux goujons qui sont chacun équipés d'une extrémité filetée et qui sont ancrés sur le premier panneau isolant de part et d'autre du premier bloc isolant, un écrou vissé sur
15 l'extrémité filetée de chacun des goujons et deux organes de retenu qui sont respectivement plaqués contre l'un et l'autre des deux bords latéraux de la plaque interne par l'un des écrous. Selon un mode de réalisation, le deuxième bloc isolant ainsi que les moyens d'ancrage du deuxième bloc isolant sur le deuxième panneau isolant présentent des caractéristiques techniques identiques.

20 Selon un mode de réalisation, l'organe de retenu est une plaque d'appui.

Selon un autre mode de réalisation, l'organe de retenu est un profilé en U.

Selon un mode de réalisation, le premier et le deuxième blocs isolants présentent une dimension selon une orientation parallèle à l'arête qui est identique à une dimension selon une orientation parallèle à des premier et deuxième panneaux
25 isolants.

Selon un mode de réalisation le premier bloc isolant présente une forme parallélépipédique rectangle et présentent une première face disposée en regard d'une face interne du deuxième panneau isolant et une deuxième face opposée à ladite première face ; le goujon étant disposé au niveau de la deuxième face du
30 premier bloc isolant et l'organe de retenue étant en outre apte à être plaqué contre un bord latéral d'une plaque interne d'un panneau isolant de la barrière thermiquement isolante primaire de la première paroi qui est adjacent audit premier bloc isolant.

Selon un mode de réalisation, le premier bloc isolant comporte une plaque interne, une plaque externe, et une couche de mousse polymère prise en sandwich entre la plaque interne et la plaque externe ; la plaque interne du premier bloc isolant présentant un bord latéral qui déborde latéralement de la couche polymère et
5 qui présente un orifice oblong s'étendant selon une direction orthogonale à l'arête ; les moyens d'ancrage à positionnement ajustable du premier bloc isolant sur le premier panneau isolant comportant un goujon qui est équipé d'une extrémité filetée, qui est ancré sur le premier panneau isolant et qui passe au travers de l'orifice oblong et un écrou vissé sur l'extrémité filetée du goujon.

10 Selon un mode de réalisation, la structure d'angle comporte en outre une première bande d'ancrage qui s'étend sur une face interne du premier bloc isolant, parallèlement à l'arête, et présente deux pattes qui font saillie latéralement de part et d'autre du premier bloc isolant, en direction de la structure porteuse de la première paroi ; chacune des pattes présentant une portion d'ancrage qui est reliée
15 au deuxième panneau isolant par une tige d'ancrage ; chaque tige d'ancrage comportant une extrémité interne qui est reliée au deuxième panneau isolant par l'intermédiaire d'une première liaison rotule, une extrémité externe qui est reliée à l'une des portions d'ancrage par l'intermédiaire d'une deuxième liaison rotule et des moyens de réglage de la longueur entre la première et la deuxième liaisons rotules
20 de chaque tige d'ancrage.

Selon un mode de réalisation, la bande d'ancrage est logée dans un lamage ménagé dans la face interne du premier bloc isolant.

Selon un mode de réalisation, l'extrémité interne de chaque tige d'ancrage passe au travers d'un orifice ménagé dans l'une des portions d'ancrage, est filetée
25 et coopère avec un écrou, ledit écrou plaquant deux rondelles enfilées sur l'extrémité interne contre la portion d'ancrage ; les deux rondelles coopérant l'une avec l'autre par l'intermédiaire de surfaces d'appui qui sont inscrites dans une sphère et sont de formes complémentaires.

Selon un mode de réalisation, l'extrémité interne de la tige d'ancrage passe
30 à l'intérieur d'une bague qui est retenue au deuxième panneau isolant est filetée et coopère avec un écrou ; ledit écrou plaquant une rondelle emmanchée sur l'extrémité interne contre la bague ; ladite rondelle et la bague coopérant l'une avec

l'autre par l'intermédiaire de surfaces d'appui qui sont inscrites dans une sphère et sont de formes complémentaires.

Selon un mode de réalisation, la structure d'angle comporte en outre une deuxième bande d'ancrage qui s'étend sur une face interne du deuxième bloc isolant, parallèlement à l'arête, et présente deux pattes qui font saillie latéralement de part et d'autre du deuxième bloc isolant, en direction de la structure porteuse de la deuxième paroi ; chacune des pattes présentant une portion d'ancrage qui est reliée au premier panneau isolant par une tige d'ancrage ; chaque tige d'ancrage comportant une extrémité interne qui est reliée au premier panneau isolant par l'intermédiaire d'une première liaison rotule, une extrémité externe qui est reliée à l'une des portions d'ancrage par l'intermédiaire d'une deuxième liaison rotule et des moyens de réglage de la longueur entre la première et la deuxième liaisons rotules de chaque tige d'ancrage.

Selon un mode de réalisation, la structure d'angle comporte en outre une pièce d'angle métallique comportant deux ailes qui sont respectivement soudées sur la première et la deuxième bandes d'ancrage de manière à former un coin entre les membranes d'étanchéité primaires de la première et de la deuxième paroi.

Selon un mode de réalisation, l'invention concerne une cuve étanche et thermique isolante comporte une structure d'angle précitée.

Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres.

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

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

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un fluide, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un
5 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 avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description
10 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 écorchée en perspective d'une paroi d'une cuve étanche et thermiquement isolante.

- **La figure 2** est une vue en coupe d'une structure d'angle selon un
15 premier mode de réalisation, disposée à l'intersection de deux parois d'une cuve étanche et thermiquement isolante.

- **La figure 3** est une vue en coupe d'une structure d'angle, similaire à la vue de la figure 2, dans laquelle l'un des panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante a été découpée afin de compenser les tolérances de
20 fabrication de la structure porteuse.

- **La figure 4** est une vue partielle en perspective de la structure d'angle de la figure 3 illustrant la barrière thermiquement isolante et, partiellement, la membrane d'étanchéité secondaire de la structure d'angle.

- **La figure 5** est une vue en perspective de la structure d'angle de la
25 figure 2.

- **La figure 6** est une vue partielle en perspective illustrant le soudage étanche des tôles métalliques de la membrane d'étanchéité primaire de l'une des parois sur des cornières de la structure d'angle de la figure 1.

- **La figure 7** est une vue en perspective d'une structure d'angle selon
30 un deuxième mode de réalisation.

- La **figure 8** est une vue en perspective d'une structure d'angle selon un troisième mode de réalisation.
- La **figure 9** est une vue en perspective d'une structure d'angle selon un quatrième mode de réalisation.
- 5 - La **figure 10** est une vue détaillée de la structure d'angle de la figure 8, représentant un moyen d'ancrage à positionnement ajustable.
- La **figure 11** est une vue détaillée de la zone XI de la figure 10.
- La **figure 12** est une vue détaillée de la zone XII de la figure 10.
- La **figure 13** est une vue partielle en perspective illustrant le soudage
- 10 étanche des tôles métalliques de la membrane d'étanchéité primaire de l'une des parois sur les bandes d'ancrage de la structure d'angle de la figure 8.
- La **figure 14** est une illustration schématique des panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante secondaire de la structure d'angle selon une autre variante de réalisation.
- 15 - La **figure 15** est une vue partielle en perspective d'une structure d'angle selon un cinquième mode de réalisation.
- La **figure 16** est une vue partielle illustrant de manière détaillée l'ancrage de la barrière thermiquement isolante primaire sur la barrière thermiquement isolante primaire dans la structure d'angle de la figure 15.
- 20 - La **figure 17** est une vue partielle en perspective d'une structure d'angle selon un sixième mode de réalisation.
- La **figure 18** est une vue partielle en perspective d'un bloc isolant de la structure d'angle de la figure 17.
- La **figure 19** est une représentation schématique écorchée d'une
- 25 cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description détaillée de modes de réalisation

- Par convention, les termes « externe » et « interne » sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à
- 30 l'intérieur et à l'extérieur de la cuve.

En relation avec la figure 1, on décrit la structure multicouche d'une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de gaz naturel liquéfié. Chaque paroi de la cuve comporte, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 1 comportant des panneaux isolants 2 juxtaposés et ancrés à une structure porteuse 3 par des organes de retenue secondaires, une membrane d'étanchéité secondaire 4 portée par les panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1, une barrière thermiquement isolante primaire 5 comportant des panneaux isolants 6 juxtaposés et ancrés aux panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 par des organes de retenue primaires et une membrane d'étanchéité primaire 7 portée par les panneaux isolants 6 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 et destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.

La structure porteuse 3 peut notamment être formée de tôles métalliques autoporteuses ou, plus généralement, de tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées. La structure porteuse 3 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse 3 comporte une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique.

La barrière thermiquement isolante secondaire 1 comporte une pluralité de panneaux isolants 2 ancrés sur la structure porteuse 3 au moyen de cordons de résine, non illustrés, et de goujons, non illustrés, soudés sur la structure porteuse 3. De manière avantageuse, les panneaux isolants 2 comportent chacun une couche de mousse polymère isolante 10 prise en sandwich entre une plaque interne 11 et une plaque externe 12. Les plaques, interne 11 et externe 12, sont, par exemple, des plaques de bois contreplaqué collées sur ladite couche de mousse polymère isolante 10. La mousse polymère isolante 10 peut notamment être une mousse à base de polyuréthane. La mousse polymère isolante 10 est avantageusement renforcée par des fibres de verre contribuant à réduire son coefficient de contraction thermique.

Dans une zone plane d'une paroi, telle que représentée sur la figure 1, les panneaux isolants 2 présentent sensiblement une forme de parallépipède rectangle et sont juxtaposés selon des rangées parallèles et séparés les uns des autres par des interstices 8 garantissant un jeu fonctionnel de montage. Les interstices 8 sont comblés avec une garniture calorifuge 9 telle que de la laine de

verre, de la laine de roche ou de la mousse synthétique souple à cellules ouvertes par exemple.

Afin d'assurer la fixation des panneaux isolants 2 à des goujons soudés à la structure porteuse 3, les panneaux isolants 2 sont pourvus de puits cylindriques 19 qui traversent les panneaux isolants 2 sur toute leur épaisseur et sont ménagés au moins au niveau de chacun des quatre coins des panneaux isolants 2. Les puits cylindriques 19 présentent un changement de section, non illustré, définissant des surfaces d'appui pour des écrous coopérant avec les extrémités filetées des goujons.

La plaque interne 11 des panneaux isolants 2 présente deux séries de rainures 13, 14, perpendiculaires l'une à l'autre, de sorte à former un réseau de rainures. Chacune des séries de rainures 13, 14 est parallèle à deux côtés opposés des panneaux isolants 2. Les rainures 13, 14 sont destinées à la réception d'ondulations 15, faisant saillie vers l'extérieur de la cuve, formées sur les tôles métalliques 16 de la membrane d'étanchéité secondaire 4.

Par ailleurs, la plaque interne 11 est équipée de platines métalliques 17 pour l'ancrage du bord des tôles métalliques 16 de la membrane d'étanchéité secondaire 4 sur les panneaux isolants 2. Les platines métalliques 17 s'étendent selon deux directions perpendiculaires qui sont chacune parallèles à deux côtés opposés des panneaux isolants 2. Les platines métalliques 17 sont fixées sur la plaque interne 11 des panneaux isolants 2, par des vis, des rivets ou des agrafes, par exemple. Les platines métalliques 17 sont mises en place dans des évidements ménagés dans les plaque internes 11 de telle sorte que la surface interne de chaque platine métallique 17 affleure la surface interne de l'une des plaques internes 11.

Chaque plaque interne 11 est également équipée de goujons 18 filetés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, et destinés à assurer la fixation de la barrière thermiquement isolante primaire 5 sur les panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1.

Par ailleurs, la plaque interne 11 présente le long de ses bords, dans chaque intervalle entre deux rainures 13, 14 successives, un décrochement 20 recevant des plaques de pontage 21 qui sont chacune disposées à cheval entre deux panneaux isolants 2 adjacents, en enjambant l'interstice 8 entre les panneaux

isolants 2. Chaque plaque de pontage 21 est fixée contre chacun des deux panneaux isolants 2 adjacents, par collage et/ou agrafage, de manière à s'opposer à leur écartement mutuel. Les plaques de pontage 21 présentent une forme parallélipédique rectangle et sont par exemple constituées d'une plaque de bois
5 contreplaqué. La face externe des plaques de pontage 21 est fixée contre le fond des décrochements 20.

La membrane d'étanchéité secondaire 4 comporte une pluralité de tôles métalliques 16 ondulées ayant chacune une forme sensiblement rectangulaire. Les tôles métalliques 16 sont disposées de manière décalée par rapport aux panneaux
10 isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 de telle sorte que chacune desdites tôles métalliques 16 s'étende conjointement sur quatre panneaux isolants 2 adjacents. Chaque tôle métallique 16 présente une première série d'ondulations 15 parallèles s'étendant selon une première direction et une deuxième série d'ondulations 15 parallèles s'étendant selon une deuxième direction. Les
15 directions des séries d'ondulations sont perpendiculaires. Chacune des séries d'ondulations 15 est parallèle à deux bords opposés de la tôle métallique 16. Les ondulations 15 font saillie vers l'extérieur de la cuve, c'est-à-dire en direction de la structure porteuse 3. Les ondulations 15 des tôles métalliques 16 sont logées dans les rainures 13, 14 ménagées dans la plaque interne 11 des panneaux isolants 2.
20 Les tôles métalliques 16 adjacentes sont soudées entre elles à recouvrement. L'ancrage des tôles métalliques 16 sur les platines métalliques 17 est réalisé par des soudures de pointage.

Les tôles métalliques 16 comportent le long de leur bords longitudinaux et au niveau de leur quatre coins des découpes permettant le passage des goujons 18
25 destinés à assurer la fixation de la barrière thermiquement isolante primaire 5 sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Les tôles métalliques 16 sont, par exemple, réalisées 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 dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est
30 typiquement de l'ordre de $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. De manière alternative, les tôles métalliques 16 peuvent également être réalisées en acier inoxydable ou en aluminium.

La barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte une pluralité de panneaux isolants 6 de forme parallélipédique rectangle. Dans le mode de réalisation représenté, les panneaux isolants 6 de la barrière thermiquement

isolante primaire 5 présentent des dimensions égales aux dimensions d'un panneau isolant 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1, hormis leur épaisseur qui est plus faible que celle du panneau isolant 2. Les panneaux isolants 6 sont ici décalés par rapport aux panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante
5 secondaire 1 de telle sorte que chaque panneau isolant 6 s'étende sur quatre panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1.

Dans d'autres modes de réalisation, les dimensions des panneaux isolants 6 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 sont différentes de celles de
10 panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Dans d'autres modes de réalisations, les panneaux isolants 6 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 et/ou les panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 présentent une forme sensiblement parallélépipédique rectangle dont les faces internes et externe sont des carrés.

Les panneaux isolants 6 comportent une structure analogue à celle des
15 panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1, à savoir une structure sandwich constituée d'une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre deux plaques rigides, par exemple en bois contreplaqué.

La plaque interne d'un panneau isolant 6 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 est équipée de platines métalliques 22 pour l'ancrage des tôles
20 métalliques 23 de la membrane d'étanchéité primaire 7. Les platines métalliques 22 s'étendent selon deux directions perpendiculaires qui sont chacune parallèles à deux bords opposés des panneaux isolants 6. Les platines métalliques 22 sont fixées dans des évidements ménagés dans la plaque interne des panneaux isolants 6 et fixées à ceux-ci, par des vis, des rivets ou des agrafes ou par collage par
25 exemple.

La fixation des panneaux isolants 6 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 sur les panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante
secondaire 1 est assurée au moyen des goujons 18. Pour ce faire, chaque panneau isolant 6 comporte une pluralité de découpes 24 le long de ses bords et au niveau
30 de ses coins, à l'intérieur desquelles s'étend un goujon 18. La plaque externe des panneaux isolants 6 débordé à l'intérieur des découpes 24 de sorte à former une surface d'appui pour un organe de retenue 25 qui comporte un alésage fileté enfilé sur chaque goujon 18. L'organe de retenue 25 comporte des pattes logées à

l'intérieur des découpes 24 et venant en appui contre la portion de la plaque externe débordant à l'intérieur de la découpe 24. Ainsi, la plaque externe de chaque panneau isolant 6 est prise en sandwich entre une patte de l'organe de retenue 25 et un panneau isolant 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1, ce qui permet d'assurer ainsi la fixation de chaque panneau isolant 6 sur les panneaux isolants 2 qu'il chevauche.

La barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte une pluralité de plaques de fermeture 26 permettant de compléter la surface d'appui de la membrane d'étanchéité primaire 7 au niveau des découpes 24.

10 La membrane d'étanchéité primaire 7 est obtenue par assemblage d'une pluralité de tôles métalliques 23. Chaque tôle métallique 23 comporte deux séries d'ondulations parallèles qui sont perpendiculaires l'une à l'autre. Les ondulations font saillie vers l'intérieur de la cuve. Les tôles métalliques 23 sont, par exemple, réalisées en acier inoxydable ou en aluminium.

15 En relation avec les figures 2 à 5, on décrira ci-dessous une structure d'angle disposée à l'intersection entre une première et une deuxième paroi 27, 28 de la cuve. La structure porteuse de la première paroi 27 et celle de la deuxième paroi 28 se rejoignent au niveau d'une arête 92. L'angle formé entre la structure porteuse de la première paroi 27 et celle la deuxième paroi 28 est d'environ 90° dans le mode de réalisation représenté. L'angle peut toutefois présenter toute autre valeur, par exemple de l'ordre de 135°.

La structure d'angle comporte deux panneaux isolants 29, 30 qui sont respectivement disposés contre la structure porteuse 3 de la première paroi 27 et de la deuxième paroi 28 et un élément isolant de coin 31, représenté sur la figure 2, qui est disposé dans l'angle, entre les deux panneaux isolants 29, 30.

Les deux panneaux isolants 29, 30 présentent une forme de parallélipède rectangle. Chacun des panneaux isolants 29, 30 présente une première face 93 qui est parallèle à l'intersection 92 et qui est disposée en regard de l'élément isolant de coin 31 ainsi qu'une deuxième face 94 opposée à ladite première face 93. L'élément isolant de coin 31 présente également une forme de parallélipède rectangle dont les deux faces latérales opposées sont de forme carré. L'élément isolant de coin 31 est par exemple réalisé en mousse polymère, en laine de verre ou en laine de roche par exemple.

Les panneaux isolants 29, 30 présentent une structure sandwich identique à celle des autres panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1, c'est-à-dire comportant une couche de mousse polymère isolante 32 prise en sandwich entre une plaque interne 33 et une plaque externe 34.

5 En relation avec la figure 4, l'on observe que la plaque interne 33 des panneaux isolants 29, 30 présente un réseau de rainures 35 perpendiculaires. Par ailleurs, la plaque interne 33 des panneaux isolants 29, 30 comporte une pluralité de platines métalliques 36, 37, 38. Les platines métalliques 36, 37, 38 de chaque panneau isolant 29, 30 s'étendent selon trois directions, à savoir deux directions
10 parallèle à l'arête 92 entre les deux parois 27, 28 et une troisième direction perpendiculaire aux deux autres. Les platines métalliques 36, 37, 38 sont mises en place dans des évidements ménagés dans les plaques internes 33 des panneaux isolants 29, 30 et fixées à celles-ci, par des vis, des rivets ou des agrafes, par exemple.

15 Les platines métalliques 36, 37, 38 sont destinées à l'ancrage du bord des tôles métalliques 16, 43 de la membrane d'étanchéité secondaire 4 et à l'ancrage de cornières métalliques 39 formant la membrane d'étanchéité secondaire 4 de la structure d'angle.

Les platines métalliques 38 longent le bord des panneaux isolants 29, 30
20 qui est adjacent à l'arête 92 entre les deux parois 27, 28. Chaque platine métallique 38 est disposée dans un intervalle entre deux rainures 35 orthogonales à l'arête 92. Chaque cornière métallique 39 présente deux ailes 40, 41 qui sont respectivement parallèles à l'une et à l'autre des deux parois 27, 28 adjacentes. Chaque cornière métallique 39 présente une ondulation 42 s'étendant d'un bout à l'autre de la
25 cornière métallique 39 le long de ses deux ailes 40, 41 de manière à permettre une déformation de la cornière métallique 39 selon une direction parallèle à l'arête 92. Les cornières métalliques 39 sont soudées à recouvrement sur deux jeux de premières tôles métalliques 43 qui s'étendent respectivement de part et d'autre des cornières métalliques et parallèlement à l'une et à l'autre des deux parois 27, 28
30 adjacentes (Sur la figure 4, seul l'un de deux jeux de première tôles métalliques 43 est représenté). Les cornières métalliques 39 sont en outre soudées entre elles à recouvrement le long de leurs bords latéraux. Les cornières métalliques 39 sont avantageusement réalisées dans un matériau identique à celui des autres tôles métalliques 16 de la membrane d'étanchéité secondaire 4.

Les deux jeux de premières tôles métalliques 43 s'étendent respectivement parallèlement à l'une et à l'autre des structures porteuses 3 des deux parois 27, 28 adjacentes. Chacune des premières tôles métalliques 43 est disposée à cheval sur deux premiers panneaux isolants 29 ou 30 adjacents reposant contre la structure porteuse 4 d'une même paroi 27, 28 et est ancrée sur chacun d'eux en étant soudés par ses bords sur les platines métalliques 36, 37. Les premières tôles métalliques 43 sont soudées à recouvrement le long de leurs bords latéraux. Les premières tôles métalliques 43 présentent chacune une seule ondulation 44 s'étendant selon une direction parallèle à l'intersection entre les deux parois 27, 28 et une pluralité d'ondulations 45 perpendiculaires à ladite ondulation 44 et s'étendant chacune dans le prolongement de l'ondulation 42 de l'une des cornières métalliques 39. Les ondulations 44, 45 des premières tôles métalliques 43 sont reçues dans les rainures 35. Le bord 58 de chacune des premières tôles métalliques 43 sur lequel est soudée à recouvrement des cornières métalliques 39 présente un jogglinage, c'est-à-dire une partie dénivelée grâce à laquelle les cornières métalliques 39 viennent les surmonter.

Selon un mode de réalisation, la dimension, selon la direction orthogonale à l'arête 92, de chaque aile 40, 41 des cornières métalliques 39 est ajustée en fonction d'une mesure in-situ de la structure porteuse 3 de manière à compenser les tolérances de fabrication de la structure porteuse, tel que décrit par la suite. Selon un autre mode de réalisation, le bord joggliné 58 présente une dimension selon une direction orthogonale à l'intersection entre les deux parois qui est en mesure de compenser les tolérances de fabrication de la structure porteuse 3. La largeur du jogglinage est par exemple de l'ordre de 80 mm.

Par ailleurs, des tôles métalliques standards, non représentés sur la figure 4, sont disposées à cheval entre deux des panneaux isolants 29 ou 30 de la structure d'angle et deux panneaux isolants 6 adjacents et sont en outre ancrées sur les platines métalliques 22, 36.

La plaque interne 33 des panneaux isolants 29, 30 est également équipée de platines d'ancrage 46 destinées à assurer la fixation de blocs isolants 47, 48 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 de la structure d'angle contre les panneaux isolants 29, 30 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 de la structure d'angle. Les platines d'ancrage 46 sont fixées dans un embrèvement ménagé dans la plaque interne 33, par exemple par vissage, agrafage et/ou collage.

Les platines d'ancrages 46 présentent chacune un alésage fileté. Par ailleurs, les premières tôles métalliques 43 de la membrane d'étanchéité secondaire 4 présentent des orifices au travers de chacun desquels passe un écrou borgne 61, représenté sur la figure 4. L'écrou borgne 61 présente sur sa périphérie extérieure

5 un filetage coopérant avec l'alésage fileté ménagé dans l'une des platines d'ancrage 46. L'écrou borgne 61 comporte en outre une collerette permettant de prendre en sandwich l'une des premières tôles métalliques 43 entre ladite collerette et la platine d'ancrage 46. Chaque collerette est soudée sur la première tôle métallique 43 en périphérie de l'orifice afin d'assurer l'étanchéité de la membrane d'étanchéité

10 secondaire 4. Par ailleurs, chaque écrou borgne 61 présente un alésage interne fileté destiné à recevoir un goujon 49, représenté sur les figures 2, 3 et 5, destiné à assurer la fixation d'un bloc isolant 47, 48 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 de la structure d'angle.

Comme représenté sur les figures 2, 3 et 5, la barrière thermiquement

15 isolante primaire 5 de la structure d'angle comporte des blocs isolants 47, 48. Chaque bloc isolant 47, 48 comporte une forme de parallélépipède rectangle et présente une première face 96 en regard de l'autre paroi adjacente et une deuxième face 97 opposée à la première face 96. Les blocs isolants 47, 48 sont pré-assemblés par paire dont l'un repose contre l'une des premières tôles métalliques

20 43 de la première paroi 27 et est ancré à l'un des panneaux isolants 29 fixé contre la structure porteuse 3 de la première paroi 27 tandis que l'autre repose contre l'une des premières tôles métalliques 43 de la deuxième paroi 28 et est ancré à l'un des panneaux isolants 30 fixé contre la structure porteuse 3 de la deuxième paroi 28. Les blocs isolants 47, 48 présentent une structure composite et comportent chacun

25 une couche de mousse polymère 62 prise en sandwich entre deux plaques, interne 50 et externe 51, de bois contreplaqué, collées sur ladite couche de mousse polymère 62.

Les blocs isolants 47, 48 comportent une face interne contre laquelle repose une cornière 52 et une face externe reposant contre l'une des premières

30 tôles métalliques 43. Les cornières 52 sont des cornières métalliques, par exemple, réalisées en acier inoxydable. Les cornières 52 présentent deux ailes 53, 54 reposant respectivement contre la face interne de l'un et l'autre des blocs isolants 47, 48 d'une paire de blocs isolants. Chaque aile 53, 54 d'une cornière 52 présente des goujons, non illustrés, assurant la fixation de la cornière 52 aux blocs isolants

47, 48. Les goujons font saillie vers l'intérieur de la cuve et passent au travers d'orifices ménagés dans la plaque interne 50 des blocs isolants 47, 48. Les orifices communiquent avec des puits cylindriques de diamètre supérieur débouchant sur la face externe des blocs isolants 47, 48. Des écrous vissés sur les goujons s'appuient
5 contre la plaque interne 50 des blocs isolants 47, 48 et assurent ainsi la solidarisation de la cornière 52 auxdits blocs isolants 47, 48. Chaque cornière 52 permet ainsi de relier les blocs isolants 47, 48 deux à deux de manière à former des modules préassemblés.

Un raccord d'angle en matière isolante 55, telle qu'une mousse polymère,
10 est disposé entre les premières faces 96 des deux blocs isolants 47, 48 et permet ainsi d'assurer une continuité de l'isolation thermique au niveau de l'angle de la cuve. En outre, des éléments isolants de jointure, non représentés, sont insérés entre deux paires de blocs isolants 47, 48 adjacentes de manière à assurer une continuité de l'isolation thermique.

15 La plaque externe 51 de chacun des blocs isolants 47, 48 comporte des bords latéraux qui débordent latéralement de part et d'autre de la couche de mousse polymère 62 et de la plaque interne 50 de manière à former une surface d'appui pour un organe de retenue qui retient la plaque interne 50 contre l'une des premières tôles métalliques 43. Dans le mode de réalisation des figures 2, 4 et 5,
20 l'organe de retenue est constitué d'une plaque d'appui 56 qui présente un orifice au travers duquel passe l'un des goujons 49. Un écrou 57 est vissé sur l'extrémité filetée du goujon 49 de telle sorte que la plaque d'appui 56 vienne en appui contre les bords latéraux des plaques externes 51 de deux blocs isolants adjacents 47, 48 de sorte à prendre en sandwich les plaques externes 51 des deux blocs isolants 47,
25 48 adjacents contre l'une des premières plaques métalliques 43 de la membrane d'étanchéité secondaire 4. Les blocs isolants 47, 48 sont ainsi ancrés sur les panneaux isolants 29, 30 par des moyens d'ancrage qui autorisent une pluralité de positions des blocs isolants 47, 48 par rapport aux panneaux isolants 29, 30, selon une direction orthogonale à l'arête 92. Selon un mode de réalisation optionnel, un
30 ensemble de rondelles Belleville est enfilé sur chacun des goujons 49 et est interposé entre l'un des écrous 57 et le plaque d'appui 56 ce qui permet d'assurer un ancrage élastique des blocs isolants 47, 48 sur les panneaux isolants 29, 30.

Comme représenté sur la figure 6, les tôles métalliques 23 de la membrane d'étanchéité primaire 7 qui bordent la zone d'angle sont soudées le long de leur bord dirigé vers l'intersection de la cuve sur les cornières 52.

Par ailleurs, la membrane d'étanchéité primaire 7 présente une pluralité de
5 pièces d'angle 86, métalliques, qui sont chacune soudées à cheval sur deux cornières 52 adjacentes. Les pièces d'angle 86 sont réalisées dans un matériau identique à celui des autres tôles métalliques 23 de la membrane d'étanchéité primaire 1. Chaque pièce d'angle 86 comporte deux ailes qui sont respectivement
10 parallèles à l'une et à l'autre des structures porteuses 3 des deux parois 27, 28 adjacentes. Chaque pièce d'angle 86 comporte une ondulation 87 s'étendant d'un bout à l'autre de la pièce d'angle 86 le long des deux ailes de manière à permettre une déformation de la pièce d'angle 86 selon une direction parallèle à l'intersection des parois. L'ondulation 87 de chacune des pièces d'angle 86 s'étend dans le prolongement de l'une des directions des ondulations de la membrane d'étanchéité
15 primaire 7 de sorte à assurer une continuité du réseau d'ondulation de la membrane d'étanchéité primaire 7 au niveau de l'angle de la cuve. Les pièces d'angle 86 sont également soudées à recouvrement sur les tôles métalliques 23 de la membrane d'étanchéité primaire 7.

Le bord de chacune des pièces d'angle 86 qui est soudé à recouvrement
20 sur les tôles métalliques 23 de la membrane d'étanchéité primaire 7 présente un jogglinage, c'est-à-dire une partie dénivelée grâce à laquelle lesdits pièces d'angle 86 surmontent les tôles métalliques 23.

Selon un mode de réalisation, la dimension des tôles métalliques 23 qui sont soudées à recouvrement sur les cornières 52, selon la direction orthogonale à
25 l'arête 92, est ajustée en fonction d'une mesure in-situ de la structure porteuse 4, tel que décrit par la suite, de manière à compenser les tolérances de fabrication de la structure porteuse 3.

Selon un autre mode de réalisation, le bord joggliné présente une dimension selon une direction orthogonale à l'arête 92 qui est en mesure de
30 compenser les tolérances de fabrication de la structure porteuse 3. La largeur du jogglinage est par exemple de l'ordre de 80 mm.

On décrit ci-dessous l'assemblage des parois d'une cuve telle que décrite ci-dessus en se concentrant plus particulièrement sur le procédé d'assemblage d'une structure d'angle.

Dans un premier temps, l'on définit la position des goujons, destinés à l'ancrage des panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 sur la structure porteuse 3, par rapport à un point de référence de chacune des parois 27, 28, ce point de référence étant par exemple un coin de le paroi 27, 28 ou son centre. Lesdits goujons sont ensuite soudés sur la structure porteuse 3 dans la position qui a été préalablement déterminée.

10 Au niveau de chaque structure d'angle, l'on détermine une consigne pour la
largeur de chacun des panneaux isolants 29, 30 de la barrière thermiquement
isolante secondaire 1, c'est-à-dire la dimension entre la face 93 de chacun des
panneaux isolants 29, 30 qui longe l'arête 92 et la face opposée 94. Cette consigne
est établie à partir d'une mesure in-situ de la structure porteuse 4 qui est
15 représentative de l'espace entre l'arête 92, et le panneau isolant 2 de la zone plane
qui est adjacent à l'emplacement de destination dudit panneau isolant 29, 30 dont la
consigne de largeur doit être déterminée.

A titre d'exemple, la consigne de largeur L d'un panneau isolant 29 peut être déterminée par la relation suivante :

20 $L = x - i - e;$

avec :

x : la mesure représentative de l'espace entre l'arête 92 et le panneau isolant 2 adjacent à l'emplacement de destination du panneau isolant 29 ;

i : la consigne de largeur d'un interstice entre ledit panneau isolant 29 et le panneau isolant 2 adjacent ; et

e : l'épaisseur des panneaux isolants 29, 30.

Cette consigne peut également être établie en fonction d'une mesure de la distance entre l'arête 92 et la position des goujons destinés à la fixation du panneau isolant 2 qui est adjacent au panneau isolant 29, 30 dont la consigne doit être déterminée ; voire d'une mesure de la dimension de la structure porteuse 3 de l'une des parois 27, 28 selon la direction orthogonale à l'intersection entre les deux parois 27, 28.

Par la suite, les panneaux isolants 29, 30 sont découpés de manière à ajuster leur largeur à la consigne établie ci-dessus. Pour ce faire, les panneaux isolants 29, 30 sont découpés selon leur direction longitudinale, le long de leur face 93 destinée à être disposée le long de l'arête 92, perpendiculairement à leur faces, 5 interne 95 et externe. La découpe de l'un des panneaux isolants 29 est représentée par une ligne pointillée sur la figure 3. Les panneaux isolants 29, 30 peuvent être découpés in-situ dans la cuve ou avantageusement à l'extérieur de la cuve afin de limiter la pollution de la cuve avec des résidus de découpe. Ainsi, la largeur des panneaux isolants 29, 30 est adaptée afin de compenser les tolérances de 10 fabrication de la structure porteuse 3.

Par la suite, les panneaux isolants 29, 30 sont fixés sur la structure porteuse 30 puis les cornières métalliques 39 ainsi que les premières tôles métalliques 43 sont fixées sur lesdits panneaux isolants 29, 30. Comme mentionné précédemment, les cornières métalliques 39 sont préalablement dimensionnées en 15 fonction de la mesure in-situ de la structure porteuse 4, précitée.

Les blocs isolants 47, 48 sont alors fixés sur leur panneaux isolants 29, 30 respectifs par l'intermédiaire des moyens d'ancrage autorisant une large plage de positionnement relatif des blocs isolants 47, 48 par rapport à leur bloc isolant respectif 29, 30, tels que décrits ci-dessus.

20 Par ailleurs, de manière avantageuse, les blocs isolants 47, 48 sont également préalablement découpés afin d'ajuster leur dimension selon la direction orthogonale à l'intersection et compenser ainsi les tolérances de fabrication de la structure porteuse 3 au niveau de la barrière thermiquement isolante primaire 5. La consigne pour la dimension des blocs isolants 47, 48 selon la direction orthogonale 25 à l'intersection entre la structure porteuse des deux parois 27, 28 est de manière avantageuse établie en fonction de la mesure in-situ précitée, la largeur des blocs isolants 47, 48 à retrancher étant égale à la largeur des panneaux isolants 29, 30 à retrancher.

A la différence de la découpe pratiquée sur les panneaux isolants 29, 30, 30 les blocs isolants 47, 48 sont découpés le long de leur face 97 qui est opposée à l'arête 92. Ainsi, grâce à cette particularité, les blocs isolants 47, 48 peuvent être pré-assemblés par paire au moyen des cornières 52 avant d'être découpés à la dimension requise.

La dimension, selon une direction orthogonale à l'arête, des tôles métalliques 23 qui sont soudées sur les cornières 52 est ajustée en fonction de la mesure précitée de la structure-porteuse puis les pièces d'angle 86 ainsi que lesdites tôles métalliques 23 sont soudées sur les cornières 52.

5 La figure 7 représente une structure d'angle selon un deuxième mode de réalisation. Ce mode de réalisation ne diffère du mode de réalisation précédent qu'en ce que l'organe d'appui qui vient en appui contre les bords latéraux des plaques externes 51 des blocs isolants 47, 48 de sorte à retenir lesdites plaques
10 externes 51 des deux blocs isolants 47, 48 adjacents et l'une des premières plaques métalliques 43 de la membrane d'étanchéité secondaire 4 est un profilé en U 59.

La figure 8 représente une structure d'angle selon un troisième mode de réalisation. Ce mode de réalisation diffère notamment des précédents par la structure des moyens d'ancrage des blocs isolants 47, 48 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 sur les panneaux isolants 29, 30 de la barrière
15 thermiquement isolante secondaire 1. En effet, dans ce mode de réalisation, les bords latéraux des plaques externes 51 sont chacun pourvus d'un orifice oblong 60. La plus grande dimension dudit orifice oblong 60 est orientée selon une direction orthogonale à l'arête 92. Par ailleurs, deux goujons 49, ancrés à l'un des panneaux isolants 29, 30 d'une manière telle que décrite précédemment, passent au travers
20 de chacun des orifices oblongs 60. Un écrou 57 auquel il est possible d'adjoindre un ensemble de rondelle Belleville est enfilé sur chacun des goujons 49 de manière à exercer, sur les bords latéraux des plaques externes 51, un effort apte à retenir les blocs isolants 47, 48 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 contre le panneau isolant 29, 30 respectif de la barrière thermiquement isolante secondaire 1.

25 Le mode de réalisation de la figure 8 diffère également des modes de réalisation précédents en ce que la couche de polymère 62 de chacun des blocs isolants 47, 48 comporte ici deux portions 62a, 62b distinctes qui sont juxtaposées l'une à la suite de l'autre selon une direction orthogonale à l'intersection entre les deux parois 27, 28. Les deux portions 62a, 62b sont ici faites de matériaux polymères distincts. Ainsi, la portion 62a de la couche de polymère 62 qui est la plus
30 éloignée de l'arête 92 et qui est destinée à être découpée afin d'ajuster la dimension du bloc isolant 47, 48 en cause peut être réalisée dans un matériau polymère moins noble, ce qui permet de limiter l'impact économique de la découpe des blocs isolants 47, 48. A titre d'exemple, la portion 62b peut être réalisée en mousse de

polyuréthane haute densité, par exemple de l'ordre de 130 kg/m^3 tandis que la portion 62a est réalisée dans une mousse de polyuréthane qui présente une densité moindre et est par conséquent moins couteuse. De manière avantageuse, la mousse de polyuréthane de la portion 62a est tout de même supérieure ou égale à

5 100 kg/m^3 .

L'application d'une telle structure bi-composant des blocs isolants 47, 48 n'est pas limitée au mode de réalisation de la figure 7 et peut également s'appliquer aux blocs isolants 47, 48 des autres modes de réalisation, voire aux panneaux isolants 29, 30.

10 Les figures 9 à 13 illustrent une structure d'angle selon un quatrième mode de réalisation. Ce mode de réalisation diffère notamment des précédents par la structure des moyens d'ancrage des blocs isolants 47, 48 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 sur les panneaux isolants 29, 30 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1.

15 Dans ce mode de réalisation, la plaque externe 51 de chacun des blocs isolants 47, 48 comporte également des bords latéraux qui débordent latéralement de part et d'autre de la couche de mousse polymère 62 et de la plaque interne 50 et une plaque d'appui 52 vient en appui contre chacun des bords latéraux de la plaque externe 51. Comme dans le mode de réalisation des figures 1 à 5, un écrou 57 est

20 vissé sur l'extrémité filetée d'un goujon 49 ancré à l'un des blocs isolants 29, 30 et retient ladite plaque d'appui 52 contre les bords latéraux des plaques externes 51 de deux blocs isolants 29 ou 30 adjacents.

L'ancrage de chaque bloc isolant 47, 48 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 est en outre réalisé au moyen d'une bande d'ancrage 63

25 associée au bloc isolant 47, 48 et de deux tiges d'ancrage 64 reliant ladite bande d'ancrage 63 à un panneau isolant 29, 30 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1.

Les tiges d'ancrage 64 sont chacune disposées de manière à relier un bloc isolant 47, 48 qui repose contre l'un des deux panneaux isolants 29, 30 de la

30 structure d'angle à l'autre des deux panneaux isolants 29, 30 de la structure d'angle. Chaque bande d'ancrage 63 s'étend sur la face interne d'un bloc isolant 47, 48 selon une direction parallèle à l'intersection entre les deux parois 27, 28 et est logé dans un lamage qui est ménagé sur la face interne dudit bloc isolant 47, 48. Par

ailleurs, chaque bande d'ancrage 63 présente à chacune de ses deux extrémités une patte 65 faisant saillie le long de l'un des bords latéraux du bloc isolant 47, 48, dans l'interstice séparant deux blocs isolants 47 ou 48 adjacents, en direction de la structure porteuse 3. Chaque patte 65 présente une forme de trièdre formé par trois
5 portions planes qui sont sécantes deux à deux. L'une des trois portions planes forme une portion d'ancrage 66 sur laquelle est ancrée l'une des extrémités de la tige d'ancrage 64. La portion d'ancrage 66 s'étend dans un plan sensiblement orthogonal à l'axe de la tige d'ancrage 64. Dans le mode de réalisation représenté, les tiges d'ancrage 64 s'étendent sensiblement orthogonalement au plan de la paroi
10 27, 28 contre laquelle est disposé le panneau isolant 29, 30 auquel elles sont ancrées. Aussi, la portion d'ancrage 66 s'étend dans un plan sensiblement parallèle à la paroi 27, 28 adjacente. Chaque tige d'ancrage 64 comporte une extrémité interne qui est reliée à l'un des panneaux isolants 29, 30 par l'intermédiaire d'une liaison rotule et une extrémité externe qui est reliée à l'une des portions d'ancrage
15 66 par l'intermédiaire d'une liaison rotule. En outre, au moins l'une des liaisons rotules autorise un réglage de la longueur de la liaison entre les deux liaisons rotules précitées. Ainsi, de tels moyens d'ancrage des blocs isolants 47, 48 autorisent également une pluralité de positionnements relatifs des blocs isolants 47, 48 par rapport aux panneaux isolants 29, 30.

20 En relation avec les figures 10, 11 et 12, on décrira ci-dessous de manière plus détaillée la structure des liaisons rotules. L'extrémité interne de la tige d'ancrage 64, représentée de manière détaillée sur la figure 11, est filetée et coopère avec un écrou 67. En outre, la tige d'ancrage 64 traverse un orifice ménagé dans la portion d'ancrage 66. L'écrou 67 plaque deux rondelles 68, 69 qui sont
25 enfilées sur la tige d'ancrage 64 contre la platine d'ancrage 66. Les deux rondelles 68, 69 coopèrent l'une contre l'autre par l'intermédiaire de surfaces d'appui qui sont inscrites dans une sphère et sont de formes complémentaires. Ainsi, un tel agencement forme une liaison rotule présentant trois degrés de liberté. En outre, la position de l'écrou 67 le long de la tige d'ancrage 64 peut être modifiée afin d'agir
30 sur la longueur de la liaison.

L'extrémité externe de la tige d'ancrage 64, représentée de manière détaillée sur la figure 12, présente également un filetage coopérant avec un écrou 82. Ainsi, la position de l'écrou 82 le long de la tige d'ancrage 64 peut également être modifiée afin d'agir sur la longueur de la liaison. L'écrou 82 plaque une rondelle

83 emmanchée sur la tige d'ancrage 64 contre une bague 84 qui est retenue à l'un des panneaux isolants 29, 30. La rondelle 83 et la bague 84 coopèrent l'une avec l'autre par l'intermédiaire de surfaces d'appui qui sont inscrites dans une sphère et de forme complémentaire de manière à former une liaison rotule. La bague 84

5 comporte une jupe cylindrique 85 s'étendant axialement le long de l'axe de la tige d'ancrage 64 depuis la surface d'appui de ladite bague 84. La jupe cylindrique 85 définit un logement dans lequel sont logés l'écrou 82 et la rondelle 83. La jupe cylindrique 85 présente sur sa périphérie extérieure un filetage coopérant avec un alésage fileté ménagé dans un écrou borgne 61. Comme dans le mode de

10 réalisation illustré et décrit en relation avec la figure 4, l'écrou borgne 61 est fixé à une platine d'ancrage 46 qui est fixée à un panneau isolant 29, 30 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1. La platine d'ancrage 46 est fixée dans un embrèvement ménagé dans la plaque interne 33 d'un panneau isolant 29, 30, par exemple par vissage. Chaque platine d'ancrage 46 comporte un alésage fileté à

15 l'intérieur duquel est vissé l'un des écrous borgnes 61. Pour ce faire, chaque écrou borgne 61 présente sur sa périphérie extérieure un filetage coopérant avec un alésage fileté ménagé dans la platine d'ancrage 46. Par ailleurs, chaque écrou borgne 61 passe au travers d'un orifice ménagé dans l'une des premières tôles métalliques 43 de la membrane d'étanchéité secondaire 4 et comporte en outre une

20 collerette permettant de prendre en sandwich la première tôle métallique 43 entre ladite collerette et la platine d'ancrage 46. Chaque collerette est en outre soudée sur la première tôle métallique 43 en périphérie de l'orifice afin d'assurer l'étanchéité de la membrane d'étanchéité secondaire 4.

Comme représenté sur la figure 13, les tôles métalliques 23 de la

25 membrane d'étanchéité primaire 7 qui bordent la zone d'angle sont soudées le long de leur bord dirigé vers l'intersection entre les structures porteuses 3 des deux parois 27, 28 sur les bandes d'ancrage 63. Par ailleurs, la membrane d'étanchéité primaire 7 présente une pluralité de pièces d'angle 88, métalliques. Chaque pièce d'angle 88 comporte deux ailes qui sont respectivement parallèles à l'une et à

30 l'autre des structures porteuses 3 des deux parois 27, 28 adjacentes. Chaque aile est soudée à cheval sur les bandes d'ancrages 63 de deux blocs isolants 47 ou 48 adjacents. Les pièces d'angle 88 sont réalisées dans un matériau identique à celui des autres tôles métalliques 23 de la membrane d'étanchéité primaire 7. En outre, chaque pièce d'angle 88 comporte une ondulation 89 s'étendant d'un bout à l'autre

de la pièce d'angle 88 le long des deux ailes de manière à permettre une déformation de la pièce d'angle 88 selon une direction parallèle à l'intersection entre les deux parois 27, 28. L'ondulation 89 de chacune des pièces d'angle 88 s'étend dans le prolongement de l'une des directions des ondulations de la membrane d'étanchéité primaire 7 de sorte à assurer une continuité du réseau d'ondulation de la membrane d'étanchéité primaire 7 au niveau de l'angle de la cuve. Les pièces d'angle 88 sont également soudées à recouvrement sur les tôles métalliques 23 de la membrane d'étanchéité primaire 7. La dimension, selon la direction orthogonale à l'arête 92, des tôles métalliques 23 qui sont soudées à recouvrement sur les pièces d'angle 88, est ajustée en fonction de la mesure in-situ de la structure porteuse 4.

Les figures 15 et 16 illustrent une structure d'angle selon un cinquième mode de réalisation. Ce mode de réalisation diffère notamment du premier mode de réalisation décrit en relation avec les figures 2 à 5 par les moyens d'ancrage des blocs isolants 47, 48 sur les panneaux isolants 29, 30. Dans ce mode de réalisation, deux organes de retenue, représentés sur la figure 16, retiennent chacun des deux bords latéraux de la plaque interne 51 de chacun des blocs isolants 47, 48. Chacun des organes de retenue comporte une plaque d'appui 98, 99. Chaque plaque d'appui 98, 99 présente un orifice au travers duquel passe un goujon 100, 101 respectif, ancré sur l'un des panneaux isolants 29, 30. Chaque plaque d'appui 98, 99 vient en appui contre les bords latéraux des plaques externes 51 de deux blocs isolants adjacents 47, 48.

En outre, afin de permettre le découpage des blocs isolants 47, 48 alors qu'ils sont pré-assemblés par paire au moyen des cornières 52 avant d'être découpées aux dimensions requises, la dimension de chacune des ailes 53, 54 des cornières 52 selon une direction orthogonale à l'arête 92 est inférieure à celle des blocs isolants 47, 48 de telle sorte que chaque bloc isolant 47, 48 présente une portion qui n'est pas recouverte par l'une des cornières 52. De manière avantageuse, des plaques de contreplaqué 102 sont fixées sur la plaque interne 50 de chacun des blocs isolants 47, 48, dans sa zone non-recouverte par l'une des cornières 52. Les plaques de contreplaqué 102 présentent une épaisseur telle que la surface interne de chacune des plaques de contreplaqué 102 affleure avec la surface interne de l'une des ailes 53, 54 des cornières 52. Un tel agencement permet d'assurer une continuité dans le portage de la membrane d'étanchéité primaire 7.

Les figures 17 et 18 illustrent une structure d'angle selon un sixième mode de réalisation. Dans ce mode de réalisation, chacun des blocs isolants 147, 148 présente une dimension selon une direction parallèle à l'arête 92 qui est identique à la dimension équivalente d'un panneau isolant standard 6 de la barrière thermiquement isolante primaire 5. Dans le mode de réalisation représenté, la dimension en cause des blocs isolants est identique à la dimension correspondante des panneaux isolants 29, 30. En outre, les blocs isolants 147, 148 sont disposés dans l'alignement avec les rangées de panneaux isolants standards 6. Ainsi, dans le mode de réalisation représenté, chacun des blocs isolants 147, 148 présente une dimension, prise parallèlement à l'arête 92, qui est sensiblement équivalente à trois distances interondulations. Les blocs isolants 147, 148 présentent une structure composite et comportent chacun une couche de mousse polymère 162 prise en sandwich entre deux plaques, interne 150 et externe 151, de bois contreplaqué, collées sur ladite couche de mousse polymère 162. La plaque externe 151 de chacun des blocs isolants 147, 148 comporte également des bords latéraux qui débordent latéralement de part et d'autre de la couche de mousse polymère 162 et de la plaque interne 150.

Un goujon 104, ancré à l'un des panneaux isolants 29, 30, est disposé dans chaque intersection entre un interstice séparant deux blocs isolants 147 ou 148 adjacents et un interstice séparant lesdits deux blocs isolants 147, 148 et lesdits deux panneaux isolants standards 6 adjacents. Chacun des goujons 104 coopère avec un organe de retenue 105 qui comporte un alésage au travers duquel passe ledit goujon 104 et comporte des pattes qui viennent en appui contre les zones de coin des plaques externes 151 de deux blocs isolants 147, 148 adjacents, d'une part, et contre les zones de coin des deux panneaux isolants 6 standards adjacents, d'autre part. Ainsi, le nombre de goujons 104 nécessaires à l'ancrage des blocs isolants 147, 148 et des panneaux isolants 6 standards est limité.

Comme représenté sur la figure 18, chacun des blocs isolants 147, 48 présente ici des fentes de relaxation 103 qui s'étendent d'un bout à l'autre du bloc isolant 147, 48 selon une direction orthogonale à l'arête 92. Chacune des ondulations de la membrane d'étanchéité primaire 7, orthogonale à l'arête 92, est disposée en regard de l'une des fentes de relaxation 103 ou en regard de l'interstice ménagé entre deux blocs isolants 147, 148 adjacents. Chaque fente de relaxation 103 traverse intégralement l'épaisseur de la plaque interne 150 et est également

ménagée dans une partie, voire dans la totalité, de l'épaisseur de la couche de mousse polymère 162. Grâce auxdites fentes de relaxation 103, les ondulations de la membrane d'étanchéité primaire 8 peuvent se déformer sans imposer des contraintes mécaniques importantes aux blocs isolants 147, 48.

5 Par ailleurs, les blocs isolants 47, 48 sont assemblées deux à deux au moyen d'une pluralité de cornières 52, présentant une structure identique à celles des figures 2, 3 et 5 à 8. Chaque intervalle ménagé soit entre deux fentes de relaxation 103, soit entre l'une des fentes de relaxation 103 et un bord latéral du bloc isolant 147, 148, reçoit l'aile de l'une des cornières 52.

10 Comme dans le mode de réalisation des figures 15 et 16, chaque bloc isolant 147, 148 présente une portion qui n'est pas recouverte par l'une des cornières 52 et des plaques de contreplaqué 102 sont fixées sur la plaque interne 150 de chacun des blocs isolants 147, 148, dans sa zone non-recouverte par l'une des cornières 52, de manière à assurer une continuité dans le portage de la
15 membrane d'étanchéité primaire 7.

La figure 13 illustre schématiquement les panneaux isolants 29, 30 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 de la structure d'angle. Selon ce mode de réalisation, les premières faces 93 des panneaux isolants 29, 30 qui longent l'arête 92 ne sont pas découpés perpendiculairement aux faces interne et
20 externe desdits panneaux isolants 29, 30. En effet, les premières faces 93 des panneaux isolants 29, 30 adjacents sont découpés en biseau de manière à former une portion biseautée 91 qui est adjacente à la face interne 95 desdits panneaux isolants 29, 30. Ainsi, il est possible d'ajuster la position relative des panneaux isolants 29, 30 en limitant les pertes de matériaux liées au découpage des
25 panneaux isolants 29, 30.

Les dimensions a_1 et a_2 qui correspondent respectivement à l'épaisseur la plus faible du premier et du deuxième panneaux isolants 29, 30, c'est-à-dire prise à une extrémité de la portion biseautée 91, selon une direction orthogonale aux faces interne et externe dudit panneau isolant 29, 30 ainsi que les angles α_1 et α_2
30 formées respectivement par la portion biseautée 91 du premier et du deuxième panneaux isolants 29, 30 par rapport à la face interne dudit panneau isolant 29, 30 peuvent par exemple être déterminées au moyen des formules suivantes :

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 180 - 0.5 \beta ; \text{ et}$$

$$a2 = x1 - L1 \text{ init} - i ;$$

$$a1 = x2 - L2 \text{ init} - i ;$$

avec :

- 5 - β : l'angle en degrés formée entre les structures porteuses des deux parois 27, 28 ;
- $\alpha1$ et $\alpha2$ en degrés ;
- e : l'épaisseur maximale respective du premier panneau 29 et du deuxième panneau 30 ;
- 10 - $x1$: la mesure représentative de l'espace entre l'arête 92 et le panneau isolant 2 adjacent à l'emplacement de destination du premier panneau isolant 29 ;
- $x2$: la mesure représentative de l'espace entre l'arête 92 et le panneau isolant 2 adjacent à l'emplacement de destination du deuxième panneau isolant 29 ;
- 15 - i : la consigne de largeur d'un interstice entre l'un des premier et deuxième panneaux isolants 29, 30 et le panneau isolant 2 adjacent ; et
- $L1 \text{ init}$, $L2 \text{ init}$: la dimension initiale respective du premier et du deuxième panneau isolant 29, 30 selon une direction orthogonale à la première face desdits panneaux isolants 29, 30.

20 En référence à la figure 19, 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 25 72 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 30 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 19 représente également un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de méthaniers. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76 au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

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.