

DESCRIPTION

Titre : Cuve de gaz naturel à l'état liquide d'un navire

La présente invention se rapporte au domaine des cuves de gaz naturel à l'état liquide dans le transport maritime.

- 5 Le gaz naturel liquide est transporté par voie maritime dans des cuves de stockage étanches et thermiquement isolantes ménagées sur des navires de transport. Le gaz naturel est maintenu sous forme liquide pour augmenter la quantité de gaz naturel transporté par cuve, le volume d'un litre de gaz naturel sous forme liquide étant bien inférieur au volume d'un litre de gaz naturel sous forme gazeuse. Ces
- 10 cuves maintiennent le gaz naturel liquide à très basse température, et plus précisément à une température inférieure à -163°C , température à laquelle le gaz naturel est sous forme liquide à pression atmosphérique.

- De tels cuves de gaz naturel à l'état liquide peuvent également être utilisées comme réservoir par certains navires. En d'autres termes, les navires chargent et
- 15 stockent du gaz naturel liquide dans leurs cuves puis utilisent ensuite le gaz naturel liquide comme carburant.

- Les cuves de gaz naturel liquide présentent généralement une forme parallélépipédique dont les parois sont portées par la coque interne du navire dans lequel la ou les cuves sont installées. Plus particulièrement, la coque des navires
- 20 sur lesquels sont embarquées les cuves comportent une coque externe en contact avec le milieu extérieur du navire, et une coque interne utilisée comme structure porteuse des cuves. Des raidisseurs s'étendent entre la coque externe et la coque interne pour soutenir la coque interne, ainsi que les parois de la ou les cuves.

- Une fois chargé dans une cuve, le gaz naturel liquide exerce une pression sur les
- 25 parois de la cuve. Les raidisseurs précédemment évoqués permettent de s'assurer de la tenue des parois à cette pression. Les zones de jonction des parois de la cuve, ou en d'autres termes les coins de la forme parallélépipédique de cette cuve, peuvent tout particulièrement être fragilisés par cette pression et il convient de s'assurer de l'étanchéité de la cuve dans ces zones de jonction des parois, afin

d'éviter une contamination de la paroi de cuve par du gaz naturel liquide, voire dans certains cas une fuite de la cuve de stockage entraînant une perte du gaz naturel liquide stocké.

Dans ce contexte, la présente invention a tout d'abord pour objet une cuve étanche
5 et thermiquement isolante apte à reposer sur une structure porteuse d'un navire, la cuve étanche comportant une pluralité de parois de cuve dont une première paroi de cuve et au moins une deuxième paroi de cuve, la première paroi de cuve s'étendant principalement dans un premier plan et la deuxième paroi de cuve s'étendant principalement dans un deuxième plan, le premier plan et le deuxième
10 plan étant perpendiculaires l'un par rapport à l'autre, la première paroi de cuve et la deuxième paroi de cuve étant liées par une pièce de jonction angulaire, caractérisé en ce que la pièce de jonction angulaire présente une première portion s'étendant principalement dans un plan parallèle au premier plan, un deuxième portion s'étendant principalement dans un plan parallèle au deuxième plan et au moins une
15 portion intermédiaire s'étendant principalement dans un plan sécant au premier plan et au deuxième plan, la première portion de la pièce de jonction angulaire présentant une épaisseur équivalente à celle de la première paroi de cuve et s'étendant dans le prolongement de cette première paroi de cuve et la deuxième portion de la pièce de jonction angulaire présentant une épaisseur équivalente à
20 celle de la deuxième paroi de cuve et s'étendant dans le prolongement de cette deuxième paroi de cuve.

On comprend que la cuve est destinée à recevoir du gaz naturel liquide, le gaz naturel devant être au maximum à une température de -160°C pour être conservé sous sa forme liquide à pression atmosphérique. Ainsi, la cuve comporte une
25 succession de couches assurant dans un premier temps le maintien du gaz naturel liquide à une température d'au plus -160°C et dans un second temps une étanchéité maximale pour réduire le risque de fuite du gaz naturel liquide. Cette cuve peut notamment être utilisée pour stocker du gaz naturel liquide pendant la navigation ou être dans l'attente de son déchargement à quai, par exemple, ou bien
30 encore être utilisée pour l'alimentation des machines du navire sur lequel la cuve est embarquée. Une telle température du gaz naturel liquide peut augmenter si celui-ci est maintenu dans la cuve à une pression supérieure à la pression

atmosphérique. A titre d'exemple, la cuve peut être opérée à une pression de 1 bar gauge et dans un tel cas, le gaz naturel sera maintenu à l'état liquide à une température maximale de -152°C.

La cuve est supportée par la coque interne du navire, qui forme la structure porteuse, car cette cuve avec une membrane n'est pas une structure autoporteuse. La coque interne est ménagée pour loger la cuve et supporter la pression exercée par le gaz naturel liquide stocké dans la cuve sur les parois de la cuve.

La cuve comprend au moins deux parois, les deux parois étant perpendiculaires l'une par rapport à l'autre. Le gaz naturel liquide stocké exerce une pression sur chacune de ces parois et la structure de la cuve avec la pièce de jonction selon l'invention permet de gérer la pression exercée au niveau de la zone de jonction entre les deux parois, afin de limiter le risque de fuite de gaz naturel liquide au niveau de cette zone jonction.

La pièce de jonction est particulière en ce qu'elle présente trois parties parmi lesquelles deux parties ici dénommées première portion et deuxième portion, sont respectivement disposées dans un plan parallèle au plan d'extension d'une des parois latérales de cuve, et une troisième partie, ici dénommée portion intermédiaire, est inclinée par rapport à chacune des autres parties. Cette troisième partie forme une partie intermédiaire, agencée entre les deux autres parties, qui est configurée pour répartir les pressions exercées par le gaz naturel liquide en direction de chacune des parois latérales de cuve. Tel que cela a été précisé, la pièce de jonction angulaire et/ou l'élément de jonction angulaire présentent une épaisseur similaire ou sensiblement similaire, aux jeux de fabrication près, à l'épaisseur de la première paroi de cuve et/ou à l'épaisseur de la deuxième paroi de cuve de sorte que la pièce de jonction angulaire assure une continuité structurelle de la cuve au niveau d'un coin de la cuve, en faisant un lien structurel entre deux parois latérales perpendiculaires formant principalement la cuve mais qui ne présentent pas de continuité l'une par rapport à l'autre.

Selon une autre caractéristique optionnelle de l'invention, la cuve étanche comporte au moins une troisième paroi de cuve s'étendant principalement dans un troisième plan perpendiculaire au premier plan, au deuxième plan et au plan sécant, et

- présentant une zone de jonction avec la première paroi de cuve et la deuxième paroi de cuve, dans laquelle la zone de jonction comprend un élément de jonction angulaire, l'élément de jonction angulaire comportant une première partie et une deuxième partie, la première partie présentant une première section s'étendant
- 5 principalement dans le premier plan, une deuxième section s'étendant principalement dans le deuxième plan et une section intermédiaire s'étendant principalement dans le plan sécant, la deuxième partie présentant une paroi de renvoi perpendiculaire à la première partie et s'étendant principalement dans le troisième plan.
- 10 La troisième paroi de cuve s'étend dans un plan perpendiculaire au plan d'extension de la première paroi de cuve, au plan d'extension de la deuxième paroi de cuve ainsi qu'au plan d'extension de la première portion, de la deuxième portion et de la portion intermédiaire de la pièce de jonction.
- L'élément de jonction assure ainsi la liaison entre la troisième paroi de cuve et la
- 15 première paroi de cuve, la deuxième paroi de cuve et la pièce de jonction, grâce à une première partie s'étendant dans les plans d'extension de la première paroi de cuve, de la deuxième paroi de cuve, ainsi que de la pièce de jonction angulaire, et grâce à une deuxième partie s'étendant dans le plan d'extension de la troisième paroi de cuve.
- 20 L'élément de jonction angulaire assure également la répartition de la pression exercée par le gaz naturel liquide sur la face interne de la cuve au niveau de la zone de liaison de la première paroi de cuve, de la deuxième paroi de cuve et de la troisième paroi de cuve.
- Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, la pièce de jonction angulaire
- 25 et/ou l'élément de jonction angulaire présentent chacun une face interne et une face externe, la face interne formant un chanfrein interne au niveau de la portion intermédiaire ou au niveau de la section intermédiaire et la face externe formant un chanfrein externe au niveau de la portion intermédiaire ou au niveau de la section intermédiaire, le chanfrein interne et externe s'inclinant selon un angle compris
- 30 entre 120° et 150° par rapport au premier plan et au deuxième plan.

On comprend que la troisième partie, c'est-à-dire la portion intermédiaire, de la pièce de jonction entre la première paroi de cuve et la deuxième paroi de cuve est avantageusement inclinée selon un angle de 135° , plus ou moins 15° , par rapport à chacun des plans d'extension de la première partie et de la deuxième partie de la
5 pièce de jonction, dénommées respectivement la première portion et la deuxième portion, de sorte que la répartition de la pression exercée par le gaz naturel liquide soit aussi bien effectuée sur l'une ou l'autre des parois latérales liées par la pièce de jonction.

Comme la pièce de jonction angulaire, la troisième partie de la pièce de jonction
10 entre la première paroi de cuve et la deuxième paroi de cuve est inclinée à 135° , plus ou moins 15° , par rapport à chacun des plans d'extension de la première partie et de la deuxième partie de la pièce de jonction.

Selon une autre caractéristique optionnelle de l'invention, la dimension de la portion intermédiaire de la pièce de jonction angulaire mesurée entre la première portion et
15 la deuxième portion de ladite pièce, et/ou la dimension de la section intermédiaire de l'élément de jonction angulaire mesurée entre la première section et la deuxième section dudit élément, s'agrandit en allant de la face interne vers la face externe.

Il en résulte que la surface interne, et plus particulièrement le chanfrein interne tel qu'il a pu être évoqué précédemment, est moins large que la surface externe, et
20 plus particulièrement le chanfrein externe, la largeur s'entendant comme la dimension perpendiculaire à la direction longitudinale le long de laquelle s'étend principalement la pièce de jonction.

Selon une autre caractéristique optionnelle de l'invention, la pièce de jonction angulaire et/ou l'élément de jonction angulaire comportent successivement dans le
25 sens de l'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve étanche, une barrière thermiquement isolante secondaire apte à être au contact de la structure porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire portée par la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire et une membrane
30 d'étanchéité primaire portée par la barrière thermiquement isolante primaire et destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve étanche.

Les parois de cuves ainsi que les pièces de jonction de la cuve de stockage de gaz naturel liquide sont composées d'au moins un espace secondaire et d'un espace primaire, l'espace secondaire de la paroi de cuve repose sur la coque interne du navire par l'intermédiaire de boudins de mastic. L'espace secondaire est composée,
5 successivement depuis la face externe vers la face interne de la cuve, d'une barrière d'isolation thermique secondaire et d'une membrane d'étanchéité secondaire. L'espace primaire est quant à elle composée, successivement depuis la face externe de la cuve vers la face interne de la cuve, d'une barrière d'isolation thermique primaire et d'une membrane d'étanchéité primaire.

10 Selon une autre caractéristique optionnelle de l'invention, l'espace secondaire d'une pièce de jonction, composé d'au moins une barrière d'isolation thermique secondaire et d'une membrane d'étanchéité secondaire, est disposé dans le prolongement de l'espace secondaire de la paroi de cuve qu'elle prolonge, ces deux espaces secondaires étant de même constitution. Également, l'espace
15 primaire d'une pièce de jonction, composé d'au moins une barrière d'isolation thermique primaire et d'une membrane d'étanchéité primaire, est disposé dans le prolongement de l'espace primaire de la paroi de cuve qu'elle prolonge, ces deux espaces primaires étant de même constitution.

Les barrières d'isolation thermique participent au maintien de la température du gaz
20 naturel liquide stocké dans la cuve de stockage en limitant les échanges thermiques entre l'environnement extérieur de la cuve de stockage et l'intérieur de la cuve de stockage. Les membranes d'étanchéité empêchent toutes fuites de gaz naturel liquide.

Selon une autre caractéristique optionnelle de l'invention, la barrière thermiquement
25 isolante secondaire et la membrane d'étanchéité secondaire de la pièce de jonction angulaire et/ou de l'élément de jonction angulaire présentent, selon une direction donnée, une plus grande dimension que la dimension correspondante, selon la même direction, de la barrière thermiquement isolante primaire et de la membrane d'étanchéité primaire.

30 La première portion de la pièce de jonction angulaire s'étend principalement dans le premier plan de la portion intermédiaire le long d'une direction verticale. La

dimension de l'espace secondaire mesurée le long de la direction verticale est plus grande que la dimension de l'espace primaire également mesurée le long de la direction verticale au niveau de la première portion. Cela s'applique similairement à la première section de l'élément de jonction angulaire.

- 5 La deuxième portion de la pièce de jonction angulaire s'étend principalement dans le deuxième plan de la portion intermédiaire le long d'une direction transversale. La dimension de l'espace secondaire mesurée le long de la direction transversale est plus grande que la dimension de l'espace primaire également mesurée le long de la direction transversale au niveau de la deuxième portion. Cela s'applique
10 similairement à la deuxième section de l'élément de jonction angulaire.

- La première portion, la deuxième portion et la portion intermédiaire de la pièce de jonction angulaire s'étendent le long d'une direction longitudinale commune aux trois portions. La dimension de l'espace secondaire mesurée le long de la direction longitudinale est plus grande que la dimension de l'espace mesurée également le
15 long de la direction longitudinale au niveau de chacune des portions de la pièce de jonction angulaire. Cela s'applique similairement à chacune des sections de l'élément de jonction angulaire.

- Au niveau des extrémités des pièces de jonction, l'espace secondaire est découverte laissant la membrane d'étanchéité secondaire libre. Lors du montage de
20 la cuve, un panneau d'espace primaire est alors positionné de manière à chevaucher simultanément la première portion de la pièce de jonction et la première paroi de cuve, le panneau rendant ainsi solidaire l'élément de jonction et cette première paroi de cuve. Le même montage est utilisé entre la deuxième portion de la pièce de jonction et la deuxième paroi de cuve ainsi qu'au niveau de la première
25 section, de la deuxième section et de la paroi de renvoi de l'élément de jonction angulaire.

- La paroi de renvoi s'étend dans un plan perpendiculaire au premier plan, au deuxième plan et au plan sécant et parallèlement aux directions verticale et transversale. La dimension de l'espace secondaire mesurée le long de la direction
30 verticale est plus grande que la dimension de l'espace primaire également mesurée le long de la direction verticale au niveau de la paroi de renvoi. De plus, la

dimension de l'espace secondaire mesurée le long de la direction transversale est plus grande que la dimension de l'espace primaire également mesurée le long de la direction transversale au niveau de la paroi de renvoi.

- 5 Selon une autre caractéristique optionnelle de l'invention, une dimension de la première portion et/ou de la deuxième portion de la pièce de jonction angulaire présente une valeur équivalente à celle de la dimension de la portion intermédiaire.

L'invention a également pour objet un navire comportant au moins une cuve étanche tel que précédemment décrite.

- 10 Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, le navire comporte une coque externe et une structure porteuse, la structure porteuse étant destinée à loger la cuve étanche, la structure porteuse présentant une première paroi de portée s'étendant principalement le long du premier plan et une deuxième paroi de portée s'étendant principalement le long du deuxième plan, la première paroi de portée et la deuxième paroi de portée étant sensiblement perpendiculaires, caractérisé en ce
15 qu'une zone de dégagement est ménagée entre les parois de portée de la structure porteuse dans la zone de jonction et la portion intermédiaire de la pièce de jonction angulaire, et en ce qu'un élément de renfort est logé dans ladite zone de dégagement.

- 20 Cet élément de renfort permet d'assurer une face d'appui pour la pièce de jonction angulaire qui est sensiblement perpendiculaire à la direction de la pression exercée par le gaz naturel liquide présent dans la cuve au niveau de la zone de jonction des parois de cuve.

- 25 Selon une autre caractéristique optionnelle de l'invention, l'élément de renfort est de section de forme triangulaire, l'élément de renfort présentant un sommet dont l'angle est équivalent à l'angle droit formé entre la première paroi de portée et la deuxième paroi de portée, l'élément de renfort présentant une face de contact avec la portion intermédiaire qui est opposée à ce sommet.

- 30 La face de contact de cet élément de renfort peut présenter une forme plane et former une équerre de telle sorte que lors du contact entre l'élément de renfort et la portion intermédiaire de la pièce de jonction angulaire, les contraintes sont

- équitablement réparties sur toute la face de contact formant face d'appui. De manière alternative, cette face de contact pourrait présenter un profil à facettes, en étant formée d'une pluralité de surfaces planes inclinées les unes par rapport aux autres de manière à tendre vers un profil incurvé vers l'intérieur de l'élément de renfort. Alternativement, et notamment pour faciliter la réalisation de l'élément de renfort agencé à la jonction des parois de portée de la structure porteuse, cette face de contact peut présenter un profil incurvé avec une forme générale concave de l'élément de renfort. Dans ce contexte d'une face incurvée, des renforts et/ou du matériel de ragréage pourraient être disposés dans l'espace ainsi formé entre la face de contact et la portion intermédiaire de la pièce de jonction angulaire.

Selon une autre caractéristique optionnelle de l'invention, la coque externe présente une pluralité de raidisseurs en contact avec la structure porteuse, la concentration de raidisseurs étant réduite à proximité de la pièce de jonction angulaire et/ou à proximité de l'élément de jonction angulaire.

- En d'autres termes, la distance entre deux raidisseurs voisins d'une pluralité de raidisseurs agencée entre la coque externe et la structure porteuse varie selon que l'on soit proche ou loin de la pièce de jonction angulaire, cette distance étant plus élevée lorsque l'on se rapproche de la pièce de jonction angulaire.

- Ces raidisseurs permettent de transmettre la pression exercée par le gaz naturel liquide présent dans la cuve sur la coque externe du navire. La présence de la pièce de jonction angulaire et/ou de l'élément de jonction angulaire permet de mieux répartir la pression exercée par le gaz naturel liquide en direction des parois de cuve, réduisant ainsi le besoin de raidisseurs au niveau de ces zones de jonction.

- Selon une autre caractéristique optionnelle de l'invention, une dimension de la portion intermédiaire de la pièce de jonction angulaire est déterminée en fonction de la position du raidisseur le plus proche d'un coin de la structure porteuse interne dans lequel est positionnée la pièce de jonction angulaire, de telle sorte que

$$D60 = \frac{2}{2 + \sqrt{2}} * d$$

avec D60 la dimension de la portion intermédiaire, et d la distance entre le premier raidisseur et le coin de la structure porteuse interne.

La dimension évoquée de la portion intermédiaire correspond à la longueur de la face externe de cette portion intermédiaire entre un premier bord lié formant
5 jonction entre la portion intermédiaire et la première portion et un deuxième bord lié formant jonction entre la portion intermédiaire et la deuxième portion.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description qui suit d'une part, et de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins
10 schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :

[Fig. 1] est une vue de côté d'un navire de transport montrant au moins une cuve de gaz naturel à l'état liquide ;

[Fig. 2] est une coupe de la représentation schématique d'une cuve comprenant au moins une pièce de jonction angulaire agencée entre les différentes parois latérales
15 de cuve et d'une coque comportant une coque externe, des raidisseurs et une structure porteuse interne à l'intérieur de laquelle est logée la cuve ;

[Fig. 3] est une vue de l'intérieur d'une pluralité de pièces de jonction ;

[Fig. 4] est une coupe transversale d'une cuve, de la structure porteuse interne et de la coque externe au niveau de la liaison de deux parois latérales de cuve ;

20 [Fig. 5] est une vue de l'intérieur de la cuve d'un élément de jonction angulaire et d'une première paroi transversale de cuve ;

[Fig. 6] est une vue de l'intérieur de la cuve d'au moins une pièce de jonction angulaire et d'au moins un élément de jonction angulaire ;

[Fig. 7] est une coupe transversale d'un mode de réalisation particulier de la cuve,
25 de la structure porteuse interne, des raidisseurs et de la coque externe, dans une représentation semblable à celle de la figure 4 ;

[Fig. 8] illustre une variante du mode de réalisation de la figure 7.

Les caractéristiques, variantes et les différentes formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres, selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas compatibles ou exclusives les unes par rapport aux autres. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne
5 comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite de manière isolée des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique et/ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.

Sur la figure 1 est représenté un navire de transport 200, par exemple un
10 méthanier, qui comporte quatre cuves 26 pour le transport ou le stockage de gaz naturel liquéfié, une de ces cuves étant ici rendue visible pour faciliter la compréhension. Le navire de transport 200 peut être configuré pour uniquement stocker et transporter ce gaz naturel liquéfié, ou bien pour s'en servir de carburant pour le fonctionnement du navire.

15 Tel que cela est plus particulièrement illustré sur la figure 2, un tel navire présente une coque 2 comprenant au moins une coque externe 4 et une structure porteuse interne 6, entre lesquelles s'étendent une pluralité de raidisseurs 8, 10. La coque externe 4 est en contact avec l'environnement extérieur du navire, généralement un environnement maritime et/ou fluvial. La structure porteuse interne 6 s'étend à
20 distance de cette coque externe. La dimension des raidisseurs détermine l'écartement entre la coque externe 4 et la structure porteuse interne 6, chaque raidisseur étant solidaire de la coque externe 4, au niveau d'une première extrémité 12, et en contact de la structure porteuse interne 6, au niveau d'une deuxième extrémité 14. On comprend que des raidisseurs sont avantageusement présents
25 sur l'ensemble de la structure porteuse interne 6.

La structure porteuse interne 6 comporte une pluralité de parois de portée, dont une première paroi latérale de portée 18 et au moins une deuxième paroi latérale de portée 20 qui s'étendent dans des plans perpendiculaires. La première paroi latérale de portée 18 comprend un premier côté longitudinal 21 et la deuxième paroi
30 latérale de portée 20 comprend un deuxième côté longitudinal 23 au niveau

desquels la deuxième paroi latérale de portée 20 est adjacente de la première paroi latérale de portée 18.

En d'autres termes, la première paroi latérale de portée 18 et la deuxième paroi latérale de portée 20 sont ainsi perpendiculaires l'une par rapport à l'autre au
5 niveau d'une zone de jonction 24 entre le premier côté longitudinal 21 de la première paroi latérale de portée 18 et le deuxième côté longitudinal 23 de la deuxième paroi latérale de portée 20.

La structure porteuse interne 6 loge au moins une cuve étanche et thermiquement isolante 26, ladite cuve 26 étant destinée à recevoir du gaz naturel liquide. La cuve
10 étanche et thermiquement isolante 26 présente une face interne 27, qui est en contact avec le gaz naturel liquide lorsqu'il est stocké dans la cuve étanche et thermiquement isolante, et une face externe 29, reposant sur la pluralité de parois de portée, et notamment la première ou deuxième paroi latérale de portée 18, 20, de la structure porteuse interne 6.

15 La cuve étanche et thermiquement isolante 26 s'étend avantageusement sous la forme d'un parallélépipède rectangle. La cuve étanche et thermiquement isolante 26 présente ainsi une pluralité de parois de cuve, dont une première paroi latérale de cuve 30 et au moins une deuxième paroi latérale de cuve 32.

Chacune des parois latérales de cuve 30, 32 repose contre une paroi latérale de
20 portée 18, 20 correspondante. Plus particulièrement ici, dans l'exemple illustré, la face externe 29 de la première paroi latérale de cuve 30 repose sur la première paroi latérale de portée 18 de la structure porteuse interne 6 et la face externe de la deuxième paroi latérale de cuve 32 repose contre la deuxième paroi latérale de portée 20 de la structure porteuse interne 6.

25 Il résulte de ce qui précède que la deuxième paroi latérale de cuve 32 et la première paroi latérale de cuve 30 s'étendent dans des plans perpendiculaires l'une par rapport à l'autre.

Selon l'invention, la première paroi latérale de cuve 30 et la deuxième paroi latérale de cuve 32 sont reliées l'une à l'autre en étant conjointement solidaires d'au moins

une pièce de jonction angulaire 34 selon l'invention qui s'étend au niveau de la zone de jonction 24 précédemment évoquée.

Tel que notamment illustré sur les figures 2, 4, 7 et 8, la pièce de jonction angulaire 34 forme un prolongement de chacune des parois latérales de cuve en présentant
5 une épaisseur similaire, ou sensiblement similaire aux jeux de fabrication près, à celle de la première paroi latérale de cuve 30 et/ou de la deuxième paroi latérale de cuve 32. En d'autres termes, la pièce de jonction angulaire permet de générer une continuité structurelle de la cuve en faisant un lien entre deux parois latérales
perpendiculaires formant principalement la cuve mais qui ne présentent pas de
10 continuité l'une par rapport à l'autre.

L'épaisseur de l'une ou l'autre des parois latérales de cuve 30, 32 est ici mesurée, le long d'une direction perpendiculaire au plan dans lequel s'étend principalement la paroi latérale de cuve 30, 32 concernée, entre la face interne 27 et la face externe 29. Ainsi, dans l'exemple illustré, l'épaisseur de la première paroi latérale de cuve
15 30 est mesurée le long d'une direction parallèle à l'axe transversal B et l'épaisseur de la deuxième paroi latérale de cuve 32 est mesurée le long de l'axe vertical C.

Plus particulièrement, une première portion de la pièce de jonction angulaire est disposée dans le prolongement de la première paroi latérale de cuve 30, ladite première portion et ladite première paroi latérale de cuve présentant des valeurs
20 d'épaisseur, mesurées respectivement le long d'axes parallèles entre eux, ici parallèles à l'axe transversal B, similaires ou sensiblement similaires l'une à l'autre. Pareillement, une deuxième portion de la pièce de jonction angulaire est disposée dans le prolongement de la deuxième paroi latérale de cuve 32, ladite deuxième portion et ladite deuxième paroi latérale de cuve présentant des valeurs
25 d'épaisseur, mesurées respectivement le long d'axes parallèles entre eux, ici parallèles à l'axe vertical C, similaires ou sensiblement similaires l'une à l'autre.

Avantageusement, la pièce de jonction angulaire 34 présente une première épaisseur similaire à l'épaisseur de la première paroi latérale de cuve 30 au moins au niveau d'une zone de contact entre la pièce de jonction angulaire 34 et la
30 première paroi latérale de cuve 30, et une deuxième épaisseur similaire à l'épaisseur de la deuxième paroi latérale de cuve 32 au moins au niveau d'une zone

de contact entre la pièce de jonction angulaire 34 et la deuxième paroi latérale de cuve 32.

On va maintenant décrire plus en détails la structure de cette pièce de jonction angulaire 34, en référence aux figures 3 et 4 notamment. Conformément à la structure des parois de cuve 30, 32 qu'elle participe à relier, la pièce de jonction angulaire 34 comprend, successivement de la face externe vers la face interne, une barrière d'isolation thermique secondaire 36, une membrane d'étanchéité secondaire 38, une barrière d'isolation thermique primaire 40 et une membrane d'étanchéité primaire 42. La barrière d'isolation thermique secondaire 36 et la membrane d'étanchéité secondaire 38 forment une espace secondaire 37 et la barrière d'isolation thermique primaire 40 et la membrane d'étanchéité primaire 42 forment une espace primaire 41.

On comprend de ce qui précède, tel que cela va être détaillé ci-après, que d'une part l'espace primaire, formé de la barrière d'isolation thermique primaire 40 et de la membrane d'étanchéité primaire 42, de la pièce de jonction angulaire s'étend à la fois dans le prolongement d'un espace primaire équivalent de la première paroi latérale de cuve 30 et dans le prolongement d'un espace primaire équivalent de la deuxième paroi latérale de cuve 32, et que d'autre part l'espace secondaire, formé de la barrière d'isolation thermique secondaire 36 et de la membrane d'étanchéité secondaire 38, de la pièce de jonction angulaire s'étend à la fois dans le prolongement d'un espace secondaire équivalent de la première paroi latérale de cuve 30 et dans le prolongement d'un espace secondaire équivalent de la deuxième paroi latérale de cuve 32.

La barrière d'isolation thermique secondaire 36 comprend, successivement de la face externe de la cuve vers la membrane d'étanchéité secondaire 38, une première paroi d'isolation 44 et une première couche d'isolant thermique 46. La première paroi d'isolation 44 comprend une planche ayant sensiblement la forme d'un parallépipède rectangle. La planche est avantageusement en contre-plaqué, par exemple un contre-plaqué de bois. Les dimensions de la planche sont adaptées à la taille des blocs de la barrière d'isolation thermique secondaire 36.

La première couche d'isolant thermique 46 peut être constituée par un matériau plastique alvéolaire, tel qu'une mousse de polyuréthane par exemple, permettant une isolation thermique efficace et bien répartie entre les parois d'isolation.

Par ailleurs, la pièce de jonction angulaire 34 comprend une deuxième paroi
5 d'isolation 51 disposée en recouvrement de la première couche d'isolant thermique 46, entre cette première couche et la membrane d'étanchéité secondaire 38. Cette deuxième paroi d'isolation 51, également formée d'une planche avantageusement en contre-plaqué, par exemple un contre-plaqué de bois, est spécifiquement agencée dans la pièce de jonction angulaire, sans qu'elle soit nécessairement
10 prévue dans la composition des parois de cuve. Cette deuxième paroi d'isolation 51 est notamment prévue pour une meilleure tenue à la pression générée sur les jonctions de parois par le gaz naturel présent dans la cuve.

La barrière d'isolation thermique secondaire 36, et plus particulièrement la deuxième paroi d'isolation 51, est solidaire de la membrane d'étanchéité secondaire
15 38, par exemple par collage.

La membrane d'étanchéité secondaire 38 comprend une membrane d'étanchéité secondaire souple 48 et une membrane d'étanchéité secondaire rigide 49.

Plus particulièrement, une membrane d'étanchéité secondaire rigide 49 est spécifique à chaque portions 56, 58, 60 de la pièce de jonction angulaire 34 et une
20 membrane d'étanchéité secondaire souple 48 est commune à l'ensemble des portions, en venant en recouvrement au moins partiel de chacune des membranes d'étanchéité secondaires rigides 49 qui recouvre la barrière thermiquement isolante secondaire 36 au niveau des surfaces planes. On comprend que la barrière thermiquement isolante secondaire de chaque portion de la pièce de jonction
25 angulaire 34 est recouvert par la membrane d'étanchéité secondaire rigide 49, mais que les intersections entre chacune des portions restent découvertes. La membrane d'étanchéité secondaire souple 48 se positionne en recouvrement des intersections entre chacune des portions 56, 58, 60 de la pièce de jonction angulaire 34 et entre chaque membrane d'étanchéité secondaire rigide 49
30 recouvrant lesdites portions 56, 58, 60, diminuant le risque de contamination au niveau de ces zones à risque. La membrane d'étanchéité secondaire souple 48 est

une bande triplex, composée d'une feuille d'aluminium collée entre deux mats de verre tressés, ces composants de la bande triplex n'étant pas représentés sur l'ensemble des figures. La membrane d'étanchéité secondaire souple 48 est d'une part en contact et collée sur la membrane d'étanchéité secondaire rigide 49 et
5 d'autre part à la barrière d'isolation thermique primaire 40.

La membrane d'étanchéité secondaire rigide 49 se compose d'une feuille d'aluminium collée entre deux mats de verre tressés imprégnés d'une résine polymère.

La barrière d'isolation thermique primaire 40 comporte une deuxième couche
10 d'isolant thermique 52 et une troisième paroi d'isolation 54 et on pourra se référer à ce qui précède pour la composition et la fonction de chacune de ces couches.

Lors du montage de la cuve étanche et thermiquement isolante 26, la pièce de jonction angulaire 34 et la pluralité de parois de cuve sont montées par l'intermédiaire des panneaux d'assemblage, disposés les uns à côté des autres et
15 comprenant chacun les différents éléments constituant de la pièce de jonction angulaire 34 et de la pluralité de parois de cuve. Ces panneaux d'assemblage peuvent être recouverts de la membrane d'étanchéité primaire 42, qui peut être en acier inoxydable en présentant des ondes. On notera qu'alternativement la membrane d'étanchéité primaire 42 est par exemple en tôle d'Invar®.

20 Les parois latérales de cuve 30, 32 s'étendent chacune selon un plan d'allongement principal, ces plans d'allongement étant perpendiculaires l'un à l'autre et la pièce de jonction angulaire 34 s'étend elle dans trois plans différents, la pièce de jonction angulaire 34 présentant au moins trois portions différentes s'étendant respectivement dans l'un de ces trois plans différents.

25 Selon le premier mode de réalisation, la pièce de jonction angulaire 34 comprend une première portion 56, une deuxième portion 58 et au moins une portion intermédiaire 60. Le nombre de portions intermédiaires n'est pas limitatif, et il convient d'imaginer selon l'invention une pièce de jonction angulaire 34 présentant par exemple quatre portions avec deux portions intermédiaires reliant l'une à l'autre
30 la première portion 56 et la deuxième portion 58.

Tel qu'illustré, la première portion 56 prolonge la portion intermédiaire 60 selon une direction verticale, sensiblement parallèle à un axe vertical C, et la deuxième portion 58 prolonge la portion intermédiaire selon une direction transversale perpendiculaire, sensiblement parallèle à un axe transversal B.

- 5 La première portion 56 et la deuxième portion 58 présentent chacune des espaces primaire 41 et secondaire 37 qui ne s'étendant pas sur la même dimension, selon une direction donnée, depuis la portion intermédiaire. Tel qu'illustré sur la figure 3, la dimension de l'espace primaire 41 de la première portion 56 mesurée le long de la direction verticale est plus courte que la dimension de l'espace secondaire 37 de
10 cette première portion 56 également mesurée le long de la direction verticale de sorte que l'espace primaire 41 ne recouvre pas entièrement l'espace secondaire 37. De façon analogue, la dimension de l'espace primaire 41 de la deuxième portion 58 mesurée le long de la direction transversale est plus courte que la dimension de l'espace secondaire 37 de cette deuxième portion 58 également mesurée le long de
15 la direction transversale de sorte que là encore, l'espace primaire 41 ne recouvre pas entièrement l'espace secondaire 37

- La première portion 56 de la pièce de jonction angulaire 34 s'étend principalement dans le plan d'allongement principal de la première paroi latérale de cuve 30, de manière à prolonger cette première paroi latérale de cuve. La première portion 56
20 présente un premier bord libre 62 et un deuxième bord libre 64, ces deux bords libres s'étendant à l'opposé de la portion intermédiaire 60 et étant différenciés par la différence de longueur des espaces primaire et secondaire. Plus particulièrement, l'espace primaire 41 de la première portion 56 participe à former le premier bord libre 62 et l'espace secondaire 37 de la première portion 56 participe à former le
25 deuxième bord libre 64. De la sorte, la membrane d'étanchéité secondaire 38 est découverte sur la première portion 56 de la pièce de jonction angulaire 34, depuis le premier bord libre 62 jusqu'au deuxième bord libre 64, et vise à être recouverte par la barrière d'isolation thermique primaire 40 de la première paroi latérale de cuve 30.

- 30 Tel que cela a été évoqué précédemment, et tel qu'illustré plus particulièrement sur la figure 4, la première portion 56 prolonge structurellement et avec une épaisseur

- similaire la première paroi latérale de cuve 30 au moins le long de l'axe vertical C vers la portion intermédiaire 58. Plus particulièrement, l'espace secondaire 37 constitutif de la première portion 56 prolonge, ici verticalement, l'espace secondaire 37 constitutif de la première paroi latérale de cuve 30, et l'espace primaire 41
- 5 constitutif de la première portion 56 prolonge dans la même direction verticale l'espace primaire 41 constitutif de la première paroi latérale de cuve 30. De plus, la membrane d'étanchéité primaire 42 et la membrane d'étanchéité secondaire 38 sont continues entre la première portion 56 de la pièce de jonction angulaire 34 et la première paroi latérale de cuve 30.
- 10 La deuxième portion 58 de la pièce de jonction angulaire 34 s'étend principalement dans le plan d'allongement principal de la deuxième paroi latérale de cuve 32, de manière à prolonger cette deuxième paroi latérale de cuve. Ce qui vient d'être décrit pour la première portion 56 se retrouve dans la structure de la deuxième portion 58, avec un troisième bord libre 68 et un quatrième bord libre 70 respectivement formés
- 15 par l'espace primaire 41 et l'espace secondaire 37 de cette deuxième portion 58.

- Par ailleurs, la deuxième portion 58 de la pièce de jonction angulaire 34 prolonge structurellement et avec une épaisseur similaire la deuxième paroi latérale de cuve 32 le long de l'axe transversal B vers la portion intermédiaire 58. Plus particulièrement, l'espace secondaire 37 constitutif de la deuxième portion 58
- 20 prolonge, ici transversalement, l'espace secondaire 37 constitutif de la deuxième paroi latérale de cuve 32 et l'espace primaire 41 constitutif de la deuxième portion 58 prolonge dans la même direction transversale l'espace primaire 41 constitutif de la deuxième paroi latérale de cuve 32. De plus, la membrane d'étanchéité primaire 42 et la membrane d'étanchéité secondaire 38 sont continues entre la deuxième
- 25 portion 58 de la pièce de jonction angulaire 34 et la deuxième paroi latérale de cuve 32.

- La première portion 56 et la deuxième portion 58 de la pièce de jonction angulaire 34 s'étendent dans des plans perpendiculaires l'un par rapport à l'autre. La première portion 56 n'est pas adjacente à la deuxième portion 58, du fait de la
- 30 présence de la portion intermédiaire 60 dont sont respectivement solidaires la première portion 56 et la deuxième portion 58 de la pièce de jonction angulaire 34.

La première portion 56 est solidaire de la portion intermédiaire 60 au niveau d'un premier bord lié 66, et la deuxième portion 58 est solidaire de la portion intermédiaire 60 au niveau d'un deuxième bord lié 72.

5 La portion intermédiaire 60 s'étend principalement dans un plan incliné qui est d'une part sécant au plan principal d'allongement de la première portion 56 et d'autre part sécant au plan principal d'allongement de la deuxième portion 58. Les bords liés 66, 72 précédemment évoqués forment les jonctions entre chacune des portions et chacun des plans principaux correspondants.

10 Ainsi, selon l'invention, la portion intermédiaire 60 forme une paroi inclinée par rapport aux deux portions agencées respectivement dans le prolongement d'une des parois latérales de cuve perpendiculaires entre elles.

15 Plus particulièrement, dans l'exemple illustré où une unique portion intermédiaire 60 est agencée entre les deux portions 56, 58, le plan incliné dans lequel la portion intermédiaire s'étend principalement présente un angle d'environ 135° avec d'une part la première portion 56 et la première paroi latérale 30 qu'elle prolonge et d'autre part la deuxième portion 58 et la deuxième paroi latérale 32 qu'elle prolonge.

Il résulte de cet agencement des différentes portions de la pièce de jonction angulaire 34 que la dimension mesurée entre la première portion 56 et la deuxième portion 58 de la portion intermédiaire 60 va en s'agrandissant depuis la face interne 27 vers la face externe 29 de la cuve étanche et thermiquement isolante 26. En d'autres termes, la dimension de la portion intermédiaire 60 entre le premier bord lié 66 de la première portion 56 et le deuxième bord lié 72 de la deuxième portion 58 au niveau de la face interne 27 est plus petite que la dimension de la portion 25 intermédiaire entre le premier bord lié 66 de la première portion 56 et le deuxième bord lié 72 de la deuxième portion 58 au niveau de la face externe 29.

La pièce de jonction angulaire 34 selon l'invention a pour but d'optimiser la répartition de la pression exercée par le gaz naturel liquide, la pression étant représentée par une flèche D sur la figure 4, sur les zones de jonction 24 des parois 30 constitutives de la pluralité de parois de cuve de la cuve étanche et thermiquement 30

isolante 26. La pression exercée par le gaz naturel liquide présent dans la cuve 26 sur la face interne 27 au niveau de la première portion 56 ou de la deuxième portion 58 est exercée sur le premier espace 41 correspondant de la pièce de jonction angulaire 34, et elle est répartie en direction de la face externe 29 sur l'ensemble du
5 deuxième espace 37 correspondant, c'est-à-dire sur une plus grande étendue. Et la pression exercée par le gaz naturel liquide sur la face interne 27 de la portion intermédiaire 60 est répartie sur l'ensemble de la face externe 29 de cette portion intermédiaire 60, là encore de plus grande dimension. Les efforts de pression du gaz naturel liquide sont répartis sur une plus grande surface d'appui au niveau de la
10 face externe 29 destinée à être en contact avec la structure porteuse interne 6.

Tel qu'illustré sur la figure 3, la pièce de jonction angulaire 34 participe à former un module de jonction angulaire 74, qui peut être agencé à la suite d'autres modules similaires les uns après les autres le long d'un axe longitudinal A, correspondant à l'axe commun aux deux parois latérales de cuve. Ainsi, la première portion 56, la
15 deuxième portion 58 et la portion intermédiaire 60 de chaque pièce de jonction angulaire 34 est alignée avec la première portion, la deuxième portion et la portion intermédiaire des autres pièces de jonction angulaire 34 d'un module de jonction angulaire 74.

Chaque module de jonction angulaire 74 comprend une première extrémité
20 longitudinale 75 et une deuxième extrémité longitudinale 77. La membrane d'étanchéité 38 de l'espace secondaire 37 est découverte au niveau d'au moins une des extrémités longitudinales de la pluralité de modules de jonction angulaire 74.

Tel qu'illustré sur la figure 4, chaque module de jonction angulaire 74 coopère avec la première paroi de cuve 30 et la deuxième paroi de cuve 32. La première portion
25 56 des pièces de jonction angulaire 34 de chaque module de jonction angulaire 74 est destinée à être en contact avec la première paroi de cuve 30 au niveau du premier bord libre 62 et du deuxième bord libre 64. Ainsi, l'espace secondaire 37 de la première portion 56 de chaque pièce formant un module de jonction angulaire 74 est agencé dans la continuité de l'espace secondaire 37 de la première paroi de
30 cuve 30, l'espace primaire 41 de la première portion 56 de chaque pièce formant chaque module de jonction angulaire 74 étant également agencé dans la continuité

de l'espace primaire 41 de la première paroi de cuve 30. L'espace secondaire 37 de la première portion 56 des pièces formant chaque module de jonction angulaire 74, dans sa partie non recouverte par l'espace primaire, est recouverte de l'espace primaire 41 de la première paroi de cuve 30 jusqu'au premier bord libre 62. Et de façon analogue, l'espace secondaire 37 de la deuxième portion 58 de chaque pièce formant un module de jonction angulaire 74 est agencé dans la continuité de l'espace secondaire 37 de la deuxième paroi de cuve 32, et l'espace primaire 41 de la deuxième portion 58 de chaque pièce formant un module de jonction angulaire 74 est agencé dans la continuité de l'espace primaire 41 de la deuxième paroi de cuve 32. L'espace secondaire 37 de la deuxième portion 58 des pièces formant chaque module de jonction angulaire 74, dans sa partie non recouverte par l'espace primaire, est recouverte par l'espace primaire 41 de la deuxième paroi de cuve 30 jusqu'au troisième bord libre 68.

Pour rappel, les parois latérales 30, 32 de la cuve étanche et thermiquement isolante 26 reposent directement sur les parois de portée 18, 20 de la structure porteuse interne 6. Il en est de même pour la face externe des première et deuxième portions de la pièce de jonction angulaire qui s'étendent sensiblement perpendiculairement l'une et à l'autre. Plus précisément, la face externe 29 de la première paroi latérale de cuve 30 et la face externe de la première portion 56 de la pièce de jonction angulaire reposent sur la première paroi de portée 18 de la structure porteuse interne 6 par l'intermédiaire de boudins de mastic non représentés et d'autre part la face externe 29 de la deuxième paroi latérale de cuve 32 et la face externe de la deuxième portion 58 de la pièce de jonction angulaire reposent sur la deuxième paroi de portée 20 de la structure porteuse interne 6 par l'intermédiaire de boudins de mastic non représentés.

La face externe 29 au niveau de la portion intermédiaire 60, qui s'étend dans un plan incliné par rapport aux plans d'allongement principaux des première et deuxième parois latérales de cuve, forme un chanfrein et ainsi une zone de dégagement 76 entre la portion intermédiaire 60 et la structure porteuse interne 6 au niveau de la zone de jonction 24.

Tel que cela est illustré sur la figure 4, la structure porteuse interne 6 présente dans cette zone de jonction 24, c'est-à-dire dans le coin formé entre la première paroi latérale de portée 18 et la deuxième paroi latérale de portée 20, un élément de renfort 78 qui est ménagé pour être en contact avec chacune des parois latérales de portée et avec la face externe 29 de la portion intermédiaire 60. En d'autres termes, la structure porteuse interne 6 est équipée d'un élément de renfort 78 apte à combler la zone de dégagement 76. L'élément de renfort 78 reprend ici une forme de section triangulaire similaire à celle de la zone de dégagement, en présentant une face de contact 80 susceptible de former une butée au déplacement de la portion intermédiaire sous l'effet de la pression exercée par le gaz naturel liquide présent dans la cuve, et un sommet 82 opposé, présentant un angle sensiblement égal à 90° pour venir épouser la forme de coin de la zone de jonction 24. Avantageusement, l'élément de renfort 78 s'étend principalement le long de l'axe longitudinal A, de manière à former un renfort pour chacune des pièces de jonction angulaire 34. L'élément de renfort 78 peut notamment consister en une plaque formant nervure longitudinale agencée à 135° de chacune des parois de portée de la structure porteuse interne.

Tel que plus particulièrement visible sur la figure 4, la face de contact 80 est en regard de la portion intermédiaire 60 de la pièce de jonction angulaire 34. Dans une position d'origine, sans pression exercée sur la pièce de jonction angulaire par du gaz liquide, l'élément de renfort 78 et la pièce de jonction angulaire 34 participent à délimiter un espace s'étendant entre la face de contact 80 de l'élément de renfort et la face externe 29 de la portion intermédiaire 60 de la pièce de jonction angulaire 34. Cet espace est ici régulier le long de deux faces, c'est-à-dire qu'une dimension mesurée entre la face de contact 80 et la face externe 29 de la portion intermédiaire 60 le long d'un axe perpendiculaire au plan d'extension principal de la face de contact 80 de l'élément de renfort 78 et/ou de la face externe 29 de la portion intermédiaire 60 est constante. Autrement dit, la face de contact 80 de l'élément de renfort 78 et la face externe 29 de la portion intermédiaire 60 s'étendent chacune dans un plan parallèle au plan dans lequel s'inscrit l'autre face.

La pression exercée sur la face interne 27 de la portion intermédiaire 60 par le gaz liquide implique alors un contact plan directement entre la face externe 29 de la portion intermédiaire 60 et la face de contact 80 de l'élément de renfort 78.

5 Ainsi, la face externe 29 de la portion intermédiaire 60 de la pluralité de pièces de jonction angulaire 34 repose sur l'élément de renfort 78. La pression exercée par le gaz naturel liquide stocké dans la cuve étanche et thermiquement isolante 26 sur la face interne 27 de la portion intermédiaire 60 est alors répartie plus facilement sur la face externe 29 de chaque portion de la pièce de jonction angulaire 34 correspondante, l'élément de renfort 78 formant au niveau de la face de contact une
10 face sensiblement perpendiculaire à la direction générale de la pression du gaz naturel liquide dans cette zone de jonction 24 de la cuve. La pression exercée par le gaz naturel liquide stockée dans la cuve étanche et thermiquement isolante 26 est ainsi mieux répartie et réduit les risques d'apparition de fuite de la membrane d'étanchéité primaire 42.

15 Avantageusement, cette répartition de la pression sur différents éléments de la cuve étanche et thermiquement isolante 26 et de la structure porteuse interne 6 influence la concentration de raidisseurs 8, 10 précédemment évoqués et plus particulièrement la concentration d'une première pluralité de raidisseurs 8 disposée entre la coque externe 4 et la première paroi de portée 18 de la structure porteuse
20 interne 6 et la concentration d'une deuxième pluralité de raidisseurs 10 disposée entre la coque externe 4 et la deuxième paroi de portée 20 de la structure porteuse interne 6.

Tel que cela est notamment visible sur les figures 2 et 4, il est dès lors moins nécessaire d'avoir des raidisseurs 8, 10 au voisinage de la zone de jonction 24, et
25 seul un premier raidisseur 84, 90 de chaque pluralité de raidisseurs 8, 10 peut être en contact avec la paroi de portée 18, 20 correspondante de la structure porteuse interne 6 au niveau de la zone de jonction 24 alors que plusieurs raidisseurs 86, 88, 92, 94 peuvent être en contact de l'une des parois de portée 18, 20, à distance de cette zone de jonction 24. La concentration de raidisseurs est ainsi réduite à
30 proximité de la pièce de jonction angulaire.

Pour chaque pluralité de raidisseurs, respectivement en regard d'une ou l'autre des parois de portée 18, 20, un deuxième raidisseur 86, 92 se positionne entre le premier raidisseur 84, 90 et un troisième raidisseur 88, 94. Par concentration de raidisseurs réduite au niveau de la zone de jonction et de la pièce de jonction angulaire, on comprend que la distance séparant le deuxième raidisseur 86, 92 et le troisième raidisseur 88, 94 est plus petite que la distance séparant le deuxième raidisseur 86, 92 du premier raidisseur 84, 90.

Dans l'exemple illustré sur la figure 4, le premier raidisseur 84, 90 de chaque pluralité de raidisseurs est en contact de la paroi latérale de portée de la structure porteuse interne 6 au niveau de l'élément de renfort 78, sans que cela soit limitatif de l'invention.

Tel qu'illustré sur la figure 7, et tel que cela est visible sur la figure 2, ce premier raidisseur 84, 90 peut s'étendre au niveau de la zone de jonction à distance de l'élément de renfort et plus particulièrement dans une zone recouverte par la première portion ou la deuxième portion de la pièce de jonction angulaire.

On peut définir pour chaque paroi latérale 18, 20 de la cuve une zone proximale 101 et une zone distale 103 en fonction de leur agencement par rapport à la zone de jonction 24 la plus proche, ces deux zones étant délimitées l'une par rapport à l'autre par une démarcation dans le prolongement du bord libre de l'espace secondaire de la pièce de jonction angulaire, à savoir le deuxième bord libre 64 pour la première paroi latérale de cuve 18 et le quatrième bord libre 70 pour la deuxième paroi latérale de cuve 20. La zone proximale 101 consiste en la zone s'étendant entre la zone de jonction 24 et cette démarcation et la zone distale 103 consiste en la zone s'éloignant de la zone de jonction depuis cette démarcation. Tel qu'illustré ici sur la figure 7, seul le premier raidisseur 84, 90 est avantageusement situé dans la zone proximale 101, alors que plusieurs raidisseurs 86, 88, 92, 94, sont disposés dans la zone distale 103. Comme décrit ci-dessus, la distance entre le premier raidisseur 84, 90 et le deuxième raidisseur 86, 92 est plus grande que la distance séparant le deuxième raidisseur 86, 92 du troisième raidisseur 88, 94.

Le premier raidisseur 84 de la première pluralité de raidisseurs 8 peut notamment être disposé dans l'alignement transversal du premier bord libre 62 de la pièce de

jonction angulaire 34 et le premier raidisseur 90 de la deuxième pluralité de raidisseurs 10 peut notamment être disposé dans l'alignement vertical du troisième bord libre 68 de la pièce de jonction angulaire 34.

- Tel qu'illustré sur la figure 7, au moins un premier raidisseur d'une pluralité de raidisseurs 8, 10 est positionné à une distance d du coin de la structure porteuse interne 6, c'est-à-dire du sommet 82 de l'élément de renfort 78 et le premier raidisseur 84, 90. Plus particulièrement, dans l'exemple illustré, chaque premier raidisseur des pluralités de raidisseurs est disposé à cette même distance d du coin de la structure porteuse interne 6.
- 10 Selon une caractéristique de l'invention, des dimensions de la pièce de jonction angulaire sont déterminées en fonction de ce positionnement des premiers raidisseurs et de cette distance d. Plus particulièrement, on peut calculer une dimension D60 de la portion intermédiaire 60, mesurée le long de la face externe 29 de la portion intermédiaire 60 entre le premier bord lié 66 et le deuxième bord lié 72, de sorte que :
- 15

$$D60 = \frac{2}{2 + \sqrt{2}} * d$$

- Dans l'exemple illustré, des dimensions D56, D58 de la première portion 56 et de la deuxième portion 58, respectivement mesurées entre la portion intermédiaire et une zone correspondant à la position du premier raidisseur 84, 90 correspondant, sont équivalentes à la dimension D60 de la portion intermédiaire préalablement déterminée. Plus particulièrement, une dimension D56 de la première portion 56, mesurée ici verticalement le long de la surface externe entre le premier bord lié 66 et la zone de contact avec le premier raidisseur 84 de la première pluralité de raidisseurs 8, c'est-à-dire au droit du premier bord libre 62, présente une valeur équivalente à la valeur de la dimension D60 de la portion intermédiaire. Et une dimension D58 de la deuxième portion 58, mesurée ici transversalement le long de la surface externe entre le deuxième bord lié 72 et la zone de contact avec le premier raidisseur 90 de la deuxième pluralité de raidisseurs 10, c'est-à-dire au droit du troisième bord libre 68, présente une valeur équivalente à la valeur des dimensions D60 et D56 précédemment évoquées.
- 20
- 25
- 30

De la sorte, les efforts exercées par la pression du gaz liquide sont plus équitablement répartis entre l'élément de renfort dans la zone de jonction et chacune des parois latérales de cuve et les raidisseurs sur lesquels ces parois latérales reposent.

- 5 Dans une variante des modes de réalisation précédemment décrits et tel qu'illustré sur la figure 8, la face de contact 80 de l'élément de renfort 78 présente une forme distincte de la surface plane précédemment évoquée, en formant un congé 91 plutôt qu'un coin en équerre. Plus particulièrement, la face de contact 80 présente une courbure avantageusement concave, de sorte que l'espace délimité entre la
- 10 face de contact 80 de l'élément de renfort 78 et la face externe 29 de la portion intermédiaire 60 n'est plus constant et va en s'agrandissant au fur et à mesure qu'on se rapproche du centre de la portion intermédiaire 60. Cet espace est comblé par une ou plusieurs cales 93, par exemple sous la forme de panneaux et/ou de cylindres de contre-plaqué de bois par exemple, et/ou par du matériau de ragréage
- 15 95, comme du mastic par exemple illustré sur la figure 8 par une zone hachurée, étant entendu que cette liste n'étant pas exhaustive. Il convient de noter que la structure de l'élément de renfort est plus facile à réaliser lorsqu'elle présente un congé et qu'elle présente moins de risques de cassure à la jonction avec les parois de portée de la structure porteuse sous l'effet de la pression exercée par le gaz
- 20 liquide, la présence additionnelle de matériau de renfort comblant l'espace permettant de s'assurer de la bonne transmission des efforts.

On va maintenant décrire une variante de réalisation de l'invention, en référence aux figures 5 et 6. Chaque module de jonction angulaire 74 qui a été décrit ci-dessus est ménagé pour assurer la jonction entre la première paroi de cuve 30 et la

25 deuxième paroi de cuve 32 de la cuve étanche et thermiquement isolante 26. Cependant, il n'est pas exclu que la cuve 26 présente d'autres parois de cuve et que des modules de jonction angulaire 74 selon l'invention soient configurés pour être positionnés en outre en regard d'une deuxième zone de jonction de parois de cuve.

- 30 Dans cet exemple, la pluralité de parois de cuve comprend en outre une troisième paroi de cuve, ou première paroi transversale de cuve 96, s'étendant dans un plan

perpendiculaire à la première paroi latérale 30 et perpendiculaire à la deuxième paroi latérale 32. Par ailleurs, cette première paroi transversale de cuve 96 est perpendiculaire à l'axe d'extension principale de la pluralité de pièces de jonction angulaire 34, c'est-à-dire l'axe longitudinal A.

- 5 On comprend que selon l'invention, chaque paroi de la cuve étanche 26 peut être reliée à une autre paroi de la cuve étanche 26 par un module de jonction angulaire 74. Selon l'exemple décrit ici, la jonction entre la troisième paroi de cuve 96 et la première paroi de cuve 30 peut présenter un module de jonction angulaire 74, tout comme la jonction entre la troisième paroi de cuve 96 et la deuxième paroi de cuve 32.
- 10

Dans ce contexte, la cuve étanche et thermiquement isolante 26 selon l'invention comprend un élément de jonction angulaire 98 qui diffère de la pièce de jonction angulaire 34 en la présence d'une partie de renvoi.

- Tel qu'illustré sur la figure 5, l'élément de jonction angulaire 98 comprend une première partie 100 et une deuxième partie 102. Chacune des deux parties 100 et 102 présente une structure sensiblement équivalente à ce qui vient d'être décrit, à savoir, depuis une face externe 29 vers une face interne 27, une espace secondaire 37, comportant la barrière d'isolation thermique secondaire 36 et la membrane d'étanchéité secondaire 38, et une espace primaire 41, comportant la barrière d'isolation thermique primaire 40 et la membrane d'étanchéité primaire 42.
- 15
- 20

- Pour rappel, la barrière d'isolation thermique secondaire 36 comprend, de la face externe 29 vers la face interne 27, la paroi d'isolation 44 recouverte de la première couche d'isolant thermique 46, puis de la deuxième paroi d'isolation 51 présente spécifiquement dans l'élément de jonction angulaire conformément à ce qui a été décrit précédemment pour la pièce de jonction angulaire. Cette barrière d'isolation thermique secondaire 36 assure un premier maintien de la température à l'intérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante 26, avantageusement quand du gaz naturel liquide y est stocké. La barrière d'isolation thermique secondaire 36 est recouverte par la membrane d'étanchéité secondaire 38.
- 25

La membrane d'étanchéité secondaire 38 assure la conservation du gaz naturel liquide stocké dans la cuve étanche et thermiquement isolante 26 lorsqu'une fuite de gaz naturel liquide survient dans l'espace primaire 41.

5 La membrane d'étanchéité secondaire 38 comprend une membrane d'étanchéité secondaire souple 48 en recouvrement d'une pluralité de membranes d'étanchéité secondaires rigides 49.

La bande de triplex formant la première membrane d'étanchéité souple 48 est destinée à être collée d'une part aux membranes d'étanchéité secondaires rigides 49, et plus particulièrement en recouvrement des zones de jonctions de ces
10 membranes rigides, et d'autre part à la barrière d'isolation thermique primaire 40, empêchant ainsi des contaminations au niveau des différentes jonctions. La barrière d'isolation thermique primaire 40 comporte ainsi, de la face externe 29 vers la face interne 27, la deuxième couche d'isolant thermique 52 et la troisième paroi d'isolation 54. La barrière d'isolation thermique primaire 40 est recouverte par la
15 membrane d'étanchéité primaire 42.

Comme précisé ci-dessus, l'élément de jonction angulaire 98 comprend une première partie 100 et une deuxième partie 102. La première partie 100 de l'élément de jonction angulaire 98 est ménagée pour s'aligner et coopérer avec la pluralité de pièces ou modules de jonction angulaire 34, 74, ainsi qu'avec la
20 première paroi latérale de cuve 30 et la deuxième paroi latérale de cuve 32. La deuxième partie 102 de l'élément de jonction angulaire 98 est ménagée perpendiculairement à la première partie 100 de manière à s'étendre en regard de la première paroi transversale de cuve 96.

La première partie 100 de l'élément de jonction angulaire 98 comporte, comme pour
25 la pièce de jonction angulaire 34, une première section 104, une deuxième section 106 et au moins une section intermédiaire 108.

La première section 104 de l'élément de jonction angulaire 98 s'étend principalement dans un plan parallèle au plan d'allongement principale de la première paroi latérale de cuve 30 et de la première portion 56 des pièces de
30 jonction angulaire 34 et comme précédemment, l'espace primaire 41 et l'espace

secondaire 37 ne présentent pas les mêmes dimensions, aussi bien par rapport à l'axe longitudinal A que par rapport à l'axe vertical C, étant entendu que le plan d'allongement principal de la première paroi latérale de cuve 30 s'étend ici longitudinalement et verticalement.

- 5 La première section 104 présente un premier bord d'extrémité libre 110 et un deuxième bord d'extrémité libre 112, ces bords d'extrémité étant perpendiculaires l'un à l'autre. L'espace secondaire 37 de la première section 104 n'est pas recouverte de l'espace primaire 41 au voisinage du premier bord d'extrémité libre 110 et au voisinage du deuxième bord d'extrémité libre 112.
- 10 La deuxième section 106 présente une forme équivalente à celle de la première section 104, avec un troisième bord d'extrémité libre 116 et un quatrième bord d'extrémité libre 118. Là encore, l'espace secondaire 37 n'est pas recouverte par l'espace primaire 41 au voisinage du troisième et du quatrième bord d'extrémité libre.
- 15 La première section 104 et la deuxième section 106 de l'élément de jonction angulaire 98 s'étendent principalement dans des plans perpendiculaires l'un par rapport à l'autre. La première section 104 n'est pas adjacente à la deuxième section 106, du fait de la présence de la section intermédiaire dont sont respectivement solidaires la première section 104 et la deuxième section 106 au niveau d'un côté
20 lié respectif 114, 120.

- La section intermédiaire 108 s'étend principalement dans un plan incliné, sécant d'une part au plan principal d'allongement de la première section 104 et d'autre part au plan d'allongement principal de la deuxième section 106. Le plan sécant est parallèle à l'axe longitudinal A et est orienté de telle façon à présenter
25 avantageusement un angle d'environ 135° avec chacun des plans d'allongement principal évoqués précédemment. La section intermédiaire 108 est ainsi sécante à la première section 104 avantageusement selon un angle d'environ 135° tout en étant également sécante à la deuxième section 106 avantageusement selon un angle d'environ 135° .

L'espace secondaire 37 n'est pas recouverte de l'espace primaire 41 au niveau d'un cinquième côté libre 115 de la section intermédiaire 108. En effet, l'espace primaire 41 et l'espace secondaire 37 ne s'étendent pas sur la même longueur le long de l'axe longitudinal A. L'espace primaire 41 est plus courte que l'espace
5 secondaire 37 le long de l'axe longitudinal A vers le cinquième côté libre 115 de la section intermédiaire 108. Ainsi, la membrane d'étanchéité secondaire 38 est découverte au niveau du cinquième côté libre 115 sans élément superposé et/ou collé.

Là encore, la section intermédiaire 108 présente une dimension qui va en
10 s'agrandissant au fur et à mesure de son éloignement de la face interne 27, afin notamment de répartir au mieux les pressions exercées par le gaz naturel liquide présent dans la cuve, tel que cal a pu être décrit précédemment. Et il convient de noter que dans cette variante de réalisation la section intermédiaire 108 est là encore en regard d'une zone de dégagement qui peut être remplie d'un élément de
15 renfort contre lequel s'appuie l'élément de jonction au niveau de la face externe de la section intermédiaire. De plus, l'élément de renfort peut présenter une face de contact s'étendant dans un plan ou en formant un congé, tel que décrit ci-dessus, la section intermédiaire 108 pouvant comprendre des cales et/ou du matériau de ragréage pour combler l'espace entre la face externe 29 et la face de contact de
20 l'élément de renfort.

La deuxième partie 102 de l'élément de jonction 98 s'étend principalement dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal A, c'est-à-dire dans un plan perpendiculaire à chacune des sections de la première partie 100 de l'élément de jonction. Autrement dit, la deuxième partie 102 de l'élément de jonction angulaire 98 forme
25 une partie de renvoi qui prolonge perpendiculairement la première partie 100 de l'élément de jonction angulaire 98.

Plus particulièrement, la deuxième partie 102 comprend une paroi de renvoi 121 présentant un côté transversal libre 122, un côté transversal lié 124, un côté vertical libre 126 et un côté vertical lié 128. Le côté transversal libre 122 et le côté
30 transversal lié 124 s'étendent le long d'un axe transversal B, perpendiculaire à l'axe longitudinal A et à l'axe vertical C, tandis que le côté vertical libre 126 et le côté

vertical lié 128 s'étendent le long de l'axe vertical C. La deuxième partie 102 est solidaire de la première partie 100 au niveau du côté transversal lié 124 et du côté vertical lié 128.

5 L'espace secondaire 37 n'est pas recouverte de l'espace primaire 41 au niveau du côté transversal libre 122 et du côté vertical libre 126 de la deuxième partie 102 de l'élément de jonction angulaire 98. En effet, l'espace primaire 41 et l'espace secondaire 37 ne s'étendent pas sur la même longueur le long de l'axe transversal B et le long de l'axe vertical C. Comme précédemment, l'espace primaire 41 est plus courte que l'espace secondaire 37, ici le long de l'axe transversal B vers le
10 côté vertical libre 126 et également plus courte le long de l'axe vertical C vers le côté transversal libre 122.

L'élément de jonction angulaire 98 selon l'invention a pour but d'optimiser la répartition de la pression exercée par le gaz naturel liquide sur les zones de jonction des parois constitutives de ladite cuve 26, notamment par la forme de la
15 section intermédiaire 108 et la zone de dégagement entre cette section intermédiaire et la zone de jonction des parois de portée 18, 20, tout réalisant une liaison entre la première paroi transversale de cuve 96 et la pluralité de modules de jonction angulaire 74. La pression exercée par le gaz naturel liquide stocké dans la cuve étanche et thermiquement isolante 26 sur la face interne 27 au niveau de la
20 section intermédiaire 108 de l'élément de jonction angulaire 98 est répartie sur l'ensemble de l'élément de jonction angulaire 98, et jusqu'à la paroi de renvoi 121 qui s'étend en regard de la première paroi transversale de cuve 96.

L'espace primaire 41 de la première partie 100 et l'espace primaire de la deuxième partie 102 de l'élément de jonction angulaire 98 peuvent être d'un même tenant. En
25 particulier, la membrane d'étanchéité primaire 42 au niveau de la première partie 100 peut être soudée à la membrane d'étanchéité primaire 42 de la deuxième partie 102, ou être réalisé comme un unique élément.

Tel que représenté sur la figure 6, la première partie 100 de l'élément de jonction angulaire 98 est destinée à être en contact avec une pièce de jonction angulaire 34
30 d'un module de jonction angulaire 74. La première portion 56, la deuxième portion 58 et la portion intermédiaire 60 du module de jonction angulaire 74 le plus proche

de l'élément de jonction angulaire 98 s'alignent respectivement avec la première section 104, la deuxième section 106 et la section intermédiaire 108 de la première partie 100 de l'élément de jonction angulaire 98. Plus particulièrement, l'espace secondaire 37 de l'élément de jonction angulaire 98 est en contact avec l'espace
5 secondaire de ce module de jonction angulaire 74. Pour solidariser l'élément de jonction angulaire 98 à ce module de jonction angulaire 74, des panneaux d'espace primaire 41, ici non représentés, sont fixés par collage et soudage sur l'espace secondaire 37 entre l'espace primaire 41 associée au module de jonction angulaire 74 et l'espace primaire 41 associée à l'élément de jonction angulaire 98.

10 La première section 104 de l'élément de jonction angulaire 98 et la première portion 56 des pièces de jonction angulaire 34 sont destinées à être en contact avec la première paroi latérale de cuve 30. La fixation de l'élément de jonction angulaire 98 et des pièces de jonction angulaire 34 à la première paroi latérale de cuve 30 se réalise de façon similaire à la fixation de l'élément de jonction angulaire 98 avec le
15 module de jonction angulaire 74 le plus proche. Un panneau de l'espace primaire 41 est collé et soudé au niveau de la liaison entre la première paroi latérale de cuve 30 et l'élément de jonction angulaire 98 et la pluralité de pièces de jonction angulaire 34.

La deuxième section 106 de l'élément de jonction angulaire 98 et la deuxième
20 portion 58 des pièces de jonction angulaire 74 sont destinées à être en contact avec la deuxième paroi latérale de cuve 32. La fixation de l'élément de jonction angulaire 98 et des pièces de jonction angulaire 34 à la deuxième paroi latérale de cuve 32 se réalise de façon similaire à la fixation de l'élément de jonction angulaire 98 avec le module de jonction angulaire 74 le plus proche. Un panneau de l'espace
25 primaire 41 est collé et soudé au niveau de la liaison entre la deuxième paroi latérale de cuve 32 et l'élément de jonction angulaire 98 et la pluralité de pièces de jonction angulaire 34.

La première paroi latérale de cuve 30, respectivement la deuxième paroi latérale de cuve 32, et la première paroi transversale de cuve 98 sont solidaires l'une de l'autre
30 via un premier élément de jonction classique 130, respectivement un deuxième élément de jonction classique 132, réalisés de manière connue.

Le premier élément de jonction classique 130 et le deuxième élément de jonction classique 132 présentent chacun deux parties. Chacune des parties des éléments de jonction sont perpendiculaires l'une par rapport à l'autre, et chacune s'étend dans un plan d'extension principale d'une des parois de cuve décrite ci-dessus.

- 5 L'élément de jonction angulaire 98 est ainsi en contact avec au moins l'une des extrémités d'au moins un élément de jonction classique 130. Dans l'exemple illustré, l'élément de jonction angulaire 98 est en contact d'une part avec le module de jonction angulaire 74 le plus proche, et d'autre part avec le premier élément de jonction classique 130 et avec le deuxième élément de jonction classique 132.
- 10 Selon une variante de réalisation non illustrée, une cuve étanche selon l'invention peut être réalisée de sorte que la troisième paroi, ou première paroi transversale 96, perpendiculaire à la première paroi latérale 30 et à la deuxième paroi latérale 32, est liée à chacune de ces parois par un module de jonction angulaire 74. Dans ce contexte, l'élément de jonction angulaire 98 agencé à la jonction de ces trois
- 15 parois est particulier en ce qu'une portion intermédiaire similaire à ce qui a été précédemment décrit est disposée entre des sections de l'élément de jonction angulaire agencées dans le prolongement de chacune des parois. L'élément de jonction angulaire étant ainsi adapté pour présenter à chaque jonction de deux parois une forme similaire à la première partie telle que décrite précédemment, il
- 20 convient de noter que le renfort 78 prévu pour combler le dégagement entre l'élément de jonction angulaire et la structure porteuse interne 6 présente cette fois une forme pyramidale.