

CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE

La présente invention concerne une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, notamment dans la double coque d'un navire destiné au transport de gaz naturel liquéfié.

Dans l'état de la technique, on a déjà décrit de nombreux modes de réalisation de ce type de cuve. Généralement, on prévoit que la cuve comporte une barrière primaire en contact avec le liquide contenu dans la cuve et une barrière secondaire disposée entre la barrière primaire et la structure porteuse constituée par la double coque du navire ; chacune de ces barrières comporte une couche thermiquement isolante recouverte de tôles métalliques qui assurent l'étanchéité, les tôles d'étanchéité recouvrant la couche d'isolation du côté de l'intérieur de la cuve.

Dans un mode de mise en œuvre particulier, les barrières d'étanchéité constituées par les tôles métalliques précitées présentent des ondulations selon deux directions orthogonales.

Dans le brevet français 1492959, on a déjà décrit ce type de cuve en précisant que les ondulations de la barrière d'étanchéité primaire sont de préférence toutes en saillie du côté de l'intérieur de la cuve. En revanche, les ondulations de la barrière d'étanchéité secondaire sont en relief vers l'extérieur de la cuve et la barrière d'isolation secondaire comporte des gorges pour y loger lesdites ondulations. Le fait d'avoir des ondulations saillantes sur la barrière d'étanchéité primaire peut présenter un certain nombre d'inconvénients : en premier lieu, la tôle constituant la barrière d'étanchéité primaire peut se déformer sous l'action des oscillations du liquide transporté en raison de la présence des ondulations en relief ; en deuxième lieu, les reliefs entraînent des difficultés de mise en place des appareils de soudure utilisés pour assurer la continuité de l'étanchéité.

Dans la demande de brevet coréen KR2010-0090036, on a proposé de réaliser, pour une cuve de ce type, une barrière d'étanchéité primaire comportant des ondulations rentrantes, c'est-à-dire tournées vers l'extérieur de la cuve ; ces

5 ondulations sont logées dans des gorges prévues dans la barrière isolante primaire. La mise en place de la barrière d'étanchéité secondaire impose, en raison de la constitution des gorges par rapprochement de deux blocs d'isolation primaire adjacents, d'utiliser une barrière d'étanchéité

10 secondaire constituée par un feuillet composite « Triplex » de sorte que l'on ne peut pas bénéficier, pour la barrière d'étanchéité secondaire, de l'élasticité que permet d'avoir un réseau d'ondulations.

On connaît aussi, par exemple d'après FR-A-2798902 ou FR-A-2877639, des cuves isolantes et étanches dans lesquelles les

15 deux barrières d'étanchéité sont réalisées avec des virures en invar à bords relevés qui sont soudées bord à bord de part et d'autre de supports de soudure parallèles. Ces supports de soudure sont à chaque fois logés dans des rainures des plaques

20 de couvercle des caissons parallélépipédiques formant la barrière isolante sous-jacente, de manière à retenir la membrane métallique étanche sur ces caissons.

Selon un mode de réalisation, la présente invention a donc

25 pour premier objet, une cuve étanche et thermiquement isolante mise en place dans une structure porteuse, comportant :

une isolation thermique secondaire comportant une pluralité de blocs isolants secondaires juxtaposés sur la structure porteuse,

30 une étanchéité secondaire comportant une pluralité de plaques métalliques secondaires étanches disposées sur les blocs isolants secondaires et soudées les unes aux autres,

une isolation thermique primaire comportant une pluralité de blocs isolants primaires juxtaposés sur l'étanchéité

35 secondaire,

une étanchéité primaire comportant une pluralité de plaques métalliques primaires étanches disposées sur les blocs isolants primaires et soudées les unes aux autres, des organes de couplage mécanique secondaires s'étendant à
5 travers l'isolation thermique secondaire au niveau des bords des blocs isolants secondaires et maintenant les blocs isolants secondaires en appui sur la structure porteuse, et

des organes de couplage mécanique primaires s'étendant à
10 travers l'isolation thermique primaire au niveau des bords des blocs isolants primaires et maintenant les blocs isolants primaires en appui sur l'étanchéité secondaire, caractérisée par le fait que les plaques métalliques primaires, et respectivement secondaires, sont disposées de
15 manière que les bords des plaques métalliques soient décalés par rapport aux bords des blocs isolants primaires, et respectivement secondaires, sous-jacents ; que les plaques métalliques primaires, et respectivement secondaires, sont maintenues en appui sur les blocs isolants
20 primaires, et respectivement secondaires, uniquement par les organes de couplage mécanique primaires, et respectivement secondaires, et que les organes de couplage mécanique primaires, et respectivement secondaires, sont attachés aux plaques
25 métalliques primaires, et respectivement secondaires, au niveau de points d'attache distants des bords des plaques métalliques primaires, et respectivement secondaires.

Selon des modes de réalisations particuliers, une telle cuve peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques
30 suivantes.

Selon un mode de réalisation, les plaques métalliques primaires, et respectivement secondaires, présentent une forme de contour identique à la forme de contour des blocs isolants primaires, et respectivement secondaires, sous-jacents. Par
35 exemple, cette forme de contour peut être à chaque fois

rectangulaire, carrée, hexagonale ou autre forme permettant de réaliser un pavage du plan.

Selon un mode de réalisation, les plaques métalliques primaires, et respectivement secondaires, sont constituées de
5 tôles métalliques minces conformées de manière à présenter, selon deux directions orthogonales, des ondulations saillant en relief en direction de la structure porteuse, les blocs isolants primaires, respectivement secondaires, présentant des gorges pour loger lesdites ondulations.

10 Selon un mode de réalisation, les ondulations d'une plaque métallique primaire, et respectivement secondaire, sont équidistantes selon chacune de leurs deux directions.

Selon un mode de réalisation, les distances entre deux ondulations successives des deux directions d'ondulation d'une
15 plaque métallique primaire, et respectivement secondaire, sont égales, de manière à délimiter sur les deux étanchéités des zones inter-ondulations de forme carrée vues perpendiculairement à la structure porteuse.

Selon un mode de réalisation, un organe de couplage
20 mécanique primaire, et respectivement secondaire, prend appui sur l'étanchéité primaire, et respectivement secondaire, dans une zone plane située entre les ondulations orthogonales de ladite étanchéité.

Selon un mode de réalisation, les gorges qui reçoivent
25 les ondulations des plaques étanches primaires et secondaires ont une section droite en forme de U ou de V, l'ouverture de la gorge étant adaptée à la forme de la section droite des ondulations.

Selon un mode de réalisation, la section droite des
30 gorges est un V, dont les branches forment entre elles un angle supérieur ou égal à 90°.

Selon un mode de réalisation, une gorge d'un bloc isolant primaire, et respectivement secondaire, est à chaque fois délimitée par des cales introduites dans une rainure plus
35 large que la gorge, les cales laissant subsister des canaux

dans ladite rainure entre le bloc isolant primaire, et respectivement secondaire, et l'ondulation d'une plaque étanche primaire, et respectivement secondaire, logée dans ladite gorge, pour permettre un balayage gazeux, par exemple d'azote.

Selon un mode de réalisation, un organe de couplage mécanique primaire, et respectivement secondaire comporte une platine répartissant les efforts sur la barrière d'étanchéité primaire, et respectivement secondaire, et un moyen de transmission d'effort primaire, et respectivement secondaire, lié à ladite platine, le moyen de transmission d'effort de l'organe de couplage mécanique secondaire étant lié à la structure porteuse.

Selon un mode de réalisation, le moyen de transmission d'effort de l'organe de couplage mécanique primaire est lié à un organe de couplage mécanique secondaire coaxial à l'organe de couplage mécanique primaire.

Selon un mode de réalisation alternatif, le moyen de transmission d'effort de l'organe de couplage mécanique primaire est lié à un bloc isolant secondaire à distance des bords du bloc isolant secondaire, les organes de couplage mécanique secondaires associés audit bloc isolant secondaire étant décalés par rapport audit organe de couplage mécanique primaire.

Selon un mode de réalisation, les blocs isolants primaires, et respectivement secondaires, comportent des encoches ménagées sur deux bords opposés desdits blocs isolants primaires, et respectivement secondaires, les encoches ménagées dans deux blocs isolants primaires, et respectivement secondaires, adjacents étant à chaque fois alignées pour définir un logement apte à laisser passer un organe de couplage mécanique primaire, et respectivement secondaire.

Selon un mode de réalisation, les blocs isolants primaires, et respectivement secondaires, comportent des pans

coupés au niveau des coins desdits blocs isolants primaires, et respectivement secondaires, les pans coupés de quatre blocs isolants primaires, et respectivement secondaires, adjacents au niveau d'un coin définissant à chaque fois un logement apte
5 à laisser passer un organe de couplage mécanique primaire, et respectivement secondaire.

Selon un mode de réalisation, un bloc isolant primaire, et respectivement secondaire, est constitué d'une couche de mousse isolante bordée, sur ses deux grandes faces, d'une
10 plaque de bois contreplaqué.

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
15 de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres.

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

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

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

La présente invention a pour deuxième objet un coupleur pour maintenir, par rapport à une structure de retenue, un élément soumis à des efforts susceptibles d'entraîner sa décohésion par rapport à la structure, ledit élément étant
5 délimité par deux parois rigides parallèles, la première paroi étant plus proche de la structure de retenue et la deuxième en étant plus éloignée, caractérisé en ce qu'il comporte :

-une première partie qui forme le pied du coupleur et comporte un carter externe, ledit carter externe étant fixé
10 sur la structure, ledit carter renfermant un bouchon en matière thermiquement isolante et un moyen élastique, qui pousse ledit bouchon contre la structure de retenue par l'intermédiaire d'un écrou ;

-une deuxième partie, qui forme la tête du coupleur et
15 comporte un carter externe solidaire de l'élément, ledit carter externe renfermant une bague thermiquement isolante et un manchon sensiblement cylindrique fileté intérieurement à ses deux extrémités, le filetage le plus éloigné de la structure de retenue recevant un embout équipé d'une
20 collerette, qui vient en appui sur une plaque portée par la deuxième paroi de l'élément, le carter étant solidaire d'une platine périphérique mise en place dans un embrèvement compris entre ladite plaque et la deuxième paroi de l'élément ;

-et enfin une première tige filetée à ses deux
25 extrémités et vissée d'un côté dans le manchon de la tête du coupleur et de l'autre, dans l'écrou du pied dudit coupleur, le vissage de ladite première tige assurant le maintien de l'élément contre la structure de retenue.

On peut prévoir que l'élément maintenu par rapport à la
30 structure de retenue, soit associé à un élément complémentaire recouvert d'une plaque métallique du côté opposé à la structure de retenue et que le filetage du manchon, qui n'est pas occupé par la première tige, reçoive l'extrémité filetée d'une deuxième tige, qui assure la liaison entre le manchon et
35 un raccord solidaire de l'élément complémentaire, ledit

raccord comportant, dans un carter complémentaire de même structure que celui de la tête du coupleur, d'une part, un moyen élastique interposé entre un rebord de la deuxième tige et le carter complémentaire et d'autre part, un manchon
5 taraudé dont une collerette permet, par soudage sur la plaque métallique, d'assurer l'étanchéité entre l'espace extérieur et l'intérieur de l'élément complémentaire.

Dans un mode préféré de réalisation, l'écrou du pied de coupleur a extérieurement une forme carrée dont les angles
10 frottent sur le carter ou sur une pièce qui lui est liée. Les platines des carters et/ou carter complémentaire du coupleur peuvent avoir une forme quadrangulaire. Avantageusement, la deuxième tige du coupleur a au moins une partie de section plus faible que la première tige.

15 Selon une utilisation préférée du coupleur selon l'invention, la structure porteuse est la double coque d'un navire et l'élément soumis à des efforts de décohésion est un élément de barrière étanche et thermiquement isolante d'une cuve intégrée dans le navire. On peut prévoir que le coupleur
20 soit associé à un élément complémentaire, qui est un élément de barrière primaire, l'élément le plus proche de la structure porteuse étant un élément de barrière secondaire.

Avantageusement, le manchon taraudé du carter complémentaire reçoit, du côté le plus éloigné de la structure
25 porteuse, l'extrémité filetée d'un moyen formant relief par rapport à la plaque métallique, qui recouvre l'élément complémentaire. La première paroi de l'élément associé au coupleur peut s'appuyer contre la structure porteuse avec interposition de cales de lissage. La plaque associée à celle
30 des parois de l'élément et/ou de l'élément complémentaire, qui est la plus éloignée de la structure de retenue, est une plaque métallique mince formée par soudure de tronçons identiques ; dans une première variante, les tronçons de plaque sont soudés à clin et comportent des ondulations selon

deux directions orthogonales. Dans une autre variante, les tronçons de plaque sont soudés à bords relevés.

La présente invention a pour troisième objet un appareil pour plaquer deux tôles métalliques sur un support plan en vue d'assurer le maintien de leurs positions relatives pour une opération de soudage à clin de leurs bordures libres, caractérisé en ce qu'au droit de l'une des tôles, est positionné un organe d'appui disposé à une certaine distance des bordures à souder et portant un point de pivotement à une distance fixe au-dessus des tôles à souder, le point de pivotement de cet organe d'appui étant utilisé comme pivot pour un levier, dont une extrémité est équipée d'un tampon de pression positionné au droit des bordures à souder, le levier étant soumis, en outre, à l'action d'un actuateur mis en place sur l'une des tôles à souder, l'actuateur étant susceptible de pousser le tampon sur les bordures à souder pour plaquer les deux tôles l'une contre l'autre au voisinage du site de soudure.

Dans un mode préféré de réalisation, l'actuateur est un boyau souple gonflable, qui est interposé entre le levier et une zone de l'une des tôles à souder, qui est éloignée du site de soudure ; on préfère que le pivot du levier soit plus éloigné de l'actuateur que du tampon de pression. Dans une application particulièrement intéressante, les tôles à souder sont des tôles comportant des ondulations rectilignes, notamment parallèles aux bordures à souder, chaque ondulation étant positionnée dans une gorge du support plan ; les gorges peuvent avoir en section droite la forme d'un V ou d'un U et, avantageusement, les branches du V d'une gorge ont une ouverture angulaire d'environ 90°. L'organe d'appui peut être disposé dans la zone comprise entre le tampon de pression et la gorge la plus voisine dudit tampon. Dans une application préférée, le support plan est une paroi d'un élément de barrière thermiquement isolante d'une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse du

navire et les tôles à souder constituent, après soudure, une barrière d'étanchéité de ladite cuve, l'organe d'appui associé au levier étant fourni par un organe de couplage mécanique, qui assure la cohésion des éléments de barrière thermiquement isolante avec la structure porteuse de la cuve ; l'organe d'appui associé au levier est un moyen en relief vissé dans un manchon ou embout fileté solidaire d'un organe de couplage mécanique, ledit moyen en relief étant équipé d'une collerette périphérique, qui s'appuie sur les tôles à souder à clin.

10 Certains aspects de l'invention consistent à utiliser comme barrière d'étanchéité, aussi bien primaire que secondaire, des tôles présentant un réseau d'ondulations dirigées vers l'extérieur de la cuve pour les deux barrières. L'avantage d'une telle disposition, est que l'on peut
15 bénéficier, pour les deux barrières, de l'élasticité que permettent d'obtenir les réseaux d'ondulations et que l'on supprime les inconvénients dus à la présence, sur la barrière d'étanchéité primaire, d'ondulations saillantes vers l'intérieur de la cuve.

20 Pour mieux faire comprendre l'objet de l'invention, on va en décrire maintenant, à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, plusieurs modes de réalisation représentés sur le dessin annexé.

Sur ce dessin :

25 -la figure 1 représente, vu en plan, le positionnement relatif d'une unité de barrière étanche et d'une unité de barrière isolante pour une première variante de mise en œuvre de l'invention ;

-la figure 1A représente partiellement, vu en plan, une paroi de cuve étanche et isolante comportant un assemblage d'unités de barrière étanches et d'unités de barrière isolantes sous-jacentes, la barrière isolante étant recouverte par la
30 barrière étanche sur seulement une partie de sa surface ;

-la figure 2 représente une paroi de cuve selon un premier mode de réalisation vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 1 ;

5 -la figure 3 représente une variante de réalisation des gorges où sont mises en place les ondulations des barrières d'étanchéité primaire et secondaire ;

10 -la figure 4 représente, en coupe perpendiculairement à la structure porteuse, la constitution d'un coupleur secondaire retenant une paroi de cuve étanche et isolante pour assurer sa cohésion avec la structure porteuse, la paroi de cuve pouvant être, dans cette figure, équipée d'une seule barrière d'isolation thermique et d'une seule barrière d'étanchéité ;

15 -la figure 5 représente en coupe perpendiculairement à la structure porteuse, un coupleur primaire destiné à assurer la cohésion entre une barrière primaire et une barrière secondaire sous-jacente, elle-même retenue sur la structure porteuse par un coupleur secondaire tel que celui représenté sur la figure 4, les deux coupleurs étant coaxiaux ;

20 -la figure 6 représente en détail le pied du coupleur secondaire de la figure 4, vu, dans l'axe de sa tige, selon une coupe perpendiculaire audit axe faite au niveau de l'écrou prisonnier ;

25 -la figure 7 représente, vue en plan, une coupe de la tête d'un coupleur primaire ou secondaire selon les figures 4 et 5, faite au niveau de la platine mise en place au-dessous de la barrière d'étanchéité primaire ou secondaire ;

30 -la figure 8 est une vue analogue à la figure 2 représentant une paroi de cuve selon un deuxième mode de réalisation, la barrière secondaire étant retenue contre la structure porteuse par des coupleurs secondaires et la barrière primaire étant retenue sur la barrière secondaire par des coupleurs primaires, les deux types de coupleurs étant décalés dans les deux directions des gorges pratiquées dans les unités d'isolation primaire et secondaire ;

-la figure 9 représente, en perspective, une unité de la barrière d'isolation primaire et une unité de la barrière d'isolation secondaire de la paroi de la figure 8, les flèches montrant le positionnement des coupleurs primaires et secondaires ;

-la figure 10 représente en détail l'embase, qui permet l'arrimage du pied d'un coupleur primaire, dans le mode de réalisation des figures 8 et 9 ;

-la figure 11 représente le positionnement d'un organe d'appui en relief sur la barrière d'étanchéité primaire, au droit d'un organe de couplage de la barrière primaire, à la jonction de deux éléments adjacents de la barrière isolante primaire, cette vue étant une coupe partielle réalisée perpendiculairement à la structure porteuse et à la ligne moyenne d'une ondulation de la barrière d'étanchéité primaire ;

-la figure 12 représente, selon une coupe analogue à celle de la figure 11, l'utilisation d'un organe d'appui pour un appareil destiné à plaquer l'une contre l'autre les bordures de deux tôles de barrière d'étanchéité primaire que l'on désire souder à clin pour assurer l'étanchéité ;

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

25

En se référant aux figures 1 à 3, on voit que l'on a désigné par 1, dans son ensemble, une barrière isolante secondaire formée de blocs modulaires juxtaposés et par 2, dans son ensemble, une barrière isolante primaire formée de blocs modulaires juxtaposés. Dans le mode de réalisation représenté, ces blocs modulaires sont des pavés parallélépipédiques, à savoir pavés isolants secondaires 28 et pavés isolants primaires 29, mais d'autres géométries sont aussi possibles. Chacun de ces pavés isolants secondaires 28, respectivement primaires 29, est constituée d'un panneau de mousse

thermiquement isolante 1a, respectivement 2a, de forme générale quadrangulaire ; chaque panneau 1a, respectivement 2a est recouvert, sur ses grandes faces, d'une plaque de fond en contreplaqué 1b, respectivement 2b, et d'une plaque de couvercle en contreplaqué 1c, respectivement 2c. La plaque de fond 1b des pavés isolants secondaires 28 s'appuie contre la structure porteuse 3 d'un navire par l'intermédiaire de tampons de mastic souple 4.

Les plaques de couvercle 1c et 2c comportent des gorges 5 ayant une section droite quadrangulaire, lesdites rainures pénétrant jusqu'aux couches de mousse 1a et 2a. Des zones planes 46 sont délimitées entre ces gorges 5.

Chacune des barrières isolantes, secondaire 1, respectivement primaire 2, porte sur sa paroi la plus éloignée de la structure porteuse 3, une feuille de métal, par exemple d'acier inoxydable, qui constitue une barrière d'étanchéité, secondaire 6, respectivement primaire 7. Chacune des barrières d'étanchéité secondaire 6, et respectivement primaire 7 est réalisée sous la forme d'un assemblage de plaques métalliques rectangulaires, secondaires 25 et respectivement primaires 25a, qui comportent à chaque fois des ondulations 8 ayant un profil en V, les deux branches du V présentant une ouverture angulaire de 90° environ. On peut aussi réaliser une ouverture plus grande que 90°, une ouverture inférieure étant déconseillée en raison des difficultés de soudage qui en résultent. Les ondulations 8 de chaque plaque métallique secondaire 25 et respectivement primaire 25a sont réalisées selon deux directions orthogonales, à des distances égales, de sorte que le réseau d'ondulations définit des zones inter-ondulations planes 40 de forme carrée (vues perpendiculairement à la structure porteuse 3), comme il est bien visible sur les figures 1 et 1A pour la barrière secondaire. La barrière primaire peut être réalisée identiquement.

Les plaques métalliques secondaires 25 et respectivement primaires 25a sont disposées sur les pavés isolants secondaires 28 et respectivement primaires 29 de manière que les ondulations 8 sont à chaque fois logées dans les gorges 5 des pavés isolants sous-jacents, tandis que les zones planes 40 s'appuient sur la plaque de couvercle 1c ou 2c correspondante dans une zone plane 46.

La figure 3 représente une variante préférée de la réalisation des gorges 5 contenant les ondulations 8 des barrières d'étanchéité 6 ou 7. Dans cette variante, les branches du V, qui constituent la section droite de l'ondulation 8, sont soutenues par des cales 9, qui, à leur partie supérieure et à la pliure du V, laissent des zones libres, qui constituent des canaux 10 où l'on peut faire circuler de l'azote, entre la barrière d'étanchéité secondaire 6 ou primaire 7 et les pavés isolants secondaires 28 ou primaires 29. Ces canaux constituent un dispositif intéressant pour la sécurité en cas de fuite. Mais, en outre, le fait de soutenir les branches du V de l'ondulation 8, améliore la tenue mécanique des ondulations. Des fentes de relaxation peuvent être prévues en dessous des gorges 5.

Le maintien des pavés isolants secondaires 28 et primaires 29 sur la structure porteuse 3 constituée par la double coque du navire où est installée la cuve, est assuré au moyen d'organes de couplage mécanique, dont la position est systématiquement sur le pourtour des pavés isolants 28 et 29 à maintenir.

Les figures 1 et 1a représentent l'agencement relatif de la barrière isolante secondaire 1 et de la barrière étanche secondaire 6 selon un mode de réalisation. Les organes de couplage secondaires apparaissent vus en plan par leurs extrémités supérieures 11. Une plaque métallique secondaire 25 est de taille égale à un pavé isolant secondaire 28 et est disposée de manière décalée d'une demie longueur et d'une demie largeur par rapport aux pavés isolants secondaires 28 qui la supportent. Ainsi, les organes de couplage 11 situés

sur les bords des pavés isolants secondaires 28 sont positionnés au centre des zones inter-ondulations carrées 40 de la plaque métallique secondaire 25. Les lignes 35 désignent des zones de recouvrement des plaques métalliques secondaires 5 25 adjacentes. L'agencement relatif de la barrière isolante primaire 2 et de la barrière étanche primaire 7 peut être identique.

Le décalage entre les bords des pavés isolants et les bords des plaques métalliques qu'ils supportent offre plusieurs 10 avantages. D'une part la soudure étanche entre les bords des plaques métalliques adjacentes est plus simple lorsque ces bords sont réguliers, ce qui ne serait pas le cas s'il fallait aussi aménager des points d'attache des coupleurs au niveau des bords des plaques métalliques. D'autre part, les zones 15 situées entre les pavés isolants voisins, où sont disposés les coupleurs, sont susceptibles de présenter de légers décalages de niveau, du fait du jeu de montage de chaque pavé isolant. Ces zones sont donc susceptibles d'offrir une surface de support moins uniforme pour la membrane d'étanchéité 20 métallique que les zones de centre des pavés isolants, d'où une éventuelle concentration des contraintes dans ces zones situées entre les pavés isolants. Dans la disposition proposée, les zones les plus fragiles de la membrane d'étanchéité, à savoir les bords des plaques métalliques, sont 25 disposées sur les zones où la surface de support est la plus uniforme, tandis que les zones situées entre les pavés isolants sont recouvertes par la partie centrale des plaques métalliques 25 ou 25a, qui est plus résistante aux contraintes, notamment du fait de l'élasticité conférée par 30 les ondulations 8.

On va maintenant décrire un premier mode de réalisation de la paroi de cuve. La figure 2 fournit une représentation globale de ce premier mode de réalisation, et les figures 4 et 5 en donnent une représentation détaillée des organes de couplage 35 mécanique.

Comme il est bien visible sur la figure 2, les organes de couplage comportent ici des coupleurs secondaires 41 et primaires 42 coaxiaux : le coupleur primaire 42, qui traverse la barrière isolante primaire 2 est disposé selon le même axe que le coupleur secondaire 41, qui traverse la barrière isolante secondaire 1. A chaque fois, les passages des coupleurs secondaires 41, respectivement primaires 42, au travers de la barrière isolante secondaire 1, respectivement primaire 2, est constitué par des encoches 12 pratiquées en bordure des pavés isolants secondaires 28, respectivement primaires 29, et par des encoches d'angle 13 pratiquées aux coins des pavés isolants secondaires 28, respectivement primaires 29. Le logement complet d'un coupleur secondaire 41, respectivement primaire 42, est constitué par deux encoches 12 pratiquées dans deux pavés isolants adjacents ou bien par les quatre encoches 13 de quatre pavés isolants adjacents.

Comme il a été précédemment indiqué, le système de couplage des barrières isolantes primaire 2 et secondaire 1 par rapport à la structure porteuse 3, est constitué avec deux types de coupleurs 41 et 42. Un mode de réalisation d'un coupleur secondaire 41 est représenté sur la figure 4. Ce coupleur secondaire qui sert à maintenir la barrière isolante secondaire 1 contre la structure porteuse 3 pourrait être utilisé pour des réalisations dans lesquelles l'isolation de la cuve est obtenue avec une seule barrière isolante.

Le coupleur 41 est constitué d'une tige 14, qui relie un pied de coupleur 15 soudé sur la structure porteuse 3 et une tête de coupleur 16 solidarisée de la plaque de couvercle 1c d'un pavé isolant secondaire 28. Le pied de coupleur 15 comporte un carter 15a soudé sur la structure porteuse 3. Le carter 15a est sensiblement cylindrique et renferme un empilement de rondelles Belleville 15b et un écrou 15c vissé sur la tige 14. L'écrou 15c a une forme carrée et les angles de l'écrou viennent frotter sur le carter 15a de manière à interdire la rotation de l'écrou 15c. La plaque de fond 1b du pavé isolant

secondaire 28 s'appuie sur une cale de lissage 17. La cale de lissage 17 assure la planéité de l'appui et rend possible un démontage partiel de l'isolation.

La plaque de couvercle 1c du pavé isolant secondaire 28
5 comporte un évidement pour le passage d'un carter cylindrique 19, qui délimite extérieurement la tête 16. Ce carter 19 est constitué par un embouti cylindrique ménagé au centre d'une platine de fixation carrée 18. Le carter cylindrique 19 renferme une bague thermiquement isolante 20, emmanchée autour
10 de l'extrémité d'un manchon 21. Le manchon 21 comporte à chacune de ses deux extrémités un alésage fileté : dans l'un de ces alésages est mise en place celle des extrémités filetées de la tige 14, qui ne coopère pas avec l'écrou 15c. La platine 18 est positionnée dans un lamage 22 de la plaque
15 de couvercle 1c et elle est recouverte par la barrière d'étanchéité secondaire 6. Un rebord rabattu 37 du carter cylindrique 19 empêche tout mouvement de la platine 18 et transmet donc les efforts d'arrachement supportés par le pavé isolant secondaire 28 à la structure porteuse 3 par
20 l'intermédiaire de la tige 14. Le jeu élastique obtenu grâce aux rondelles Belleville 15b compense les contractions thermiques et les éventuelles déformations dynamiques de la coque.

Le fait d'avoir prévu un alésage fileté du côté du manchon 21
25 opposé à la tige 14, permet la mise en place, dans cet alésage de la partie filetée 23, d'un embout mâle 24, comportant une collerette 24a. La partie filetée 23 est engagée à travers un perçage de la plaque métallique secondaire 25 pour être vissée dans le manchon 21. Ainsi, l'embout mâle 24 constitue un point
30 d'attache qui permet de maintenir la plaque métallique secondaire 25 contre la plaque de couvercle 1c. La collerette 24a permet la réalisation d'une soudure étanche sur la plaque métallique secondaire 25 autour dudit perçage pour rétablir l'étanchéité au niveau de ce point d'attache.

On peut utiliser cet embout mâle 24 pour la mise en place, dans la cuve, d'échafaudages ou d'outils de montage ou encore d'un appareil pour plaquer les tôles constituant les barrières d'étanchéité lors de leur jonction par une soudure à clin.

5 Sur la figure 5, on représente la mise en œuvre du coupleur secondaire 41, qui vient d'être décrit, pour fixer coaxialement un coupleur primaire 42 tel que celui représenté sur la figure 2. La partie gauche de la figure 5 correspond à la tête 16 du coupleur secondaire 41 représenté en détail sur
10 la figure 4, à cette différence près que l'on a remplacé l'embout mâle 24 par un embout femelle 26 comportant un alésage fileté du côté le plus éloigné de la structure porteuse 3. Cet embout 26 comporte aussi une collerette périphérique 26a susceptible d'être soudée sur la plaque
15 métallique secondaire 25, qui constitue la barrière d'étanchéité secondaire 6. Il reçoit dans son alésage fileté, l'extrémité filetée d'une tige 27 analogue à la tige 14. La partie filetée de la tige 27, qui s'adapte dans l'embout 26, a le même diamètre que la tige 14, mais la longueur résiduelle
20 de la tige 27 a un diamètre inférieur de façon à permettre une rupture dans la zone de raccordement des deux diamètres si les efforts exercés sur les organes de couplage sont supérieurs à une limite tolérable. La tige 27 traverse la barrière isolante primaire 2 pour arriver dans un raccord 30, qui assure la
25 liaison entre la tige 27 et les plaques de couvercle 2c de deux ou quatre pavés isolants primaires 29. Ce raccord 30 comporte un carter 30a tout à fait analogue au carter cylindrique 19 de la tête du coupleur secondaire 41 de la figure 4. Le carter 30 est un embouti cylindrique obtenu dans
30 la zone centrale d'une platine 18 identique à celle de la figure 4 et positionnée de la même façon sous la plaque métallique primaire 25a. La platine 18 est quadrangulaire. A l'intérieur de ce carter 30a sont disposées des rondelles Belleville 30b et un rebord 30c de la tige 27 s'appuyant sur
35 les rondelles Belleville 30b. Dans le carter 30a, se trouve

positionné un manchon taraudé 31 comportant, selon son axe, un filetage extérieur visé dans le carter cylindrique 30a, et un trou taraudé 38 tourné vers l'intérieur de la cuve, qui permet la fixation éventuelle d'un moyen en relief du même type que
5 l'embout mâle 24 représenté sur la figure 4, non représenté sur la figure 5. Le manchon taraudé 31 comporte une collerette périphérique 31a, qui peut être soudée sur une plaque métallique primaire 25a. Les organes de couplage, qui viennent d'être décrits, permettent une légère rotation relative des
10 différents éléments assemblés.

L'appui de la collerette 24a, respectivement 31a, sur la plaque métallique secondaire 25, respectivement primaire 25a, permet de maintenir la barrière étanche secondaire 1, respectivement primaire 2, en appui sur les plaques de
15 couvercle 1c, respectivement 2c, des pavés isolants secondaires 28, respectivement primaires 29. Moyennant une densité suffisante des coupleurs primaires et secondaires, aucune autre attache n'est donc nécessaire pour maintenir les membranes étanches sur les parois de la cuve. Les bords des
20 parois et les raccordements entre les barrières étanches au niveau des angles entre deux parois de la cuve peuvent être réalisés par soudage des plaques métalliques étanches sur des cornières d'angle, selon la technique connue.

Les figures 8 à 10 représentent un deuxième mode de
25 réalisation d'une paroi de cuve, dans laquelle le couplage, qui retient les barrières isolantes primaire 2 et secondaire 1 contre la structure porteuse 3, est réalisé par des coupleurs primaires 33 et secondaires 32, qui ne sont pas alignés dans leur partie où ils traversent les barrières isolantes primaire
30 2 et secondaire 1. Dans cette réalisation, les pavés isolants primaires 29 et secondaires 28 sont identiques à ceux correspondant aux figures 1 et 1A, mais ils sont disposés différemment. Au lieu de disposer un pavé isolant primaire 29 exactement à l'aplomb d'un pavé isolant secondaire 28, on
35 prévoit ici de décaler les pavés isolants primaires 29 par

rapport aux pavés isolants secondaires 29 d'une certaine distance dans les deux directions du plan de la paroi de cuve. La distance de décalage latérale 61 est inférieure à la moitié de la largeur des pavés dans l'exemple représenté aux figures 8 et 9. La distance de décalage longitudinale 62 est égale à la distance longitudinale entre deux ondulations 8 dans l'exemple représenté à la figure 9.

Dans ces conditions, les coupleurs primaires 33 et secondaires 32 ne sont plus dans l'alignement l'un de l'autre comme il est bien visible sur la figure 9, où les positions des coupleurs primaires 33 sont représentées par les flèches P1, P2 et P3 et les positions des coupleurs secondaires 32 sont représentées par les flèches S1, S2 et S3. Tous les coupleurs n'ont pas été représentés sur la figure 9. On peut utiliser typiquement huit coupleurs par bloc isolant, selon les dimensions des blocs isolants.

Dans ce mode de réalisation, le coupleur secondaire 32 est constitué d'une tige 32a, qui, par l'une de ses extrémités, est liée à la structure porteuse 3 et par son autre extrémité, est liée à la paroi de couvercle 1c des pavés isolants secondaires 28. Les liaisons susmentionnées peuvent être réalisées identiquement au premier mode de réalisation.

Le coupleur primaire 33 comporte une tige 33a, qui, par une de ses extrémités, est liée à la paroi de couvercle 2c de deux ou quatre pavés isolants primaires 29 et par son autre extrémité, est liée à la paroi de couvercle 1c d'un pavé isolant secondaire 28 à distance des bords de celui-ci. La liaison de cette tige 33a avec les parois de couvercle 2c est effectuée avec un dispositif correspondant exactement à celui illustré sur la partie droite de la figure 5 et précédemment décrit. La liaison de la tige 33a avec la paroi de couvercle 1c s'effectue par la coopération d'un filetage de la tige 33a avec une embase 34 représentée sur la figure 10. Au niveau de la traversée de la barrière d'étanchéité secondaire 6, la tige 33a comporte une collerette 33b que l'on soude sur la plaque

métallique secondaire 25 constituant la barrière d'étanchéité secondaire.

Dans cette réalisation, le décalage des coupleurs primaires 33 et secondaires 32 permet de limiter les ponts thermiques entre
5 l'intérieur de la cuve et la structure porteuse 3. Par ailleurs, on conserve un décalage à chaque fois entre les plaques métalliques secondaires 25, respectivement primaires 25a, et les pavés isolants secondaires 28, respectivement primaires 29, qui les supportent, de la même manière que dans
10 le premier mode de réalisation. On obtient ainsi un agencement de la paroi de cuve dans lequel les quatre couches successives formant la paroi de cuve ont un pavage respectif décalé. En d'autres termes, chacun des quatre éléments suivants est positionné de manière décalée par rapport aux trois autres
15 dans les deux directions du plan : le pavé isolant secondaire 28, la plaque métallique secondaire 25, le pavé isolant primaire 29 et la plaque métallique primaire 25a.

Sur la figure 11, on a représenté en coupe, une barrière étanche primaire ou secondaire équipée d'un embout mâle 24 tel
20 que celui précédemment décrit et représenté sur la figure 4. Les éléments déjà décrits et qui se retrouvent dans la réalisation de figures 11 et 12 ont été désignés sur ces nouvelles figures par les mêmes références que pour les figures 1 à 10 et leur description n'a pas été reprise en
25 détail. Pour faciliter la suite de cette description, on supposera que la figure 11 représente une barrière secondaire mais la situation serait identique s'il s'agissait d'une barrière primaire. On voit la zone d'adjacence de deux pavés isolants secondaires 28 avec leurs plaques de couvercle en contreplaqué 1c. Comme illustré sur les figures 1 et 1A, des
30 organes de couplage (non visibles sur la figure 11) sont disposés dans le plan 51 situé entre deux pavés isolants secondaires 28 adjacents. La barrière d'étanchéité secondaire 6 est constituée par l'assemblage des plaques de tôles 25, cet

assemblage se faisant par une soudure à clin 52 de deux plaques de tôles adjacentes.

La figure 12 représente un appareil mis en place sur la zone de paroi ci-dessus décrite et représentée sur la figure 11.

5 L'embout mâle 24 constitue ici un point de pivotement 53 pour un levier 54 qui porte, à une de ses extrémités, un tampon de pression 55 et, à son autre extrémité, un actuateur constitué par un boyau souple gonflable 56. Le levier 54 comporte un alésage dans lequel est engagée la tige filetée 43 de l'embout
10 mâle 24 avec un jeu suffisant pour permettre un certain débattement angulaire du levier 54. Un écrou 44 maintient cet engagement. Le point de pivotement 53 est plus proche du tampon de pression 55 que du boyau gonflable 56 pour multiplier la force générée par le boyau 56 et disposer d'une
15 forte pression au niveau du tampon 55. Les dimensions du levier sont telles que la distance 53-55 mesurée parallèlement aux tôles métalliques 25 est égale à la distance entre le plan 51 et l'axe le long duquel la soudure à clin 52 doit être réalisée. On voit que, de la sorte, le tampon de pression 55
20 vient s'appliquer sur le site de la soudure à clin 52, ce qui permet de plaquer les deux tôles à souder 25 l'une contre l'autre au niveau du site de soudure sans qu'il ait été nécessaire de pratiquer un pré-pointage.

Les techniques décrites ci-dessus pour réaliser une paroi de
25 cuve peuvent être utilisées dans différents types de réservoirs, un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.

En référence à la figure 13, une vue écorchée d'un navire
30 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
35 étanche primaire et la double coque 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
5 chargement/déchargement 73 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

La figure 13 représente un exemple de terminal maritime
10 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
15 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
20 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
25 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
30 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
35 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
5 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
10 revendication. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

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

REVENDICATIONS

1. Cuve étanche et thermiquement isolante comportant : une structure de retenue (3), une barrière isolante comportant une pluralité d'éléments isolants (1, 2) juxtaposés sur la structure de retenue (3) une barrière d'étanchéité (6, 7) portée par la barrière isolante et comportant une pluralité de plaques (25) et un coupleur pour maintenir par rapport à la structure de retenue (3) un élément isolant (1,2) soumis à des efforts susceptibles d'entraîner sa décohésion par rapport à ladite structure, ledit élément isolant étant délimité par deux parois rigides parallèles (1c, 1b, 2c, 2b), la première paroi (1b, 2b) étant plus proche de la structure de retenue (3) et la deuxième (1c, 2c) en étant plus éloignée,

le coupleur comportant :

- une première partie, qui forme le pied (15) du coupleur et comporte un carter externe (15a), ledit carter externe étant fixé sur la structure de retenue (3),
- une deuxième partie, qui forme la tête (16) du coupleur ;
- et enfin une tige (4) filetée à ses deux extrémités, caractérisée en ce que

ledit carter renferme un bouchon (15d) en matière thermiquement isolante et un moyen élastique, qui pousse ledit bouchon contre la structure de retenue par l'intermédiaire d'un écrou (15c),

la deuxième partie dudit coupleur comportant un carter externe (19) solidaire de l'élément isolant, ledit carter externe renfermant une bague thermiquement isolante (20) et un manchon (21) sensiblement cylindrique fileté

intérieurement à ses deux extrémités, le filetage le plus éloigné de la structure de retenue (3) recevant un embout (24, 26) équipé d'une collerette (24a, 26a), qui vient en appui sur une plaque (25) de la barrière d'étanchéité portée par la deuxième paroi de l'élément isolant, le carter (19) étant solidaire d'une platine périphérique (18) mise en place dans un lamage compris entre ladite plaque (25) et la deuxième paroi de l'élément isolant, et la tige filetée étant vissée d'un côté dans le manchon (21) de la tête (16) du coupleur et de l'autre, dans l'écrou (15c) du pied (15) dudit coupleur, le vissage de ladite première tige (14) assurant le maintien de l'élément isolant contre la structure de retenue (3).

2. Cuve selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'élément isolant (1) maintenu par rapport à la structure de retenue (3) est associé à un élément isolant complémentaire (2) recouvert d'une plaque métallique (25a) du côté opposé à la structure de retenue (3) et que le filetage du manchon (21), qui n'est pas occupé par la première tige (14), reçoit l'extrémité filetée d'une deuxième tige (27), qui assure la liaison entre le manchon (21) et un raccord (30) solidaire de l'élément isolant complémentaire (2), ledit raccord (30) comportant, dans un carter complémentaire (30a) de même structure que celui de la tête (16), d'une part, un moyen élastique (30b) interposé entre un rebord (30c) de la deuxième tige (27) et le carter complémentaire (30a) et d'autre part, un manchon taraudé (31), dont une collerette (31a) permet, par soudure sur la plaque métallique (25a), d'assurer l'étanchéité entre l'espace extérieur et l'intérieur de l'élément isolant complémentaire.

3. Cuve selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisée en ce que l'écrou (15c) du pied (15) a extérieurement une forme carrée dont les angles frottent sur le carter (15a) ou une pièce qui lui est liée.

5 4. Cuve selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les platines (18) du carter (19) et du carter complémentaire (30a) du coupleur ont une forme quadrangulaire.

10 5. Cuve selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la deuxième tige (27) a au moins une partie de section plus faible que la première tige (14).

15 6. Cuve selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la structure porteuse (3) est la double coque d'un navire.

7. Cuve selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'élément isolant complémentaire, auquel le coupleur est associé, est un élément isolant de barrière primaire (2), l'élément isolant le plus proche de la structure porteuse (3) étant un élément isolant de barrière secondaire (1).

25 8. Cuve selon les revendications 2 et 6 prises simultanément, caractérisée en ce que le manchon taraudé (31) reçoit, du côté le plus éloigné de la structure porteuse (3), l'extrémité filetée d'un moyen formant relief (24) par rapport à la plaque métallique (25a), qui recouvre l'élément isolant complémentaire (2).

30 9. Cuve selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisée en ce que la première paroi (1b) de l'élément isolant associé au coupleur s'appuie contre la structure porteuse avec interposition de cales de lissage (17).

10. Cuve selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la plaque (25,25a) associée à celle des parois de l'élément isolant et/ou de l'élément isolant complémentaire, qui est la plus éloignée de la structure de retenue (3), est une plaque métallique mince
5 formée par soudure de tronçons identiques.

11. Cuve selon la revendication 10, caractérisée en ce que les tronçons de plaque sont soudés à clin et comportent des ondulations (8) selon deux directions
10 orthogonales.

12. Cuve selon la revendication 10, caractérisée en ce que les tronçons de plaque sont soudés à bords relevés.