CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE

Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes, à membranes. En particulier, l'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage et/ou le transport de fluides à basse température, telles que des cuves pour le transport de Gaz de Pétrole Liquéfié (aussi appelé GPL) présentant par exemple une température comprise entre -50°C et 0°C, ou pour le transport de Gaz Naturel Liquéfié (GNL) à environ -162°C à pression atmosphérique. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

Dans la technologie des cuves étanches et thermiquement isolantes à membranes, une structure porteuse, par exemple la coque d'un navire, fournit des parois porteuses dont la surface intérieure est revêtue d'une structure multicouche formant la paroi étanche et thermiquement isolante de la cuve, cette structure multicouche comportant une ou plusieurs membrane étanches et une ou plusieurs barrières thermiquement isolantes interposées entre la paroi porteuse et la ou les membrane étanches.

Lorsque la cuve est remplie d'un fluide à basse température, les fuites thermiques existant à travers la paroi de cuve amènent typiquement la surface intérieure de la structure porteuse à une température inférieure à la température de l'atmosphère ambiante. Si de l'air ambiant chargé d'humidité a pu pénétrer dans l'espace intérieur de la structure porteuse, et notamment entre la structure porteuse et la paroi de cuve, cette température basse favorise un phénomène de condensation et de ruissèlement d'eau sur la surface intérieure de la structure porteuse.

Il est donc souhaitable de prévoir un dispositif de drainage pour éviter une accumulation d'eau ou d'autres liquides sur la paroi porteuse de fond.

On connaît par KR-A-20150120701 une cuve à membrane pour GNL dont la paroi porteuse de fond comporte un orifice de drainage.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est d'accroître l'efficacité d'un orifice de drainage en guidant un ruissellement ou un écoulement de liquide sur la surface intérieure de la structure porteuse vers l'orifice de drainage.

Pour cela, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage ou le transport d'un fluide froid, la cuve comportant des parois porteuses définissant une structure porteuse et des parois de cuve fixées sur une surface intérieure des parois porteuses, dans laquelle chaque paroi de cuve comporte une membrane étanche et une barrière thermiquement isolante agencée entre la membrane étanche et la paroi porteuse,
dans laquelle la structure porteuse comporte une paroi porteuse de fond présentant un ou plusieurs orifices de drainage traversant la paroi porteuse de fond pour permettre un drainage de la structure porteuse,
dans laquelle la paroi porteuse de fond porte un rebord saillant pour guider un écoulement de liquide jusqu'à l'orifice de drainage, le rebord saillant s'étendant le long des bords de la paroi porteuse de fond à distance des bords de la paroi porteuse de fond de manière continue sur sensiblement toute la périphérie de la paroi porteuse de fond,
le rebord saillant étant recouvert par la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve fixée sur la paroi porteuse de fond.

Grâce à ces caractéristiques, le rebord saillant peut confiner le liquide qui ruisselle vers le bas le long des parois latérales de la structure porteuse dans une zone marginale située entre le rebord saillant et les bords de la paroi porteuse de fond, et favoriser ainsi l'écoulement de ce liquide vers l'orifice de drainage.

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

Selon un mode de réalisation, le rebord saillant est interrompu au droit dudit ou de chaque orifice de drainage pour laisser passer l'écoulement de liquide en direction de l'orifice de drainage. Grâce à la ou les interruptions du rebord saillant au droit du ou des orifices de drainage, le liquide, par exemple eau de condensation, s'écoulant dans la zone marginale de la paroi porteuse de fond située du côté extérieur du rebord saillant et le liquide s'écoulant dans une zone centrale

de la paroi porteuse de fond située du côté intérieur du rebord saillant peuvent également atteindre l'orifice de drainage quelle que soit la position de celui-ci, à savoir dans la zone centrale, dans la zone marginale ou à cheval sur la zone centrale et la zone marginale.

Dans une variante de réalisation, le rebord saillant peut être continu et des orifices de drainage distincts peuvent être prévus des deux côtés du rebord saillant.

Dans un mode de réalisation, le rebord saillant est proche du bord de la paroi porteuse de fond, par exemple à une distance du bord de la paroi porteuse de fond inférieure à un dixième de la dimension de la paroi porteuse de fond dans une direction perpendiculaire au bord correspondant de la paroi porteuse. Dans un mode de réalisation, la distance entre le rebord saillant et le bord de la paroi porteuse de fond est inférieure à 1 mètre.

Grâce à ces caractéristiques, la zone marginale est bien plus petite que la zone centrale de la paroi porteuse. Ainsi, par exemple en cas d'entrée d'eau de mer due à un problème d'étanchéité d'une paroi porteuse latérale du navire, par exemple à la suite d'une collision ou d'un défaut de soudure lors de la construction, la petite taille de la zone marginale permet d'amener rapidement l'eau dans l'orifice de drainage, ce qui facilite la détection de la présence d'eau. Dans un mode de réalisation, l'orifice de drainage est équipé d'un capteur de présence d'eau.

De nombreux matériaux peuvent convenir pour réaliser le rebord saillant. Dans un mode de réalisation, le rebord saillant comporte un cordon fait d'une résine polymère adhérant sur la paroi porteuse de fond. Différentes résines polymères peuvent être utilisées à cet effet, notamment des résines polyuréthanes et des résine époxydes. Dans un mode de réalisation, le rebord saillant comporte une série de pièces métalliques soudées sur la paroi porteuse de fond. Ces pièces métalliques peuvent être par exemple des barres ou des tiges soudées bout à bout ou avec un recouvrement pour former un contour continu, sauf au niveau du ou des orifices de drainage.

Des pièces métalliques peuvent aussi être employées de manière combinée avec des cordons de résine polymère pour former le rebord saillant. Dans ce cas, les cordons de résine polymère peuvent notamment être employés pour réaliser des joints étanches entre les pièces métalliques, ce qui évite de devoir réaliser ces joints étanches par soudure.

La structure porteuse peut présenter diverses géométries, par exemple une forme sensiblement sphérique ou une forme prismatique, de préférence avec une paroi porteuse de fond plane. Dans un mode de réalisation, la structure porteuse comporte au moins une paroi porteuse latérale, verticale ou oblique, raccordée à un bord de la paroi porteuse de fond au niveau d'une arête de la structure porteuse, le rebord saillant étant disposé parallèlement à l'arête. L'angle entre les deux parois porteuses formant l'arête peut avoir différentes valeurs, par exemple 90°, 135° ou autre.

Dans un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve est fabriquée de manière modulaire à l'aide de blocs isolants juxtaposés sur chaque paroi porteuse, notamment la paroi porteuse de fond, de manière à sensiblement recouvrir la surface intérieure de la paroi porteuse de fond. De tels blocs isolants peuvent notamment comporter des structures d'angle et/ou des blocs isolants plans. Une telle construction modulaire présente l'avantage de ménager des interstices entre les blocs isolants juxtaposés. Dans les zones où un écoulement des liquides doit être facilité, on peut agencer ces interstices comme canaux d'écoulement, par exemple en ménageant des espaces libres ou en employant des matières isolantes poreuses dans ces interstices.

Dans un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve fixée sur la paroi porteuse de fond comporte une pluralité de structures d'angle agencées le long de l'arête de la structure porteuse, chaque structure d'angle comportant une première aile recouvrant une zone marginale de la paroi porteuse de fond et une deuxième aile inclinée par rapport à la première aile et recouvrant une zone marginale de la paroi porteuse latérale. L'angle d'inclinaison entre les deux ailes est typiquement égal à l'angle entre les deux parois porteuses formant l'arête. Grâce à ces caractéristiques, la fabrication de la barrière thermiquement isolante au niveau de la ou des arêtes de la structure porteuse peut être réalisée de manière simple à l'aide des structures d'angle, qui peuvent être préfabriquées.

Le rebord saillant peut être positionné de différentes façons par rapport à la barrière thermiquement isolante. Dans un mode de réalisation, le rebord saillant est disposé sous la première aile des structures d'angle, par exemple le long d'un côté extérieur de la première aile des structures d'angle opposé à l'arête de la structure porteuse. Dans un autre mode de réalisation, le rebord saillant est disposé sous des

blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse de fond. Grâce à ces caractéristiques, le rebord saillant, notamment lorsqu'il est réalisé en résine polymère, peut cumuler les fonctions de guidage d'écoulement, de supportage de la barrière thermiquement isolante et de cale d'épaisseur pour rattraper des écarts entre la surface intérieure de la paroi de fond et une surface théorique plane servant de référence de positionnement pour la barrière thermiquement isolante.

Dans un mode de réalisation, le rebord saillant comporte un cordon fait d'une résine polymère déposé sur et adhérant sur la face des structures d'angle destinée à être en regard de la structure porteuse.

Un tel cordon de résine polymère peut être formé d'un seul tenant, par exemple par dépôt sur la paroi porteuse. Alternativement, il peut être formé par des sections successives raccordées entre elles. Dans ce cas, les structures d'angle peuvent être disposées le long de l'arête de la structure porteuse sous la forme d'une rangée comportant des espaces intercalaires, des blocs de matière isolante étant insérés dans les espaces intercalaires entre les structures d'angle de la rangée. Dans ce cas, le rebord saillant comporte des sections de cordon faites de la résine polymère déposées sur et adhérant sur la face des structures d'angle destinée à être en regard de la structure porteuse et des sections de raccord faites de la résine polymère déposées sur et adhérant sur la face des blocs de matière isolante destinée à être en regard de la structure porteuse, de sorte que les sections de raccord raccordent les sections de cordon entre elles.

Dans un mode de réalisation, une bande de garniture isolante souple est insérée dans une partie restante de l'espace intercalaire de manière à limiter les transferts de chaleur par convection.

Dans un autre mode de réalisation, le rebord saillant est disposé entre deux rangées de blocs isolants, par exemple entre la première aile des structures d'angle et des blocs isolants plans.

Dans un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve fixée sur la paroi porteuse de fond comporte une plaque rigide enjambant l'arête de la structure porteuse et présentant un premier bord en appui sur la paroi porteuse de fond et un deuxième bord en appui contre la paroi porteuse latérale, le rebord saillant étant constitué d'un cordon de résine polymérisable agencé entre le

premier bord de la plaque rigide et la paroi porteuse de fond pour fixer le premier bord de la plaque rigide à la paroi porteuse de fond par adhésion.

De préférence dans ce cas, un deuxième cordon de résine polymérisable, discontinu, est agencé entre le deuxième bord de la plaque rigide et la paroi porteuse latérale pour fixer le deuxième bord de la plaque rigide à la paroi porteuse latérale par adhésion.

Avantageusement, la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve comporte des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse de fond et sur la paroi porteuse latérale de manière à sensiblement recouvrir la surface intérieure de la paroi porteuse de fond et de la paroi porteuse latérale, la plaque rigide étant agencée entre une rangée des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse de fond et une rangée des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse latérale, une matière isolante souple étant également agencée sur la plaque rigide entre la rangée des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse de fond et la rangée des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse latérale.

Le ou les orifices de drainage peuvent être positionnés de différentes façons sur la paroi porteuse de fond et par rapport au rebord saillant. Dans un mode de réalisation, un orifice de drainage est situé dans le prolongement du rebord saillant, le rebord saillant étant interrompu au niveau du bord de l'orifice de drainage.

Dans un mode de réalisation, les bords de la paroi porteuse de fond sont situés d'un côté extérieur du rebord saillant et un orifice de drainage est situé d'un côté intérieur du rebord saillant opposé au côté extérieur.

De préférence dans ce cas, la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve comporte des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse de fond du côté intérieur du rebord saillant, et un bloc isolant plan situé entre une interruption du rebord saillant et l'orifice de drainage comporte un décrochement définissant un canal d'écoulement dans une surface inférieure du bloc isolant plan, le canal d'écoulement s'étendant transversalement au rebord saillant.

Dans des modes de réalisation, la paroi porteuse de fond est plane et présente une forme de rectangle ou de trapèze, notamment dans une cuve avant d'un navire.

Les cuves décrites ci-dessus peuvent être utilisées dans différents types d'installations telles que des installations terrestres ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre. Selon un mode de réalisation, la structure porteuse est une coque de navire, l'orifice de drainage étant situé à proximité d'un bord de la paroi porteuse de fond situé vers l'arrière du navire.

L'invention fournit également un navire pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une coque et une cuve précitée dans laquelle la structure porteuse est constituée de la coque du navire.

L'invention fournit également 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 navire.

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

Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- **La figure 1** est une vue en perspective d'une structure porteuse prismatique dans laquelle une cuve étanche et thermiquement isolante peut être construite.

- **La figure 2** est une vue en coupe de la paroi de cuve selon un premier mode réalisation, selon la ligne II-II de la Figure1.

- **La figure 3** est une vue en coupe de la paroi de cuve selon le premier mode réalisation, selon la ligne III-III de la Figure1.

- **La figure 4** est une vue analogue à la Figure 2 montrant la paroi de cuve selon un deuxième mode réalisation.

- **La figure 5** est une vue en coupe de la paroi de cuve selon le deuxième mode réalisation, selon la ligne V-V de la Figure 1.

- **La figure 6** une vue en perspective agrandie de la zone VI de la Figure 1 montrant la paroi de cuve selon un troisième mode réalisation.

- **La figure 7** une vue en coupe de la paroi de cuve selon le troisième mode réalisation, selon la ligne VII-VII de la Figure 6.

- **La figure 8** est une vue en coupe de la paroi de cuve selon le troisième mode réalisation, selon la ligne VIII-VIII de la Figure 6.

- **La figure 9** est une vue en perspective de la paroi de cuve selon une variante du troisième mode réalisation, montrant l'orifice de drainage et un canal d'écoulement formé dans la surface inférieure d'un caisson isolant.

- **La figure 10** est une représentation schématique écorchée d'un navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de ce navire.

- **La figure 11** est une vue en perspective d'un détail de la paroi de cuve selon le deuxième mode réalisation.

- **La figure 12** est une vue en perspective d'un autre détail de la paroi de cuve selon le deuxième mode réalisation.

- **La figure 13** est une vue en perspective d'un insert pouvant être utilisé dans la paroi de cuve selon le deuxième mode réalisation.

Description détaillée de modes de réalisation

La figure 1 représente en perspective une structure porteuse 1 de forme générale prismatique pouvant être formée par la coque d'un navire de transport de gaz liquéfié et destinée à recevoir un revêtement modulaire multicouche sur sa surface intérieure pour former une cuve étanche et thermiquement isolante.

La structure porteuse 1 comporte des parois porteuses en métal, à savoir ici une paroi de fond 2 plane, une paroi de plafond 3 plane et parallèle à la paroi de fond 2, deux parois transversales d'extrémité planes et perpendiculaires à l'axe du navire, à savoir une paroi transversale avant 4 et une paroi transversale arrière 5, et deux parois longitudinales opposées formées à chaque fois de trois parties planes, à savoir une partie de chanfrein inférieur 6, une partie verticale 7 et une partie de chanfrein supérieur 8. Les parties de chanfrein sont inclinées autour de l'axe

longitudinal du navire, par exemple d'un angle de 45°. Les parois porteuses sont jointes au niveau d'arêtes 9 qui sont représentées en traits continus ou en traits interrompus sur la figure 1, selon qu'elles sont visibles ou cachées.

Un rebord saillant 10 est formé sur la surface intérieure de la paroi de fond 2, qui est ici rectangulaire. Le rebord saillant 10 longe les quatre bords de la paroi de fond 2 à courte distance de ceux-ci, de manière à délimiter une zone marginale 15 dans laquelle l'eau qui ruisselle le long des parois transversales d'extrémité ou des parois longitudinales peut ainsi être confinée.

Le rebord saillant 10 est interrompu seulement au niveau de deux orifices de drainage 11, qui sont situés à proximité de la paroi transversale arrière 5 dans l'exemple représenté. En d'autres termes, le rebord saillant 10 présente une portion rectiligne 101 qui s'étend continument le long du bord avant de la paroi de fond 2, deux portions rectilignes 102 et 103 qui s'étendent continument le long de chacun des deux bords latéraux de la paroi de fond 2 et dont les extrémités avant sont raccordées de manière continue aux deux extrémités de la portion rectiligne 101, et une portion rectiligne 104 qui s'étend le long du bord arrière de la paroi de fond 2, dont les deux extrémités sont raccordées de manière continue aux extrémités arrière des deux portions rectilignes 102 et 103. La portion rectiligne 104 est interrompue deux fois dans cet exemple.

Sur la figure 1, le rebord saillant 10 présente la forme globale d'un cadre rectangulaire. Cette forme peut être modifiée, notamment avec des portions arrondies au niveau des coins de la paroi de fond 2. La fonction principale du rebord saillant 10 est de guider l'eau de ruissellement dans la zone marginale 15 jusqu'aux orifices de drainage 11, et donc d'empêcher cette eau de ruissellement de migrer vers la portion centrale 14 de la paroi de fond 2.

Chaque orifice de drainage 11 traverse la paroi de fond 2 dans son épaisseur et débouche dans une canalisation de drainage 12 permettant de conduire les liquides drainés vers un système d'évacuation, non représenté. Le rebord saillant 10 est ici interrompu sur les bords des deux orifices de drainage 11. Ainsi, chaque orifice de drainage 11 peut collecter à la fois des liquides provenant de la zone marginale 15 et des liquides provenant de la zone centrale 14 de la paroi de fond 2 située de l'autre côté du rebord saillant 10.

Dans le cas d'une cuve de navire, à l'issue du déchargement de la cargaison de la cuve, les ballasts du navire peuvent être remplis de manière à incliner la coque du navire avec une pente dirigée vers l'arrière, ce qui amène le liquide accumulé dans la zone marginale 15 de la paroi de fond tout autour du rebord saillant 10 à s'écouler par gravité vers les orifices de drainage 11 situés dans la portion arrière de la cuve.

On va maintenant décrire plusieurs modes de réalisation du rebord saillant 10 et plusieurs modes de réalisation du revêtement modulaire multicouche formant la paroi de cuve. Les combinaisons enseignées ci-dessous ne sont pas limitatives et chaque mode de réalisation du rebord saillant peut être employé avec les différents modes de réalisation du revêtement modulaire multicouche.

Un premier mode réalisation est représenté sur les figures 2 et 3. Le rebord saillant 10 est ici formé de pièces métalliques allongées 20 soudées sur la paroi de fond 2. La pièce métallique 20 est visible en section transversale sur la figure 2. La pièce métallique 20 n'est pas coupée sur la figure 3, mais sa face d'extrémité située au bord de l'orifice 11 est visible.

La paroi de cuve est constituée de blocs isolants modulaires préfabriqués, juxtaposés sur les parois porteuses. Ces blocs isolants modulaires incluent des blocs isolants plans 21 pour recouvrir les zones planes et des blocs isolants d'angle 22 pour recouvrir les zones d'arêtes. Un bloc isolant 21 ou 22 incorpore à chaque fois un élément de barrière isolante secondaire 23, un élément de barrière étanche secondaire 24 et un élément de barrière isolante primaire 25. Les blocs isolant 21 et 22 peuvent être fixés sur la structure porteuse de différentes façons, par collage et/ou à l'aide d'attaches mécaniques, par exemple goujons et écrous.

Le bloc isolant d'angle 22 comporte deux ailes coudées d'un angle égal à l'angle entre la paroi de fond 2 et la paroi latérale adjacente, à savoir 135° au niveau de l'arête 29 entre la paroi de fond 2 et la partie de chanfrein inférieur 6 sur la figure 2, et 90° au niveau de l'arête 28 entre la paroi de fond 2 et la paroi transversale arrière 5 sur la figure 3.

Le rebord saillant 10 est agencé à chaque fois entre une rangée des blocs isolants d'angle 22 qui recouvre l'arête 28, 29 et une rangée de blocs isolants plans 21 qui repose sur la paroi de fond 2 à côté de la rangée des blocs isolants d'angle 22. Les pièces métalliques 20 offrent ainsi une butée de positionnement pour la face

d'extrémité de l'aile du bloc isolant d'angle 22 qui repose sur la paroi de fond 2, ce qui facilite la mise en place des blocs isolants d'angle 22. Un cordon de résine polymérisable 27, par exemple mastic époxyde, peut être disposé le long du côté des pièces métalliques 20 tourné vers les blocs isolants d'angle 22, pour ajuster précisément la position des blocs isolants d'angle 22 par rapport aux pièces métalliques 20. Le cordon de résine polymérisable 27 peut aussi étanchéifier la jonction entre deux pièces métalliques 20 successives, notamment si celles-ci ne sont pas soudées entre elles. Enfin, comme visible sur la figure 2, le cordon de résine polymérisable 27 peut aussi être disposé au moins partiellement sous l'aile du bloc isolant d'angle 22 qui repose sur la paroi de fond 2, pour servir de cale d'épaisseur permettant de rattraper les défauts de planéité de la structure porteuse.

Une garniture calorifuge 31, par exemple en laine de verre ou autre, est disposée entre les deux rangées de blocs isolants au-dessus du rebord saillant 10 pour minimiser les espaces vides dans la barrière isolante secondaire.

La membrane d'étanchéité primaire 26 est disposée sur la face supérieure des blocs isolants 21 et 22 et peut être réalisée de différentes manières. D'autres détails concernant des modes de réalisation des membranes d'étanchéité et des blocs isolants peuvent être trouvés dans les publications FR-A-2691520, US-A-5586513 et US-A-6035795.

Le deuxième mode de réalisation représenté aux figures 4 et 5 sera maintenant décrit. Les mêmes chiffres de référence désignent des éléments analogues ou identiques à ceux des figures 2 et 3 et ne seront pas décrits à nouveau.

Dans le deuxième mode de réalisation, le rebord saillant 10 est exclusivement formé d'un cordon de résine polymérisable 30.

Le cordon de résine polymérisable 30 est agencé sous l'aile du bloc isolant d'angle 22 qui repose sur la paroi de fond 2, au niveau de l'extrémité de celle-ci distante de l'arête 28 ou 29. Ici encore, en plus de confiner l'eau de ruissellement, le cordon de résine polymérisable 30 peut servir de cale d'épaisseur permettant de rattraper les défauts de planéité de la structure porteuse.

Le cordon de résine polymérisable 30 peut être un mastic époxyde. Le mastic est un matériau pâteux formé d'une résine époxyde et d'un durcisseur qui permet de faire durcir le mastic après dépôt. Le mastic est déposé sur la face des

blocs isolants destinée à être en regard de la structure porteuse. Avant que le mastic ait durci, les blocs isolants sont mis en place. Le mastic s'écrase lors de cette mise en place. Des cales d'épaisseur rigides, représentées au chiffre 34 sur la figure 11, peuvent être posées sur la paroi porteuse pour contrôler l'épaisseur finale du mastic et s'assurer de la planéité de la surface des blocs isolants posés sur une même paroi porteuse.

Comme visible sur les figures 4, 5 et 11, la structure d'angle 22 peut être formée de deux parties fixées ensemble, à savoir une partie principale 32 et une partie rapportée 33 qui s'étend parallèlement à l'arête le long de la face extérieure de la partie principale 32 tournée à l'opposé de l'arête. La partie rapportée 33 présente la forme d'un bloc parallélépipédique allongé de même épaisseur que partie principale 32 et fixé par collage ou autre moyen contre la face extérieure de la partie principale 32. Sa largeur peut être fixée sur mesure, afin de tenir compte des tolérances dimensionnelles de la paroi porteuse.

Dans ce cas, le cordon de résine polymérisable 30 peut être agencé sous la partie rapportée 33 des structures d'angle 22. Ceci facilite le montage du cordon de résine polymérisable 30. Plus précisément, le montage des structures d'angle 22 commence par la mise en place des parties principales 32, sans les parties rapportées 33. Les structures d'angle 22 sont disposées sous la forme d'une rangée le long de l'arête. Les parties rapportées 33 sont mises en place dans un second temps, en étant préalablement revêtues de portions successives du cordon de résine polymérisable 30 sur leur face inférieure. Les parties rapportées 33 sont ainsi collées simultanément contre la paroi de fond 2 et contre les parties principales 32 des structures d'angle 22.

Comme visible sur la figure 12, lorsque la rangée des structures d'angle 22 présente des espaces intercalaires 35, ce qui est préféré pour faciliter le montage de la paroi de cuve, les sections de cordon 36 situées sous les structures d'angle 22 successives ne suffisent pas forcément à réaliser un rebord continu. Par exemple, l'espace intercalaire 35 peut mesurer 10 à 50 mm de largeur, notamment environ 30mm. Pour raccorder les sections de cordon 36, des sections de raccord 37 également en résine polymérisable sont utilisées. Les sections de cordon 36 et les sections de raccord 37 forment conjointement le cordon de résine polymérisable 30 dans ce cas.

Comme la hauteur du cordon de résine polymérisable 30, notamment des sections de raccord 37, n'est pas forcément suffisante pour assurer la fonction de drainage des écoulements sans risque de débordement, un insert 38 est employé dans l'espace intercalaire 35 entre deux structures d'angle 22 pour rehausser le rebord saillant à cet emplacement. L'insert 38 est de préférence collé par ses faces latérales aux parties rapportées 33 des structures d'angle 22 et à la paroi de fond 2 par l'intermédiaire de la section de raccord 37 du cordon de résine polymérisable. Il atteint par exemple une hauteur d'environ 50 mm.

Comme visible sur la figure 13, l'insert 38 peut comporter, similairement aux structures d'angle 22, une plaque de fond 39 rigide, par exemple en contreplaqué, surmontée d'une couche de mousse polymère isolante 46, qui sont assemblées par collage. La section de raccord 37 du cordon de résine polymérisable est initialement déposée sur la face de la plaque de fond 39 destinée à être en regard de la structure porteuse.

De préférence, une bande de garniture isolante souple, par exemple en laine de verre, est insérée dans les espaces entre les structures d'angle 22 et les blocs isolants plans 21 et dans la partie restante de l'espace intercalaire 35, de manière à limiter les transferts de chaleur par convection. Entre deux structures d'angle 22, la combinaison de l'insert 38 dans une partie inférieure de l'espace intercalaire 35 et d'une bande souple dans la partie restante de l'espace intercalaire 35 permet d'obtenir un guidage des écoulements de liquide sans risque de débordement tout en laissant la possiblité pour les structures d'angle 22 de se déplacer ou de se déformer légèrement au niveau de l'espace intercalaire 35, notammetn en réponse aux déformations de la paroi de fond 2 à la mer.

La membrane d'étanchéité primaire est omise sur les figures 4 et 5. D'autres détails concernant des modes de réalisation des membranes d'étanchéité et des blocs isolants peuvent être trouvés dans les publications WO-A-2014167214 et WO-A-2017006044.

Le troisième mode de réalisation sera maintenant décrit en référence aux figures 6 à 9. Les mêmes chiffres de référence désignent des éléments analogues ou identiques à ceux des figures 1 à 5 et ne seront pas décrits à nouveau.

La figure 6 montre les arêtes 28 et 29 se rejoignant au niveau d'un trièdre de la structure porteuse. Le long de chaque arête 28, 29, la paroi de cuve comporte

une série de plaques rigides 40, par exemple en bois contreplaqué. La plaque rigide 40 enjambe l'arête 28 ou 29 de la structure porteuse et présente un premier bord en collé sur la paroi de fond 2 par l'intermédiaire d'un cordon de résine polymérisable 41 et un deuxième bord collé contre la partie de chanfrein inférieur 6 ou la paroi transversale 4 ou 5 par l'intermédiaire d'un cordon de résine polymérisable 42. Le cordon de résine polymérisable 41 est continu et constitue le rebord saillant 10. Le cordon de résine polymérisable 42 est discontinu pour ne pas empêcher le ruissèlement d'eau jusqu'à la paroi de fond 2.

La barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve est ici constituée de caissons isolants 43, par exemple en bois, remplis d'une matière isolante comme laine de verre, perlite ou autre. Les caissons isolants 43 sont juxtaposés sur les parois porteuses de manière à sensiblement recouvrir la surface intérieure de la structure porteuse. Sur les figures 7 et 8, la plaque rigide 40 est à chaque fois agencée entre une rangée de caissons isolants 43 fixée sur la paroi de fond 2 et une rangée de caissons isolants 43 fixée sur la paroi transversale 4 ou 5 ou la paroi longitudinale. Une garniture calorifuge 45, par exemple en laine de verre ou autre matière isolante souple, est également agencée sur la plaque rigide 40 entre les deux rangées de caissons isolants 43.

La figure 9 montre un caisson isolant 50 qui peut être disposé sur la paroi de fond 2 au droit de l'orifice de drainage 11 lorsque l'orifice de drainage est à distance du rebord saillant, formé ici du cordon de résine polymérisable 41 sous la plaque rigide 40. Ici, l'orifice de drainage 11 est décalé en direction de la zone centrale 14 de la paroi de fond 2. Les autres caissons isolants sont omis de cette figure par mesure de lisibilité.

Le caisson isolant 50 est situé entre la plaque rigide 40 et l'orifice de drainage 11 et comporte un décrochement dans sa plaque inférieure définissant un canal d'écoulement 51 à section rectangulaire traversant le caisson isolant 50 sur toute sa largeur. Le canal d'écoulement 51 s'étend transversalement au cordon de résine polymérisable 41. Le cordon de résine polymérisable 41 présente une interruption, non représentée, au niveau d'une extrémité du canal d'écoulement 51 tournée vers la plaque rigide 40, pour laisser s'écouler l'eau ou le liquide provenant de la zone marginale 15 à travers le canal d'écoulement 51 jusqu'à l'orifice de drainage 11.

La figure 6 montre aussi des plats d'ancrage 60 qui sont soudés sur la paroi de fond 2 et la partie de chanfrein 6 pour accrocher un anneau de raccordement des membranes étanches, selon la technique connue.

Les plaques rigides 40 et le cordon de résine polymérisable 41 sous celles-ci sont interrompus au niveau de chaque plat d'ancrage 60, mais le cordon de résine polymérisable 41 est raccordé de manière étanche aux deux faces de chaque plat d'ancrage 60. Par ailleurs, au droit de l'arête 29, on voit que les plats d'ancrage 60 présentent des ouvertures 61 pour ménager un passage pour le liquide.

Les membranes d'étanchéité sont omises sur les figures 7 et 8. D'autres détails concernant des modes de réalisation des membranes d'étanchéité et des caissons isolants peuvent être trouvés dans les publications FR-A-2867831 et FR-A-2798358.

Comme visible sur la figure 9, le ou chaque orifice de drainage 11 est de préférence recouvert d'une grille 55 pour filtrer d'éventuels déchets solides et éviter de les introduire dans le système d'évacuation.

En référence à la figure 10, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le gaz liquéfié contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière 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. Dans une version simplifiée, le navire comporte une simple coque.

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

La figure 10 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte

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

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

L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication. 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 parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

REVENDICATIONS

1. Cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage ou le transport d'un fluide froid, la cuve comportant des parois porteuses définissant une structure porteuse (1) et des parois de cuve fixées sur une surface intérieure des parois porteuses, dans laquelle chaque paroi de cuve comporte une membrane étanche et une barrière thermiquement isolante agencée entre la membrane étanche et la paroi porteuse,

dans laquelle la structure porteuse comporte une paroi porteuse de fond (2) présentant un orifice de drainage (11) traversant la paroi porteuse de fond pour permettre un drainage de la structure porteuse,

dans laquelle la paroi porteuse de fond porte un rebord saillant (10) pour guider un écoulement de liquide jusqu'à l'orifice de drainage, le rebord saillant s'étendant le long des bords de la paroi porteuse de fond (2) à distance des bords de la paroi porteuse de fond de manière continue sur sensiblement toute la périphérie de la paroi porteuse de fond,

le rebord saillant (10) étant recouvert par la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve fixée sur la paroi porteuse de fond.

2. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle le rebord saillant (10) comporte un cordon (41, 30, 27) fait d'une résine polymère adhérant sur la paroi porteuse de fond (2).

3. Cuve selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le rebord saillant (10) comporte une série de pièces métalliques (20) soudées sur la paroi porteuse de fond (2).

4. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la structure porteuse comporte au moins une paroi porteuse latérale (4, 5, 6), verticale ou oblique, raccordée à un bord de la paroi porteuse de fond (2) au niveau d'une arête (28, 29) de la structure porteuse, le rebord saillant étant disposé parallèlement à l'arête.

5. Cuve selon la revendication 4, dans laquelle la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve fixée sur la paroi porteuse de fond comporte une pluralité de structures d'angle (22) agencées le long de l'arête de la structure porteuse, chaque structure d'angle (22) comportant une première aile

recouvrant une zone marginale de la paroi porteuse de fond (2) et une deuxième aile inclinée par rapport à la première aile et recouvrant une zone marginale de la paroi porteuse latérale (4, 5, 6).

6. Cuve selon la revendication 5, dans laquelle le rebord saillant est disposé sous la première aile des structures d'angle (22), le long d'un côté extérieur de la première aile des structures d'angle opposé à l'arête (28, 29) de la structure porteuse.

7. Cuve selon la revendication 5, dans laquelle la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve comporte en outre une pluralité de blocs isolants plans (21) fixés sur la paroi porteuse de fond de manière à sensiblement recouvrir la surface intérieure de la paroi porteuse de fond (2), et dans laquelle le rebord saillant (10) est disposé entre la première aile des structures d'angle (22) et les blocs isolants plans (21).

8. Cuve selon la revendication 4, dans laquelle la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve fixée sur la paroi porteuse de fond comporte une plaque rigide (40) enjambant l'arête de la structure porteuse et présentant un premier bord en appui sur la paroi porteuse de fond et un deuxième bord en appui contre la paroi porteuse latérale, le rebord saillant étant constitué d'un cordon de résine polymérisable (41) agencé entre le premier bord de la plaque rigide et la paroi porteuse de fond (2) pour fixer le premier bord de la plaque rigide à la paroi porteuse de fond par adhésion.

9. Cuve selon la revendication 8, dans laquelle la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve comporte des blocs isolants plans (43) fixés sur la paroi porteuse de fond (2) et sur la paroi porteuse latérale (4, 5, 6) de manière à sensiblement recouvrir la surface intérieure de la paroi porteuse de fond et de la paroi porteuse latérale, la plaque rigide (40) étant agencée entre une rangée des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse de fond et une rangée des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse latérale, une matière isolante souple (45) étant également agencée sur la plaque rigide (40) entre la rangée des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse de fond et la rangée des blocs isolants plans fixés sur la paroi porteuse latérale.

10. Cuve selon la revendication 6, dans laquelle le rebord saillant (10) comporte un cordon (30) fait d'une résine polymère déposé sur et adhérant sur la face des structures d'angle (22) destinée à être en regard de la structure porteuse.

11. Cuve selon la revendication 10, dans laquelle les structures d'angle (22) sont disposées le long de l'arête de la structure porteuse sous la forme d'une rangée comportant des espaces intercalaires (35) et dans laquelle des blocs de matière isolante (38) sont insérés dans les espaces intercalaires (35) entre les structures d'angle (22) de la rangée,
le rebord saillant (10) comportant des sections de cordon (36) faites de la résine polymère déposées sur et adhérant sur la face des structures d'angle (22) destinée à être en regard de la structure porteuse et des sections de raccord (37) faites de la résine polymère déposées sur et adhérant sur la face des blocs de matière isolante (38) destinée à être en regard de la structure porteuse, de sorte que les sections de raccord (37) raccordent les sections de cordon (36) entre elles.

12. Cuve selon la revendication 11, dans laquelle une bande de garniture isolante souple est insérée dans une partie restante de l'espace intercalaire (35) de manière à limiter les transferts de chaleur par convection.

13. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans laquelle le rebord saillant est interrompu au droit de l'orifice de drainage (11) pour laisser passer l'écoulement de liquide en direction de l'orifice de drainage.

14. Cuve selon la revendication 13, dans laquelle les bords de la paroi porteuse de fond (2) sont situés d'un côté extérieur du rebord saillant (10) et l'orifice de drainage (11) est situé d'un côté intérieur du rebord saillant (10) opposé au côté extérieur,
dans laquelle la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve comporte des blocs isolants plans (43) fixés sur la paroi porteuse de fond du côté intérieur du rebord saillant,
et dans laquelle un bloc isolant plan (50) situé entre une interruption du rebord saillant (10) et l'orifice de drainage (11) comporte un décrochement définissant un canal d'écoulement (51) dans une surface inférieure du bloc isolant plan (50), le canal d'écoulement s'étendant transversalement au rebord saillant.

15. Cuve selon la revendication 13, dans laquelle l'orifice de drainage (11) est situé dans le prolongement du rebord saillant (10), le rebord saillant étant interrompu au niveau du bord de l'orifice de drainage.

16. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans laquelle la structure porteuse est une coque de navire (70), l'orifice de drainage étant situé à proximité d'un bord de la paroi porteuse de fond (2) situé vers l'arrière (5) du navire.

17. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, dans laquelle le rebord saillant (10) est à une distance du bord de la paroi porteuse de fond (2) inférieure à un dixième de la dimension de la paroi porteuse de fond dans une direction perpendiculaire audit bord de la paroi porteuse de fond.

18. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, dans laquelle l'orifice de drainage est équipé d'un capteur de présence d'eau.

19. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une coque (72) et une cuve selon l'une des revendications 1 à 18, dans laquelle la structure porteuse est constituée de la coque (72) du navire.

20. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 19, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71).

21. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 19, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entrainer 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.