



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**01.11.2023 Bulletin 2023/44**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**F17C 13/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **23169330.0**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**F17C 13/004; F17C 2201/0157; F17C 2201/052;**  
**F17C 2203/0358; F17C 2203/0379;**  
**F17C 2221/033; F17C 2223/0161; F17C 2223/033;**  
**F17C 2223/043; F17C 2260/011; F17C 2270/0107**

(22) Date de dépôt: **21.04.2023**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Etats d'extension désignés:

**BA**

Etats de validation désignés:

**KH MA MD TN**

(30) Priorité: **27.04.2022 FR 2203968**

(71) Demandeur: **Gaztransport et Technigaz**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

(72) Inventeurs:

- **MALOCHET, Matthieu**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse, (FR)**
- **SARTRE, Nicolas**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse, (FR)**
- **LANDRU, Pierre**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse, (FR)**

(74) Mandataire: **Callu-Danseux, Violaine**

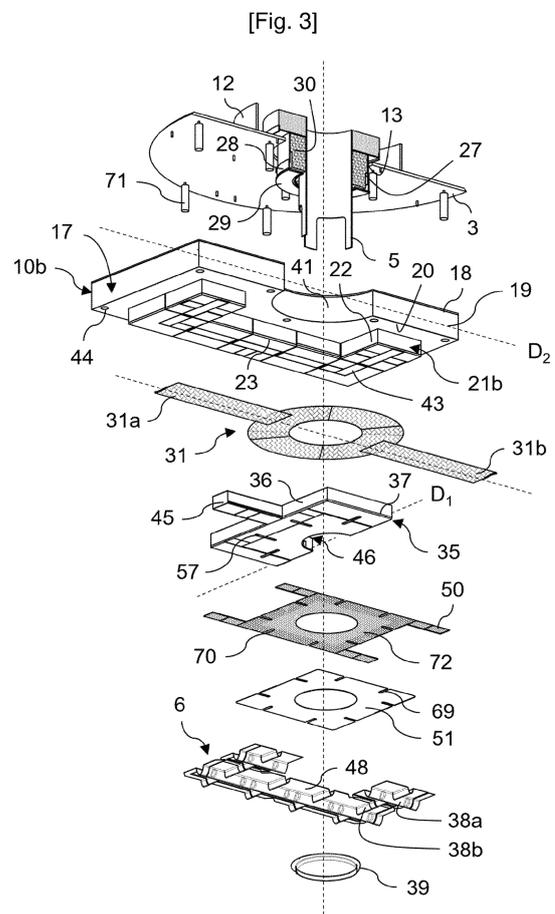
**GTT**

**1, route de Versailles**

**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

(54) **PAROI DE CUVE COMPORTANT UNE CONDUITE TRAVERSANTE**

(57) L'invention concerne une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve une barrière thermiquement isolante secondaire 9, une membrane étanche secondaire 8, une barrière thermiquement isolante primaire 7 et une membrane étanche primaire 6. La cuve comporte également une conduite traversante 5 disposée à travers la paroi de cuve. Autour de la conduite traversante 5, la paroi de cuve comporte des blocs thermiquement isolants secondaires 17 formant la barrière thermiquement isolante secondaire 9, une première nappe étanche 20 formant la membrane étanche secondaire 8, des blocs thermiquement isolants primaires 35 formant la barrière thermiquement isolante primaire 6, et une plaque de fermeture liée de manière étanche à la membrane étanche primaire 6.



## Description

### Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine de la fabrication de cuves étanches et thermiquement isolantes. En particulier, la présente invention se rapporte à des cuves destinées à contenir des liquides froids ou chauds, et plus particulièrement des cuves pour le stockage et/ou le transport de gaz liquéfié par voie maritime disposées dans une structure porteuse.

### Arrière-plan technologique

[0002] Des cuves étanches et thermiquement isolantes peuvent être utilisées dans différentes industries pour stocker un produit chaud ou froid. Par exemple, dans le domaine de l'énergie, un tel produit peut être du gaz naturel liquéfié (GNL). Le GNL est un liquide qui peut être stocké à pression atmosphérique à environ -163°C dans des cuves de stockages terrestres ou dans des cuves embarquées dans des structures flottantes. De telles structures flottantes sont en particulier les barges, les navires méthaniers pour le transport du produit et les installations off-shore, connues notamment sous les acronymes FPSO et FSRU, pour le stockage, la liquéfaction ou la regazéification du produit.

[0003] Ces cuves étanches et thermiquement isolantes sont constituées d'une ou plusieurs membranes étanches associées à des couches isolantes. On connaît, notamment décrit dans FR-A-2781557, une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve fixée sur une structure porteuse, dans laquelle la paroi de cuve présente une structure multicouche qui comporte successivement une membrane étanche primaire destinée à être en contact avec le produit contenu dans la cuve, une barrière thermiquement isolante primaire, une membrane étanche secondaire et une barrière thermiquement isolante secondaire.

[0004] Les membranes étanches présentent une élasticité suffisante pour résister à des efforts résultant par exemple de la pression hydrostatique, de la pression dynamique en cas de mouvement de la cargaison, et/ou des variations de température. Toutefois, de telles membranes étanches et le matériau d'isolation thermique sous-jacent sont relativement fragiles et ne peuvent pas nécessairement supporter le poids d'un mat comme celui de chargement/déchargement des cuves GNL. Pour cela un pied de support peut être prévu comme dans FR-A-2961580.

[0005] De plus, les conditions thermodynamiques des cuves étanches et thermiquement isolantes lors du stockage d'un tel liquide entraînent une évaporation d'une certaine quantité de vapeur qui fait varier la pression interne des cuves. Pour contrôler la pression de ces cuves, les gaz d'évaporation sont collectés et acheminés vers un collecteur d'évaporation pour être par exemple reliquéfiés ou brûlés dans la machine de propulsion d'un

navire. Pour cela une conduite collectrice peut être prévu comme dans FR-A-2984454.

[0006] Il existe donc différentes fonctionnalités qui peuvent nécessiter de traverser la structure multicouche de la paroi de cuve avec une conduite traversante.

### Résumé

[0007] Dans les cuves du type précité, il se produit des déformations de tous les éléments en raison des changements de température affectant la paroi de cuve lors de son remplissage avec un liquide très froid comme du GNL, et *a contrario*, lors de sa vidange entraînant un retour à température ambiante. En sus de ces effets thermiques de contraction et de dilatation, qui se répètent dans le temps au cours de la vie de la cuve étanche et thermiquement isolante, les cuves de navires subissent aussi des efforts dus à la déformation de la coque du navire à la mer. Il en résulte des phénomènes de fatigue des éléments, qu'il y a lieu de surveiller au cours du temps pour prévenir toute rupture.

[0008] Une idée à la base de l'invention est de renforcer la résistance à la fatigue de la paroi de cuve dans la zone autour de laquelle la conduite traversante traverse la structure multicouche.

[0009] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans une structure porteuse pour contenir un fluide, la cuve étanche et thermiquement isolante comportant

une paroi de cuve ancrée contre la structure porteuse, la paroi de cuve présentant une structure multicouche qui comporte successivement, dans une direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante, une barrière thermiquement isolante secondaire, une membrane étanche secondaire portée par la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire portée par la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire portée par la barrière thermiquement isolante primaire et qui est destinée à être en contact avec le fluide contenu dans ladite cuve étanche et thermiquement isolante, la structure multicouche comportant un espace primaire disposé entre la membrane étanche primaire et la membrane étanche secondaire, l'espace primaire contenant la barrière thermiquement isolante primaire, et une conduite traversante disposée à travers la paroi de cuve, la membrane étanche primaire étant liée de manière étanche à la conduite traversante, ladite paroi de cuve comportant autour de la conduite traversante

des blocs thermiquement isolants secondaires ancrés contre la structure porteuse, les blocs thermiquement isolants secondaires formant la barrière thermiquement isolante secondaire autour de la conduite traversante, chacun desdits blocs thermiquement

ment isolants secondaires présentant au moins un côté latéral se développant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, lesdits blocs thermiquement isolants secondaires étant agencés entre eux de sorte à ménager une cheminée entre les côtés latéraux en regard l'un de l'autre de deux blocs thermiquement isolants secondaires adjacents, une nappe étanche recouvrant les blocs thermiquement isolants secondaires, la nappe étanche formant la membrane étanche secondaire, un plateau étanche disposé parallèlement à la paroi de cuve, le plateau étanche présentant une surface intérieure tournée vers l'intérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante, la surface intérieure étant située au même niveau que la nappe étanche, le plateau étanche étant disposé autour de la conduite traversante, la membrane étanche secondaire étant prolongée jusqu'au plateau étanche, une conduite extérieure s'étendant parallèlement à la conduite traversante autour de la conduite traversante vers l'extérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante depuis le plateau étanche, la conduite extérieure étant en communication avec l'espace primaire pour permettre la circulation d'un gaz d'inertage entre l'espace primaire et la conduite extérieure, des blocs thermiquement isolants primaires disposés sur la membrane étanche secondaire, les blocs thermiquement isolants primaires formant la barrière thermiquement isolante primaire autour de la conduite traversante, un premier et un deuxième desdits blocs thermiquement isolants primaires présentant un côté latéral se développant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, le côté latéral présentant une portion découpée pour recevoir une portion de la conduite traversante et au moins une portion d'interface adjacente à la portion découpée, la portion d'interface dudit premier bloc thermiquement isolant primaire étant agencée en regard de la portion d'interface dudit deuxième bloc thermiquement isolant primaire, lesdits blocs thermiquement isolants secondaires et lesdits premier et deuxième blocs thermiquement isolants primaires étant disposés entre eux de sorte que la portion d'interface dudit premier bloc thermiquement isolant primaire et la portion d'interface dudit deuxième bloc thermiquement isolant primaire ne présentent aucun recouvrement, dans la direction de l'épaisseur, avec la cheminée entre deux blocs thermiquement isolants secondaires adjacents.

**[0010]** Grâce à ces caractéristiques, il est possible d'augmenter la résistance à la fatigue de la membrane étanche secondaire, tout en conservant une membrane d'étanchéité en nappe souple à cheval entre les blocs thermiquement isolants secondaires. En effet, l'absence de recouvrement, dans la direction d'épaisseur, entre les portions d'interface de deux blocs ther-

quement isolants primaires adjacents et les cheminées des blocs thermiquement isolants secondaires adjacents évite le risque d'une sollicitation accrue de la membrane étanche secondaire due aux contractions thermiques ou aux efforts de pression.

**[0011]** Selon des modes de réalisation, une telle cuve étanche et thermiquement isolante peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

**[0012]** Selon un mode de réalisation, la nappe étanche est une première nappe étanche recouvrant les blocs thermiquement isolants secondaires et dans laquelle ladite paroi de cuve comporte une deuxième nappe étanche fixée de manière étanche à cheval sur la première nappe étanche et sur la surface intérieure du plateau étanche autour de la conduite traversante, la deuxième nappe étanche prolongeant la membrane étanche secondaire jusqu'au plateau étanche.

**[0013]** Selon un mode de réalisation, la deuxième nappe étanche comporte au moins deux bandes étanches, chaque bande étanche étant disposée à cheval entre deux blocs thermiquement isolants secondaires adjacents.

**[0014]** Selon un mode de réalisation, la deuxième nappe étanche comporte deux bandes étanches situées dans le prolongement l'une de l'autre, de part et d'autre de la conduite traversante de sorte à recouvrir la cheminée.

**[0015]** Selon un mode de réalisation, les deux bandes étanches de la deuxième nappe étanche sont positionnées perpendiculairement à ladite au moins portion d'interface du premier bloc thermiquement isolant primaire et ladite au moins une portion d'interface du deuxième bloc thermiquement isolant primaire.

**[0016]** Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve comporte deux panneaux préfabriqués disposés de part et d'autre de la conduite traversante, chacun des panneaux préfabriqués comportant un bloc thermiquement isolant inférieur constituant un dit bloc thermiquement secondaire, la première nappe étanche recouvrant le bloc thermiquement isolant secondaire, et un bloc thermiquement isolant supérieur disposé sur une zone centrale de la première nappe étanche et du bloc thermiquement isolant inférieur sans recouvrir une zone périphérique de la première nappe étanche, le bloc thermiquement isolant supérieur faisant partie de la barrière thermiquement isolante primaire, lesdits blocs thermiquement isolants primaires étant agencés entre les blocs thermiquement isolants supérieurs des deux panneaux préfabriqués sur ladite zone périphérique de la première nappe étanche des deux panneaux préfabriqués et sur ladite cheminée.

**[0017]** Selon un mode de réalisation, la membrane étanche primaire comporte des plaques étanches reliées entre elles de manière étanche au niveau de bords des plaques étanches, et les blocs thermiquement isolants supérieurs des deux panneaux préfabriqués portent des bandes d'ancrage au droit desdits bords des plaques étanches pour ancrer les plaques étanches auxdits pan-

neaux préfabriqués, les blocs thermiquement isolants primaires comportant des bandes de protection thermique au droit desdits bords des plaques étanches de sorte que les plaques étanches ne sont pas ancrées auxdits blocs thermiquement isolants primaires.

**[0018]** Selon un mode de réalisation, la membrane étanche primaire comporte au moins une série d'ondulations comportant des ondulations s'étendant selon des lignes directrices parallèles les unes aux autres, lesdites ondulations faisant saillie vers l'intérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante, et dans laquelle une fenêtre interrompt au moins une ligne directrice d'une ondulation de ladite série d'ondulations, ladite ondulation présentant de préférence une extrémité ouverte au niveau de la fenêtre, ladite cuve étanche et thermiquement isolante comportant au moins une pièce de bout pour fermer l'extrémité ouverte de ladite au moins une ondulation.

**[0019]** Selon un mode de réalisation, la fenêtre interrompt au moins deux lignes directrices d'ondulations de ladite au moins une série d'ondulations, et la conduite traversante est centrée à une position située entre deux desdites lignes directrices d'ondulations interrompues.

**[0020]** Les dispositions et caractéristiques énoncées ci-dessus vis-à-vis d'une série d'ondulations parallèles peuvent, le cas échéant, être appliquées vis-à-vis de plusieurs séries d'ondulations parallèles ayant des directions différentes.

**[0021]** Selon un mode de réalisation, la membrane étanche primaire comporte une première série d'ondulations et une deuxième série d'ondulations sécante à la première série d'ondulations, la fenêtre interrompt au moins deux lignes directrices des ondulations de la première série d'ondulations et au moins deux lignes directrices des ondulations de la deuxième série d'ondulations, et la conduite traversante est centrée à une position située entre deux lignes directrices des ondulations interrompues de ladite première série d'ondulations et deux lignes directrices des ondulations interrompues de ladite deuxième série d'ondulations.

**[0022]** Selon un mode de réalisation, les lignes directrices des ondulations de la première série d'ondulations sont perpendiculaires aux lignes directrices des ondulations de la deuxième série d'ondulations.

**[0023]** La fenêtre précitée peut présenter différentes formes, notamment en fonction de la forme de la conduite traversante et/ou de la forme des éléments constitutifs de la membrane étanche primaire.

**[0024]** Selon un mode de réalisation, la fenêtre est un quadrilatère comportant deux côtés parallèles aux lignes directrices des ondulations de la première série d'ondulations et deux côtés parallèles aux lignes directrices des ondulations de la deuxième série d'ondulations. En particulier, la fenêtre peut être un carré, un rectangle ou un parallélogramme.

**[0025]** Selon un mode de réalisation, la conduite traversante présente une section circulaire et traverse la fenêtre en son centre.

**[0026]** Selon un mode de réalisation, la conduite extérieure comporte une première plaque de liaison périphérique et une deuxième plaque de liaison périphérique, la deuxième plaque de liaison périphérique étant fixée de manière étanche à la première plaque de liaison périphérique tout autour de ladite première plaque de liaison périphérique, la première plaque de liaison périphérique s'étendant parallèlement à la conduite traversante vers l'extérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante depuis la deuxième plaque de liaison périphérique, ladite deuxième plaque de liaison périphérique étant fixée de manière étanche au plateau étanche et faisant saillie vers la structure porteuse parallèlement à la conduite traversante.

**[0027]** Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve comporte en outre, autour de la conduite traversante, au moins une plaque de fermeture disposée sur les blocs thermiquement isolants primaires et liée de manière étanche à la conduite traversante.

**[0028]** Selon un mode de réalisation, la plaque de fermeture est constituée d'une plaque métallique d'un seul tenant entourant la conduite traversante.

**[0029]** Selon un mode de réalisation, au moins l'un desdits blocs thermiquement isolants primaires comporte au moins une rainure, et la plaque de fermeture comporte au moins une rainure recouverte par l'une dite pièce de bout et superposée à ladite rainure du bloc thermiquement isolant primaire de manière à permettre la circulation d'un gaz d'inertage entre l'ondulation et la conduite extérieure.

**[0030]** Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve comporte une feuille de protection thermique intercalée entre les blocs thermiquement isolants primaires et la plaque de fermeture.

**[0031]** Avantageusement, la feuille de protection thermique est filmée d'un seul tenant autour de la conduite traversante.

**[0032]** Avantageusement, la feuille de protection thermique comporte au moins une rainure superposée à l'une dite rainure du bloc thermiquement isolant primaire et positionnée sous l'une dite rainure de la plaque de fermeture.

**[0033]** Selon un mode de réalisation, la conduite traversante définit un passage entre l'intérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante et un collecteur de vapeur agencé à l'extérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante.

**[0034]** Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du gaz liquéfié ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, un navire de transport de GPL, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déportée (FPSO) et autres.

**[0035]** Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un navire pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque et une cuve étan-

che et thermiquement isolante disposée dans la double coque.

**[0036]** Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également l'utilisation d'un navire pour le chargement ou le déchargement d'un produit liquide froid, dans laquelle 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 étanche et thermiquement isolante du navire.

**[0037]** Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également un système de transfert pour un liquide froid, le système comportant un navire, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve étanche et thermiquement isolante installée dans la 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 étanche et thermiquement isolante du navire.

### Brève description des figures

**[0038]** 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.

[Fig. 1] La figure 1 est une vue en coupe d'une paroi de cuve selon un mode de réalisation de l'invention comportant un dispositif de collecte de fluides.

[Fig. 2] La figure 2 est une vue en coupe agrandie de la zone II de la figure 1.

[Fig. 3] La figure 3 est une vue partielle en perspective éclatée de la zone de paroi de cuve présentée à la figure 2.

[Fig. 4] La figure 4 est une vue plane dans l'axe de la conduite traversante de la zone de la paroi de cuve présentée à la figure 2 montrant la réalisation de la barrière thermiquement isolante secondaire, la barrière thermiquement isolante primaire étant omise, autour de la conduite traversante.

[Fig. 5] La figure 5 est une vue analogue à la figure 4 montrant la réalisation de la barrière thermiquement isolante primaire.

[Fig. 6] La figure 6 est une vue en perspective éclatée d'un bloc thermiquement isolant primaire pouvant être utilisé dans la barrière thermiquement isolante primaire.

[Fig. 7] La figure 7 est une vue analogue à la figure 5 montrant le positionnement de la feuille de protec-

tion thermique et des bandes de protection thermique sur la barrière thermiquement isolante primaire.

[Fig. 8] La figure 8 est une vue analogue à la figure 7 à un stade intermédiaire de montage de la membrane étanche primaire.

[Fig. 9] La figure 9 est une vue analogue à la figure 8 mais à un stade plus avancé de montage de la membrane étanche primaire.

[Fig. 10] La figure 10 est une vue analogue à la figure 9 montrant la réalisation de la membrane étanche primaire.

[Fig. 11] La figure 11 est une vue en perspective d'une pièce de bout pouvant être utilisée dans la fabrication de la membrane étanche primaire présentée à la figure 10.

[Fig. 12] La figure 12 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

### Description des modes de réalisation

**[0039]** En référence à la figure 1, une cuve étanche et thermiquement isolante 1 comporte des parois de cuve 2 fixées à la surface intérieure de parois correspondantes d'une structure porteuse 3. La structure porteuse 3 est par exemple la coque intérieure d'un navire à double coque ou une construction située à terre. La figure 1 est une vue partielle de la cuve étanche et thermiquement isolante 1 montrant uniquement une paroi de plafond.

**[0040]** Par convention, les termes « sur », « au-dessus », « supérieur » et « haut » font généralement référence à une position située vers l'intérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante 1 tandis que les termes « sous », « en-dessous », « inférieur » et « bas » font généralement référence à une position située vers l'extérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante 1, quelle que soit l'orientation de la paroi de cuve 2 par rapport au champ de gravité terrestre.

**[0041]** La cuve étanche et thermiquement isolante 1 peut être réalisée selon différentes géométries, par exemple une géométrie prismatique dans la coque d'un navire ou une géométrie cylindrique à terre ou autre.

**[0042]** Les modes de réalisation ci-après sont décrits en relation avec une cuve étanche et thermiquement isolante 1 destinée pour le stockage et/ou le transport de gaz naturel liquéfié par voie maritime. Dans des variantes non décrites, une telle cuve étanche et thermiquement isolante 1 peut être une cuve utilisée pour le stockage terrestre d'autres produits froids ou chauds.

**[0043]** Les figures 1 et 2 présentent un dispositif de collecte de fluides 4. Un tel dispositif comporte une conduite traversante 5 traversant une paroi de cuve 2, par

exemple la paroi de plafond de la cuve étanche et thermiquement isolante 1.

**[0044]** En référence à la figure 1, la paroi de cuve 2 présente, successivement, dans une direction d'épaisseur, depuis l'intérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante 1 vers la structure porteuse 3, une membrane d'étanchéité primaire 6 au contact avec le gaz liquéfié, une barrière thermiquement isolante primaire 7, une membrane étanche secondaire 8 et une barrière thermiquement isolante secondaire 9. La barrière thermiquement isolante primaire 7, la membrane étanche secondaire 8 et la barrière thermiquement isolante secondaire 9 sont essentiellement constituées par un ensemble de panneaux préfabriqués reposant sur des cordons de mastic 11 et fixés sur la structure porteuse 3.

**[0045]** Le dispositif de collecte de fluides 4 comporte un fût 12 qui s'étend à l'extérieur de la structure porteuse 3, ainsi que la conduite traversante 5, ancrée à l'intérieur du fût 12. Le fût 12 et la conduite traversante 5 présentent ici une forme cylindrique de révolution à section circulaire. Toutefois, d'autres formes peuvent être envisagées. La structure porteuse 3 comporte une ouverture circulaire 13. Le fût 12 est soudé autour de l'ouverture circulaire 13. La conduite traversante 5 traverse la paroi de cuve 2 au centre de l'ouverture circulaire 13. Ainsi, la conduite traversante 5 traverse les membranes étanches primaire 6 et secondaire 8, et les barrières thermiquement isolantes primaire 7 et secondaire 9, pour déboucher à l'intérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante 1. La conduite traversante 5 est notamment reliée à un collecteur de vapeur à l'extérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante qui extrait cette vapeur et la transmet par exemple au dispositif de propulsion du navire pour alimenter la propulsion du navire ou à un dispositif de liquéfaction pour réintroduire ensuite le gaz liquéfié dans la cuve.

**[0046]** La membrane étanche primaire 6 est reliée de manière étanche à la conduite traversante 5. La membrane étanche secondaire 8 est également reliée de manière étanche à la conduite traversante 5 sauf en un passage permettant à une phase gazeuse présente entre la membrane étanche primaire 6 et la membrane étanche secondaire 8 de circuler vers deux conduites secondaires 14, 15. La phase gazeuse est typiquement du diazote ou un autre gaz d'inertage. De cette manière, l'espace entre la membrane étanche primaire 6 et la membrane étanche secondaire 8 forme un espace étanche primaire relié aux deux conduites secondaires 14, 15.

**[0047]** Par ailleurs, le fût 12 est relié de manière étanche à la structure porteuse 3. Une couche d'isolation 16 est répartie uniformément sur la portée extérieure de la conduite traversante 5 qui présente un diamètre inférieur à l'ouverture circulaire 13. De cette manière, l'espace entre la couche d'isolation 16 et l'ouverture circulaire 13 permet la circulation d'une phase gazeuse entre la barrière thermiquement isolante secondaire 9 et un espace intermédiaire présent entre le fût 12 et la couche d'isolation 16. La phase gazeuse est typiquement du dia-

zote ou un autre gaz d'inertage. L'espace intermédiaire et l'espace entre la structure porteuse 3 et la barrière thermiquement isolante secondaire 9 forment ainsi un espace étanche secondaire.

**[0048]** Les deux conduites secondaires 14, 15 s'étendent parallèlement à la conduite traversante 5 dans la couche d'isolation 16, depuis l'extérieur du fût 12 jusqu'à l'espace étanche primaire. La première conduite secondaire 14 permet de réaliser un passage entre l'espace étanche primaire et un organe d'évacuation non représenté qui permet de contrôler la phase gazeuse présente dans l'espace primaire. La deuxième conduite secondaire 15 permet de réaliser un passage entre l'espace primaire et un organe de mesure de pression non représenté. Ces deux conduites secondaires 14, 15 permettent notamment de réaliser un balayage avec un gaz inerte, par exemple un balayage d'azote, dans l'espace étanche primaire.

**[0049]** Deux autres conduites non représentées sont soudées au fût 12 et débouchent à l'intérieur du fût 12 dans l'espace étanche secondaire pour permettre elles aussi la gestion de la phase gazeuse et la mesure de pression dans l'espace étanche secondaire. Les conduites reliées à l'espace étanche secondaire permettent aussi un balayage avec un gaz inerte, par exemple un balayage d'azote, dans l'espace étanche secondaire.

**[0050]** En référence aux figures 2 à 10, on va maintenant décrire plus en détail une zone II de la paroi de cuve 2 traversée par la conduite traversante 5.

**[0051]** Deux panneaux préfabriqués 10a, 10b sont placés à proximité de la conduite traversante 5. En référence à la figure 4, le panneau préfabriqué 10a, 10b comporte un bloc thermiquement isolant secondaire 17 ancré contre la structure porteuse 3. Le bloc thermiquement isolant secondaire 17 comporte un panneau inférieur 18 rigide supporté par les cordons de mastic 11 et une couche d'isolant thermique 19 en mousse polyuréthane.

**[0052]** Une première nappe étanche 20 en matériau composite comportant par exemple une feuille métallique et des nappes de fibres de verre noyées dans une résine adhère sur toute la surface de la couche d'isolant thermique 19 du bloc thermiquement isolant secondaire 17. La première nappe étanche 20 constitue un élément de la membrane étanche secondaire 8.

**[0053]** Le panneau préfabriqué 10a, 10b comporte également un bloc thermiquement isolant supérieur 21a, 21b. Le bloc thermiquement isolant supérieur 21a, 21b comporte une couche d'isolant thermique 22 en mousse polyuréthane qui recouvre partiellement la première nappe étanche 20 et y adhère. Un panneau supérieur 23 rigide recouvre la couche d'isolant thermique 22 et constitue avec elle un élément de la barrière thermiquement isolante primaire 7.

**[0054]** Comme expliqué ci-dessus en référence à la figure 1, la conduite traversante 5 traverse l'ouverture circulaire 13, la barrière thermiquement isolante secondaire 9, la membrane étanche secondaire 8, la barrière thermiquement isolante primaire 7 et la membrane étan-

che primaire 6. Un plateau d'obturation 24 de forme circulaire s'étend autour de la conduite traversante 5 dans une zone située au-delà de la structure porteuse 3. Le plateau d'obturation 24 comporte une surface supérieure parallèle à la paroi de cuve 2 sur laquelle est collée la couche d'isolation 16 qui entoure la conduite traversante 5. Ce plateau d'obturation 24 comporte également deux orifices 25, 26 auxquels sont soudées les deux conduites secondaires 14, 15.

**[0055]** L'étanchéité entre la barrière thermiquement isolante secondaire 9 et la conduite traversante 5 est réalisée par l'intermédiaire du plateau d'obturation 24, d'une première plaque de liaison périphérique 27, d'une deuxième plaque de liaison périphérique 28 et d'un plateau étanche 29. La première plaque de liaison périphérique 27, de forme tubulaire, est fixée de manière étanche sur toute sa périphérie sur le plateau d'obturation 24 et s'étend parallèlement à la conduite traversante 5 vers l'intérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante 1 pour former une conduite extérieure. À son extrémité, opposée au plateau d'obturation 24, elle est reliée par l'intermédiaire de la deuxième plaque de liaison périphérique 28, également de forme tubulaire, au plateau étanche 29 de forme circulaire. De cette manière, le plateau d'obturation 24, le plateau étanche 29 et les plaques de liaisons périphériques 27, 28 forment un espace interne 30 de la conduite extérieure, adossé à la paroi extérieure de la conduite traversante 5. Une deuxième nappe étanche 31 est fixée de manière étanche à cheval sur la première nappe étanche 20 et sur le plateau étanche 29 pour réaliser l'étanchéité de la membrane étanche secondaire 8.

**[0056]** Le plateau étanche 29 comporte un passage circulaire 32 traversé par la conduite traversante 5. Ce passage circulaire 32 présente un diamètre supérieur au diamètre de la conduite traversante 5 de manière à laisser un espacement entre le plateau étanche 29 et la conduite traversante 5. Grâce à cet espacement, la phase gazeuse peut circuler depuis l'espace étanche primaire situé entre la membre étanche primaire 6 et la membrane étanche secondaire 8 vers l'espace interne 30.

**[0057]** Pour permettre l'évacuation des vapeurs présentes dans l'espace interne 30, les deux conduites secondaires 14, 15 sont raccordées de manière étanche sur le plateau d'obturation 24. Cette architecture permet de réaliser le balayage avec un gaz inerte. Pour garantir l'isolation, l'espace interne 30 est rempli d'un isolant perméable aux vapeurs ou gaz.

**[0058]** La deuxième plaque de liaison périphérique 28 de forme tubulaire est soudée sur la surface inférieure du plateau étanche 29. La portée intérieure de la deuxième plaque de liaison périphérique 28 présente un diamètre sensiblement égal au diamètre externe de la première plaque de liaison périphérique 27. De cette manière, les plaques de liaison périphérique 27, 28 peuvent s'emboîter et coopérer pour coulisser lorsqu'elles ne sont pas soudées. Ainsi, lors du soudage de la deuxième plaque de liaison périphérique 28 avec la première plaque

de liaison périphérique 27, l'écartement entre le plateau étanche 29 et la structure porteuse 3 peut être ajusté pour placer le plateau étanche 29 précisément au niveau de la membrane étanche secondaire 8. Par ailleurs, l'emboîtement de la première plaque de liaison périphérique 27 avec la deuxième plaque de liaison périphérique 28 permet le centrage de la conduite traversante 5 par rapport à l'ouverture 13, ainsi que l'orientation du plateau étanche 29. Les soudages entre le plateau d'obturation 24 et la première plaque de liaison périphérique 27, entre la première plaque de liaison périphérique 27 et la deuxième plaque de liaison périphérique 28, et entre la deuxième plaque de liaison périphérique 28 et le plateau étanche 29 sont réalisés de manière à obtenir l'étanchéité entre ces éléments.

**[0059]** Le plateau d'obturation 24, le plateau étanche 29, la première plaque de liaison périphérique 27 et la deuxième plaque de liaison périphérique 28 sont des éléments métalliques, par exemple constituées d'acier inoxydable.

**[0060]** En référence à la figure 1, pour réduire les contraintes exercées sur les collages effectués autour de la conduite traversante 5, l'ancrage de la conduite traversante est réalisé en une partie 33 de la conduite traversante espacée dans une direction opposée à l'intérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante 1 par rapport à la structure porteuse 3. Ainsi, les contraintes sur les collages de la paroi de cuve 2 sont réduites. Cet ancrage comporte un élément tronconique 34 métallique s'étendant à l'intérieur du fût 12.

**[0061]** En référence aux figures 1 et 2, des ailettes 40 sont disposées régulièrement à l'intérieur de l'espace interne 30 entre la conduite traversante 5 et la première plaque de liaison périphérique 27 afin de positionner et de fixer la première plaque de liaison périphérique 27 par rapport à la conduite traversante 5.

**[0062]** En référence aux figures 2 à 5, deux blocs thermiquement isolants primaires 35 sont posés à cheval sur les blocs thermiquement isolants secondaires 17 des panneaux préfabriqués 10a, 10b et sur le plateau étanche 29 pour former la barrière thermiquement isolante primaire 7 entre la conduite traversante 5 et les panneaux préfabriqués 10a, 10b. Le bloc thermiquement isolant primaire 35 comporte, comme le bloc thermiquement isolant supérieur 21a, 21b, une couche isolante 36 en appui sur la barrière thermiquement isolante secondaire 9. La couche isolante 36 est surmontée d'un panneau supérieur 37.

**[0063]** Les blocs thermiquement isolants supérieurs 21a, 21b des panneaux préfabriqués 10a, 10b et les blocs thermiquement isolants primaires 35 supportent la membrane étanche primaire 6 réalisée sous forme de plaques métalliques présentant des ondulations 38a, 38b. Ces ondulations 38a, 38b forment des zones élastiques pour absorber la contraction thermique et les efforts de pression statiques et dynamiques. De telles barrières d'étanchéité en tôle ondulée ou gaufrée ont notamment été décrites dans FR-A-1379651, FR-A-1376525, FR-A-

2781557 et FR-A-2861060.

**[0064]** La membrane étanche primaire 6 est reliée de manière étanche à la conduite traversante 5 par l'intermédiaire d'une collerette 39 de section formant un « L ». La collerette 39 est soudée sur la membrane étanche primaire 6 et sur la conduite traversante 5.

**[0065]** En référence à la figure 3, on voit plus en détails la structure des éléments formant la paroi de cuve 2 autour de la conduite traversante 5.

**[0066]** La conduite traversante 5 et la première plaque de liaison périphérique 27 traversent la structure porteuse 3 au centre de l'ouverture 13. La première plaque de liaison périphérique 27 est centrée dans l'ouverture.

**[0067]** Une garniture en laine de verre est introduite dans l'espace interne 30. Ainsi que cela a été préalablement mentionné, cette garniture est poreuse pour permettre la libre circulation de la phase gazeuse dans l'espace interne 30 entre l'espace étanche primaire et les conduites secondaires 14, 15 (non représentées sur la figure 3).

**[0068]** Le plateau étanche 29 est positionné de sorte à être précisément au même niveau que la membrane étanche secondaire 8 par soudure de la deuxième plaque de liaison périphérique 28 sur la première plaque de liaison périphérique 27. Pour éviter un risque de brûlure de la garniture en laine de verre, une protection thermique non représentée est préalablement placée entre la garniture et les plaques de liaison périphérique 27, 28.

**[0069]** En référence aux figures 3 à 5, on réalise la barrière thermiquement isolante secondaire 9, la membrane étanche secondaire 8 et la barrière thermiquement isolante primaire 7 au moyen de deux panneaux préfabriqués 10a, 10b. Chacun des panneaux préfabriqués 10a, 10b autour de la conduite traversante 5 présente globalement une forme de gradins avec un bloc thermiquement isolant secondaire 17 constituant un élément de la barrière thermiquement isolante secondaire 9, une première nappe étanche 20 recouvrant complètement la surface supérieure du bloc thermiquement isolant secondaire 17, et un bloc thermiquement isolant supérieur 21a, 21b de plus petite dimension et constituant un élément de la barrière thermiquement isolante primaire 7. Le bloc thermiquement isolant supérieur 21a, 21b du panneau préfabriqué 10a, 10b présente une forme de section en « U » en vue de dessus et est positionné par rapport au bloc thermiquement isolant secondaire 17 de manière à laisser découverte une zone périphérique de la première nappe étanche 20.

**[0070]** Plus précisément, chaque bloc thermiquement isolant secondaire 17 présente un côté 41 avec une découpe en forme de demi-cercle pour accueillir la première plaque de liaison périphérique 27 et la deuxième plaque de liaison périphérique 28. Le demi-cercle présente un diamètre supérieur au diamètre de la première plaque de liaison périphérique 27 et de la deuxième plaque de liaison périphérique 28, tel que cela est visible sur la figure 2, ce qui permet de laisser un espace pour une garniture en laine de verre 73 entre les première et

deuxième plaque de liaison périphérique 27, 28 et les blocs thermiquement isolants secondaires 17.

**[0071]** Les deux blocs thermiquement isolants secondaires 17 sont conçus pour ménager des espaces entre eux sous la forme de deux cheminées radiales inter-panneaux 42a, 42b. Pour assurer une continuité de la barrière thermiquement isolante secondaire 9, chacune des deux cheminées radiales inter-panneaux 42a, 42b est bourrée d'une garniture en laine de verre (non représentée) permettant la circulation de la phase gazeuse à travers la barrière thermiquement isolante secondaire 9, notamment pour l'inertage de la paroi de cuve avec un gaz inerte comme du diazote.

**[0072]** Le panneau préfabriqué 10a, 10b peut être préfabriqué par collage avec de la mousse de polyuréthane et du bois contreplaqué pour les barrières thermiquement isolantes primaire 7 et secondaire 9. Ainsi le bloc thermiquement isolant secondaire 17 comporte le panneau inférieur 18 et la couche de mousse isolante 19 et le bloc thermiquement isolant supérieur 21a, 21b comporte la couche isolante 22 et le panneau supérieur 23. Le panneau supérieur 23 du bloc thermiquement isolant supérieur 21a, 21b comporte des lamages transversaux et longitudinaux dans lesquels sont logées des bandes d'ancrage 43 sur lesquelles est soudée la membrane étanche primaire 6, telle que ci-après décrit.

**[0073]** Les deux panneaux préfabriqués 10a, 10b sont juxtaposés pour entourer la conduite traversante 5. Chaque panneau préfabriqué 10a, 10b comporte en outre des cheminées 44 qui permettent l'accès, lors du montage, aux goujons 71 préalablement soudés sur la structure porteuse permettant d'ancrer les panneaux préfabriqués 10a, 10b.

**[0074]** La deuxième nappe étanche 31 est collée à cheval sur la première nappe étanche 20 et sur le plateau étanche 29. La deuxième nappe étanche 31 comporte également deux bandes étanches radiales 31a, 31b disposées à cheval sur les deux blocs thermiquement isolants secondaires 17 au-dessus des cheminées 42a et 42b.

**[0075]** Deux blocs thermiquement isolant primaires 35 et deux blocs médians 45 sont positionnés par-dessus la deuxième nappe étanche 31 et la première nappe étanche 20 pour compléter la barrière thermiquement isolante primaire 7. Les blocs médians 45 sont installés sur les bandes étanches radiales 31a, 31b de la deuxième nappe étanche 31.

**[0076]** En référence à la figure 6, les blocs thermiquement isolant primaires 35 présentent chacun un côté latéral 46 présentant une découpe 76 en forme de demi-cercle pour accueillir la conduite traversante 5, et des portions d'interface 47 adjacentes à la découpe 76 et rectilignes. Lorsque les blocs thermiquement isolant primaires 35 sont assemblés, les découpes 76 délimitent un diamètre présentant un diamètre supérieur au diamètre de la conduite traversante 5 tel que cela est visible sur la figure 2.

**[0077]** En référence à la figure 5, les deux blocs ther-

miquement isolants primaires 35 sont conçus pour se rejoindre sans contact au niveau de deux portions d'interface 47. Les deux blocs thermiquement isolants primaires 35 sont positionnés par-dessus la deuxième nappe étanche 31 de sorte que les portions d'interface 47 ne présentent aucun recouvrement, dans la direction de l'épaisseur, avec les cheminées radiales inter-panneaux 42a, 42b. Sur la figure 3, la direction  $D_1$  des portions d'interface 47 des blocs thermiquement isolant primaires 35 est perpendiculaire à la direction  $D_2$  des cheminées radiales inter-panneaux 42a, 42b.

**[0078]** En référence aux figures 9 et 10, la membrane étanche primaire 6 est constituée d'une pluralité de plaques éanches 48 ondulées dont la face dite interne est destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve étanche et thermiquement isolante 1. Les plaques éanches 48 sont des éléments fins en métal tel que de la tôle d'acier inoxydable. Pour permettre le passage de la conduite traversante 5, ces plaques éanches 48 ondulées sont découpées de manière à délimiter une fenêtre 49 carrée autour de la conduite traversante 5. La fenêtre 49 présente ici une forme carrée qui facilite la découpe des plaques éanches 48 à la forme souhaitée. Toutefois, d'autres formes de fenêtres 49 peuvent aussi être mises en oeuvre, en fonction notamment de la géométrie de la conduite traversante 5.

**[0079]** Les plaques éanches 48 de la membrane étanche primaire 6 comportent une pluralité d'ondulations 38a, 38b en saillie vers l'intérieur de la cuve étanchement et thermiquement isolante 1. Plus particulièrement, la membrane étanche primaire 6 comporte une première série d'ondulations 38a dites transversales et une deuxième série d'ondulations 38b dites longitudinales dont les directions respectives sont perpendiculaires. La deuxième série d'ondulations 38b présente une hauteur inférieure à la première série d'ondulations 38a.

**[0080]** Sur la figure 9 les bords des plaques éanches 48 sont représentés en traits continus. Les plaques éanches 48 sont soudées entre elles au niveau de zones de recouvrement marginales 77 afin d'assurer l'étanchéité de la membrane étanche primaire 6. Les soudures sont de type soudure à chevauchement dont le procédé est décrit en détail par exemple dans le brevet FR-A-1387955. Les plaques éanches 48 peuvent être conçues de diverses façons quant à leurs formes et dimensions, de sorte que les zones de soudure peuvent être diversement positionnées.

**[0081]** Contrairement aux blocs thermiquement isolants supérieurs 21a, 21b des panneaux préfabriqués 10a, 10b, les blocs thermiquement isolant primaires 35 ne comportent pas de bandes d'ancrage 43. En effet, pour réaliser la membrane étanche primaire 6 autour de la conduite traversante 5, une plaque de fermeture 51, telle qu'illustrée sur les figures 3 et 8 à 10, disposée sur une feuille de protection thermique 72, délimite un carré de dimension légèrement supérieure à la fenêtre 49 ménagée dans les plaques éanches 48. Une ouverture est découpée au centre de la plaque de fermeture 51 pour

permettre le passage de la conduite traversante 5. La plaque de fermeture 51 est soudée de manière étanche à la conduite traversante 5 par l'intermédiaire de la colerette 39.

**[0082]** En référence aux figures 7 à 9, les plaques éanches 48 de la membrane étanche primaire 6 sont soudées sur les bandes d'ancrage 43 des blocs thermiquement isolants supérieurs 21a, 21b et des blocs médians 45. La soudure des plaques éanches 48 sur les bandes d'ancrages 43 permet de retenir la membrane étanche primaire 6 sur la barrière thermiquement isolante primaire 7. Pour éviter la dégradation, notamment, des blocs thermiquement isolants primaires 35 lors de la soudure des plaques éanches 48 entre elles, des bandes de protection thermique 50 sont disposées sur les blocs thermiquement isolants primaires 35 au droit des bords des plaques éanches 48. La feuille de protection thermique 72 et les bandes de protection thermique 50 sont réalisées en matière résistante à la chaleur, par exemple en matière composite à base de fibres de verre. Une ouverture est découpée au centre de la feuille de protection thermique 72 pour permettre le passage de la conduite traversante 5.

**[0083]** La membrane étanche primaire 6 autour de la conduite traversante 5 est complétée, d'une part en soudant les bords des plaques éanches 48 délimitant la fenêtre 49 sur la plaque de fermeture 51 et d'autre part en fermant de manière étanche les extrémités des ondulations 38a, 38b interrompues avec des pièces de bout 52. En effet, comme le diamètre de la conduite traversante 5 est supérieur à l'espacement entre les ondulations de la première série d'ondulations 38a, certaines des ondulations transversales dont la ligne directrice coupe la conduite traversante ont été interrompues au niveau de la fenêtre 49. De même, comme le diamètre de la conduite traversante 5 est supérieur à l'espacement entre les ondulations de la deuxième série d'ondulations 38b, certaines des ondulations longitudinales dont la ligne directrice coupe la conduite traversante 5 ont été interrompues au niveau de la fenêtre 49 entourant la conduite traversante 5.

**[0084]** En référence à la figure 11, la pièce de bout 52 comporte une semelle en deux parties 53, 54 destinées à être soudées de manière étanche respectivement sur la plaque de fermeture 51 et sur une plaque étanche 48, et une coque 55 destinée à être soudée de manière étanche à l'extrémité de l'ondulation. Un décrochement 56 entre les parties 53, 54 de la semelle présente une amplitude sensiblement égale à l'épaisseur de la plaque étanche 48.

**[0085]** En référence aux figures 3, 5 et 6, le panneau supérieur 37 d'un bloc thermiquement isolant primaire 35 comporte quatre rainures 57 traversant de part en part le panneau supérieur 37, la plaque de fermeture 51 comporte des rainures 69 superposées aux rainures 57 des blocs thermiquement isolants primaires 35, et la feuille de protection thermique 72 comporte des rainures 70 superposées aux rainures 57 des blocs thermique-

ment isolants primaires 35 et positionnées sous les rainures 69 de la plaque de fermeture 51. Lors de la mise en place de la membrane étanche primaire 6, les pièces de bout 52 sont superposées aux rainures 57, 69, 70 de manière à permettre la circulation de la phase gazeuse présente dans les ondulations 38a, 38b vers la couche isolante 36 du bloc thermiquement isolant primaire 35. La couche isolante 36 comporte également des rainures de liaison 74 positionnées sous les rainures 57 du panneau supérieur 37 à partir desquelles s'étendent respectivement trois rainures parallèles 75 en direction de la découpe 76 en demi-cercle du bloc thermiquement isolant primaire 35. De cette manière, la phase gazeuse qui a traversé le panneau supérieur 37 peut circuler jusqu'à l'extérieur du bloc thermiquement isolant primaire 35, dans l'espace entre le bloc thermiquement isolant primaire 35 et la conduite traversante 5.

**[0086]** Cette structure spécifique des blocs thermiquement isolants primaires 35 couplée à l'espacement entre le passage circulaire 32 et la conduite traversante 5, et à l'espace interne 30 comprenant une garniture poreuse permet de créer un circuit facilitant la circulation de la phase gazeuse dans l'espace étanche primaire, notamment depuis les ondulations 38a, 38b jusqu'aux conduites secondaires 14, 15, et inversement. De même que, ainsi que cela a été précédemment décrit, l'espace entre l'ouverture 13 et la première plaque de liaison périphérique 27 et entre la structure porteuse 3 et les blocs thermiquement isolants secondaires 17 permet de créer un circuit facilitant la circulation de cette phase gazeuse entre l'espace étanche secondaire et le fût 12. Ces circuits permettent notamment l'inertage de la paroi de cuve 2 avec un gaz inerte comme du diazote.

**[0087]** En référence aux figures 9 et 10, on voit que la taille de la fenêtre 49 est en pratique plus grande que le diamètre de la conduite traversante 5. Ainsi, la fenêtre 49 ménagée dans la membrane étanche primaire 6 serait susceptible d'interrompre similairement des ondulations dont la ligne directrice, sans couper effectivement la conduite traversante 5, se trouverait à une proximité trop étroite de la conduite traversante 5.

**[0088]** Le centre de la conduite traversante 5 est positionné entre les lignes directrices des ondulations transversales 38a interrompues et entre les lignes directrices des ondulations longitudinales 38b interrompues, et plus précisément, tel qu'illustré sur les figures 9 et 10, au milieu de ces lignes directrices. Il résulte de ce positionnement que la ligne directrice coupe à chaque fois la conduite traversante 5 selon une corde plus courte que le diamètre de la conduite traversante 5. De ce fait, et compte tenu de l'espace existant entre le bord de la fenêtre 49 et la conduite traversante 5, ce positionnement de la conduite traversante 5 permet d'interrompre des ondulations transversales 38a ou des ondulations longitudinales 38b sur une distance plus courte que dans le cas où la ligne directrice couperait la conduite traversante 5 selon sa plus grande dimension transversale ou longitudinale, c'est-à-dire son diamètre puisque la conduite tra-

versante 5 présente ici une forme cylindrique de révolution à section circulaire. Il est avantageux d'interrompre les ondulations 38a, 38b de la membrane étanche primaire 6 sur une distance la plus courte possible, étant donné que ces interruptions sont susceptibles de réduire localement la flexibilité de la membrane étanche primaire 6 et donc de favoriser localement sa fatigue et son usure.

**[0089]** Le centrage de la conduite traversante 5 à mi-distance entre les ondulations transversales 38a interrompues et les ondulations longitudinales 38b interrompues offre un résultat optimal. Toutefois, d'autres formes pour la conduite traversante 5 et d'autres centrages peuvent être envisagées. Un principe pouvant servir à adapter à chaque fois le positionnement de la conduite traversante 5 entre les ondulations 38a, 38b est de choisir une position qui minimise, ou du moins diminue, la dimension de la conduite traversante 5 que coupe la ligne directrice de l'ondulation 38a, 38b interrompue. Dans le cas où la géométrie particulière de la membrane étanche primaire 6 implique d'interrompre plusieurs ondulations 38a, 38b sur des longueurs différentes, un paramètre d'optimisation pertinent pour adapter le positionnement de la conduite traversante 5 peut être la longueur de la plus longue interruption ou la longueur cumulée des interruptions obtenues.

**[0090]** La conduite traversante 5 nécessite une fenêtre 49 de taille approximativement égale à deux fois l'espacement entre deux ondulations 38a, 38b, lesquelles sont ici équidistantes. Pour cela, deux ondulations 38a, 38b de chaque série ont été interrompues. Toutefois, cet agencement de la conduite traversante 5 et de la paroi de cuve 2 à son voisinage peut être adapté à d'autres dimensions de la conduite traversante 5. Par exemple, pour une conduite traversante plus large, la fenêtre 49 correspondante peut interrompre un plus grand nombre d'ondulations 38a, 38b dans une ou chaque série, par exemple trois ou quatre ondulations ou plus.

**[0091]** Bien que dans le mode de réalisation décrit ci-dessus la conduite traversante 5 traverse une paroi de plafond de la cuve étanche et thermiquement isolante 1, dans un autre mode de réalisation, la conduite traversante pourrait traverser la paroi de cuve 2 en haut d'une paroi latérale de la cuve étanche et thermiquement isolante 1 ou encore à tout autre emplacement dans ladite cuve étanche et thermiquement isolante 1.

**[0092]** Les cuves étanches et thermiquement isolantes 1 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.

**[0093]** En référence à la figure 12, une vue écorchée d'un navire méthanier 58 montre une cuve étanche et thermiquement isolante 1 de forme générale prismatique montée dans la double coque 59 du navire méthanier 58.

**[0094]** La paroi de cuve 2 comporte une membrane étanche primaire 6 destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve étanche et thermiquement isolante 1, une membrane étanche secondaire 8 agen-

cée entre la membrane étanche primaire 6 et la double coque 59 du navire méthanier, et deux barrières thermiquement isolantes 7, 9 agencées respectivement entre la membrane étanche primaire 6 et la membrane étanche secondaire 8, et entre la membrane étanche secondaire 8 et la double coque 59 du navire méthanier 58.

**[0095]** De manière connue en soi, des canalisations de chargement/déchargement 60 disposées sur le pont supérieur du navire méthanier 58 peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de gaz liquéfié, par exemple du GNL, depuis ou vers la cuve étanche et thermiquement isolante 1.

**[0096]** La figure 12 représente également un terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 61, une conduite sous-marine 62 et une installation à terre 63.

**[0097]** Le poste de chargement et de déchargement 61 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 64 et une tour 65 qui supporte le bras mobile 64. Le bras mobile 64 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 66 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 60. Le bras mobile 64 orientable s'adapte à tous les gabarits de navires méthaniers 58. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 65. Le poste de chargement et de déchargement 61 permet le chargement et le déchargement du navire méthanier 58 depuis ou vers l'installation à terre 63. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 67 et des conduites de liaison 68 reliées par la conduite sous-marine 62 au poste de chargement et de déchargement 61.

**[0098]** La conduite sous-marine 62 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 61 et l'installation à terre 63 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 58 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

**[0099]** Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met en oeuvre des pompes embarquées dans le navire méthanier 58 et/ou des pompes équipant l'installation à terre 63 et/ou des pompes équipant le poste de chargement et de déchargement 61.

**[0100]** Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

**[0101]** 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.

**[0102]** 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 (1) agencée dans une structure porteuse (3) pour contenir un fluide, la cuve étanche et thermiquement isolante (1) comportant :

- une paroi de cuve (2) ancrée contre la structure porteuse (3), la paroi de cuve (2) présentant une structure multicouche qui comporte successivement, dans une direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante (1), une barrière thermiquement isolante secondaire (9), une membrane étanche secondaire (8) portée par la barrière thermiquement isolante secondaire (9), une barrière thermiquement isolante primaire (7) portée par la membrane étanche secondaire (8) et une membrane étanche primaire (6) portée par la barrière thermiquement isolante primaire (7) et qui est destinée à être en contact avec le fluide contenu dans ladite cuve étanche et thermiquement isolante (1), la structure multicouche comportant un espace primaire disposé entre la membrane étanche primaire (6) et la membrane étanche secondaire (8), l'espace primaire contenant la barrière thermiquement isolante primaire (7), et

- une conduite traversante (5) disposée à travers la paroi de cuve (2), la membrane étanche primaire (6) étant liée de manière étanche à la conduite traversante (5), ladite paroi de cuve (2) comportant autour de la conduite traversante (5) :

- des blocs thermiquement isolants secondaires (17) ancrés contre la structure porteuse (3), les blocs thermiquement isolants secondaires (17) formant la barrière thermiquement isolante secondaire (9) autour de la conduite traversante (5), chacun desdits blocs thermiquement isolants secondaires (17) présentant au moins un côté latéral se développant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve (2), lesdits blocs thermiquement isolants secondaires (17) étant agencés entre eux de sorte à ménager une cheminée (42a, 42b) entre les côtés latéraux en regard l'un de l'autre de deux blocs thermiquement isolants secondaires (17) adjacents ;

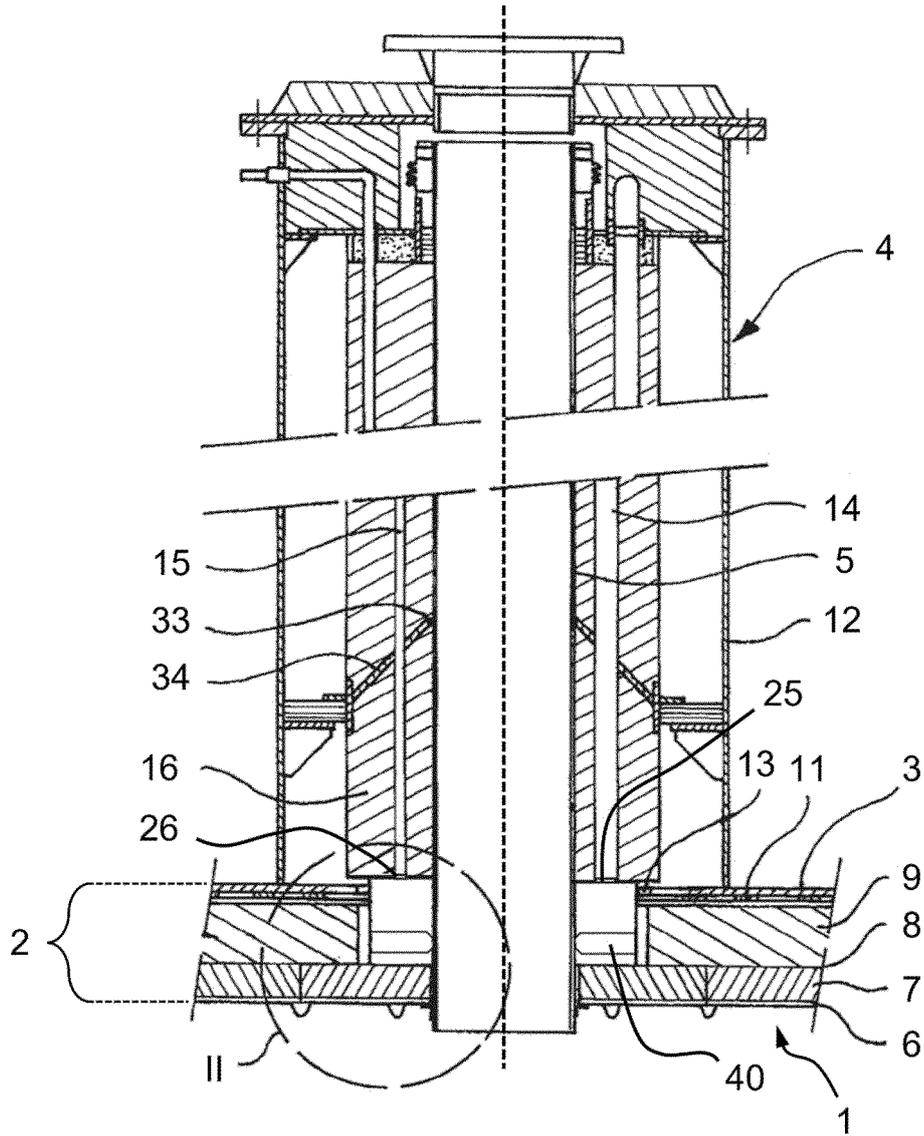
- une nappe étanche (20) recouvrant les blocs thermiquement isolants secondaires (17), la nappe étanche (20) formant la membrane étanche secondaire (8) ;

- un plateau étanche (29) disposé parallèlement à la paroi de cuve (2), le plateau étanche (29) présentant une surface inté-

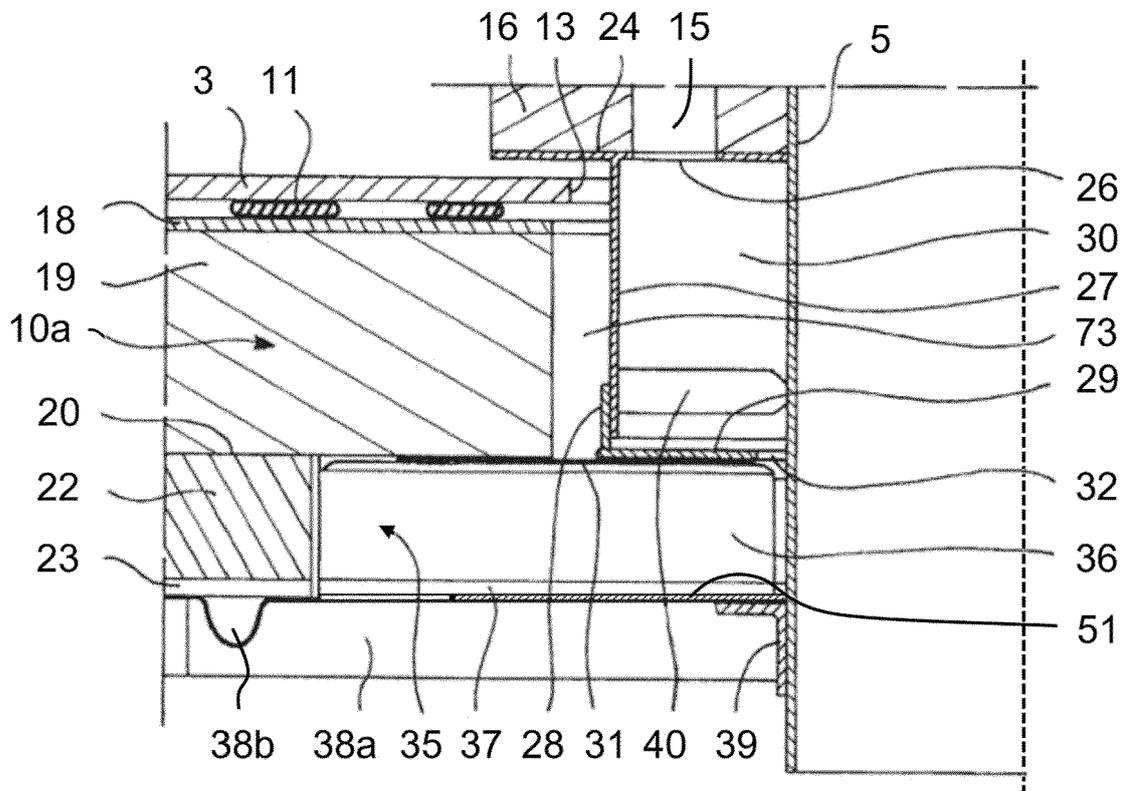
- rieure tournée vers l'intérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante (1), la surface intérieure étant située au même niveau que la nappe étanche (20), le plateau étanche étant disposé autour de la conduite traversante (5), la membrane étanche secondaire (8) étant prolongée jusqu'au plateau étanche (29) ;
- une conduite extérieure (27, 28) s'étendant parallèlement à la conduite traversante (5) autour de la conduite traversante (5) la conduite extérieure (27, 28) étant en communication avec l'espace primaire pour permettre la circulation d'un gaz d'inertage entre l'espace primaire et la conduite extérieure (27, 28) ;
  - des blocs thermiquement isolants primaires (35) disposés sur la membrane étanche secondaire (8), les blocs thermiquement isolants primaires formant la barrière thermiquement isolante primaire (7) autour de la conduite traversante (5), un premier et un deuxième desdits blocs thermiquement isolants primaires (35) présentant chacun un côté latéral se développant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve (2), le côté latéral (46) présentant une portion découpée (76) pour recevoir une portion de la conduite traversante (5) et au moins une portion d'interface (47) adjacente à la portion découpée (76), la portion d'interface (47) dudit premier bloc thermiquement isolant primaire (35) étant agencée en regard de la portion d'interface (47) dudit deuxième bloc thermiquement isolant primaire (35) ; lesdits blocs thermiquement isolants secondaires (17) et lesdits premier et deuxième blocs thermiquement isolants primaires (35) étant disposés entre eux de sorte que la portion d'interface (47) dudit premier bloc thermiquement isolant primaire (35) et la portion d'interface (47) dudit deuxième bloc thermiquement isolant primaire (35) ne présentent aucun recouvrement, dans la direction de l'épaisseur, avec la cheminée (42a, 42b) entre deux blocs thermiquement isolants secondaires (17) adjacents.
2. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon la revendication 1, dans laquelle la nappe étanche (20) est une première nappe étanche recouvrant les blocs thermiquement isolants secondaires (17) et dans laquelle ladite paroi de cuve comporte une deuxième nappe étanche (31) fixée de manière étanche à cheval sur la première nappe étanche (20) et sur la surface intérieure du plateau étanche (29) autour de la conduite traversante (5), la deuxième nappe étanche (31) prolongeant la membrane étanche secondaire (8) jusqu'au plateau étanche (29).
3. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon la revendication 2, dans laquelle la deuxième nappe étanche (31) comporte au moins deux bandes étanches (31a, 31b), chaque bande étanche (31a, 31b) étant disposée à cheval entre deux blocs thermiquement isolants secondaires (17) adjacents.
4. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon la revendication 3, dans laquelle les deux bandes étanches (31a, 31b) de la deuxième nappe étanche (31) sont situées dans le prolongement l'une de l'autre, de part et d'autre de la conduite traversante (5) de sorte à recouvrir la cheminée (42a, 42b).
5. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon la revendication 3 ou 4, dans laquelle les deux bandes étanches (31a, 31b) de la deuxième nappe étanche (31) sont positionnées perpendiculairement à ladite au moins une portion d'interface (47) du premier bloc thermiquement isolant primaire (35) et ladite au moins une portion d'interface (47) du deuxième bloc thermiquement isolant primaire (35).
6. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon l'une des revendications 2 à 5, dans laquelle la paroi de cuve (2) comporte deux panneaux préfabriqués (10a, 10b) disposés de part et d'autre de la conduite traversante (5), chacun des panneaux préfabriqués comportant un bloc thermiquement isolant inférieur constituant un dit bloc thermiquement isolant secondaire (17), la première nappe étanche (20) recouvrant le bloc thermiquement isolant secondaire (17), et un bloc thermiquement isolant supérieur (21a, 21b) disposé sur une zone centrale de la première nappe étanche (20) et du bloc thermiquement isolant inférieur sans recouvrir une zone périphérique de ladite première nappe étanche (20), le bloc thermiquement isolant supérieur (21a, 21b) faisant partie de la barrière thermiquement isolante primaire (6), lesdits blocs thermiquement isolants primaires (35) étant agencés entre les blocs thermiquement isolants supérieurs (21a, 21b) des deux panneaux préfabriqués (10a, 10b) sur ladite zone périphérique de la première nappe étanche (20) des deux panneaux préfabriqués (10a, 10b) et sur ladite cheminée (42a, 42b).
7. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon la revendication 6, dans laquelle la membrane étanche primaire (6) comporte des plaques étanches (48) reliées entre elles de manière étanche au niveau de bords (100) des plaques étanches (48), et dans laquelle les blocs thermiquement isolants supérieurs (21a, 21b) des deux panneaux préfabriqués (10a, 10b) portent des bandes d'ancrage (43) au droit desdits bords (100) des plaques étanches (48) pour an-

- crer les plaques étanches (48) auxdits panneaux préfabriqués (10a, 10b), les blocs thermiquement isolants primaires (35) comportant des bandes de protection thermique (50) au droit desdits bords (100) des plaques étanches (48) de sorte que les plaques étanches (48) ne sont pas ancrées auxdits blocs thermiquement isolants primaires (35).
- 5
8. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle la membrane étanche primaire (6) comporte au moins une série d'ondulations comportant des ondulations (38a, 38b) s'étendant selon des lignes directrices parallèles les unes aux autres, lesdites ondulations (38a, 38b) faisant saillie vers l'intérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante (1), et dans laquelle une fenêtre (49) interrompt au moins une ligne directrice d'une ondulation (38a, 38b) de ladite série d'ondulations, ladite ondulation (38a, 38b) présentant de préférence une extrémité ouverte au niveau de la fenêtre (49), ladite cuve étanche et thermiquement isolante (1) comportant au moins une pièce de bout (52) pour fermer l'extrémité ouverte de ladite au moins une ondulation (38a, 38b).
- 10
9. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon l'une des revendication 1 à 8, dans laquelle la conduite extérieure (27, 28) comporte une première plaque de liaison périphérique (27) et une deuxième plaque de liaison périphérique (28) étant fixée de manière étanche à la première plaque de liaison périphérique (27) tout autour de ladite première plaque de liaison périphérique (27), la première plaque de liaison périphérique (27) s'étendant parallèlement à la conduite traversante (5) vers l'extérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante (1) depuis la deuxième plaque de liaison périphérique, ladite deuxième plaque de liaison périphérique (28) étant fixée de manière étanche au plateau étanche (29) et faisant saillie vers la structure porteuse (3) parallèlement à la conduite traversante (5).
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
10. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle la paroi de cuve (2) comporte en outre, autour de la conduite traversante (5), au moins une plaque de fermeture (51) disposée sur les blocs thermiquement isolants primaires (35) et liée de manière étanche à la conduite traversante (5).
11. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon la revendication 8 prise en combinaison avec la revendication 10, dans laquelle au moins l'un desdits blocs thermiquement isolants primaires (35) comporte au moins une rainure (57), et dans laquelle la plaque de fermeture (51) comporte au moins une rainure (69) recouverte par l'une dite pièce de bout (52) et superposée à ladite rainure (57) du bloc thermiquement isolant primaire (35) de manière à permettre la circulation d'un gaz d'inertage entre l'ondulation (38a, 38b) et la conduite extérieure.
12. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon l'une des revendications 10 ou 11, dans laquelle la paroi de cuve (2) comporte une feuille de protection thermique (72) intercalée entre les blocs thermiquement isolants primaires (35) et la plaque de fermeture (51).
13. Cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle la conduite traversante (5) définit un passage entre l'intérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante (1) et un collecteur de vapeur agencé à l'extérieur de ladite cuve étanche et thermiquement isolante (1).
14. Navire (58) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire (58) comportant une double coque (59) et une cuve étanche et thermiquement isolante (1) selon l'une des revendications 1 à 13 disposée dans la double coque (59).
15. Utilisation d'un navire (58) selon la revendication 14 pour le chargement ou le déchargement d'un produit liquide froid, dans laquelle on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées (66) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (63) vers ou depuis la cuve étanche et thermiquement isolante (1) du navire (58).
16. Système de transfert pour un liquide froid, le système comportant un navire (58) selon la revendication 14, des canalisations isolées (66) agencées de manière à relier la cuve étanche et thermiquement isolante (1) installée dans la coque du navire (58) à une installation de stockage flottante ou terrestre (63) et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées (66) depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre (63) vers ou depuis la cuve étanche et thermiquement isolante (1) du navire (58).

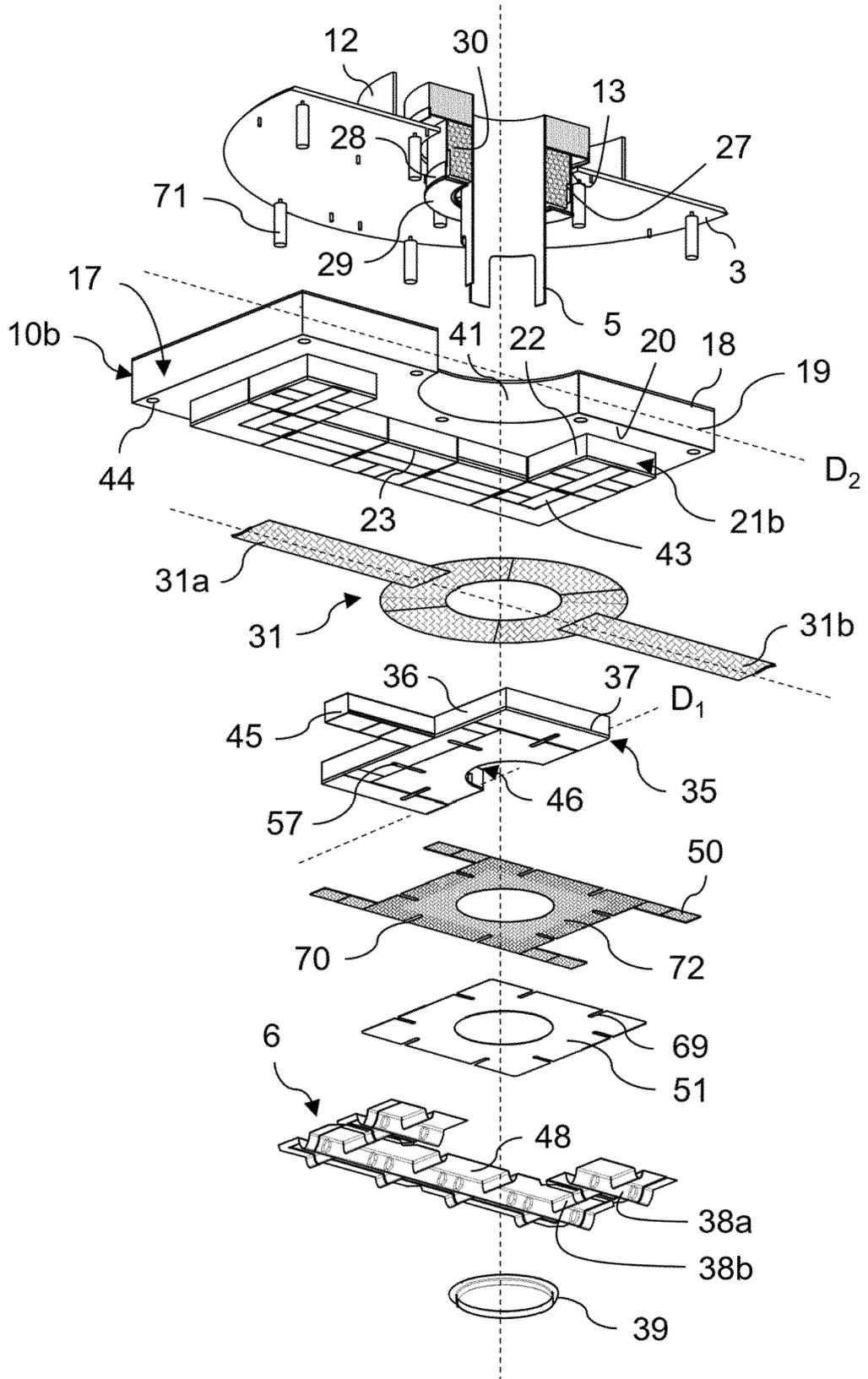
[Fig. 1]



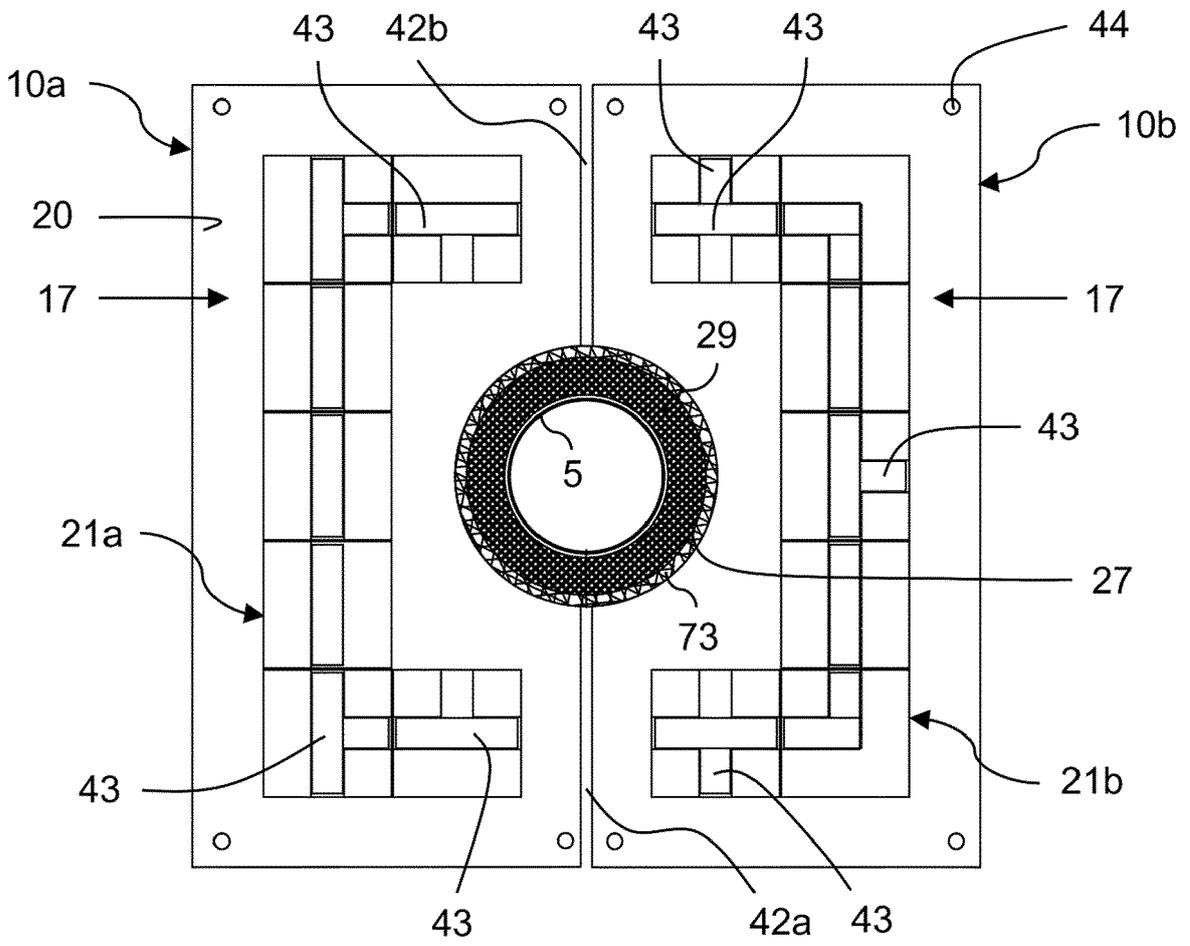
[Fig. 2]



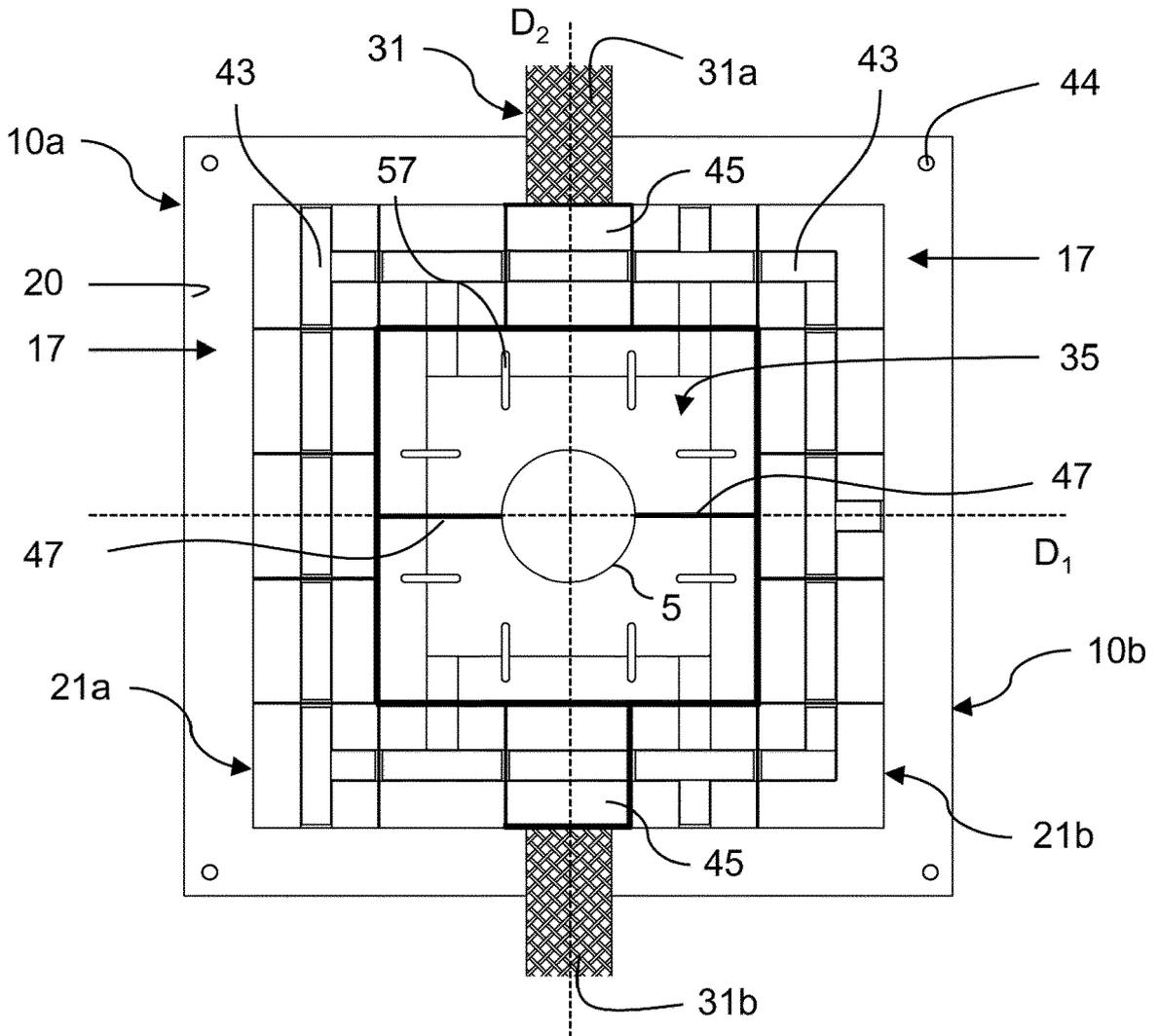
[Fig. 3]



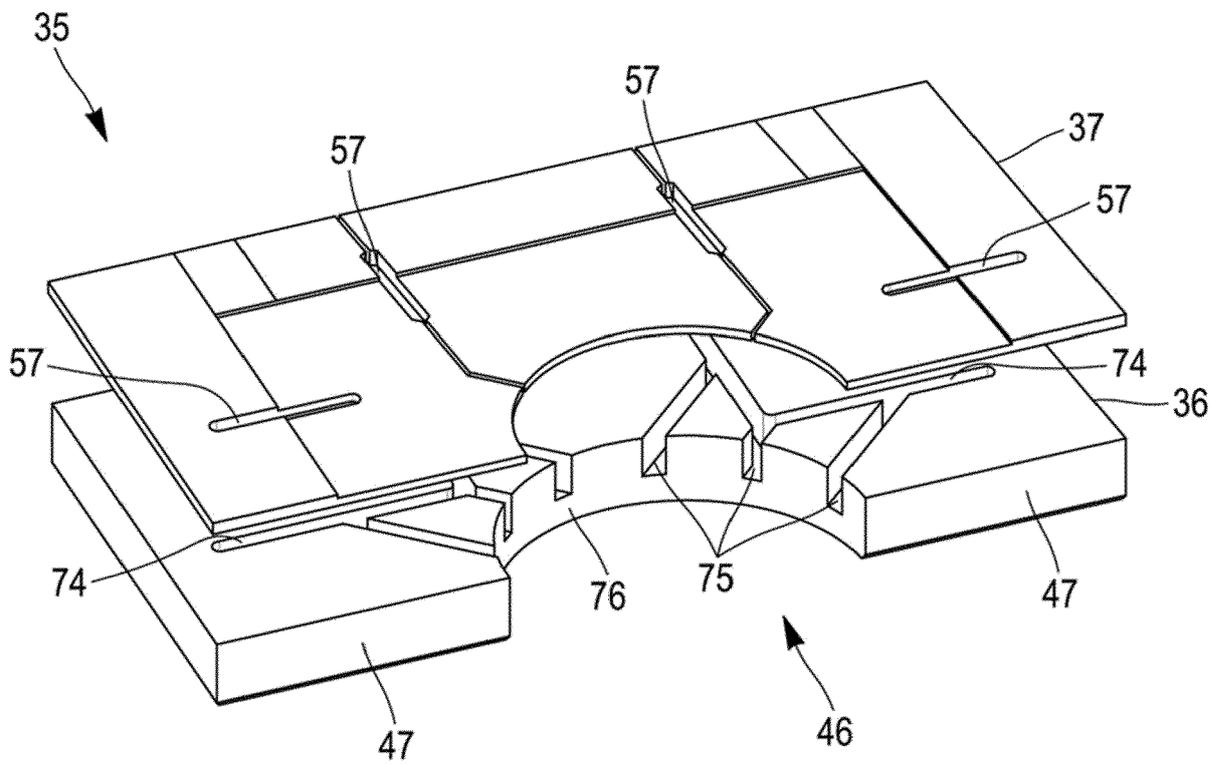
[Fig. 4]



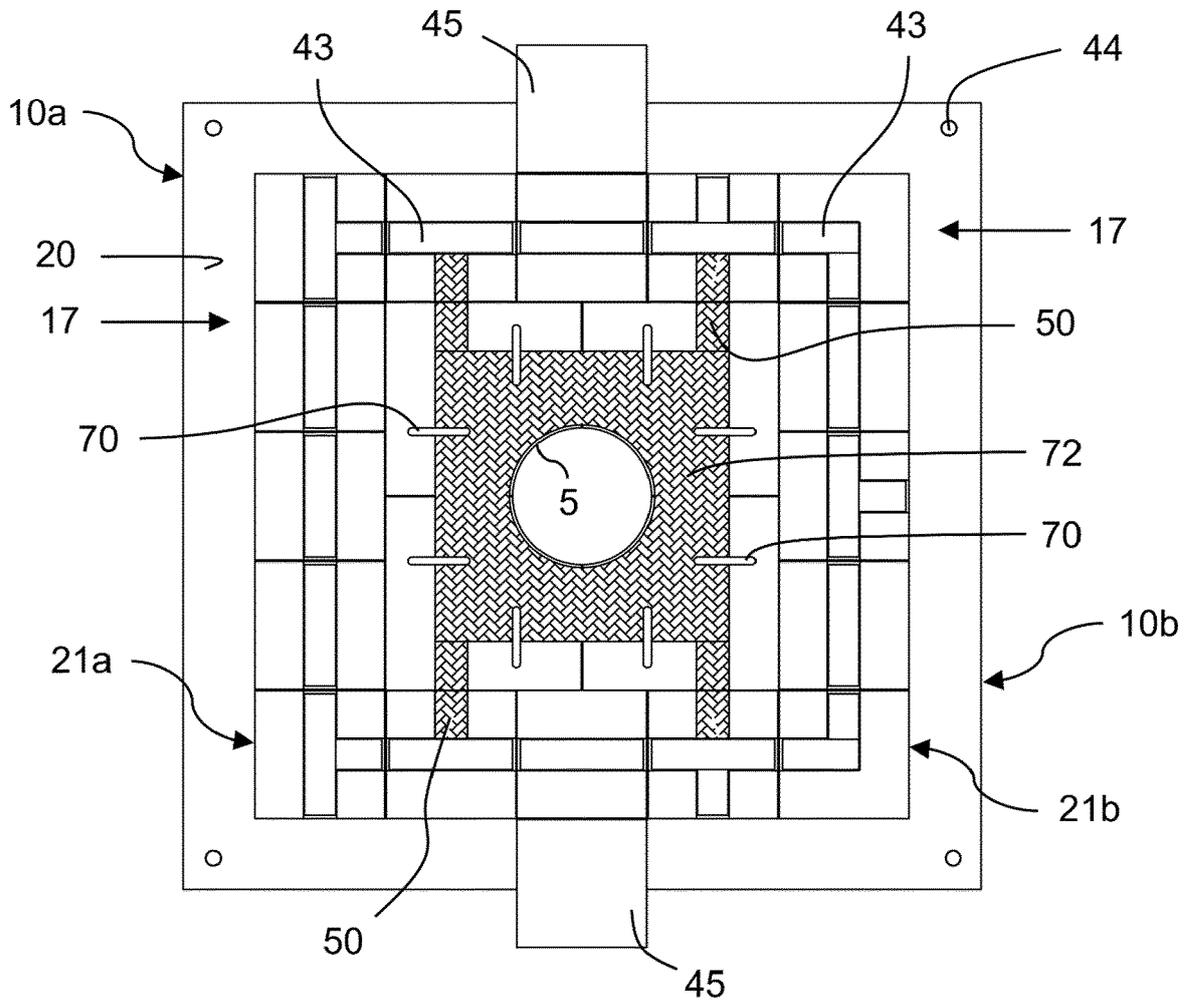
[Fig. 5]



[Fig. 6]

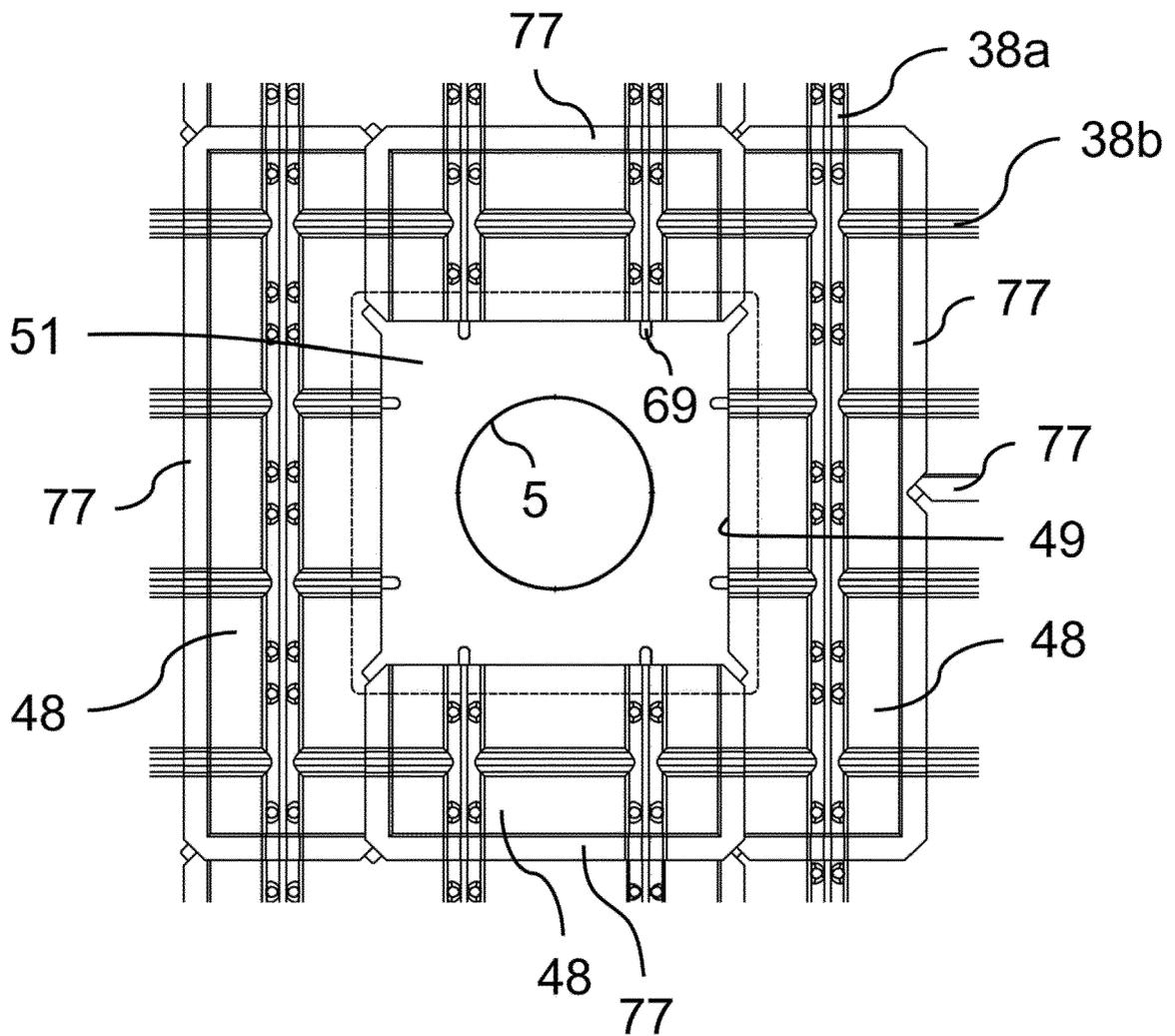


[Fig. 7]

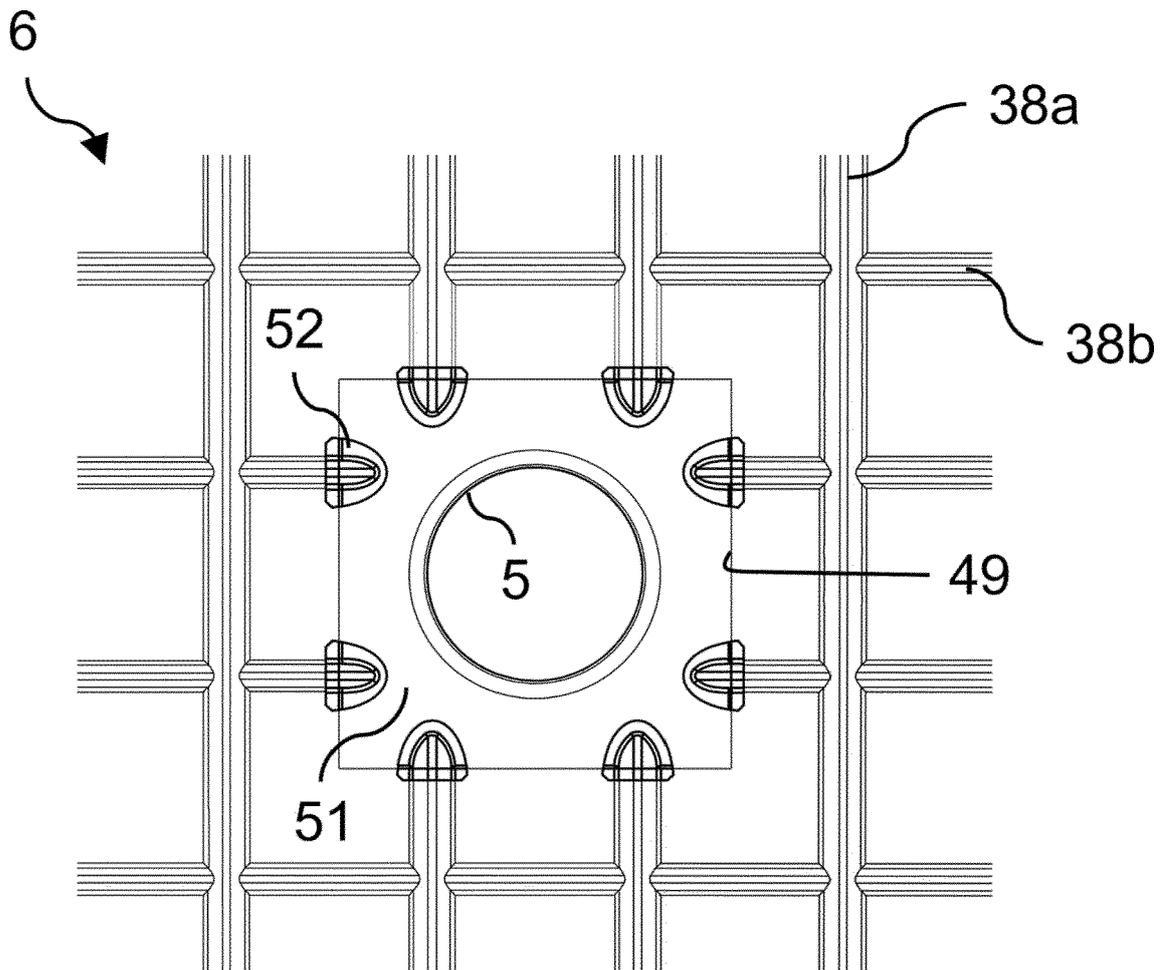




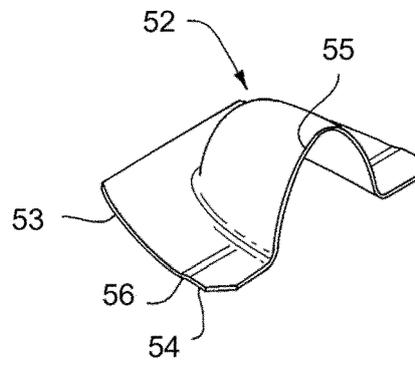
[Fig. 9]



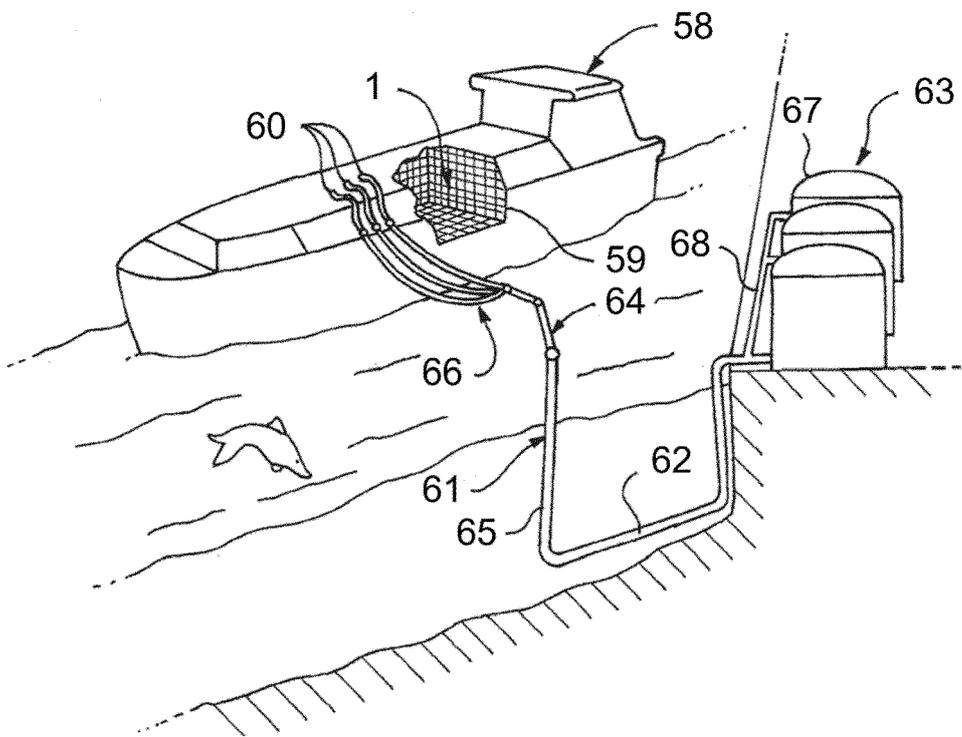
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 23 16 9330

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X A	WO 2014/128381 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 28 août 2014 (2014-08-28) * figures 1-14 *	1-11, 13-16 12	INV. F17C13/00
X,D	FR 2 984 454 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 21 juin 2013 (2013-06-21) * figures 1-7 *	1, 8-11, 13-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F17C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>5 septembre 2023</b>	Examineur <b>Nicol, Boris</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (F04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.

EP 23 16 9330

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-09-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>WO 2014128381 A1</b>	<b>28-08-2014</b>	<b>AU 2014220575 A1</b>	<b>20-08-2015</b>
		<b>CN 105074316 A</b>	<b>18-11-2015</b>
		<b>EP 2959206 A1</b>	<b>30-12-2015</b>
		<b>ES 2656467 T3</b>	<b>27-02-2018</b>
		<b>FR 3002515 A1</b>	<b>29-08-2014</b>
		<b>JP 6101826 B2</b>	<b>22-03-2017</b>
		<b>JP 2016513226 A</b>	<b>12-05-2016</b>
		<b>KR 20150122682 A</b>	<b>02-11-2015</b>
		<b>MY 196532 A</b>	<b>19-04-2023</b>
		<b>RU 2015136055 A</b>	<b>30-03-2017</b>
		<b>SG 11201506187Q A</b>	<b>29-09-2015</b>
		<b>US 2015375830 A1</b>	<b>31-12-2015</b>
		<b>WO 2014128381 A1</b>	<b>28-08-2014</b>
<b>FR 2984454 A1</b>	<b>21-06-2013</b>	<b>CN 103998852 A</b>	<b>20-08-2014</b>
		<b>FR 2984454 A1</b>	<b>21-06-2013</b>
		<b>KR 20140105023 A</b>	<b>29-08-2014</b>
		<b>KR 20190028560 A</b>	<b>18-03-2019</b>
		<b>WO 2013093261 A1</b>	<b>27-06-2013</b>

EPC FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 2781557 A [0003] [0063]
- FR 2961580 A [0004]
- FR 2984454 A [0005]
- FR 1379651 A [0063]
- FR 1376525 A [0063]
- FR 2861060 A [0063]
- FR 1387955 A [0080]