

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
20 janvier 2022 (20.01.2022)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2022/013031 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F17C 3/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2021/068798

(22) Date de dépôt international :

07 juillet 2021 (07.07.2021)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2007560	17 juillet 2020 (17.07.2020)	FR
FR2011105	29 octobre 2020 (29.10.2020)	FR
FR2012578	03 décembre 2020 (03.12.2020)	FR

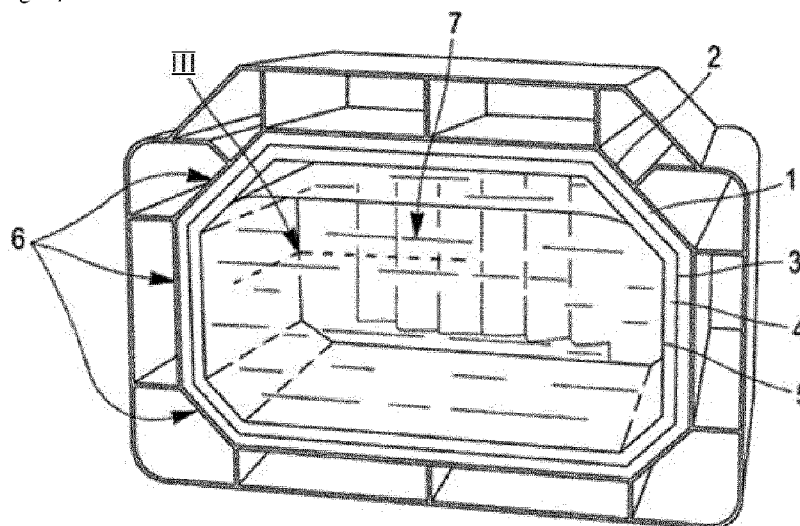
(71) Déposant : **GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ**
[FR/FR] ; 1 route de Versailles, 78470 SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE (FR).

(72) Inventeurs : **DELETRE, Bruno** ; GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ, 1 route de Versailles, 78470 SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE (FR). **TESSIER, Alain** ; GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ, 1 route de Versailles, 78470 SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE (FR). **LORIN, Vincent** ; GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ, 1 route de Versailles, 78470 SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE (FR). **BOYEAU, Marc** ; GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ, 1 route de Versailles, 78470 SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE (FR). **BERGER, Vincent** ; GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ, 1 route de Versailles, 78470 SAINT-REMY-LES-CHEVREUSE (FR).

(54) Title: SEALED AND THERMALLY INSULATING TANK

(54) Titre : CUVE ÉTANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE

[Fig. 1]



(57) Abstract: The invention relates to a sealed and thermally insulating tank for storing fluid, comprising, from the outside to the inside of the tank, a secondary thermally insulating barrier (1) and a secondary sealing membrane (3), the secondary sealing membrane (3) being secured to the secondary thermally insulating barrier, a primary thermally insulating barrier (4) resting against the secondary sealing membrane (3) and a primary sealing membrane (5) resting against the primary thermally insulating barrier (4), the tank comprising a duct that extends along a longitudinal direction, said duct being delimited on one hand by the secondary thermally insulating barrier and on the other hand by the secondary sealing membrane (3), a bottom of the duct being at least in part formed by the secondary thermally insulating barrier, the tank further comprising a pressure-drop stopper that is arranged in the duct and extends between the bottom of the duct and the sealing membrane.

[Suite sur la page suivante]

(74) **Mandataire : LOYER & ABELLO** ; 9 rue Anatole de la Forge, 75017 PARIS (FR).

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*
 — *en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.*

(57) **Abrégé** : L'invention concerne une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de fluide comportant depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire (1) et une membrane étanche secondaire (3), la membrane étanche secondaire (3) étant ancrée sur la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire (4) reposant contre la membrane étanche secondaire (3) et une membrane étanche primaire (5) reposant contre la barrière thermiquement isolante primaire (4), la cuve comportant un canal se développant selon une direction longitudinale, ledit canal étant délimité d'une part par la barrière thermiquement isolante secondaire et, d'autre part, par la membrane étanche secondaire (3), un fond du canal étant au moins en partie formé par la barrière thermiquement isolante secondaire, la cuve comportant en outre un obturateur à perte de charge agencé dans le canal et s'étendant entre le fond du canal et la membrane étanche.

Description

Titre de l'invention : Cuve étanche et thermiquement isolante

Domaine technique

- [0001] L'invention se rapporte au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes, pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique.
- [0002] Des cuves étanches et thermiquement isolantes à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est stocké, à pression atmosphérique, à environ -162°C. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz naturel liquéfié ou à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

- [0003] Dans l'état de la technique, il est connu des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage de gaz naturel liquéfié, intégrées dans une structure porteuse, telle que la double coque d'un navire destiné au transport de gaz naturel liquéfié. Généralement, de telles cuves comportent une structure multicouche présentant successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire retenue à la structure porteuse, une membrane étanche secondaire reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire reposant contre la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire reposant contre la barrière thermiquement isolante primaire et destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.
- [0004] Le document WO2014167214 A2 décrit une structure d'angle de cuve étanche et thermiquement isolante multicouche dans laquelle la barrière thermiquement isolante secondaire au niveau d'un angle entre deux parois de la cuve comporte deux panneaux isolants formant une arête, la membrane étanche secondaire comportant au droit de ladite arête un film étanche souple reliant des portions de membrane étanche secondaire desdites deux parois de cuve.
- Une portion centrale de ce film étanche souple, c'est à dire intercalée entre les portions dudit film étanche souple ancrées sur les portions de membrane étanche secondaire des deux parois de cuve, n'est pas ancrée sur la barrière thermiquement isolante secondaire et est donc libre par rapport à ladite barrière thermiquement isolante secondaire.
- [0005] Ainsi, lorsque la cuve étanche et thermiquement isolante est mise à froid, la contraction thermique des panneaux isolant formant l'arête et de la membrane étanche

est absorbée par une déformation de la portion centrale du film étanche souple, typiquement ledit film étanche souple est apte à se tendre pour absorber les contraintes liées à cette contraction. Cependant, lorsque le film souple se tend, un espace apparaît ou s'agrandit entre ladite portion centrale du film étanche souple et la barrière thermiquement isolante. Cet espace se développe sur toute la longueur de l'arête.

[0006] Un tel espace forme un canal favorisant la convection et est donc susceptible de dégrader les performances d'isolation thermique de la cuve, en particulier dans le cadre d'arêtes présentant une composante parallèle à la direction de gravité terrestre.

Résumé

[0007] Une idée à la base de l'invention est de proposer une cuve étanche et thermiquement isolante dans laquelle les phénomènes de convection sont réduits. En particulier, une idée à la base de l'invention est de fournir une cuve étanche et thermiquement isolante limitant la présence de canaux de circulation continus dans les barrières thermiquement isolantes, et plus particulièrement entre les barrières thermiquement isolantes et les membranes étanches, afin de limiter les phénomènes de convection naturelle dans lesdites barrières thermiquement isolantes.

[0008] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de fluide, dans laquelle une paroi de cuve comporte depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire et une membrane étanche secondaire, la membrane étanche secondaire étant ancrée sur la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire reposant contre la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire reposant contre la barrière thermiquement isolante primaire et destinée à être en contact avec un fluide contenu dans la cuve,

dans laquelle ladite barrière thermiquement isolante secondaire comporte une première portion plane et une deuxième portion plane orientée avec un angle par rapport à la première portion plane, une jonction entre la première portion plane de barrière thermiquement isolante secondaire et la deuxième portion plane de barrière thermiquement isolante secondaire formant une arête, la première portion plane formant une première zone d'ancrage pour la membrane étanche secondaire, la première zone d'ancrage étant distante de l'arête, la deuxième portion plane formant une deuxième zone d'ancrage pour la membrane étanche secondaire, la deuxième zone d'ancrage étant distante de l'arête, la barrière thermiquement isolante secondaire comportant une portion d'angle intercalée entre la première zone d'ancrage et la deuxième zone d'ancrage et incluant l'arête,

la membrane étanche secondaire comportant une pièce d'angle, ladite pièce d'angle étant étanche et comportant une première portion ancrée sur la première zone d'ancrage et une deuxième portion ancrée sur la deuxième zone d'ancrage, la pièce

d'angle comportant en outre une portion centrale intercalée entre la première portion et la deuxième portion, ladite portion centrale étant libre de se déformer par rapport à la barrière thermiquement isolante secondaire au droit de l'arête, la cuve comportant un canal se développant selon une direction longitudinale parallèle à l'arête, ledit canal étant délimité par la portion centrale de la membrane étanche secondaire et par la portion d'angle de la barrière thermiquement isolante secondaire, la portion d'angle de la barrière thermiquement isolante secondaire formant un fond du canal, la cuve comportant en outre un obturateur à perte de charge agencé dans le canal et s'étendant entre le fond du canal et la portion centrale de la membrane étanche secondaire.

- [0009] Grâce à ces caractéristiques, les phénomènes de convection dans la cuve, et en particulier dans le canal, sont réduits. En effet, l'obturateur à perte de charge permet de générer une perte de charge dans un écoulement de flux pouvant survenir dans le canal tout en permettant la circulation de gaz, par exemple de gaz inerte.
- [0010] Le terme « obturateur à perte de charge » est défini selon l'invention comme un obturateur permettant une dissipation, par frottement, de l'énergie mécanique d'un fluide en mouvement. C'est-à-dire un obturateur entraînant une chute de pression des fluides dues à la résistance que rencontrent les fluides en écoulement sur ou à travers l'obturateur.
- [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, le canal est parallèle à la direction de gravité terrestre. En d'autres termes le canal est parallèle à une direction verticale de la cuve.
- [0013] De tels canaux verticaux sont les plus susceptibles de favoriser les phénomènes de convection de sorte que l'agencement de ou des obturateurs à perte de charge dans un tel canal est particulièrement avantageux et réduit efficacement les phénomènes de convection.
- [0014] Selon un mode de réalisation, le canal présente une composante parallèle à la direction de gravité terrestre. Ainsi, le canal peut être vertical ou oblique par rapport à la direction verticale de la cuve.
- [0015] Selon un autre mode de réalisation, le canal est perpendiculaire à la direction de gravité terrestre.
- [0016] Selon un mode de réalisation, le canal présente une composante perpendiculaire à la direction de gravité terrestre.
- [0017] Selon un mode de réalisation, le canal s'étend le long de la membrane étanche.
- [0018] Selon un mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge comprend au moins une zone de fixation.
- [0019] Selon un mode de réalisation l'obturateur à perte de charge comporte au moins un

élément flexible permettant la perte de charge.

[0020] Selon un mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge comporte une bande d'ancrage et une portion flexible,

la bande d'ancrage se développant selon une direction sécante à la direction longitudinale du canal,

la portion flexible comportant une pluralité d'éléments flexibles faisant saillie de la bande d'ancrage en direction de la membrane étanche,

une extrémité libre des éléments flexibles opposée à la bande d'ancrage étant en contact avec la membrane étanche de façon à créer une perte de charge pour un écoulement circulant dans le canal, lesdits éléments flexibles étant aptes à fléchir élastiquement au contact de la membrane étanche.

[0021] Selon un mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge comporte une première portion et une deuxième portion, la bande d'ancrage de l'obturateur à perte de charge comportant une première portion de bande d'ancrage formée par la première portion de l'obturateur à perte de charge et une deuxième portion de bande d'ancrage formée par la deuxième portion de l'obturateur à perte de charge, la portion flexible de l'obturateur à perte de charge comportant une première portion flexible formée par la première portion de l'obturateur à perte de charge et une deuxième portion flexible formée par la deuxième portion de l'obturateur à perte de charge.

[0022] L'obturateur à perte de charge s'étendant entre le fond du canal et la membrane étanche d'une part et, d'autre part, la bande d'ancrage se développant selon une direction sécante à la direction longitudinale du canal et la portion flexible s'étendant jusqu'à la membrane étanche permettent une bonne obturation du canal. En outre, l'élasticité de la portion flexible ainsi que l'appui de la membrane étanche sur ladite portion flexible permettent de façon simple d'obturer le canal de manière perméable au gaz tout en générant une perte de charge pour un écoulement de gaz circulant dans le canal. En outre, cette élasticité de la portion flexible permet de s'affranchir de façon simple des tolérances de fabrication et/ou de positionnement de la barrière thermiquement isolante et/ou de la membrane étanche tout en conservant une bonne obturation du canal. En effet, les éléments flexibles étant déformables indépendamment les uns des autres, les déformations des différents éléments flexibles permettent d'absorber les variations de section de canaux liées à ces tolérances de fabrication ou de positionnement tout en obturant le canal de façon satisfaisante.

[0023] Par ailleurs, la pluralité et la longueur des éléments flexibles formant la portion flexible permettent une déformation simple de la portion flexible. Ces éléments flexibles permettent également une perte de charge modulable en fonction du nombre d'éléments flexibles, plus ce nombre est important plus le nombre de passages pour la circulation du gaz est important, le gaz pouvant circuler entre deux éléments flexibles

adjacents, en particulier lorsque l'un desdits éléments flexibles adjacent est plus déformé que l'autre par l'appui de la membrane étanche.

- [0024] Selon un mode de réalisation, les éléments flexibles sont des lamelles flexibles et élastiques.
- [0025] Selon un mode de réalisation, les éléments flexibles sont juxtaposés de manière à ce que, en l'absence de contrainte sur lesdits éléments flexibles, lesdits éléments flexibles se développent dans un même plan.
- [0026] Selon un mode de réalisation, les éléments flexibles se développent dans un plan sécant, de préférence perpendiculaire, à la direction longitudinale de la rainure. Une partie de ces lamelles peut notamment s'étendre dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale du canal.
- [0027] Selon un mode de réalisation, les éléments flexibles sont aptes à fléchir élastiquement dans la direction longitudinale du canal.
- [0028] De tels éléments flexibles, agencés dans un même plan, permettent une bonne obturation du canal.
- [0029] De telles lamelles peuvent se développer selon différentes directions.
- [0030] Selon un mode de réalisation, les lamelles se développent selon une direction perpendiculaire à la direction d'épaisseur de la barrière thermiquement isolante.
- [0031] Selon un mode de réalisation, les lamelles se développent selon une direction parallèle à la direction d'épaisseur de la barrière thermiquement isolante.
- [0032] Selon un mode de réalisation, au moins deux desdites lamelles se développent selon des directions respectives distinctes.
- [0033] Selon un mode de réalisation les lamelles se développent selon une direction perpendiculaire à une portion de la bande d'ancrage depuis laquelle lesdites lamelles font respectivement saillie.
- [0034] Selon un mode de réalisation, les lamelles se développent dans un plan sécant à la direction longitudinale du canal. Une partie de ces lamelles peut notamment s'étendre dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale du canal.
- [0035] Selon un mode de réalisation, les éléments flexibles sont des tiges élastiques et flexibles, par exemple de forme analogue aux poils d'un pinceau.
- [0036] Grâce à ces caractéristiques, la portion flexible de l'obturateur à perte de charge est facilement déformable sous l'effet d'une contrainte exercée par la membrane étanche. En outre, de tels éléments flexibles assurent une bonne obturation du canal.
- [0037] Selon un mode de réalisation, les éléments flexibles sont juxtaposés de manière à ce que, en l'absence de contrainte sur lesdits éléments flexibles, les extrémités libres desdits éléments flexibles se développent dans un même plan.
- [0038] Selon un mode de réalisation, les éléments flexibles se développent, en l'absence de contrainte sur lesdits éléments flexibles, sur une distance, prise selon la direction

- d'épaisseur de la barrière thermiquement isolante, supérieure ou égale à la profondeur du canal prise selon ladite direction d'épaisseur de la barrière thermiquement isolante.
- [0039] Grâce à la longueur des éléments flexibles et à l'élasticité desdits éléments flexibles, l'obturateur à perte de charge permet d'obturer le canal au cours de l'utilisation de la cuve. En particulier, de tels éléments flexibles restent en contact avec la membrane même en cas de mise en froid de la cuve générant une contraction de la membrane étanche.
- [0040] Selon un mode de réalisation, les éléments flexibles deux à deux adjacents sont en contact en l'absence de contrainte sur la portion flexible, typiquement en l'absence de déformation liée à l'appui de la membrane étanche.
- [0041] Selon un mode de réalisation, la portion flexible se développe, en projection dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale du canal, sur toute la section du canal prise dans ledit plan perpendiculaire à la direction longitudinale du canal.
- [0042] Grâce à ces caractéristiques, la portion flexible assure une bonne obturation du canal tout en permettant l'écoulement d'un flux avec une perte de charge. En effet, le contact entre les éléments flexibles ne permet pas de bloquer l'écoulement du flux.
- [0043] Selon un mode de réalisation, la bande d'ancrage est fixée sur le fond du canal.
- [0044] La fixation de la bande d'ancrage sur le fond du canal garantit que l'obturateur à perte de charge se développe depuis le fond du canal, assurant ainsi une obturation efficace de l'obturateur à perte de charge
- [0045] Selon un mode de réalisation, la bande d'ancrage repose sur le fond du canal.
- [0046] Selon un mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge comprend une nappe textile recouvrant des éléments flexibles de l'obturateur à perte de charge voire toute la portion flexible et la bande d'ancrage de l'obturateur à perte de charge.
- [0047] Selon un mode de réalisation, la nappe textile de l'obturateur recouvre une partie des éléments flexibles.
- [0048] Selon un mode de réalisation, la nappe textile de l'obturateur à perte de charge recouvre entre 20 % et 70 % d'une face des éléments flexibles, par exemple, 50 % ou 60 % d'une face des éléments flexibles. Cette caractéristique permet de contrôler la circulation de gaz dans le canal.
- [0049] Selon un mode de réalisation, la nappe textile recouvre une face de l'obturateur à perte de charge recevant en premier l'écoulement du flux, c'est-à-dire tournée vers l'amont par rapport au flux. Cet arrangement est particulièrement avantageux et permet un maintien efficace de la nappe textile sur la portion flexible et la bande d'ancrage tout en limitant le risque de décollement de la nappe textile. En effet, l'écoulement du fluide exerce une force en direction des différents éléments de l'obturateur à perte de charge, ainsi la nappe textile est alors plaquée solidement contre la portion flexible et la bande d'ancrage de l'obturateur à perte de charge. Selon un autre mode de réa-

lisation, la nappe textile recouvre l'autre face de l'obturateur à perte de charge, tournée vers l'aval par rapport au flux.

[0050] Selon un mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge peut comprendre une pluralité de matières. Par exemple, un premier tissu recouvre une première surface de l'obturateur à perte de charge et un deuxième tissu recouvre une deuxième surface de l'obturateur à perte de charge. Un autre exemple est une superposition d'au moins deux tissus recouvrant une même surface de l'obturateur à perte de charge.

[0051] Selon un mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge comprend une nappe textile perméable au gaz, par exemple en tissu ou matériau intissé, recouvrant des éléments flexibles de l'obturateur à perte de charge. La nappe textile peut être fixée sur une face de la bande d'ancrage et/ou sur une face de la portion flexible de l'obturateur à perte de charge, par exemple par collage. Des colles polyuréthanes ou époxy peuvent notamment être utilisées. La nappe textile peut être en fibres minérales, par exemple fibre de verre, ou synthétiques.

[0052] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche exerce sur la portion flexible de l'obturateur à perte de charge une contrainte plus importante, engendrant une déformation plus importante de ladite portion flexible, lorsque la cuve est à température ambiante que lorsque la cuve est mise à froid, c'est à dire lorsque l'espace de stockage de la cuve comporte un liquide froid tel qu'un liquide cryogénique, par exemple du gaz naturel liquéfié.

[0053] Grâce à ces caractéristiques, il est possible d'accroître la perte de charge dans les écoulements de flux circulant dans le canal.

[0054] Selon un mode de réalisation, la nappe textile est flexible.

[0055] Ainsi, la nappe textile n'entrave pas la déformation élastique de la portion flexible.

[0056] Selon un mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge comporte un film souple, ledit film souple comportant une première zone de fixation et une deuxième zone de fixation,

la première zone de fixation s'étendant transversalement à la direction longitudinale du canal, la première zone de fixation dudit film souple étant fixée sur le fond du canal,

la deuxième zone de fixation s'étendant transversalement à la direction longitudinale du canal, la deuxième zone de fixation étant fixée à la face externe de la membrane étanche secondaire délimitant le canal,

le film souple comportant une portion d'obturation s'étendant de la première zone de fixation à la deuxième zone de fixation, ladite portion d'obturation s'étendant en travers du canal entre le fond du canal et la membrane étanche secondaire de façon à créer une perte de charge dans le canal.

[0057] On entend par zone de fixation s'étendant transversalement à la direction longitudinale du canal une zone du film souple s'étendant de façon sécante, de préférence

perpendiculairement, à la direction longitudinale du canal.

- [0058] Grâce à ces caractéristiques, les phénomènes de convection dans la cuve, et en particulier dans le canal, sont réduits. En effet, l'obturateur à perte de charge permet de générer une perte de charge dans un écoulement de flux pouvant survenir dans le canal tout en permettant la circulation de gaz, par exemple de gaz inerte.
- [0059] En effet, la première zone de fixation du film souple étant fixée sur le fond du canal selon une direction transversale à la direction longitudinale du canal et la deuxième zone de fixation étant fixée sur la face externe de la membrane étanche selon une direction transversale à la direction longitudinale du canal, la portion d'obturation se développe entre le fond du canal et la face externe de la membrane étanche permettant ainsi une bonne obturation du canal. De plus, la deuxième zone de fixation étant fixée sur la membrane étanche, ladite deuxième zone de fixation suit les déformations de la membrane étanche de sorte que cette portion obturation soit présente y compris lors de déformation de la membrane étanche. En outre, cette fixation des première et deuxième zones de fixation permet de s'affranchir de façon simple des tolérances de fabrications et/ou de positionnement de la barrière thermiquement isolante et/ou de la membrane étanche tout en conservant une bonne obturation du canal.
- [0060] Selon un mode de réalisation, la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation sont décalées selon la direction longitudinale du canal. Autrement dit, la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation ne sont pas jointives de sorte que la portion d'obturation se développe avec une composante parallèle à la direction longitudinale du canal.
- [0061] Selon un mode de réalisation, une extrémité, de préférence deux extrémités opposées, de la première zone de fixation et/ou de la deuxième zone de fixation est débordante du canal de manière à être intercalée entre la membrane étanche et la barrière thermiquement isolante. Ainsi, la fixation de la première zone de fixation et/ou de la deuxième zone de fixation est simple et fiable, ladite extrémité étant pincée entre la membrane étanche et la barrière thermiquement isolante.
- [0062] Selon un mode de réalisation, une extrémité, de préférence deux extrémités opposées, de la première zone de fixation et/ou de la deuxième zone de fixation est débordante du canal de manière à être intercalée entre deux portions jointives de la membrane étanche, lesdites deux portions jointives étant reliées de manière étanche. Ainsi, la fixation de la première zone de fixation et/ou de la deuxième zone de fixation est simple et fiable, ladite extrémité étant pincée entre lesdites deux portions jointives de la membrane étanche.
- [0063] Selon un mode de réalisation, la portion d'obturation est mobile par rapport au fond du canal. Selon un mode de réalisation, la portion d'obturation est mobile par rapport à la membrane étanche. Autrement dit, selon un mode de réalisation, la portion

- d'obturation est libre par rapport au fond du canal et à la membrane étanche. Ainsi, la portion d'obturation obture le canal de manière non étanche et permet donc la circulation de gaz inerte dans le canal tout en créant la perte de charge dans l'écoulement.
- [0064] Selon un mode de réalisation, la portion d'obturation est déformable entre le fond du canal et la membrane étanche. Cette déformabilité de la portion d'obturation peut être obtenue de nombreuses manières. Selon un mode de réalisation, le film souple est réalisé en un matériau élastiquement déformable. Selon un mode de réalisation, la portion d'obturation présente une longueur, lorsque ladite portion d'obturation est agencée dans un plan, supérieure à la distance entre une surface de fixation de la première zone de fixation sur le fond du canal et une surface de fixation de la deuxième zone de fixation sur la membrane étanche. Autrement dit, selon un mode de réalisation, la portion d'obturation est dans un état lâche dans le canal, en particulier à température ambiante.
- [0065] Selon un mode de réalisation, la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation sont situées à deux extrémités opposées du film souple et sont disposées à un même niveau dans la direction longitudinale du canal.
- [0066] Selon un mode de réalisation, la portion d'obturation située entre le fond du canal et la membrane étanche est déformable et comprend au moins un repliement le long d'un axe transversal à la direction longitudinale du canal.
- [0067] L'obturateur présente alors par exemple une forme de U particulièrement avantageuse et adaptée à une installation in situ dans la cuve. Un tel obturateur peut être installé avec un outil, par exemple une lame permettant l'insertion de l'obturateur dans le canal sans l'endommager.
- [0068] Selon un mode de réalisation, l'obturateur comporte un élément compressible qui est précontraint et logé dans le repliement entre la première et la deuxième zone de fixation de manière à exercer une force de réaction plaquant la première zone de fixation contre le fond du canal et la deuxième zone de fixation contre la face externe de la membrane étanche délimitant le canal.
- [0069] Selon un mode de réalisation, l'élément compressible est réalisé dans un matériau choisi parmi la ouate, le feutre, laine de verre, laine de roche, les mousses polymères, la ouate de polyéthylène ou autres et s'étendant dans la direction de l'épaisseur entre la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation. Grace à cette caractéristique, la fixation par collage est facilitée.
- [0070] Selon un mode de réalisation, un film anti-adhésif est inséré dans le repliement pour éviter de coller ensemble les deux pans du film souple repliés l'un sur l'autre, par exemple sous l'effet des éventuels débordements d'adhésifs. Le film anti-adhésif peut être une feuille de polyéthylène ou de PTFE. Selon un mode de réalisation, le film anti-adhésif inséré dans le repliement comporte une extrémité située dans le repliement et

une seconde extrémité située à l'extérieure du repliement. Cette caractéristique permet de faciliter l'installation de l'obturateur dans la cuve et d'éviter que d'éventuels débordements d'adhésifs ne viennent perturber l'installation de l'obturateur. Le film anti-adhésif peut être inséré seul ou en combinaison avec un élément compressible. Pour faciliter l'installation de l'obturateur dans la cuve, on peut replier successivement le film anti-adhésif et le film souple autour du bord d'extrémité de la lame afin de les pousser dans le canal.

- [0071] Selon un mode de réalisation, la portion d'obturation comprend deux repliements mutuellement espacés dans la direction longitudinale du canal, chaque repliement étant réalisé le long d'un axe transversal à la direction longitudinale du canal. L'obturateur présente par exemple une forme en Z.
- [0072] Selon un mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge est réalisé en matériau textile tissé et présente une direction d'élongation s'étendant entre la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation, les fibres du textile tissés étant orientées entre 35° et 55° (degrés) par rapport à la direction d'élongation du canal, préférentiellement, les fibres du textiles tissés sont orientées à 45° par rapport à la direction d'élongation du canal. Grâce à cette caractéristique, l'obturateur à perte de charge obtient une souplesse par la déformation des fils de trame et des fils de chaîne du textile tissé.
- [0073] Grâce à ces caractéristiques, la portion d'obturation permet de suivre les variations de positionnement relatif et de dimension de la barrière thermiquement isolante et/ou de la membrane étanche tout en obstruant le canal de façon efficace afin de créer la perte de charge dans un écoulement au sein dudit canal. En particulier, un tel obturateur à perte de charge permet cette obturation efficace du canal y compris lorsque la cuve est mise à froid, c'est-à-dire en cas de contraction thermique de la membrane étanche et de la barrière thermiquement isolante et donc de variation de l'écart entre la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation.
- [0074] Selon un mode de réalisation, la portion d'obturation du film souple est une première portion d'obturation, le film souple comporte une troisième zone de fixation s'étendant transversalement à la direction longitudinale du canal, la troisième zone de fixation étant fixée sur le fond du canal, la deuxième zone de fixation étant intercalée entre la première zone de fixation et la troisième zone de fixation, le film souple comportant une deuxième portion d'obturation s'étendant de la deuxième zone de fixation à la troisième zone de fixation, ladite deuxième portion d'obturation s'étendant en travers du canal entre le fond du canal et la membrane étanche secondaire de façon à créer une perte de charge dans le canal.
- [0075] Un tel obturateur à perte de charge permet une bonne obturation du canal et donc une perte de charge de l'écoulement du flux importante.
- [0076] Selon un mode de réalisation, la troisième zone de fixation est décalée le long de la

direction longitudinale du canal par rapport à la première zone de fixation et à la deuxième zone de fixation.

- [0077] Selon un mode de réalisation, la deuxième portion d'obturation est mobile par rapport au fond du canal.
- [0078] Selon un mode de réalisation, la deuxième portion d'obturation est mobile par rapport à la membrane étanche.
- [0079] Autrement dit, selon un mode de réalisation, la deuxième portion d'obturation est libre par rapport au fond du canal et à la membrane étanche. Ainsi, la deuxième portion d'obturation obture le canal de manière non étanche et permet donc la circulation de gaz inerte dans le canal tout en créant la perte de charge dans l'écoulement.
- [0080] Selon un mode de réalisation, la deuxième portion d'obturation est déformable entre le fond du canal et la membrane étanche. Cette déformabilité de la deuxième portion d'obturation peut être obtenue de nombreuses manières, par exemple de façon analogue aux exemples ci-dessus pour la première portion d'obturation.
- [0081] Selon un mode de réalisation, le film souple est en matériau choisi dans le groupe consistant en un mât de verre, un film polyéthylène et/ou un film polyamide. A titre d'exemple, le film peut être : un tissu à base de verre, un tissu en polyéthylène, un tissu en polyamide, un tissu en polyimide, un tissu en polyetherimide, cette liste étant non-exhaustive. De tels matériaux présentent une bonne tenue au froid tout en conservant une souplesse permettant au film souple de suivre les déformations de la membrane étanche.
- [0082] Selon un mode de réalisation, la première zone de fixation se développe dans un plan sécant à la direction longitudinale du canal.
- [0083] Selon un mode de réalisation, la première zone de fixation se développe dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale du canal.
- [0084] Selon un mode de réalisation, la deuxième zone de fixation se développe dans un plan sécant à la direction longitudinale du canal.
- [0085] Selon un mode de réalisation, la deuxième zone de fixation se développe dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale du canal.
- [0086] De telles zones d'ancrage agencées perpendiculairement à la direction longitudinale du canal permettent une obturation efficace du canal par la ou les portions d'obturation.
- [0087] Selon un mode de réalisation, la première zone de fixation et/ou la deuxième zone de fixation est fixée par collage.
- [0088] Selon un mode de réalisation, la cuve comporte une bande adhésive double face intercalée entre la première portion de fixation et le fond du canal afin de fixer ladite première portion de fixation sur le fond du canal.
- [0089] Selon un mode de réalisation, la cuve comporte une bande adhésive double face in-

tercalée entre la membrane étanche et la deuxième zone de fixation afin de fixer ladite deuxième zone de fixation sur la membrane étanche. De telles bandes adhésives permettent de fixer les première et deuxième zones de fixation de façon simple et rapide. En outre, de telles bandes adhésives permettent la fixation du film souple de façon simple par simple application ou pression du film souple sur lesdites bandes adhésives ou inversement.

- [0090] Selon un mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge est agencé de façon fixe et fiable dans le canal.
- [0091] Selon un mode de réalisation, la cuve étanche et thermiquement isolante comporte une pluralité d'obturateurs à perte de charges agencés dans le canal le long de la direction longitudinale du canal.
- [0092] Selon un mode de réalisation, la cuve étanche et thermiquement isolante comporte une pluralité d'obturateurs à perte de charges agencés dans le canal le long de la direction longitudinale du canal, lesdits obturateurs à perte de charges comportant chacun une bande d'ancrage et une portion flexible, lesdits obturateurs à perte de charges s'étendant entre le fond du canal et la membrane étanche, la bande d'ancrage se développant selon une direction sécante à la direction longitudinale du canal, la portion flexible comportant une pluralité d'éléments flexibles faisant saillie de la bande d'ancrage en direction de la membrane étanche, une extrémité libre des éléments flexibles opposée à la bande d'ancrage étant en contact avec la membrane étanche secondaire de façon à créer une perte de charge pour un écoulement circulant dans le canal, lesdits éléments flexibles étant aptes à fléchir élastiquement au contact de la membrane étanche.
- [0093] Selon un mode de réalisation, les obturateurs à perte de charges de la pluralité d'obturateurs à perte de charges sont agencés dans le canal à intervalles réguliers le long de la direction longitudinale du canal.
- [0094] Selon un mode de réalisation, les obturateurs à perte de charges de la pluralité d'obturateurs à perte de charges sont agencés dans le canal à intervalles irréguliers le long de la direction longitudinale du canal.
- [0095] Selon un mode de réalisation, les obturateurs à perte de charges de la pluralité d'obturateurs à perte de charges agencés dans le canal sont identiques.
- [0096] Selon un mode de réalisation, les obturateurs à perte de charges de la pluralité d'obturateurs à perte de charges sont différents et peuvent correspondre à différents modes de réalisation décrits dans ce texte.
- [0097] Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante formant le fond du canal comporte une pluralité de panneaux isolants espacés, par exemple de manière régulière ou irrégulière, et une pluralité de zones de jonction situées entre les panneaux isolants, par exemple avec un pas régulier ou irrégulier entre deux zones de jonction.

Les obturateurs peuvent être agencés en regard des panneaux isolants de manière que les zones de jonction à chaque extrémité d'un panneau se trouvent entre les obturateurs. Par exemple les obturateurs sont mutuellement espacés d'un intervalle correspondant au pas régulier ou irrégulier des zones de jonction. Dans un mode de réalisation, au moins un obturateur est disposé en regard de chaque panneau isolant. Ainsi, il y a systématiquement au moins un obturateur qui bloque l'écoulement entre deux zones de jonctions successives.

[0098] Selon un mode de réalisation, les obturateurs à perte de charges sont agencés à intervalles irréguliers.

[0099] Ainsi, un écoulement de flux dans le canal est maîtrisé le long du canal.

[0100] Selon un mode de réalisation, la cuve étanche et thermiquement isolante comporte une première paroi de cuve et une deuxième paroi de cuve, la première paroi de cuve et la deuxième paroi de cuve formant une arête de la barrière thermiquement isolante, la première paroi de cuve comportant une première surface d'ancrage et la deuxième paroi de cuve formant une deuxième surface d'ancrage, le fond du canal étant formé par la barrière thermiquement isolante entre la première surface d'ancrage et la deuxième surface d'ancrage, le fond du canal formant l'arête, et la membrane étanche comporte une pièce étanche d'angle, la pièce étanche d'angle comportant une première portion ancrée sur la première surface d'ancrage et une deuxième portion ancrée sur la deuxième surface d'ancrage, la pièce étanche d'angle comportant en outre une portion centrale intercalée entre la première portion et la deuxième portion, ladite portion centrale étant libre par rapport à la barrière thermiquement isolante de manière à absorber par déformation les contraintes dans la membrane étanche au droit de l'arête, le canal étant délimité par la face externe de la pièce étanche d'angle.

[0101] Selon un mode de réalisation, la cuve étanche et thermiquement isolante comporte une structure d'angle, ladite structure d'angle comportant un premier panneau isolant et un deuxième panneau isolant, le premier panneau isolant formant une extrémité de la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve, le deuxième panneau isolant formant une extrémité de la barrière thermiquement isolante de la deuxième paroi de cuve, le premier panneau isolant et le deuxième panneau isolant formant conjointement l'arête,

la structure d'angle comportant en outre une première portion de membrane étanche et une deuxième portion de membrane étanche, la première portion de membrane étanche reposant sur le premier panneau isolant, ladite première portion de membrane étanche formant une extrémité de la membrane étanche de la première paroi de cuve, la deuxième portion de membrane étanche reposant sur le deuxième panneau isolant, ladite deuxième portion de membrane étanche formant une extrémité de la membrane étanche de la deuxième paroi de cuve.

- [0102] Selon un mode de réalisation, la première portion de membrane étanche comporte un premier film composite fixé sur le premier panneau isolant et la deuxième portion de membrane étanche comporte un deuxième film composite fixé sur le deuxième panneau isolant.
- [0103] Selon un mode de réalisation, la première portion de membrane étanche comporte un film étanche composite stratifié comportant une feuille métallique intercalée entre deux couches de fibres résinées. Selon un mode de réalisation, la première portion de membrane étanche est collée sur le premier panneau isolant. Selon un mode de réalisation, la deuxième portion de membrane étanche comporte un film étanche composite stratifié comportant une feuille métallique intercalée entre deux couches de fibres résinées. Selon un mode de réalisation, la deuxième portion de membrane étanche est collée sur le deuxième panneau isolant.
- [0104] Selon un mode de réalisation, la première portion de membrane étanche est une plaque métallique ancrée sur la première portion de barrière thermiquement isolante. Selon un mode de réalisation, la deuxième portion de membrane étanche est une plaque métallique ancrée sur la deuxième portion de barrière thermiquement isolante.
- [0105] Selon un mode de réalisation, le premier panneau isolant forme la première surface d'ancrage. Selon un mode de réalisation, le deuxième panneau isolant forme la deuxième surface d'ancrage.
- [0106] Selon un mode de réalisation, la première portion de membrane étanche, par exemple un bord de ladite première portion de membrane étanche, forme la première surface d'ancrage. Selon un mode de réalisation la deuxième portion de membrane étanche, par exemple un bord de ladite deuxième portion de membrane étanche, forme la seconde surface d'ancrage.
- [0107] La pièce étanche d'angle peut être fixée de nombreuses manières sur les première et deuxième surfaces d'ancrage. Selon un mode de réalisation, la pièce étanche d'angle est collée sur l'une des ou les première et deuxième surfaces d'ancrage. Selon un mode de réalisation, la pièce étanche d'angle est soudée sur l'une des ou les première et deuxième surface d'ancrage.
- [0108] Selon un mode de réalisation, la pièce étanche d'angle comporte un film étanche souple composite, par exemple un composite stratifié comportant une feuille métallique intercalée entre deux couches de fibres de verre.
- [0109] Selon un mode de réalisation, la pièce étanche d'angle est une cornière métallique.
- [0110] Grâce à ces caractéristiques, le coin d'une cuve étanche et thermiquement isolante peut être fabriqué de façon simple et rapide sans risque de générer de phénomène de convection. En particulier, ces caractéristiques permettent l'utilisation d'une pièce d'angle sous la forme d'une cornière métallique ou d'un film souple étanche pour réaliser la membrane étanche dans l'angle de la cuve tout en s'assurant de l'absence de

convection entre la membrane étanche et la barrière thermiquement isolante dans ledit angle de la cuve. En effet, afin de permettre l'absorption des contraintes dans la membrane étanche, par exemple lors de la mise en froid de la cuve, une telle pièce d'angle sous la forme d'une cornière métallique ou d'un film étanche n'est pas fixée à la barrière thermiquement isolante au niveau de la portion d'angle de la barrière thermiquement isolante. Ainsi, lors d'une mise en froid de la cuve, la portion centrale de la pièce d'angle se tend sous l'effet des contraintes dans ladite membrane étanche, par exemple des contraintes liées à la contraction de la membrane étanche ou à la contraction de la barrière thermiquement isolante sur laquelle est ancrée la membrane étanche. Cette tension éloigne ladite portion centrale de la portion d'angle de la barrière thermiquement isolante, et fait donc apparaître ou augmenter la section d'un canal entre ladite portion d'angle de la barrière thermiquement isolante et la portion centrale de la pièce d'angle. La présence de l'obturateur à perte de charge dans ce canal permet d'éviter les phénomènes de convection dans ce canal.

- [0111] Selon un mode de réalisation, la cuve étanche et thermiquement isolante comporte en outre une cale, ladite cale comportant une première face externe reposant contre la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve et une deuxième face externe reposant contre la barrière thermiquement isolante de la deuxième paroi de cuve, la cale comportant en outre une face interne concave, le canal étant délimité par la face interne de la cale.
- [0112] Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déportée (FPSO) et autres. Une telle cuve peut aussi servir de réservoir de carburant dans tout type de navire.
- [0113] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également un navire pour le transport d'un produit liquide froid comportant une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque.
- [0114] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.
- [0115] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de

stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Brève description des figures

- [0116] 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.
- [0117] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue schématique en coupe et en perspective d'une portion de cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans une structure porteuse ;
- [0118] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue en coupe d'un angle de la cuve étanche et thermiquement isolante selon le plan de coupe III de la [Fig.1];
- [0119] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue agrandie du détail 38 de la [Fig.2] illustrant une arête de la barrière thermiquement isolante secondaire et de la membrane étanche secondaire ;
- [0120] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue en perspective schématique d'un obturateur à perte de charge comprenant des lamelles, pouvant être utilisé dans l'angle de la cuve de la [Fig.2] ;
- [0121] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue en perspective schématique d'un obturateur à perte de charge comprenant des lamelles et un tissu selon un mode de réalisation ;
- [0122] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue schématique en perspective d'une structure d'angle pouvant être utilisée dans la cuve illustrée sur la [Fig.1] ;
- [0123] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue de détail agrandie de la structure d'angle de la [Fig.6] au niveau d'une arête de la barrière thermiquement isolante secondaire ;
- [0124] [Fig.8] La [Fig.8] est une représentation schématique en coupe illustrant la membrane étanche secondaire et la barrière thermiquement isolante secondaire au niveau de l'angle de la cuve étanche et thermiquement isolante à température ambiante ;
- [0125] [Fig.9] La [Fig.9] est une vue analogue à la [Fig.8] dans la cuve contenant un liquide cryogénique ;
- [0126] [Fig.10] La [Fig.10] est une représentation schématique en perspective illustrant un obturateur à perte de charge fixé sur la barrière thermiquement isolante secondaire au niveau de l'arête formée par ladite barrière thermiquement isolante secondaire;
- [0127] [Fig.11] La [Fig.11] est une vue analogue à la [Fig.9] représentant une variante de réalisation de l'angle de la cuve étanche et thermiquement isolante ;
- [0128] [Fig.12] La [Fig.12] est une vue schématique en perspective illustrant l'angle de la cuve étanche et thermiquement isolante muni d'un obturateur à perte de charge selon encore un autre mode de réalisation.
- [0129] [Fig.13] La [Fig.13] est une vue latérale de l'obturateur à perte de charge selon la

flèche XIII de la [Fig.12].

[0130] [Fig.14] La [Fig.14] est une vue analogue à la [Fig.13] d'un obturateur à perte de charge selon un autre mode de réalisation.

[0131] [Fig.15] La [Fig.15] est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier comportant une cuve étanche et thermiquement isolante et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description des modes de réalisation

[0132] Par convention, les termes « externe » et « interne » sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'intérieur et à l'extérieur de la cuve.

[0133] Une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage et le transport d'un fluide cryogénique, par exemple du Gaz Naturel Liquéfié (GNL) comporte une pluralité de parois de cuves présentant chacune une structure multicouche.

[0134] Une telle paroi de cuve comporte, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 1 ancrée à une structure porteuse 2 par des organes de retenue secondaires, une membrane étanche secondaire 3 portée par la barrière thermiquement isolante secondaire 1, une barrière thermiquement isolante primaire 4 reposant sur la membrane étanche secondaire 3, et une membrane étanche primaire 5, portée par la barrière thermiquement isolante primaire 4 et destinée à être en contact avec le fluide cryogénique contenu dans la cuve.

[0135] La structure porteuse 2 peut notamment être une tôle métallique autoporteuse ou, plus généralement, tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées. La structure porteuse 2 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire, comme illustré sur la [Fig.1]. La structure porteuse 2 comporte une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique. Certaines cuves peuvent aussi ne comporter qu'une seule barrière thermiquement isolante et une seule membrane étanche, par exemple pour le stockage de GPL.

[0136] Comme illustré sur la [Fig.1], la cuve, ici de forme polyédrique, comporte des parois de cuve latérales 6 et des parois transversales 7 (une seule paroi transversale étant illustrée sur la [Fig.1]) qui présentent une composante verticale, c'est-à-dire une composante parallèle à la direction de gravité terrestre. Dans de telles parois de cuve 6, 7 présentant une composante verticale, la présence de canaux se développant sur toute la hauteur de la paroi de cuve 6, 7 sont susceptibles de favoriser les phénomènes de convection naturelle. En effet, dans de telles parois de cuve 6, 7, des phénomènes de thermosiphon peuvent survenir ce qui entraîne une dégradation des performances isolantes des barrières thermiquement isolantes 1, 4. Un aspect de l'invention part de

l'idée de limiter voire supprimer ces phénomènes de convection naturelle.

- [0137] Comme illustré sur la [Fig.2], la barrière thermiquement isolante secondaire 201 comporte un premier panneau isolant d'angle 35 formant une extrémité de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 de la première paroi de cuve 33. De même, la barrière thermiquement isolante secondaire 201 comporte un deuxième panneau isolant d'angle 36 formant une extrémité de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 de la deuxième paroi de cuve 34. Le premier panneau isolant d'angle 35 et le deuxième panneau isolant d'angle 36 forment une arête 37 de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 au niveau d'un angle de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 formé par la jonction de la première paroi de cuve 33 et de la deuxième paroi de cuve 34.
- [0138] Le terme « arête » désigne la zone de jonction entre les deux parois de cuve qui peut présenter différentes formes avec une courbure plus ou moins élevée. Il englobe donc une arête vive, un arrondi ou un congé.
- [0139] Comme illustré sur les figures 2 et 3, la barrière thermiquement isolante secondaire 201 comporte un premier panneau isolant d'angle 35 formant une extrémité de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 de la première paroi de cuve 33. De même, la barrière thermiquement isolante secondaire 201 comporte un deuxième panneau isolant d'angle 36 formant une extrémité de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 de la deuxième paroi de cuve 34. Le premier panneau isolant d'angle 35 et le deuxième panneau isolant d'angle 36 forment une arête 37 de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 au niveau d'un angle de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 formé par la jonction de la première paroi de cuve 33 et de la deuxième paroi de cuve 34.
- [0140] Une face interne du premier panneau isolant d'angle 35 forme une première zone d'ancrage 39 et une face interne du deuxième panneau isolant d'angle 36 forme une deuxième zone d'ancrage 40. La première zone d'ancrage 39 est agencée sur la face interne du premier panneau isolant d'angle 35 à distance de l'arête 37 et, de même, la deuxième zone d'ancrage 40 est agencée sur la face interne du deuxième panneau isolant d'angle 36 à distance de l'arête 37. Ces premières et deuxième zones d'ancrage 39 et 40 comportent une platine métallique (non illustrée) analogue aux platines 13 décrites ci-dessus se développant parallèlement à l'arête 37.
- [0141] Afin d'assurer la continuité de la membrane étanche secondaire 203 entre la première paroi de cuve 33 et la deuxième paroi de cuve 34, la membrane étanche secondaire 203 comporte une pièce d'angle. Une telle pièce d'angle est, par exemple, une cornière 41 métallique. Cette cornière 41 permet de relier de manière étanche une portion de la membrane étanche secondaire 203 appartenant à la première paroi de cuve 33 et une portion de la membrane étanche secondaire 203 appartenant à la deuxième paroi de

cuve 34.

- [0142] Une première portion 42 de la cornière 41 est ancrée de manière étanche sur la première zone d'ancrage 39 et une deuxième portion 43 de la cornière 41, opposée à la première portion 42, est ancrée de manière étanche sur la deuxième zone d'ancrage 40. L'ancrage des première et deuxième portions 42 et 43 de la cornière 41 sur la platine métallique formant les première et deuxième zones d'ancrage 39 et 40 peut être direct, par exemple par soudure directe sur ladite platine métallique, ou indirect, par exemple par soudure à recouvrement sur une portion de la membrane étanche secondaire 203 portée par la paroi de cuve correspondante qui est intercalée entre la portion 42 ou 43 de la cornière 41 et la zone d'ancrage correspondante 39 ou 40.
- [0143] Afin d'absorber les contraintes dans la membrane étanche secondaire 203 au niveau de l'angle, en particulier au niveau de l'arête 37, une portion centrale 44 de la cornière 41 intercalée entre la première portion 42 et la deuxième portion 43 est laissée libre par rapport à la barrière thermiquement isolante secondaire 201. Ainsi, lors d'une mise à froid de la cuve, les première et deuxième portions d'ancrage 42, 43 de la cornière 41 restent ancrées sur les zones d'ancrages 39 et 40 de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 et les contraintes, telles que les contraintes de contraction de la membrane étanche secondaire 203 ou de la barrière thermiquement isolante secondaire 201 éloignant les zones d'ancrage 39, 40 l'une de l'autre, au niveau de l'angle sont absorbées par une déformation de la portion centrale 44 de la cornière 41. En particulier, la portion centrale 44 se tend entre les première et deuxième portions 42 et 43 de ladite cornière 41 de sorte que ladite portion centrale 44 s'éloigne de l'arête 37 en se déformant. Cet éloignement entre la portion centrale 44 de la cornière 41 et l'arête 37 fait apparaître ou s'agrandir un canal entre la barrière thermiquement isolante secondaire 201 et la cornière 41 de la membrane étanche secondaire 203. Ce canal se développe sur toute la longueur de l'arête 37, parallèlement à la direction verticale de la cuve et est donc, comme expliqué ci-dessus, susceptible de favoriser la convection naturelle et de dégrader les performances isolantes de la cuve.
- [0144] En outre, la membrane étanche secondaire illustrée sur les figures 2 et 3 peut être réalisée avec une feuille composite collée, au lieu d'une membrane métallique soudée. Dans ce cas la cornière 41 métallique peut être remplacée par une feuille composite souple 41, par exemple un film étanche stratifié comportant une feuille métallique intercalée entre deux couches de fibre telle qu'une fibre de verre par exemple. Une pièce d'angle sous la forme d'une feuille composite souple 41 peut présenter, par exemple, une première portion collée sur la première zone d'ancrage de la barrière thermiquement isolante et une deuxième portion collée sur la deuxième zone d'ancrage de la barrière thermiquement isolante. La portion centrale d'une telle feuille composite souple 41 est alors laissée libre par rapport à la portion d'angle de la barrière ther-

miquement isolante et l'obturateur à perte de charge serait agencé de façon analogue entre ladite portion centrale de la feuille composite souple et la barrière thermiquement isolante. Une membrane étanche secondaire comportant une telle feuille composite souple au niveau d'un angle de la cuve est par exemple décrit dans le document WO2014167214.

- [0145] Dans ce cas aussi, la contraction de la feuille composite souple 41 au droit de l'arête 37 fait apparaître ou s'agrandir un canal entre la barrière thermiquement isolante secondaire 201 et la membrane étanche secondaire 203.
- [0146] Afin d'éviter cela, un obturateur à perte de charge 217 est agencé dans le canal, comme illustré sur la [Fig.3]. L'obturateur à perte de charge 217 est illustré sur la [Fig.4].
- [0147] L'obturateur à perte de charge 217 est réalisé sous la forme d'une feuille 132 qui comporte une portion inférieure continue formant la bande d'ancrage 224 et des lamelles 229 régulièrement espacées entre elles sur toute sa largeur. Les lamelles 229 sont flexibles et agencées dans un même plan au repos. Chaque lamelle 229 présente une première extrémité 330 jointive de la bande d'ancrage 224 et une deuxième extrémité 331 libre.
- [0148] La bande d'ancrage 224 est fixée sur une portion d'angle de la barrière thermiquement isolante secondaire formée par la face interne du premier panneau isolant d'angle 35 entre la première zone d'ancrage 39 et l'arête 37 et la face interne du deuxième panneau isolant d'angle 36 entre la deuxième zone d'ancrage 40 et l'arête 37. Typiquement, cette portion d'angle forme le fond 220 du canal.
- [0149] Le premier panneau isolant d'angle 35 et le deuxième panneau isolant d'angle 36 comportent chacun une fente (non illustrées) se développant dans l'épaisseur de la plaque interne desdits panneaux isolants d'angle 35, 36 depuis la première zone d'ancrage 39 ou la deuxième zone d'ancrage 40 jusqu'à un plan 45 jointif entre lesdits panneaux isolants d'angle 35, 36. Autrement dit, de telles fentes sont avantageusement jointives au niveau du plan 45 de jonction entre les panneaux isolants d'angle 35, 36 afin de former conjointement un logement pour l'obturateur à perte de charge 217, un tel obturateur à perte de charge 217 sous la forme d'une feuille présentant une forme simple à réaliser étant simple à insérer dans ledit logement.
- [0150] De tels obturateurs à perte de charges 217 sont de préférence installés en préfabrication lors de la fabrication d'un bloc isolant d'angle formé du premier panneau isolant d'angle 35 et du deuxième panneau isolant d'angle 36. Lors de l'installation de la cornière d'angle 41, les lamelles 229 sont déformées par l'appui de la cornière 41 ou feuille composite souple 41 sur lesdites lamelles 229. En outre, lors d'une mise à froid de la cuve générant une augmentation de la section du canal, la contrainte exercée par la cornière 41 ou feuille composite souple 41 sur les lamelles 229 se réduit et

l'élasticité et la longueur des lamelles 229 permet auxdites lamelles 229 d'accompagner l'augmentation de section du canal en maintenant un contact avec la surface externe de la cornière 41 ou feuille composite souple 41 afin d'obstruer ledit canal.

- [0151] La [Fig.5] présente un autre mode de réalisation d'un obturateur à perte de charge 317 comprenant en outre un tissu. Dans ce mode de réalisation, l'obturateur à perte de charge 317 est réalisé sous la forme d'une feuille 132 recouverte en partie d'un tissu 50. La feuille 132 comporte une portion inférieure continue formant la bande d'ancrage 324. Chaque lamelle 329 présente une première extrémité 330 jointive de la bande d'ancrage 324 et une deuxième extrémité 331 libre. Les lamelles 329 sont régulièrement espacées entre elles sur toute la largeur de la feuille 132. Le tissu 50 de l'obturateur à perte de charge 317 recouvre et est collé sur la bande d'ancrage 324 et les lamelles 329. Le tissu 50 présente une sur-longueur de manière à former des soufflets d'expansion 82 au droit des séparations entre les lamelles 329. Ainsi, les lamelles 329 restent relativement découplées les unes des autres en flexion.
- [0152] En référence aux figures 6 à 9 on va maintenant décrire un autre mode réalisation de l'angle de la cuve dans lequel un canal de convection peut apparaître de manière similaire.
- [0153] Au niveau de la jonction entre une première paroi 8 de la cuve, par exemple une paroi latérale 6, et une deuxième paroi 9 de la cuve, par exemple une paroi transversale 7, la cuve comporte une structure d'angle 51 illustrée sur la [Fig.6]. Cette structure d'angle 51 est avantageusement préfabriquée.
- [0154] La structure d'angle 51 illustrée sur la [Fig.6] comporte un premier panneau isolant secondaire d'angle 52 et un deuxième panneau isolant secondaire d'angle 53. Les panneaux isolants secondaires d'angle présentent, de l'extérieure de la cuve vers l'intérieur de la cuve, une plaque rigide externe 54, une garniture isolante 55 et une plaque rigide interne 15. Le premier panneau isolant secondaire d'angle 52 et le deuxième panneau isolant secondaire d'angle 53 présentent en outre une face biseautée, les faces biseautées desdits deux panneaux isolants secondaires d'angle 52, 53 étant jointives. Ainsi, comme illustré sur la [Fig.7] en détail, les panneaux isolants secondaires d'angle forment une arête 16 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1.
- [0155] Le premier panneau isolant secondaire d'angle 52 porte une première portion de membrane étanche secondaire 56 et le deuxième panneau isolant secondaire d'angle 53 porte une deuxième portion de membrane étanche secondaire 18. Ces première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56, 18 peuvent être réalisées de nombreuses manières. Dans un mode de réalisation, les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56, 18 sont en film étanche stratifié. Un tel film

étanche stratifié comporte une feuille métallique, par exemple en aluminium, intercalée entre deux couches de fibres résinées. De telles portions de membrane étanche secondaire 56, 18 en film étanche stratifié sont par exemple collées sur la face interne des panneaux isolants secondaires d'angle 52, 53. Dans un autre mode de réalisation, les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56, 18 sont des plaques métalliques ancrées sur les panneaux isolants secondaires d'angle 52, 53.

- [0156] Comme illustré sur la [Fig.7], les portions de membrane étanche secondaire 56, 18 comportent un bord longitudinal se développant parallèlement à l'arête 16 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1, ledit bord étant agencé à distance de l'arête 16. Typiquement, la première portion de membrane étanche secondaire 56 forme une extrémité de la membrane étanche secondaire 3 de la première paroi 8 et la deuxième portion de membrane étanche secondaire 18 forme une extrémité de la membrane étanche secondaire 3 de la deuxième paroi 9.
- [0157] Afin d'assurer l'étanchéité de la membrane étanche secondaire 3 dans l'angle de la cuve, la structure d'angle 51 comporte une portion de membrane étanche secondaire d'angle 19. Cette portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 relie de manière étanche la première portion de membrane étanche secondaire 56 et la deuxième portion de membrane étanche secondaire 18. Cette portion de membrane étanche secondaire d'angle peut être réalisée de nombreuses manières. Dans un mode de réalisation, la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 est réalisée en film étanche stratifié, par exemple comportant une feuille métallique intercalée entre deux couches de fibres non résinées. Une telle portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 en film étanche stratifiée est par exemple collée sur les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56, 18.
- [0158] Selon un autre mode de réalisation, la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 est formée par une cornière métallique ancrée de manière étanche sur les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56, 18.
- [0159] Comme illustré en détail sur la [Fig.7], la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 se développe le long de l'arête 16. La portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 présente des bords longitudinaux parallèles à l'arête 16. Un premier bord longitudinal de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 forme une première zone d'ancrage 20, illustrée en pointillés sur la [Fig.7], qui est fixée de manière étanche sur la première portion de membrane étanche secondaire 56. De même, un deuxième bord longitudinal de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 forme une deuxième zone d'ancrage 21, illustrée en pointillés sur la [Fig.7], qui est fixée de manière étanche sur la deuxième portion de membrane étanche secondaire 18.
- [0160] La fixation de manière étanche des zones d'ancrage 20, 21 de la portion de

membrane étanche secondaire d'angle 19 sur les portions de membrane étanche secondaire 56, 18 peut être réalisée de nombreuses manières, par exemple par collage dans le cadre d'une portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 sous la forme d'un film étanche stratifié ou encore par soudure dans le cadre d'une portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 sous la forme d'une cornière métallique. La plaque rigide interne 15 des panneaux isolants secondaires d'angle 52, 53 peut comporter une bande de protection thermique logée dans un lamage afin de protéger lesdits panneaux isolants secondaires d'angle 52, 53 lors d'une telle soudure.

- [0161] La structure d'angle 51 comporte en outre une pluralité d'éléments isolants primaires 22 juxtaposés le long de l'arête 16 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Chaque élément isolant primaire 22 comporte un premier bloc isolant primaire 23 reposant sur la première portion de membrane étanche secondaire 56 et un deuxième bloc isolant primaire 24 reposant sur la deuxième portion de membrane étanche secondaire 18. La pluralité d'éléments isolants primaires 22 forme la barrière thermiquement isolante primaire 4.
- [0162] La membrane étanche primaire 5 comporte une pluralité de cornières d'angle 25 métalliques reposant chacune sur un bloc isolant primaire 23, 24 respectif. Ainsi, chaque cornière métallique comporte une première aile 26 reposant sur le premier bloc isolant primaire 23 d'un élément isolant primaire 22 et une deuxième aile 27 reposant sur le deuxième bloc isolant primaire 24 dudit élément isolant primaire 22.
- [0163] La portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 comporte une zone centrale 28 intercalée entre la première zone d'ancrage 20 et la deuxième zone d'ancrage 21. Cette zone centrale 28 est agencée au droit de l'arête 16 et se développe le long de l'arête 16. Cette zone centrale 28 n'est pas fixée sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Autrement dit, la zone centrale 28 est libre par rapport à la barrière thermiquement isolante secondaire 1 et, plus particulièrement, par rapport à l'arête 16. D'autres détails et caractéristiques d'une telle structure d'angle sont décrits par exemple dans le document WO2014167214A2.
- [0164] L'absence de fixation de la zone centrale 28 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1 permet d'absorber les contraintes subies par la membrane étanche secondaire 3 au droit de l'arête 16. En effet, comme illustré sur la [Fig.8], lorsque la cuve est construite, la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 est agencée de sorte que la zone centrale 28 soit au plus près de l'arête 16. Cet agencement permet de limiter la présence d'espace vide entre la membrane étanche secondaire 3 et la barrière thermiquement isolante secondaire 1 favorisant la convection.
- [0165] Cependant, lors de la mise à froid de la cuve, la membrane étanche secondaire 3, et donc la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19, se contracte ce qui

provoque une déformation par mise en tension de ladite portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 comme illustré sur la [Fig.9]. De même, les panneaux isolants secondaires d'angle 52, 53 se contractent, ce qui éloigne les zones d'ancrage 20, 21 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 l'une de l'autre et donc provoque également une déformation par mise en tension de ladite portion de membrane étanche secondaire d'angle 19.

- [0166] Comme illustré sur la [Fig.9], la déformation par mise en tension de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 éloigne la zone centrale 28 de l'arête 16 ce qui augmente sensiblement le volume de l'espace vide entre la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 et la barrière thermiquement isolante secondaire 1 au niveau de l'arête 16. Ainsi, un canal 29 apparaît ou s'agrandit entre la membrane étanche secondaire 3 et la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Ce canal 29 se développe sur toute la longueur de l'arête 16 et présente une direction longitudinale parallèle à l'arête 16. Typiquement, ce canal est délimité par une face externe de la portion centrale 28 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 et par une portion des faces internes des plaques rigides 15 des panneaux isolants secondaires d'angle 52, 53 comprise entre l'arête 16 et les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56 et 18, ladite portion des faces internes des plaques rigides 15 formant un fond 60 du canal 29.
- [0167] Pour éviter la convection dans le canal 29, la cuve comporte un obturateur à perte de charge. Un tel obturateur à perte de charge est agencé dans le canal 29 entre une face interne de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 et une face externe de la membrane étanche secondaire 3. Il peut être réalisé de plusieurs manières.
- [0168] La [Fig.10] illustre un exemple de réalisation d'un tel obturateur à perte de charge. Cet obturateur à perte de charge est réalisé sous la forme d'un film souple 30.
- [0169] Le film souple 30 peut être réalisé en de nombreux matériaux, par exemple en matériau thermoplastique comprenant le Polyéthylène (PE), le polytéréphtalate d'éthylène (PET), le polyamide, le polyimide, le polyetherimide, le polypropylène sous la forme d'un film textile ou non ou de tout autre matériau ou textile présentant une flexibilité à froid. L'obturateur à perte de charge peut également être réalisé en textile tissé éventuellement enduit. Le textile tissé peut être réalisé à base de différents types de fibres, par exemple à base de fibres minérales, tels que des fibres de verre, fibres de basalte ou naturelles par exemple à base de chanvre, de lin ou de laine ou de fibres thermoplastiques (PE, PET, PP, PI, PEI,...).
- [0170] Le film souple 30 illustré sur la [Fig.10] comporte une première zone de fixation 31, une deuxième zone de fixation 32 et une troisième zone de fixation 57. La première zone de fixation 31 et la troisième zone de fixation 57 sont formées au niveau de deux extrémités opposées du film souple 30. Ces première et troisième zones de fixation 31,

- 57 sont par exemple formées par des bords transversaux opposés du film souple 30.
- [0171] La deuxième zone de fixation 32 est intercalée entre la première zone de fixation 31 et la troisième zone de fixation 57, par exemple à une distance sensiblement égale des première et troisième zones de fixation 31 et 57.
- [0172] Le film souple 30 comporte également une première portion d'obturation 58 intercalée entre la première zone de fixation 31 et la deuxième zone de fixation 32 et une deuxième portion d'obturation 59 intercalée entre la deuxième zone de fixation 32 et la troisième zone de fixation 57.
- [0173] La première zone de fixation 31 et la troisième zone de fixation 57 sont fixées sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Plus particulièrement, la première zone de fixation 31 et la troisième zone 57 sont fixées sur le fond 60 du canal 29 de manière à s'étendre transversalement, de préférence perpendiculairement, à la direction longitudinale du canal 29.
- [0174] Cette fixation des première et troisième zones de fixation 31 et 57 sur le fond 60 du canal 29 peut être réalisée de nombreuses manières. Cette fixation est par exemple réalisée par collage ou au moyen d'une bande adhésive double face, par exemple comportant du polytétrafluoroéthylène (PTFE), intercalée entre chacune desdites première et troisième zones de fixation 31 et 57 et le fond 60 du canal 29.
- [0175] La deuxième zone de fixation 32 est fixée sur la face externe de la portion centrale 28 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19. De façon analogue à la fixation des première et troisième zones de fixation 31 et 57, la fixation de la deuxième zone de fixation 32 peut être réalisée de nombreuses manières, par exemple par collage ou au moyen d'une bande adhésive double face intercalée entre la deuxième zone de fixation 32 et la face externe de la zone centrale 28 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19.
- [0176] Selon un mode de réalisation, l'installation du film souple 30 dans la cuve comporte dans un premier temps fixer, par collage ou au moyen d'une bande adhésive, les première et troisième zones de fixation 31 et 57 sur le fond 60 du canal 29. Par ailleurs, une bande adhésive double face est appliquée sur la face externe de la portion centrale 28 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 à l'endroit où doit être fixée la deuxième zone de fixation 32. La portion de membrane étanche secondaire d'angle 19, munie de ladite bande adhésive double face, est dans un second temps ancrée sur les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56 et 18. L'ancrage de la portion de membrane étanche secondaire d'angle sur lesdites portions de membrane étanche secondaire 56 et 18 amène la bande adhésive double face contre la deuxième zone de fixation 32 et fixe ainsi ladite deuxième zone de fixation 32 sur la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19. Dans le cadre d'une portion de membrane étanche secondaire d'angle en film étanche stratifié, une

pression exercée sur une face interne dudit film étanche stratifié au droit de la bande adhésive double face peut améliorer la fixation de la deuxième zone de fixation 32 sur ledit film étanche stratifié.

- [0177] La première portion d'obturation 58 et la deuxième portion d'obturation 59 sont libres par rapport à la barrière thermiquement isolante secondaire 1 et à la membrane étanche secondaire 3. Autrement dit, lesdites première et deuxième portions d'obturation 58 et 59 ne sont pas fixées ni sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1 ni sur la membrane étanche secondaire 3. Ainsi, des bords longitudinaux 61 des portions d'obturation 58 et 59 sont lâches et permettent d'une part une circulation de gaz réduite dans le canal 29, c'est-à-dire avec une perte de charge liée à l'agencement desdites portions d'obturation 58 et 59 dans le canal 29, et d'autre part la déformation du film souple 30 pour accompagner la déformation par mise en tension de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19.
- [0178] En effet, comme expliqué ci-dessus et en regard des figures, lors de la mise en froid de la cuve, la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 se tend. Lors de cette mise en tension de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19, la deuxième zone de fixation 32 du film souple 30 fixée sur la zone centrale 28 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 accompagne la variation de position de ladite zone centrale 28 liée à la déformation de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19. Les première et troisième zones de fixation 31 et 57 du film souple 30 étant fixées sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1, les portions d'obturation 58 et 59 du film souple 30 sont mises en tension entre lesdites zones de fixation 31, 32 et 57 et se développent dans le canal 29 entre la barrière thermiquement isolante secondaire 1 et la membrane étanche secondaire 3. Ainsi, le canal 29 est obturé par la première portion d'obturation 58 et la deuxième portion d'obturation 59 entre la zone centrale 28 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 et la barrière thermiquement isolante secondaire 1 tout en permettant une circulation de gaz avec perte de charge dans l'écoulement.
- [0179] L'accompagnement de la variation de position de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 par la deuxième zone de fixation 32 est facilité lorsque le film souple 30 présente une bonne flexibilité à froid. Ainsi, comme représenté sur la [Fig.10], lorsque la cuve est mise à froid, les portions d'obturation 58 et 59 peuvent légèrement se déformer et présenter une forme conique.
- [0180] De tels obturateurs à perte de charges sont avantageusement agencés dans la cuve au niveau d'angles de la cuve dont l'arête 16 présente une composante parallèle à la gravité terrestre, typiquement entre les parois latérales 6 et les parois transversales 7 de la cuve. De tels obturateurs à perte de charges peuvent également être agencés dans une cuve au niveau d'angles de la cuve dont l'arête 16 est perpendiculaire à la gravité

terrestre. En outre, une pluralité d'obturateurs à perte de charges peuvent être agencés, par exemple à intervalles réguliers, le long du canal 29, maîtrisant ainsi la perte de charge tout au long du canal 29.

- [0181] La [Fig.11] illustre un mode de réalisation dans lequel la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 est formée par un film étanche stratifié collé sur les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56 et 18 et dans lequel la cuve comporte en outre une cale de positionnement 62 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19.
- [0182] Une telle cale 62 est agencée sur le fond 60 du canal 29, le long de l'arête 16 et présente une première face 63 reposant sur la plaque rigide interne 15 d'un panneau isolant secondaire d'angle et une deuxième face 64 reposant sur la plaque rigide interne 15 d'un panneau isolant secondaire d'angle. Cette cale 62 comporte en outre une face interne 65 reliant les première et deuxième faces 63 et 64 de la cale 62. Cette face interne 65 présente une forme concave dont la concavité est tournée vers l'intérieur de la cuve.
- [0183] Lors de l'installation de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19, la zone centrale 28 de ladite portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 est agencée de manière à reposer sur la face interne 65 de la cale 62. Ainsi, la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 est facilement positionnée pour le collage des première et deuxième zones de fixation 20 et 21 respectivement sur les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56 et 18.
- [0184] Une telle cale 62 permet ainsi de contrôler le rayon de courbure de la zone centrale 28 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 lors du collage de ladite portion de membrane étanche secondaire d'angle 19, typiquement lors de la fabrication de la cuve. Une telle cale 62 permet en outre de réduire les dimensions du canal 29, mais ne peut empêcher l'agrandissement dudit canal 29 lors de la mise en froid de la cuve, comme illustré par la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19 illustrée sur cette [Fig.11] représentée dans un état de tension lié à la contraction thermique, comme expliqué ci-dessus. Dans un tel canal 29, la face interne 65 forme alors le fond 60 dudit canal 29.
- [0185] En présence d'une telle cale 62, la première zone de fixation 31 et la troisième zone de fixation 57 de l'obturateur à perte de charge peuvent être fixées directement sur la face interne 65 de la cale 62.
- [0186] Dans un mode de réalisation, une première extrémité d'une ou plusieurs des zones de fixation 31, 32 et/ou 57 du film souple 30 est intercalée entre la première portion de membrane étanche 56 et la première zone d'ancrage 20 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19. De même, une deuxième extrémité d'une ou plusieurs zones de fixation 31, 32 et/ou 57 sont intercalées entre la deuxième portion de

membrane étanche secondaire 18 et la deuxième zone d'ancrage 21 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19. Typiquement ces extrémités desdites zones de fixation 31, 32 et/ou 57 sont ainsi pincées entre les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 56 ou 18 et la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19, assurant ainsi la fixation des zones de fixation 31, 32 et/ou 57 de façon simple.

[0187] Dans un mode de réalisation illustré figures 12 et 13, l'obturateur à perte de charge est réalisé sous la forme d'un film souple 130, qui comporte une première zone de fixation 69 et une deuxième zone de fixation 332. La première zone de fixation 69 et la deuxième zone de fixation 332 sont formées au niveau de deux extrémités opposées du film souple. La première zone de fixation 69 est fixée sur un fond 236 du canal 68. La deuxième zone de fixation 332 est fixée sur une face externe de la membrane étanche secondaire 203. La première zone de fixation 69 et la deuxième zone de fixation 332 sont décalées selon la direction longitudinale du canal 68. Autrement dit, la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation ne sont pas en vis à vis de sorte que la portion d'obturation 235 se développe avec une composante parallèle à la direction longitudinale du canal 68. La portion d'obturation 235 comprend deux repliements espacés entre eux et présente ainsi une forme de Z.

[0188] Afin de faciliter l'intégration de l'obturateur dans la cuve, l'obturateur à perte de charge 130 peut être installé en préfabrication dans la structure d'angle 51 avant la mise en place de la structure d'angle 51 dans la cuve étanche et thermiquement isolante. La structure de l'obturateur 130 est plus simple à mettre en place lors d'une préfabrication en usine des panneaux avec une portion de la membrane étanche les recouvrant.

[0189] Dans un mode de réalisation illustré [Fig.14], l'obturateur à perte de charge est aussi réalisé sous la forme d'un film souple 230 est aussi réalisé sous la forme d'un film souple qui est replié autour d'un axe transversal à la direction longitudinale du canal, sensiblement sous la forme d'un U. L'obturateur 230 comporte une première zone de fixation 231, une deuxième zone de fixation 232 et une portion d'obturation repliée sur elle-même. La première zone de fixation 231 et la deuxième zone de fixation 232 sont formées au niveau de deux extrémités opposées du film souple. La première zone de fixation 231 est fixée sur un fond 236 du canal. La deuxième zone de fixation 232 est fixée sur une face externe de la membrane étanche 203. La première zone de fixation 231 et la deuxième zone de fixation 232 sont en vis-à-vis. Le film souple présente une longueur, lorsque la portion d'obturation est agencée dans un plan, supérieure à la distance entre une surface de fixation de la première zone de fixation 231 sur le fond du canal 229 et une surface de fixation de la deuxième zone de fixation 232 sur la membrane étanche.

- [0190] Le film souple forme un repliement dans lequel, selon un mode de réalisation, est logé un élément compressible 99, par exemple réalisé en ouate, feutre, laine de verre, laine de roche, mousse polymère. L'élément compressible 99 est comprimé entre la première et deuxième zones de fixation 231, 232 et exerce ainsi une force de réaction qui facilite la fixation par collage de la première zone de fixation 231 et de la deuxième zone de fixation 232 sur respectivement le fond du canal et sur la face externe de la membrane étanche. L'obturateur 230 est inséré dans la cuve étanche et thermiquement isolante dans l'interstice entre le fond du canal 236 et la membrane étanche.
- [0191] Selon un mode de réalisation, un film anti-adhésif (non représenté) qui permet d'éviter que les deux parties du film souple repliées l'une par rapport à l'autre ne se collent est inséré dans le repliement du film souple, à la place de ou en combinaison avec l'élément compressible 99.
- [0192] Pour l'installation de l'obturateur 230 dans le canal 236, on peut utiliser un outil en forme de lame, le cas échéant une lame courbe dont la courbure correspond à la forme du fond du canal, par exemple la courbure de la cale 62. On replie successivement le film anti-adhésif et le film souple autour du bord d'extrémité de la lame afin de les pousser dans le canal 236, par exemple entre la cale 62 et la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19.
- [0193] La technique décrite ci-dessus pour réaliser une cuve étanche et thermiquement isolante peut être utilisée dans différents types de réservoirs, par exemple dans un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.
- [0194] 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 appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.
- [0195] La [Fig.15] 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.

[0196] 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.

[0197] 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 tel que défini par les revendications.

[0198] De même, le mode de réalisation illustré sur les figures à représente un obturateur à perte de charge comportant une ou deux zones de fixation coopérant avec la barrière thermiquement isolante et une zone de fixation coopérant avec la membrane étanche secondaire, cependant le nombre de zones de fixation pouvant coopérer avec la membrane étanche et le nombre de zones de fixation pouvant coopérer avec la barrière thermiquement isolante peut être différent. Un obturateur à perte de charge peut ainsi comporter une pluralité de zone de fixation destinées à coopérer avec la barrière thermiquement isolante en alternance avec une pluralité de zones de fixation destinées à coopérer avec la membrane étanche de sorte que les portions d'obturation entre une zone de fixation sur la barrière thermiquement isolante et une zone de fixation sur la membrane étanche se développe dans le canal pour obturer ledit canal.

[0199] De manière générale, de tels obturateurs à perte de charges peuvent ainsi être installés dans tout interstice lié à un jeu de positionnement ou de fabrication susceptible de former ou de générer au cours de l'utilisation d'une cuve un canal favorisant les phénomènes de convection.

[0200] 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.

[0201] 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.

[0202] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

[Revendication 1]

Cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de fluide, dans laquelle une paroi de cuve comporte depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire (1, 201) et une membrane étanche secondaire (3, 203), la membrane étanche secondaire (3, 203) étant ancrée sur la barrière thermiquement isolante secondaire (1, 201), une barrière thermiquement isolante primaire (4) reposant contre la membrane étanche secondaire (3, 203) et une membrane étanche primaire (5) reposant contre la barrière thermiquement isolante primaire (4) et destinée à être en contact avec un fluide contenu dans la cuve,

dans laquelle ladite barrière thermiquement isolante secondaire (1, 201) comporte une première portion plane et une deuxième portion plane orientée avec un angle par rapport à la première portion plane, une jonction entre la première portion plane de barrière thermiquement isolante secondaire et la deuxième portion plane de barrière thermiquement isolante secondaire formant une arête (16, 37), la première portion plane formant une première zone d'ancrage (20) pour la membrane étanche secondaire, la première zone d'ancrage (20) étant distante de l'arête (16, 37), la deuxième portion plane formant une deuxième zone d'ancrage (21) pour la membrane étanche secondaire, la deuxième zone d'ancrage (21) étant distante de l'arête (16, 37), la barrière thermiquement isolante secondaire (1, 201) comportant une portion d'angle intercalée entre la première zone d'ancrage (20, 39) et la deuxième zone d'ancrage (21, 40) et incluant l'arête (16, 37), la membrane étanche secondaire (3, 203) comportant une pièce d'angle (41), ladite pièce d'angle (41) étant étanche et comportant une première portion (42, 56) ancrée sur la première zone d'ancrage (20, 39) et une deuxième portion (43, 18) ancrée sur la deuxième zone d'ancrage (21, 40), la pièce d'angle (41) comportant en outre une portion centrale (28, 44) intercalée entre la première portion (42, 56) et la deuxième portion (43, 18), ladite portion centrale (28, 44) étant libre de se déformer par rapport à la barrière thermiquement isolante secondaire (1, 201) au droit de l'arête (16, 37), la cuve comportant un canal (29, 68, 316) se développant selon une direction longitudinale parallèle à l'arête, ledit canal (29, 68, 316) étant délimité par la portion centrale de la membrane étanche secondaire (3, 203) et par la portion d'angle de la barrière ther-

miquement isolante secondaire (1, 201, 301), la portion d'angle (28, 44) de la barrière thermiquement isolante secondaire (1, 201) formant un fond (68) du canal,

la cuve comportant en outre un obturateur à perte de charge (30, 130, 217, 230, 317) agencé dans le canal (29, 68, 316) et s'étendant entre le fond (68) du canal et la portion centrale de la membrane étanche secondaire (3, 203).

[Revendication 2] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1 dans laquelle le canal (29, 68, 316) est parallèle à la direction de gravité terrestre ou présente une composante perpendiculaire à la direction de gravité terrestre.

[Revendication 3] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle ledit obturateur à perte de charge (217, 317) comporte une bande d'ancrage (224, 324) et une portion flexible, la bande d'ancrage (224, 324) se développant selon une direction sécante à la direction longitudinale du canal (29, 68, 316), la portion flexible comportant une pluralité d'éléments flexibles (229, 329) faisant saillie de la bande d'ancrage (224, 324) en direction de la membrane étanche secondaire (3, 203), une extrémité libre des éléments flexibles (229, 329) opposée à la bande d'ancrage (224, 324) étant en contact avec la membrane étanche secondaire de façon à créer une perte de charge pour un écoulement circulant dans le canal (29, 68, 316), lesdits éléments flexibles (229, 329) étant aptes à fléchir élastiquement au contact de la membrane étanche secondaire (3, 203).

[Revendication 4] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 3, dans laquelle la bande d'ancrage (224, 324) est fixée sur le fond (68) du canal.

[Revendication 5] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 3 à 4, dans laquelle, l'obturateur à perte de charge (217, 317) comprend une nappe textile recouvrant des éléments flexibles de l'obturateur à perte de charge (217, 317).

[Revendication 6] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle ledit obturateur à perte de charge comporte un film souple (30, 130, 230, 130), ledit film souple comportant une première zone de fixation (31, 69, 231) et une deuxième zone de fixation (32, 232, 332), la première zone de fixation (31, 69, 231) s'étendant transversalement à

la direction longitudinale du canal (29, 68, 316), la première zone de fixation (31, 69, 231) dudit film souple étant fixée sur le fond (68) du canal,

la deuxième zone de fixation (32, 232, 332) s'étendant transversalement à la direction longitudinale du canal (29, 68, 316), la deuxième zone de fixation (32, 232, 332) étant fixée à la face externe de la membrane étanche secondaire délimitant le canal (29, 68, 316),

le film souple (30, 130, 230, 130) comportant une portion d'obturation s'étendant de la première zone de fixation (31, 69, 231) à la deuxième zone de fixation (32, 232, 332), ladite portion d'obturation s'étendant en travers du canal (29, 68, 316) entre le fond (68) du canal et la membrane étanche secondaire (3, 203) de façon à créer une perte de charge dans le canal (29, 68, 316).

[Revendication 7] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 6, dans laquelle la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation sont situées à deux extrémités opposées du film souple et sont disposées à un même niveau dans la direction longitudinale du canal (29, 68, 316).

[Revendication 8] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 6, dans laquelle la portion d'obturation du film souple est une première portion d'obturation (58), le film souple comporte une troisième zone de fixation (57) s'étendant transversalement à la direction longitudinale du canal (29, 68, 316), la troisième zone de fixation (57) étant fixée sur le fond (68) du canal, la deuxième zone de fixation (32, 232, 332) étant intercalée entre la première zone de fixation (31, 69, 231) et la troisième zone de fixation (57), le film souple comportant une deuxième portion d'obturation (59) s'étendant de la deuxième zone de fixation (32, 232, 332) à la troisième zone de fixation (57), ladite deuxième portion d'obturation s'étendant en travers du canal (29, 68, 316) entre le fond (68) du canal et la membrane étanche secondaire de façon à créer une perte de charge dans le canal (29, 68, 316).

[Revendication 9] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans laquelle la portion d'obturation est déformable et comprend au moins un repliement le long d'un axe transversal à la direction longitudinale du canal (32, 232, 332).

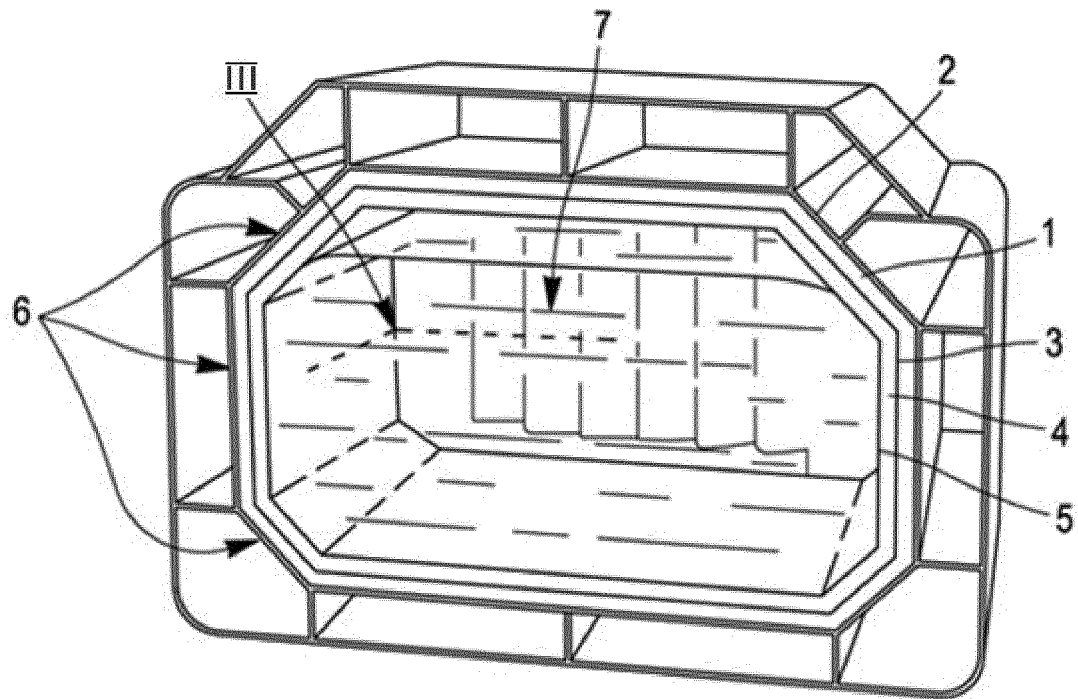
[Revendication 10] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 9, dans laquelle la portion d'obturation comprend deux repliements mutuellement espacés dans la direction longitudinale du canal (29, 68, 316), chaque repliement étant réalisé le long d'un axe transversal à la

- direction longitudinale du canal (29, 68, 316).
- [Revendication 11] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, dans laquelle le film souple (30, 130, 230, 130) est en matériau choisi dans le groupe consistant en un mât de verre, un film polyéthylène et un film polyamide.
- [Revendication 12] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 6 à 11, dans laquelle la première zone de fixation (31, 69, 231) et/ou la deuxième zone de fixation (32, 232, 332) se développe dans un plan sécant à la direction longitudinale du canal (29, 68, 316), de préférence dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale du canal (29, 68, 316).
- [Revendication 13] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 12, la cuve comportant une pluralité d'obturateurs à perte de charge agencés dans le canal (29, 68, 316) le long de la direction longitudinale du canal (29, 68, 316).
- [Revendication 14] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 13, dans laquelle les obturateurs à perte de charge de la pluralité d'obturateurs à perte de charge sont agencés dans le canal (29, 68, 316) à intervalles réguliers le long de la direction longitudinale du canal (29, 68, 316).
- [Revendication 15] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 13, dans laquelle les obturateurs à perte de charge de la pluralité d'obturateurs à perte de charge sont agencés dans le canal (29, 68, 316) à intervalles irréguliers le long de la direction longitudinale du canal (29, 68, 316).
- [Revendication 16] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 14 ou 15, dans laquelle la barrière thermiquement isolante secondaire formant le fond du canal comporte une pluralité de panneaux isolants espacés et une pluralité de zones de jonction situées entre les panneaux isolants, et les obturateurs sont agencés en regard des panneaux isolants de manière que les zones de jonction à chaque extrémité d'un panneau se trouvent entre les obturateurs.
- [Revendication 17] Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une des revendications 1 à 16 disposée dans la double coque.
- [Revendication 18] Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 17, 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 entraîner un flux de produit liquide

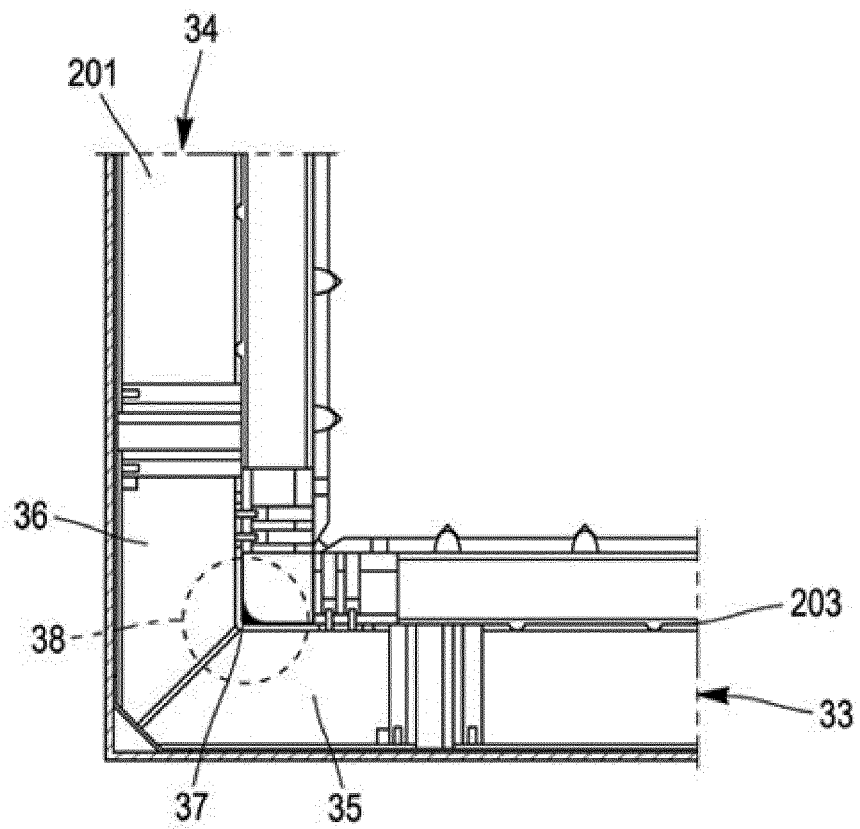
froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

[Revendication 19] Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 17, 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).

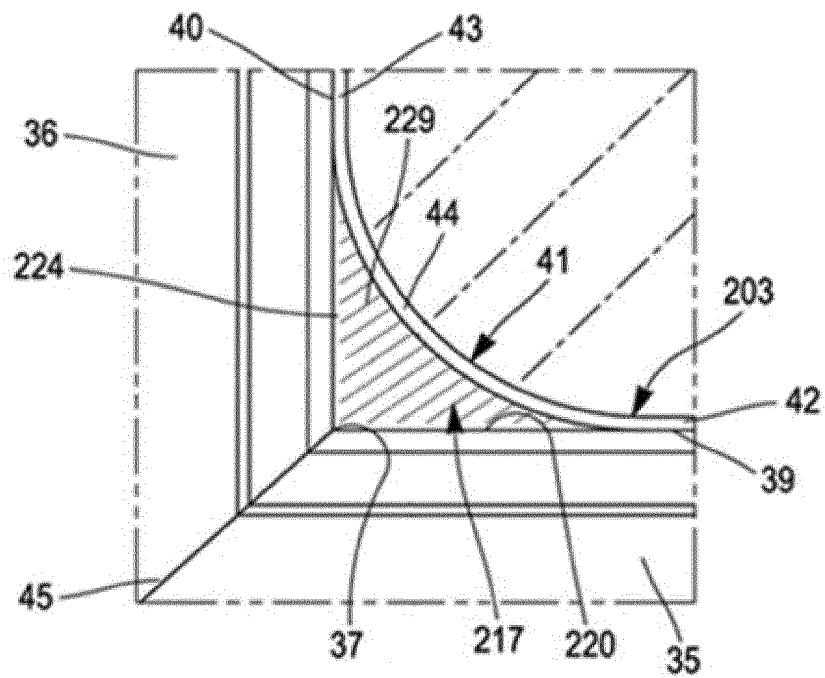
[Fig. 1]



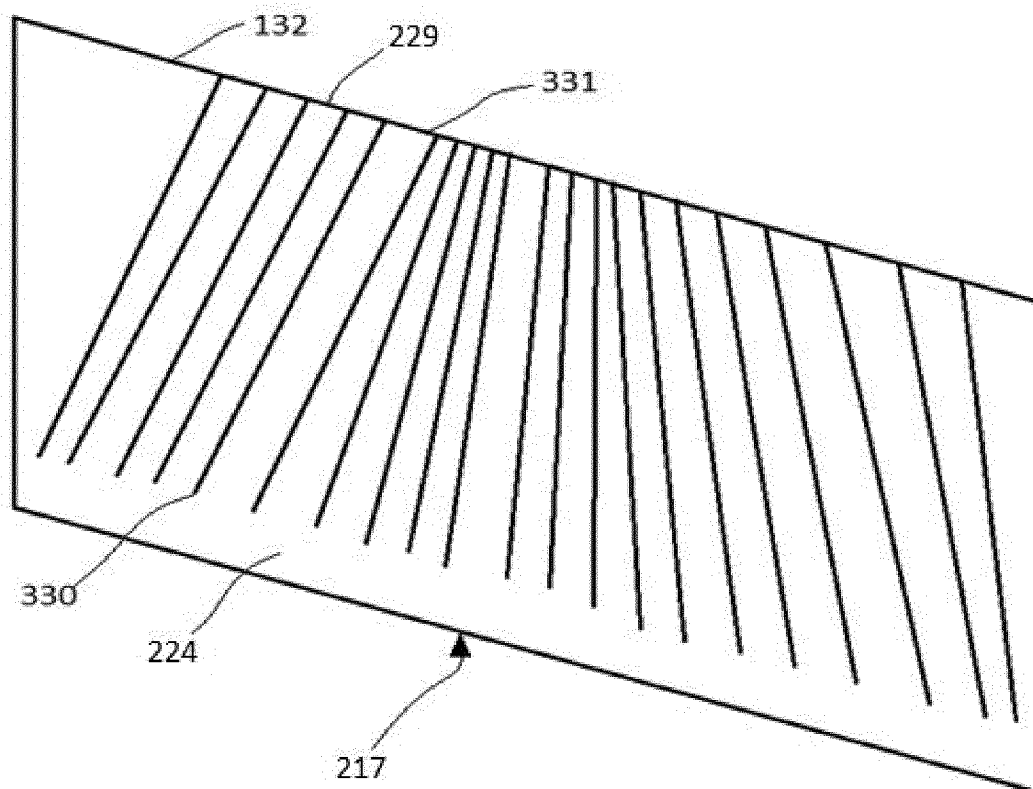
[Fig. 2]



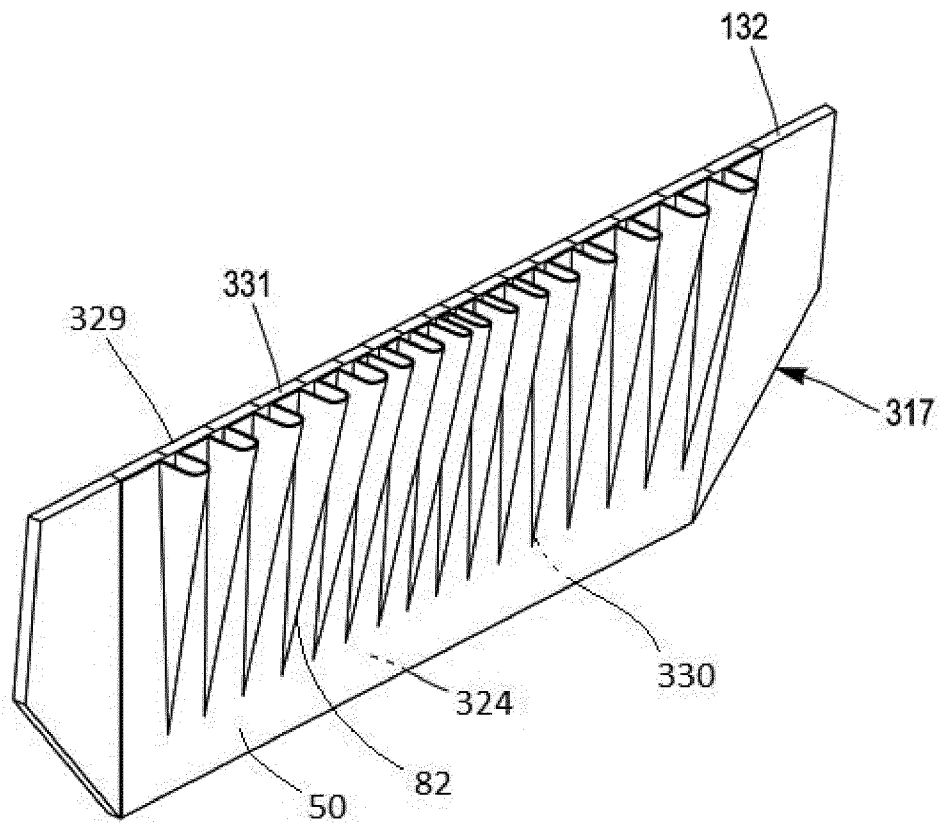
[Fig. 3]



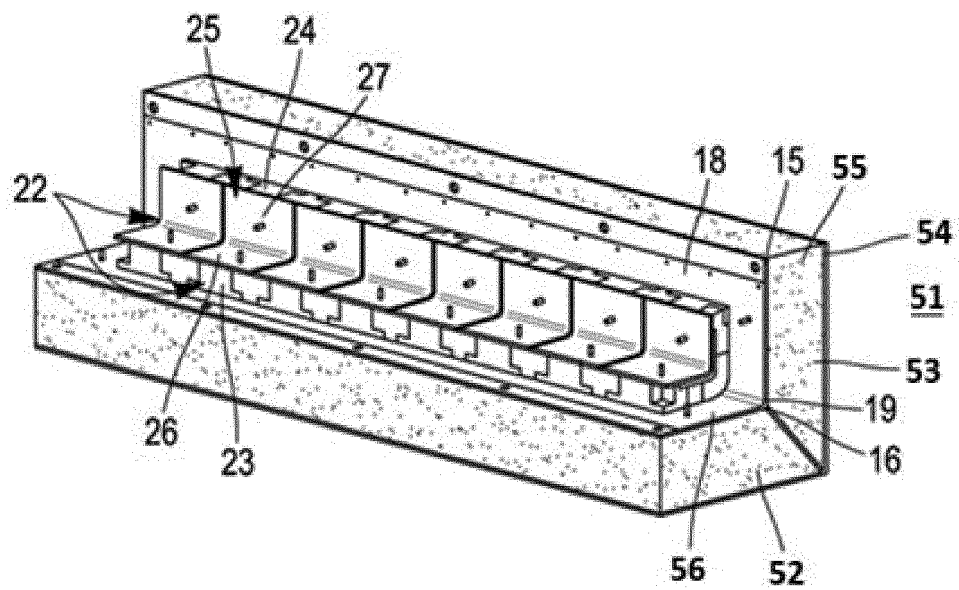
[Fig. 4]



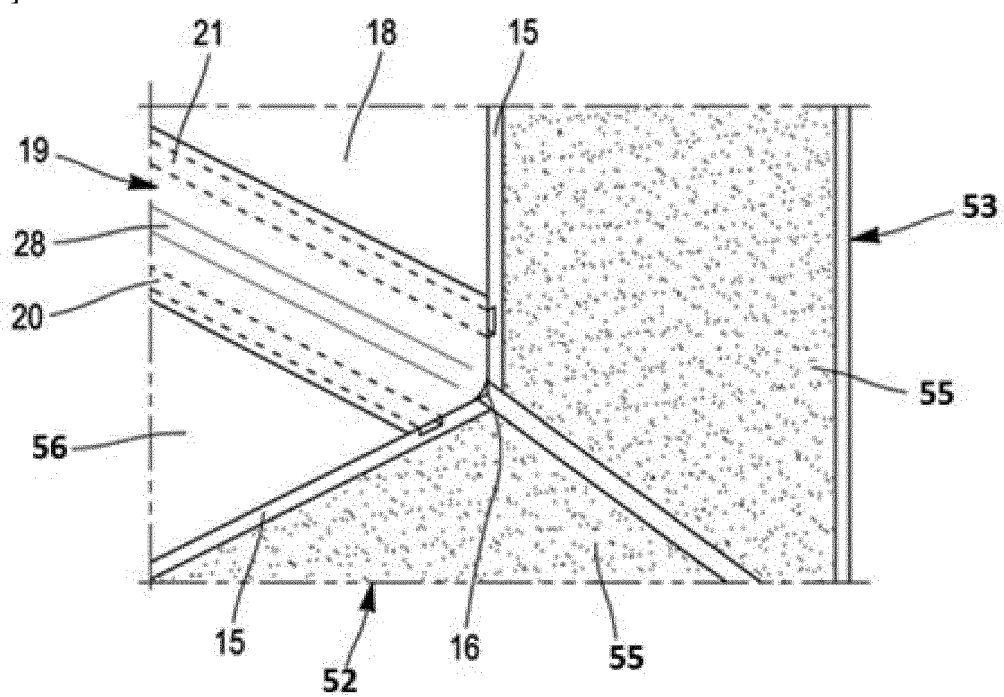
[Fig. 5]



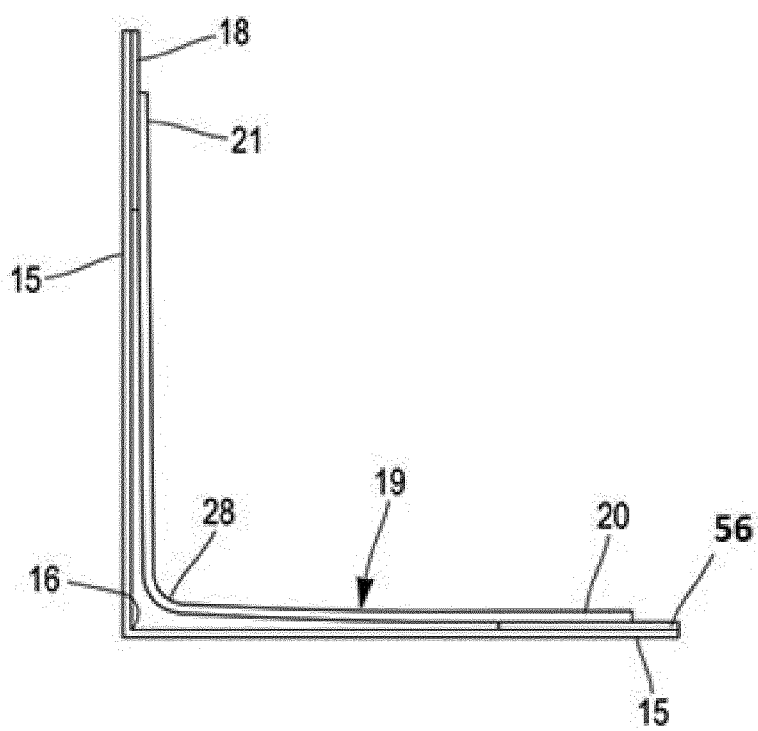
[Fig. 6]



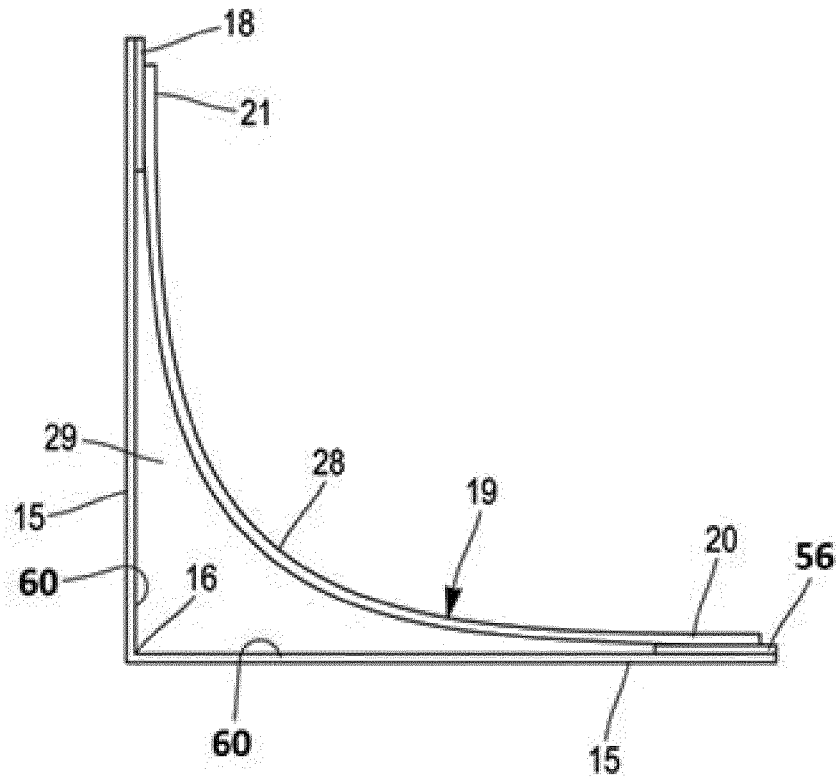
[Fig. 7]



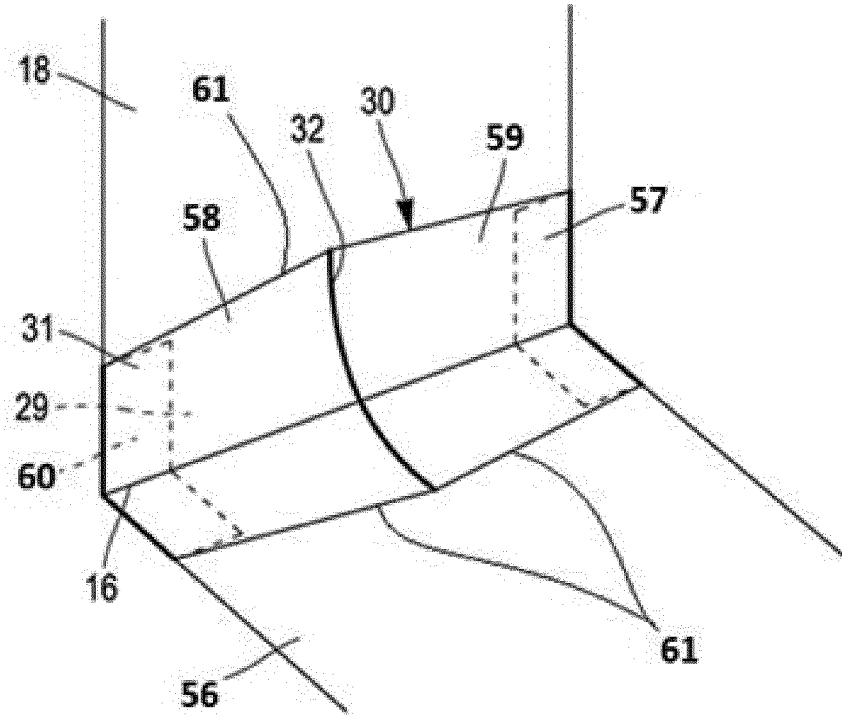
[Fig. 8]



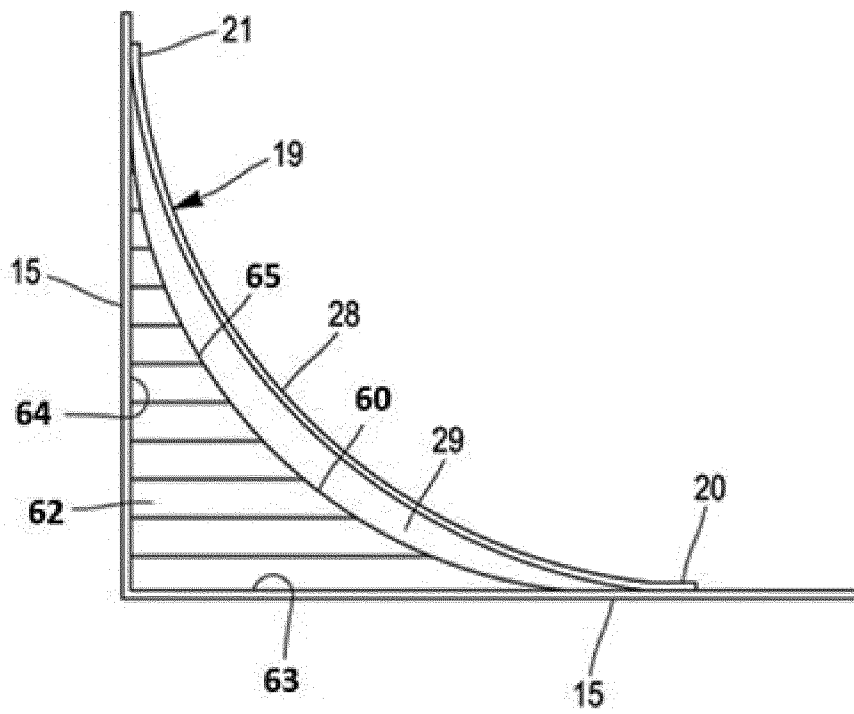
[Fig. 9]



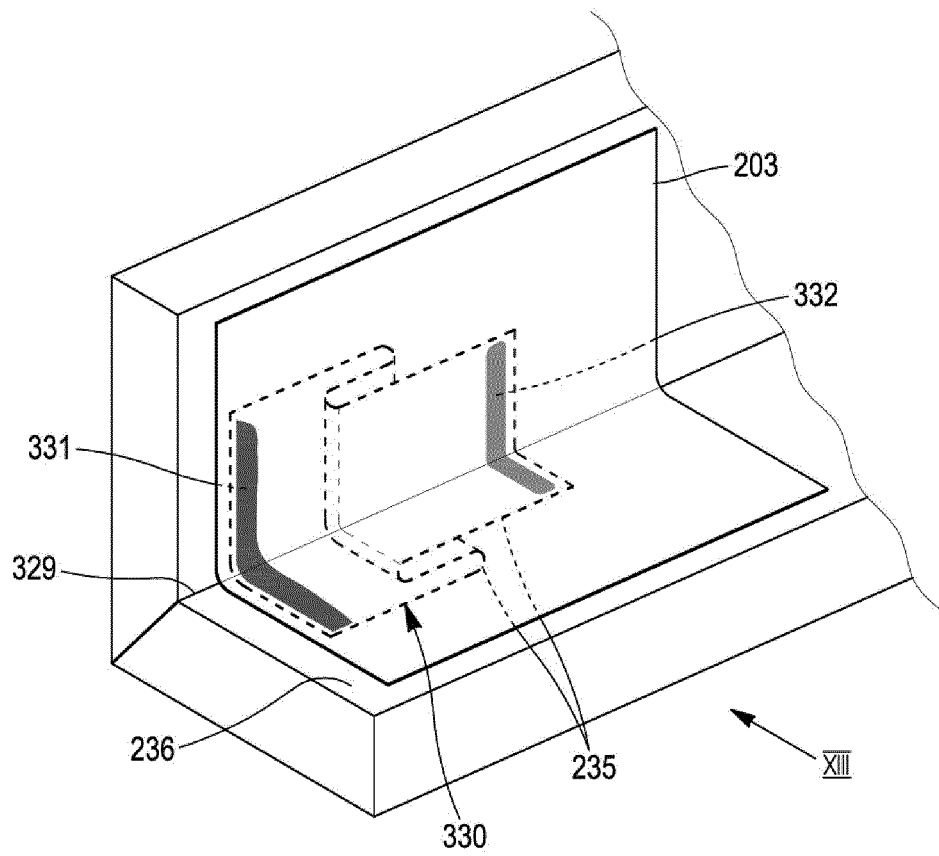
[Fig. 10]



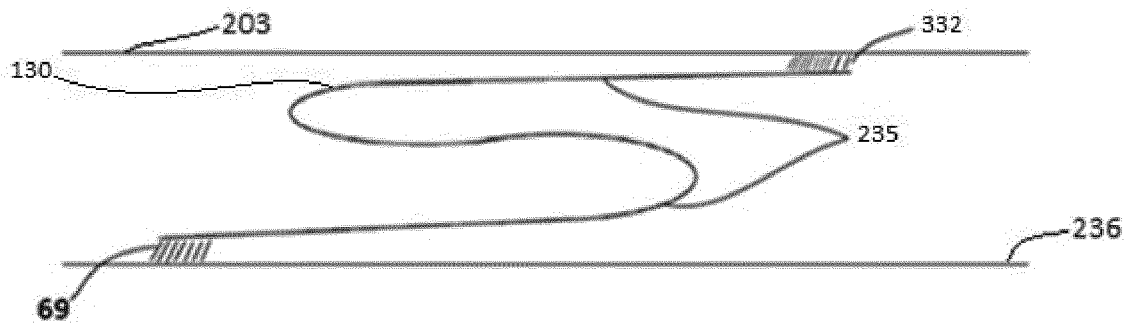
[Fig. 11]



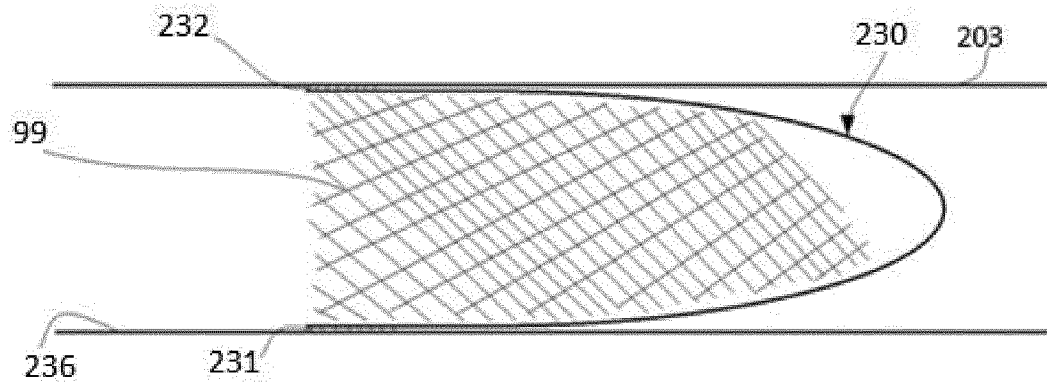
[Fig. 12]



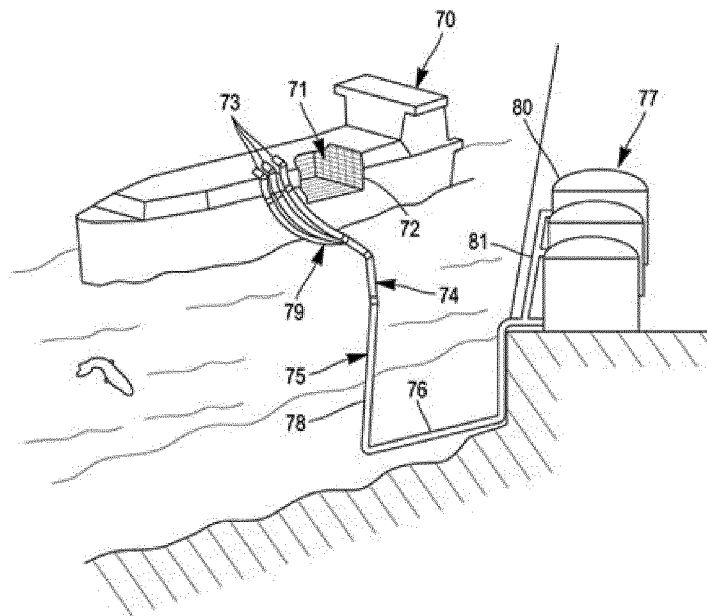
[Fig. 13]



[Fig. 14]



[Fig. 15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/068798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*F17C 3/02*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F17C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	FR 3084645 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 07 February 2020 (2020-02-07) figures 1-9	1,2,13-19 3-12
X A	WO 2019012236 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 17 January 2019 (2019-01-17) figures 1-4,23	1,2,13-19 3-12
X A	KR 20160021351 A (SAMSUNG HEAVY IND [KR]) 25 February 2016 (2016-02-25) paragraphs [0138] - [0142]; figures 1,2,7-12	1,2,13,14,16-19 3-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 September 2021

Date of mailing of the international search report

30 September 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Nicol, Boris

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/068798

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	3084645	A1	07 February 2020	CN	112789442	A	11 May 2021
				EP	3833902	A1	16 June 2021
				FR	3084645	A1	07 February 2020
				KR	20200016772	A	17 February 2020
				WO	2020030871	A1	13 February 2020
WO	2019012236	A1	17 January 2019	CN	111051762	A	21 April 2020
				FR	3069044	A1	18 January 2019
				KR	20200023483	A	04 March 2020
				WO	2019012236	A1	17 January 2019
KR	20160021351	A	25 February 2016	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2021/068798

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F17C3/02
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F17C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X A	FR 3 084 645 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 7 février 2020 (2020-02-07) figures 1-9 -----	1,2, 13-19 3-12
X A	WO 2019/012236 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 17 janvier 2019 (2019-01-17) figures 1-4,23 -----	1,2, 13-19 3-12
X A	KR 2016 0021351 A (SAMSUNG HEAVY IND [KR]) 25 février 2016 (2016-02-25) alinéas [0138] - [0142]; figures 1,2,7-12 -----	1,2,13, 14,16-19 3-12



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 septembre 2021

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30/09/2021

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Nicol, Boris

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2021/068798

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3084645	A1	07-02-2020	CN 112789442 A	11-05-2021
			EP 3833902 A1	16-06-2021
			FR 3084645 A1	07-02-2020
			KR 20200016772 A	17-02-2020
			WO 2020030871 A1	13-02-2020

WO 2019012236	A1	17-01-2019	CN 111051762 A	21-04-2020
			FR 3069044 A1	18-01-2019
			KR 20200023483 A	04-03-2020
			WO 2019012236 A1	17-01-2019

KR 20160021351	A	25-02-2016	AUCUN	
