

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 115 854

②① N° d'enregistrement national : **20 11105**

⑤① Int Cl⁸ : **F 17 C 3/06** (2020.12), F 17 C 13/08, B 63 B 25/16

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Cuve étanche et thermiquement isolante.

②② Date de dépôt : 29.10.20.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 06.05.22 Bulletin 22/18.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 04.11.22 Bulletin 22/44.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
Société Anonyme à conseil d'administration — FR.

⑦② Inventeur(s) : DELETRE Bruno et TESSIER Alain.

⑦③ Titulaire(s) : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
Société Anonyme à conseil d'administration.

⑦④ Mandataire(s) : ABELLO IP Firm.

FR 3 115 854 - B1



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 d'isolation thermique secondaire retenue à la structure porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire reposant contre la barrière d'isolation thermique secondaire, une barrière d'isolation thermique primaire reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire et une membrane d'étanchéité primaire reposant contre la barrière d'isolation thermique primaire et destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.
- [0004] Le document WO2016/046487 décrit une barrière d'isolation thermique secondaire et une barrière d'isolation thermique primaire formées de panneaux isolants juxtaposés. Dans ce document WO2016/046487, la membrane d'étanchéité secondaire est constituée d'une pluralité de tôles métalliques comportant des ondulations faisant saillie vers l'extérieur de la cuve et permettant ainsi à la membrane d'étanchéité secondaire de se déformer sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques générées par le fluide emmagasiné dans la cuve. Une face interne des panneaux isolants de la barrière d'isolation thermique secondaire présente des rainures recevant les ondulations des tôles métalliques ondulées de la membrane étanche secondaire. Ces ondulations et ces rainures forment un maillage de canaux se développant le long des parois de la cuve.
- [0005] 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.

[0006] 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.

[0007] 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.

[0008] 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

[0009] 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.

[0010] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de fluide, ladite cuve comportant une barrière thermiquement isolante et une membrane étanche, la cuve comportant un canal se développant selon une direction longitudinale, ledit canal s'étendant le long de la membrane étanche et étant délimité d'une part par la barrière thermiquement isolante et, d'autre part, par une face externe de la membrane étanche, la barrière thermiquement isolante formant un fond du canal,

la cuve comportant en outre un obturateur agencé dans le canal, ledit obturateur comportant 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 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 de façon à créer une perte de charge dans le canal.

- [0011] 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.
- [0012] Grâce à ces caractéristiques, les phénomènes de convection dans la cuve, et en particulier dans le canal, sont réduits. En effet, l'obturateur 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.
- [0013] 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.
- [0014] Selon des modes de réalisation, une telle cuve étanche et thermiquement isolante peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0015] 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.
- [0016] 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.
- [0017] 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.
- [0018] 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.
- [0019] 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.
- [0020] 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.
- [0021] 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.
- [0022] 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.
- [0023] 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.

- [0024] 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, la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation étant situées au niveau de deux extrémités opposées du film souple et décalées selon la direction longitudinale du canal. L'obturateur présente par exemple une forme en Z.
- [0025] Selon un mode de réalisation, l'obturateur présente une direction d'élongation s'étendant entre la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation, le film souple étant réalisé en matériau textile tissé et comprenant des fils orientés entre 35° et 55° (degrés) par rapport à la direction d'élongation, préférentiellement, les fils sont orientés à 45° par rapport à la direction d'élongation. Grâce à cette caractéristique, l'obturateur obtient une souplesse par la déformation des fils de trame et des fils de chaîne du textile tissé.
- [0026] 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 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.
- [0027] 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 de façon à créer une perte de charge dans le canal.
- [0028] Un tel obturateur permet une bonne obturation du canal et donc une perte de charge de l'écoulement du flux importante.

- [0029] 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.
- [0030] Selon un mode de réalisation, la deuxième portion d'obturation est mobile par rapport au fond du canal.
- [0031] Selon un mode de réalisation, la deuxième portion d'obturation est mobile par rapport à la membrane étanche.
- [0032] 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.
- [0033] 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.
- [0034] 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.
- [0035] Selon un mode de réalisation, la première zone de fixation se développe dans un plan sécant à la direction longitudinale du canal.
- [0036] Selon un mode de réalisation, la première zone de fixation se développe dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale du canal.
- [0037] Selon un mode de réalisation, la deuxième zone de fixation se développe dans un plan sécant à la direction longitudinale du canal.
- [0038] Selon un mode de réalisation, la deuxième zone de fixation se développe dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale du canal.
- [0039] De telles zones d'ancrage agencées perpendiculairement à la direction longitudinale du canal permettent une bonne obturation du canal par la ou les portions d'obturation.
- [0040] Selon un mode de réalisation, la première zone de fixation et/ou la deuxième zone de fixation est fixée par collage. 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. Selon un mode de réalisation, la cuve comporte une bande adhésive double face intercalée 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.

- [0041] Selon un mode de réalisation, la cuve comporte une pluralité d'obturateurs agencés dans le canal le long de la direction longitudinale du canal. Ainsi, un écoulement de flux dans le canal est maîtrisé le long du canal. De tels obturateurs peuvent comporter un, plusieurs ou être tous tels que les obturateurs décrits ci-dessus.
- [0042] Selon un mode de réalisation, les obturateurs de la pluralité d'obturateurs sont agencés dans le canal à intervalles réguliers.
- [0043] 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.
- [0044] Selon un mode de réalisation, les obturateurs sont agencés à intervalles irréguliers.
- [0045] 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 .
- [0046] 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.

- [0047] 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.
- [0048] 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.
- [0049] 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.
- [0050] 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.
- [0051] 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.
- [0052] 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.

- [0053] 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.
- [0054] Selon un mode de réalisation, la pièce étanche d'angle est une cornière métallique.
- [0055] 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 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.
- [0056] 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.
- [0057] 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.
- [0058] 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.
- [0059] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche comporte une ondulation, ladite ondulation faisant saillie en direction de la barrière thermiquement isolante, ladite ondulation se développant selon la direction longitudinale du canal, la barrière thermiquement isolante comportant une rainure, ladite ondulation étant logée dans ladite rainure, le fond du canal étant formée par ladite rainure.

- [0060] Selon un mode de réalisation, la membrane étanche comporte une série d'ondulations parallèles et des portions planes, lesdites portions planes étant situées entre deux ondulations parallèles adjacentes, lesdites ondulations parallèles faisant saillie en direction de la barrière thermiquement isolante,
- la barrière thermiquement isolante comportant une série de rainures parallèles, les ondulations parallèles étant logées dans une dite rainure respective,
- la cuve comportant en outre une pluralité de canaux délimités d'une part par une dite rainure respective et, d'autre part, par la membrane étanche, un fond de chaque canal étant formé par une dite rainure correspondante,
- la cuve comportant en outre une pluralité d'obturateurs, lesdits obturateurs comportant 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 de la rainure correspondante, la première zone de fixation dudit film souple étant fixée sur le fond du canal correspondant,
- la deuxième zone de fixation s'étendant transversalement à la direction longitudinale dudit canal, la deuxième zone de fixation étant fixée à la face externe de la membrane étanche délimitant ledit canal,
- ledit 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 dudit canal et la membrane étanche de façon à créer une perte de charge dans ledit canal..
- [0061] Grâce à ces caractéristiques, il est possible de loger les ondulations d'une membrane étanche ondulée dans des rainures de la barrière thermiquement isolante sans que cela ne génère des phénomènes de convection naturelle dommageables aux propriétés d'isolation de la barrière thermiquement isolante.
- [0062] Selon un mode de réalisation, le canal présente une composante parallèle à la direction de gravité terrestre.
- [0063] Selon un mode de réalisation, le canal est parallèle à la direction de gravité terrestre.
- [0064] De tels canaux présentant une composante verticale sont les plus susceptibles de favoriser les phénomènes de convection de sorte que l'agencement de ou des obturateurs dans un tel canal est particulièrement avantageux et réduit efficacement les phénomènes de convection.
- [0065] Selon un mode de réalisation, le canal présente une composante perpendiculaire à la direction de gravité terrestre.
- [0066] Selon un mode de réalisation, le canal est perpendiculaire à la direction de gravité terrestre.
- [0067] 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 déporté (FPSO) et autres. Une telle cuve peut aussi servir de réservoir de carburant dans tout type de navire.

[0068] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également un navire pour le transport d'un produit liquide froid comporte une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque.

[0069] 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.

[0070] 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

[0071] . 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.

[0072] [fig.1] La [fig.1] est une vue en perspective schématique avec coupe d'une portion de cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans une structure porteuse ;

[0073] [fig.2] La [fig.2] est une vue en perspective schématique d'une structure d'angle de la cuve illustrée sur la [fig.1] ;

[0074] [fig.3] La [fig.3] est une vue de détail d'une arête de la barrière thermiquement isolante secondaire appartenant à la structure d'angle de la [fig.2] ;

[0075] [fig.4] La [fig.4] est une représentation schématique illustrant la membrane étanche secondaire et la barrière thermiquement isolante secondaire au niveau de l'angle de la cuve étanche et thermiquement isolante dans une cuve à température ambiante ;

[0076] [fig.5] La [fig.5] est une représentation schématique illustrant la membrane étanche secondaire et la barrière thermiquement isolante secondaire au niveau de l'angle de la cuve étanche et thermiquement isolante dans une cuve comportant un liquide cryogénique ;

[0077] [fig.6] La [fig.6] est une représentation schématique illustrant un obturateur fixé sur

la barrière thermiquement isolante secondaire au niveau de l'arête formée par ladite barrière thermiquement isolante secondaire dans une cuve comportant un liquide cryogénique ;

- [0078] [fig.7] La [fig.7] est une représentation schématique illustrant la membrane étanche secondaire et la barrière thermiquement isolante secondaire au niveau de l'angle de la cuve étanche et thermiquement isolante selon un variante de réalisation des figures 4 et 5 ;
- [0079] [fig.8] La [fig.8] est une vue en perspective schématique d'une portion de barrière thermiquement isolante sur laquelle repose une membrane étanche ondulée à ondulations sortantes, ladite membrane étanche ondulée étant illustrée en transparence, un obturateur étant agencé entre la membrane étanche ondulée et la barrière thermiquement isolante ;
- [0080] [fig.9] La [fig.9] 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.
- [0081] [fig.10] La [fig.10] est une vue latérale de l'obturateur à perte de charge selon la flèche XIII de la [fig.9].
- [0082] [fig.11] La [fig.11] est une vue analogue à la [fig.10] d'un obturateur à perte de charge selon un autre mode de réalisation.
- [0083] [fig.12] La [fig.12] 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

- [0084] 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.
- [0085] 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.
- [0086] De telles parois de cuve comportent, 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 (non illustrés), 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.
- [0087] 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.

[0088] Comme illustré sur la [fig.1], la cuve comporte des parois latérales 6 de cuve et des parois transversales 7 de cuve (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 6, 7 est susceptible de favoriser les phénomènes de convection naturelle. En effet, dans de telles parois 6, 7, des phénomènes de thermosiphon peuvent survenir ce qui entraîne une dégradation des performances d'isolation thermique des barrières thermiquement isolantes 1, 4. Un aspect de l'invention part de l'idée de limiter voire supprimer ces phénomènes de convection naturelle.

[0089] 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 10 illustrée sur la [fig.2]. Cette structure d'angle 10 est avantageusement préfabriquée.

[0090] La structure d'angle 10 illustrée sur la [fig.2] comporte un premier panneau isolant secondaire d'angle 11 et un deuxième panneau isolant secondaire d'angle 12. Les panneaux isolants secondaires d'angle présentent, de l'extérieure de la cuve vers l'intérieur de la cuve, une plaque rigide externe 13, une garniture isolante 14 et une plaque rigide interne 15. Le premier panneau isolant secondaire d'angle 11 et le deuxième panneau isolant secondaire d'angle 12 présentent en outre une face biseautée, les faces biseautées desdits deux panneaux isolants secondaires d'angle 11, 12 étant jointives. Ainsi, comme illustré sur la [fig.3] en détail, les panneaux isolants secondaires d'angle forment une arête 16 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1.

[0091] Le premier panneau isolant secondaire d'angle 11 porte une première portion de membrane étanche secondaire 17 et le deuxième panneau isolant secondaire d'angle 12 porte une deuxième portion de membrane étanche secondaire 18. Ces première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 17, 18 peuvent être réalisées de nombreuses manières. Dans un mode de réalisation, les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 17, 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 17, 18 en film étanche stratifié sont par exemple collées sur la face interne des panneaux isolants secondaires d'angle 11, 12. Dans un autre mode de réalisation, les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 17, 18 sont des plaques métalliques ancrées sur les panneaux isolants secondaires d'angle 11, 12.

[0092] Comme illustré sur la [fig.3], les portions de membrane étanche secondaire 17, 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 17 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.

[0093] Afin d'assurer l'étanchéité de la membrane étanche secondaire 3 dans l'angle de la cuve, la structure d'angle 10 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 17 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 17, 18.

[0094] 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 17, 18.

[0095] Comme illustré en détail sur la [fig.3], 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.3], qui est fixée de manière étanche sur la première portion de membrane étanche secondaire 17. 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.3], qui est fixée de manière étanche sur la deuxième portion de membrane étanche secondaire 18.

[0096] 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 se-

concaire 17, 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 11, 12 peut comporter une bande de protection thermique logée dans un lamage afin de protéger lesdits panneaux isolants secondaires d'angle 11, 12 lors d'une telle soudure.

- [0097] La structure d'angle 10 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 17 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.
- [0098] 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.
- [0099] 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.
- [0100] 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.4], 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.
- [0101] 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.5]. De même, les panneaux isolants secondaires d'angle 11, 12 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.

- [0102] Comme illustré sur la [fig.5], 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 11, 12 comprise entre l'arête 16 et les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 17 et 18, ladite portion des faces internes des plaques rigides 15 formant un fond 36 du canal 29.
- [0103] Pour éviter la convection dans le canal 29, la cuve comporte un obturateur 30. Un tel obturateur 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.
- [0104] La [fig.6] illustre un exemple de réalisation d'un tel obturateur 30. Cet obturateur 30 est réalisé sous la forme d'un film souple, possédant par exemple une forme polygonale.
- [0105] L'obturateur 30 peut être réalisé à l'aide d'un des matériaux cités ci-après ou d'une composition formée de plusieurs de ces matériaux : en matériau thermoplastique comprenant du Polyéthylène (PE), du polytéréphtalate d'éthylène (PET), du polyamide, du polyimide, du polyetherimide, du polypropylène sous la forme d'un film textile ou non ou de tout autre matériau ou textile présentant une flexibilité à froid. L'obturateur 30 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, ...).
- [0106] Le film souple 30 illustré sur la [fig.6] comporte une première zone de fixation 31, une deuxième zone de fixation 32 et une troisième zone de fixation 33. La première zone de fixation 31 et la troisième zone de fixation 33 sont formées au niveau de deux

extrémités opposées du film souple 30. Ces première et troisième zones de fixation 31, 33 sont par exemple formées par des bords transversaux opposés du film souple 30.

- [0107] La deuxième zone de fixation 32 est intercalée entre la première zone de fixation 31 et la troisième zone de fixation 33, par exemple à une distance sensiblement égale des première et troisième zones de fixation 31 et 33.
- [0108] Le film souple 30 comporte également une première portion d'obturation 34 intercalée entre la première zone de fixation 31 et la deuxième zone de fixation 32 et une deuxième portion d'obturation 35 intercalée entre la deuxième zone de fixation 32 et la troisième zone de fixation 33.
- [0109] La première zone de fixation 31 et la troisième zone de fixation 33 sont fixées sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Plus particulièrement, la première zone de fixation 31 et la troisième zone 33 sont fixées sur le fond 36 du canal 29 de manière à s'étendre transversalement, de préférence perpendiculairement, à la direction longitudinale du canal 29.
- [0110] Cette fixation des première et troisième zones de fixation 31 et 33 sur le fond 36 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 33 et le fond 36 du canal 29.
- [0111] 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 33, 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.
- [0112] 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 33 sur le fond 36 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 17 et 18. L'ancrage de la portion de membrane étanche secondaire d'angle sur lesdites portions de membrane étanche secondaire 17 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.

- [0113] La première portion d'obturation 34 et la deuxième portion d'obturation 35 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 34 et 35 ne sont pas fixées ni sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1 ni sur la membrane étanche secondaire 3. Ainsi, des bords longitudinaux 37 des portions d'obturation 34 et 35 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 34 et 35 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.
- [0114] 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 33 du film souple 30 étant fixées sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1, les portions d'obturation 34 et 35 du film souple 30 sont mises en tension entre lesdites zones de fixation 31, 32 et 33 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 34 et la deuxième portion d'obturation 35 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.
- [0115] 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.6], lorsque la cuve est mise à froid, les portions d'obturation 34 et 35 peuvent légèrement se déformer et présenter une forme conique.
- [0116] De tels obturateurs 30 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 30 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 30 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.

[0117] La [fig.7] 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 17 et 18 et dans lequel la cuve comporte en outre une cale de positionnement 38 de la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19.

[0118] Une telle cale 38 est agencée sur le fond 36 du canal 29, le long de l'arête 16 et présente une première face 39 reposant sur la plaque rigide interne 15 d'un panneau isolant secondaire d'angle et une deuxième face 40 reposant sur la plaque rigide interne 15 d'un panneau isolant secondaire d'angle. Cette cale 38 comporte en outre une face interne 41 reliant les première et deuxième faces 39 et 40 de la cale 38. Cette face interne 41 présente une forme concave dont la concavité est tournée vers l'intérieur de la cuve.

[0119] 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 41 de la cale 38. 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 17 et 18.

[0120] Une telle cale 38 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 38 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.7] représentée dans un état de tension lié à la contraction thermique, comme expliqué ci-dessus. Dans un tel canal 29, la face interne 41 forme alors le fond 36 dudit canal 29.

[0121] En présence d'une telle cale 38, la première zone de fixation 31 et la troisième zone de fixation 33 de l'obturateur 30 peuvent être fixées directement sur la face interne 41 de la cale 38.

[0122] Dans un mode de réalisation, une première extrémité d'une ou plusieurs des zones de fixation 31, 32 et/ou 33 du film souple 30 est intercalée entre la première portion de membrane étanche 17 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 33 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 33 sont ainsi pincées entre les première et deuxième portions de membrane étanche secondaire 17 ou 18 et la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19, assurant ainsi la fixation des zones de fixation 31, 32 et/ou 33 de façon simple.

- [0123] La [fig.8] illustre une portion de barrière thermiquement isolante secondaire 1 sur laquelle repose une membrane étanche secondaire 3 ondulée à ondulations sortantes, ladite membrane étanche secondaire 3 étant illustrée en transparence. Sur cette figure, les éléments identiques ou remplissant la même fonction que des éléments décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 7 portent la même référence augmentée de 100.
- [0124] La barrière thermiquement isolante secondaire 101 d'une paroi de cuve comporte une pluralité de panneaux isolants secondaires de forme parallélépipédique qui sont juxtaposés selon un maillage régulier. De façon analogue aux premier et deuxième panneaux 11, 12 décrits ci-dessus, ces panneaux isolants secondaires comportent une plaque rigide externe (non illustrée), une garniture isolante 43 et une plaque rigide interne 44.
- [0125] Par ailleurs, une face interne desdits panneaux isolants comporte une pluralité de rainures 45 ménagée dans la plaque rigide interne 44, et éventuellement sur la face interne de la garniture isolante 43. Ces rainures 45 permettent de loger des ondulations 46 de la membrane étanche secondaire 103, dont une portion est représentée en pointillées sur la [fig.8].
- [0126] Cependant, les rainures 45 sont dimensionnées afin de gérer les tolérances de fabrication et de positionnement des panneaux isolants secondaires et des ondulations 46 de la membrane étanche secondaire 103. Autrement dit, il existe dans lesdites rainures 45 un espace entre les ondulations 46 et la barrière thermiquement isolante secondaire 101 formée par les panneaux isolants secondaires lorsque les ondulations 46 sont logées dans les rainures 45. De façon analogue à l'angle de la cuve entre deux parois de cuve décrit ci-dessus, de tels espaces entre les ondulations 46 et la barrière thermiquement isolante secondaire 101 sont susceptibles de générer des phénomènes de thermosiphon dégradant les performances d'isolation de la barrière thermiquement isolante secondaire 101.
- [0127] Afin d'éviter les phénomènes de thermosiphon dans les rainures 45, un obturateur 130 peut également être placé entre la membrane étanche secondaire 103 et la barrière thermiquement isolante secondaire 101 dans les rainures 45 de la barrière thermiquement isolante secondaire 101. Un tel obturateur 130 diffère de l'obturateur 30 décrit ci-dessus en regard de la [fig.6] ce qu'il ne comporte qu'une première zone de fixation 131 et une deuxième zone de fixation 132. La première zone de fixation 131

est fixée sur un fond 136 du canal 129 formée par la rainure 45 de la barrière thermiquement isolante secondaire 101. La deuxième zone de fixation 132 est fixée sur une face externe de la membrane étanche secondaire 103 et adhère à la face externe de l'ondulation 46 et de zones planes bordant ladite ondulation 46 et agencées au droit de la rainure 45.

[0128] De façon préférentielle, les première et deuxième zones de fixation 131 et 132 se développent selon une direction perpendiculaire à la direction de la rainure 45 sur une distance supérieure à la largeur de la rainure 45 prise selon ladite direction perpendiculaire à la direction longitudinale de la rainure 45. Autrement dit, de façon analogue à la description faite ci-dessus, les première et deuxième extrémités des première et deuxième zones de fixation 131 et 132 sont intercalées entre les portions planes de la membrane étanche secondaire 103 et la face interne de la plaque rigide 44 sur laquelle repose lesdites faces planes de la membrane étanche secondaire 103. Ainsi, la première zone de fixation 131 et la deuxième zone de fixation 132 sont fixées de manière simple entre la membrane étanche secondaire 103 et la barrière thermiquement isolante secondaire 101.

[0129] Dans un mode de réalisation non illustré, l'obturateur 130 est agencé dans le canal 129 en périphérie de la face interne d'un panneau isolant formant la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Ainsi, lorsque l'obturateur 130 est dans un premier temps fixé sur le fond 136 du canal 129, l'application de la deuxième zone de fixation 132 sur la face interne de la membrane étanche secondaire 103 est facilité par l'accès de façon simple à l'obturateur via la rainure 45 depuis le bord du panneau isolant secondaire. Dans une variante de ce mode de réalisation, la face latérale du panneau isolant secondaire et le fond 136 du canal au niveau de ladite face latérale sont encollés préalablement au positionnement de la membrane étanche et de l'obturateur 130. La deuxième zone de fixation 132 de l'obturateur 130 est dans un premier temps fixée sur la face externe de la membrane étanche secondaire 103. Dans un second temps, la membrane étanche secondaire 103 est rapportée sur le panneau isolant secondaire de sorte que le film souple formant l'obturateur 130 s'étendent au-delà de la face latérale du panneau isolant secondaire. Ainsi, ladite portion débordante du film peut être facilement appliquée sur la face latérale du panneau isolant secondaire et sur le fond 136 du canal 129 afin de fixer la première zone de fixation 131 sur le panneau isolant secondaire.

[0130] Dans un mode de réalisation illustré sur les figures 9 et 10, l'obturateur 330 comporte une première zone de fixation 331, une deuxième zone de fixation 332. La première zone de fixation 331 et la deuxième zone de fixation 332 sont formées au niveau de deux extrémités opposées du film souple. La première zone de fixation 331 est fixée sur un fond 236 du canal 329. La deuxième zone de fixation 332 est fixée sur une face

externe de la membrane étanche 203. La première zone de fixation 331 et la deuxième zone de fixation 332 sont décalées selon la direction longitudinale du canal 329.

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 329. La portion d'obturation 235 comprend deux repliements sensiblement en demi-tour espacés entre eux et présente ainsi une forme ressemblant à un Z.

- [0131] Afin de faciliter l'intégration de l'obturateur dans la cuve, l'obturateur 330 peut être installé en préfabrication dans la structure d'angle 10 avant la mise en place de la structure d'angle 10 dans la cuve étanche et thermiquement isolante. La structure de l'obturateur 330 est plus simple à mettre en place lors d'une préfabrication en usine des panneaux avec une portion de la membrane étanche les recouvrant.
- [0132] Dans un mode de réalisation illustré [fig.11], l'obturateur 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 135 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.
- [0133] 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 229 et la membrane étanche.
- [0134] 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.
- [0135] Pour l'installation de l'obturateur 230 dans le canal 229, 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 38 ([fig.7]). 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 29 ou 229, par exemple entre la cale 38 et la portion de membrane étanche secondaire d'angle 19.

- [0136] Selon un autre mode, il est possible d'utiliser un outil dédié pour mettre en place l'obturateur. L'outil comporte au moins une lame qui est destinée à venir s'insérer entre les deux repliements de la portion d'obturation et une poignée qui permet la manipulation de l'outil. Notons que la structure de l'obturateur 230, illustré sur la [fig.11] est avantageuse en ce qu'elle se prête plus particulièrement à une installation, in situ, de l'obturateur à l'intérieur de la cuve une fois cette dernière assemblée, alors que les obturateurs décrits précédemment sont plus simples à mettre en place lors d'une préfabrication en usine des panneaux avec une portion de la membrane étanche les recouvrant.
- [0137] La technique décrite ci-dessus pour réaliser une cuve étanche et thermiquement isolante peut être utilisée dans différents types de réservoirs, par exemple pour limiter la présence de canaux de circulation continus dans les barrières thermiquement isolantes d'un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.
- [0138] En référence à la [fig.12], une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.
- [0139] 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.
- [0140] La [fig.12] 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 offshore 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.

- [0141] 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.
- [0142] 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.
- [0143] En particulier, la description ci-dessus en regard des figures à est faite dans le cadre d'une barrière thermiquement isolante secondaire sur laquelle repose une membrane étanche secondaire, cependant cette description pourrait s'appliquer de façon analogue à un canal se développant entre une barrière thermiquement isolante primaire et une membrane étanche primaire ou encore dans le cadre d'une cuve ne comportant qu'une unique barrière thermiquement isolante et une unique membrane étanche. De même, un obturateur tel que décrit ci-dessus pourrait être agencé dans un canal formé par l'espace interne des ondulations d'une membrane étanche. Par exemple, de tels obturateurs pourraient être agencés sous des ondulations d'une membrane étanche secondaire faisant saillie en direction de l'intérieur de la cuve. Ainsi, un tel obturateur peut être agencé dans tout canal susceptible de générer des phénomènes de convection par thermosiphon dans une cuve étanche et thermiquement isolante.
- [0144] De même, le mode de réalisation illustré sur les figures à représente un obturateur 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 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.

[0145] 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.

[0146] 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, ladite cuve comportant une barrière thermiquement isolante (1, 4) et une membrane étanche (3, 5), la cuve comportant un canal (29, 129, 229, 329) se développant selon une direction longitudinale, ledit canal (29, 129, 229, 329) s'étendant le long de la membrane étanche (3, 5) et étant délimité d'une part par la barrière thermiquement isolante (1, 4) et, d'autre part, par une face externe de la membrane étanche (3, 5), la barrière thermiquement isolante (1, 4) formant un fond (36, 136, 236) du canal (29, 129, 229, 329),

la cuve comportant en outre un obturateur (30, 130, 230, 330) agencé dans le canal (29, 129, 229, 329), ledit obturateur (30, 130, 230, 330) comportant un film souple, ledit film souple comportant une première zone de fixation (31, 131, 231, 331) et une deuxième zone de fixation (32, 132, 232, 332),

la première zone de fixation (31, 131, 231, 331) s'étendant transversalement à la direction longitudinale du canal (29, 129, 229, 329), la première zone de fixation (31, 131, 231, 331) dudit film souple étant fixée sur le fond (36, 136, 236) du canal (29, 129, 229, 329),

la deuxième zone de fixation (32, 132, 232, 332) s'étendant transversalement à la direction longitudinale du canal (29, 129, 229, 329), la deuxième zone de fixation (32, 132, 232, 332) étant fixée à la face externe de la membrane étanche (3, 5) délimitant le canal (29, 129, 229, 329),

le film souple comportant une portion d'obturation (34, 35, 135, 235) s'étendant de la première zone de fixation (31, 131, 231, 331) à la deuxième zone de fixation (32, 132, 232, 332), ladite portion d'obturation (34, 35, 135) s'étendant en travers du canal (29, 129, 229, 329) entre le fond (36, 136, 236) du canal (29, 129, 229, 329) et la membrane étanche (3, 5) de façon à créer une perte de charge dans le canal.

[Revendication 2]

Cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de fluide selon la revendication 1, dans laquelle la portion d'obturation du film souple est une première portion d'obturation (34), le film souple comporte une troisième zone de fixation (33) s'étendant transversalement à la direction longitudinale du canal (29, 129, 229, 329), la troisième zone de fixation (33) étant fixée sur le fond (36) du canal (29, 129, 229, 329),

la deuxième zone de fixation (32) étant intercalée entre la première zone de fixation (31) et la troisième zone de fixation (33), le film souple comportant une deuxième portion d'obturation (35) s'étendant de la deuxième zone de fixation (32) à la troisième zone de fixation (33), ladite deuxième portion d'obturation (35) s'étendant en travers du canal (29, 129, 229, 329) entre le fond (36) du canal (29) et la membrane étanche (3, 5) de façon à créer une perte de charge dans le canal (29, 129, 229, 329).

[Revendication 3] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1, dans laquelle la portion d'obturation est déformable et comprend au moins un pli le long d'un axe transversal à la direction longitudinale du canal (29, 129, 229, 329).

[Revendication 4] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 3, 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, 129, 229, 329).

[Revendication 5] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 3, dans laquelle la portion d'obturation comprend deux pliements mutuellement espacés dans la direction longitudinale du canal (29, 129, 229, 329), chaque pliement étant réalisé le long d'un axe transversal à la direction longitudinale du canal (29, 129, 229, 329), la première zone de fixation et la deuxième zone de fixation étant situées au niveau de deux extrémités opposées du film souple et décalées selon la direction longitudinale du canal.

[Revendication 6] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle le film souple est en matériau choisi dans le groupe consistant en un mat de verre, un film polyéthylène et/ou un film polyamide.

[Revendication 7] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle la première zone de fixation (31, 131, 231, 331) et/ou la deuxième zone de fixation (32, 132, 232, 332) se développe dans un plan sécant à la direction longitudinale du canal (29, 129, 229, 329).

[Revendication 8] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 7, la cuve comportant une pluralité d'obturateurs (30, 130, 230, 330) agencés dans le canal (29) le long de la direction longitudinale du canal (29, 129, 229, 329).

[Revendication 9] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 8, dans

laquelle les obturateurs (30, 130, 230, 330) de la pluralité d'obturateurs (30, 130, 230, 330) sont agencés dans le canal (29, 129, 229, 329) à intervalles réguliers le long de la direction longitudinale du canal (29, 129, 229, 329).

[Revendication 10] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 8 ou 9, dans laquelle la barrière thermiquement isolante 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 11] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 10, comportant une première paroi de cuve (8) et une deuxième paroi de cuve (9), la première paroi de cuve (8) et la deuxième paroi de cuve (9) formant une arête (16) de la barrière thermiquement isolante (1), la première paroi de cuve (8) comportant une première surface d'ancrage et la deuxième paroi de cuve (9) formant une deuxième surface d'ancrage, le fond (36) du canal (29) étant formé par la barrière thermiquement isolante (1) entre la première surface d'ancrage et la deuxième surface d'ancrage, le fond du canal (29) formant l'arête (16), et dans laquelle la membrane étanche (3) comporte une pièce étanche d'angle (19), la pièce étanche d'angle (19) comportant une première portion (20) ancrée sur la première surface d'ancrage et une deuxième portion (21) ancrée sur la deuxième surface d'ancrage, la pièce étanche d'angle (19) comportant en outre une portion centrale (28) intercalée entre la première portion (20) et la deuxième portion (21), ladite portion centrale (28) étant libre par rapport à la barrière thermiquement isolante (1) de manière à absorber par déformation les contraintes dans la membrane étanche (3) au droit de l'arête (16), le canal étant délimité par la face externe de la pièce étanche d'angle (19) .

[Revendication 12] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 11, comportant une structure d'angle (10), ladite structure d'angle (10) comportant un premier panneau isolant (11) et un deuxième panneau isolant (12), le premier panneau isolant (11) formant une extrémité de la barrière thermiquement isolante (1) de la première paroi de cuve (8), le deuxième panneau isolant (12) formant une extrémité de la barrière thermiquement isolante (1) de la deuxième paroi de cuve (9), le premier panneau isolant (11) et le deuxième panneau isolant (12) formant

conjointement l'arête (16),
la structure d'angle (10) comportant en outre une première portion de membrane étanche (17) et une deuxième portion de membrane étanche (18), la première portion de membrane étanche (17) reposant sur le premier panneau isolant (11), ladite première portion de membrane étanche (17) formant une extrémité de la membrane étanche (3) de la première paroi de cuve (8), la deuxième portion de membrane étanche (18) reposant sur le deuxième panneau isolant (12), ladite deuxième portion de membrane étanche (18) formant une extrémité de la membrane étanche (3) de la deuxième paroi de cuve (9).

[Revendication 13] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 11 à 12, comportant en outre une cale (38), ladite cale (38) comportant une première face externe reposant contre la barrière thermiquement isolante (1) de la première paroi de cuve (8) et une deuxième face externe reposant contre la barrière thermiquement isolante (1) de la deuxième paroi de cuve (9), la cale (38) comportant en outre une face interne (41) concave, le canal (29) étant délimité par la face interne (41) de la cale (38).

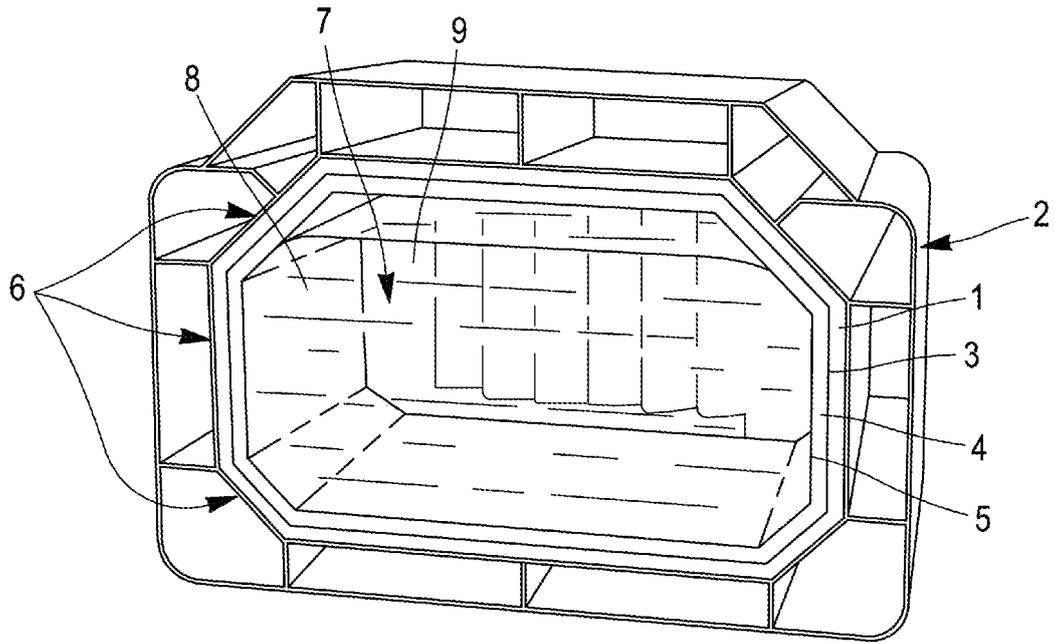
[Revendication 14] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 13, dans laquelle la membrane étanche (103) comporte une ondulation (46), ladite ondulation (46) faisant saillie en direction de la barrière thermiquement isolante (101), ladite ondulation (46) se développant selon la direction longitudinale du canal (129), la barrière thermiquement isolante (101) comportant une rainure (45), ladite ondulation (46) étant logée dans ladite rainure (45), le fond (136) du canal (129) étant formée par ladite rainure (45).

[Revendication 15] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 14, dans laquelle la membrane étanche (103) comporte une série d'ondulations (46) parallèles et des portions planes, lesdites portions planes étant situées entre deux ondulations (46) parallèles adjacentes, lesdites ondulations (46) parallèles faisant saillie en direction de la barrière thermiquement isolante (101),
la barrière thermiquement isolante (101) comportant une série de rainures (45) parallèles, les ondulations (46) parallèles étant logées dans une dite rainure (45) respective,
la cuve comportant en outre une pluralité de canaux (129) délimités d'une part par une dite rainure (45) respective et, d'autre part, par la membrane étanche (103), un fond (136) de chaque canal (129) étant

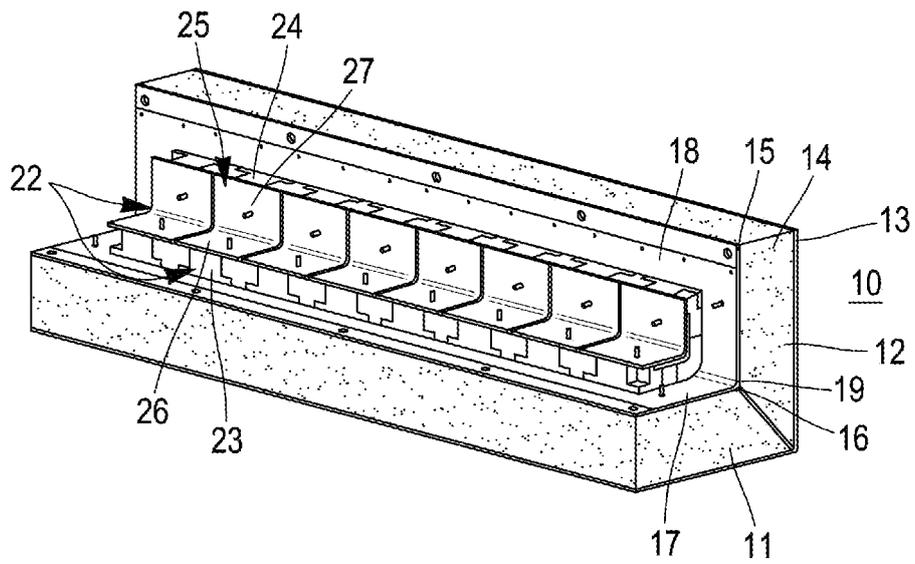
formé par une dite rainure (45) correspondante
 la cuve comportant en outre une pluralité d'obturateurs (130), lesdits obturateurs (130) comportant un film souple, ledit film souple comportant une première zone de fixation (131) et une deuxième zone de fixation (132),
 la première zone de fixation (131) s'étendant transversalement à la direction longitudinale de la rainure (45) correspondante, la première zone de fixation (131) dudit film souple étant fixée sur le fond (136) du canal (129) correspondant,
 la deuxième zone de fixation (132) s'étendant transversalement à la direction longitudinale dudit canal (129), la deuxième zone de fixation (132) étant fixée à la face externe de la membrane étanche (103) délimitant ledit canal (129),
 ledit film souple comportant une portion d'obturation s'étendant de la première zone de fixation (131) à la deuxième zone de fixation (132), ladite portion d'obturation s'étendant en travers du canal (129) entre le fond (136) dudit canal (129) et la membrane étanche (103) de façon à créer une perte de charge dans ledit canal (129).

- [Revendication 16] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 15, dans laquelle le canal (29, 129, 229, 329) présente une composante parallèle ou une composante perpendiculaire à la direction de gravité terrestre.
- [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).

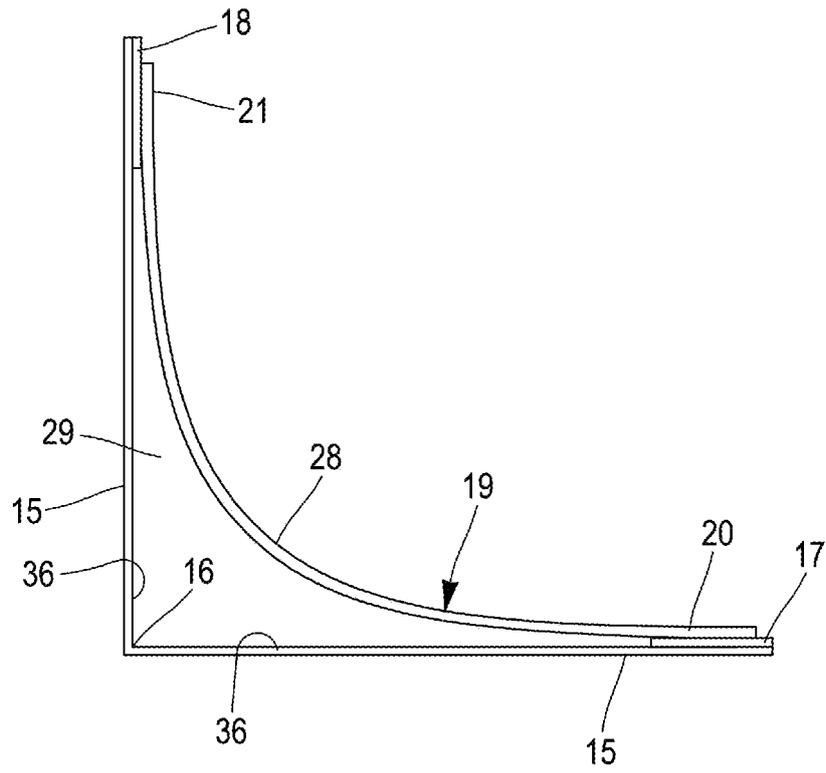
[Fig. 1]



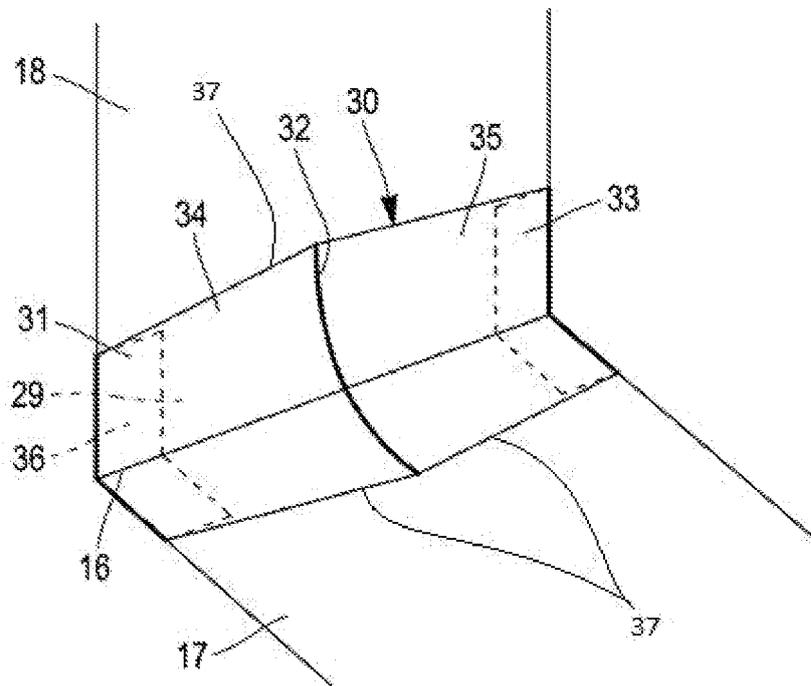
[Fig. 2]



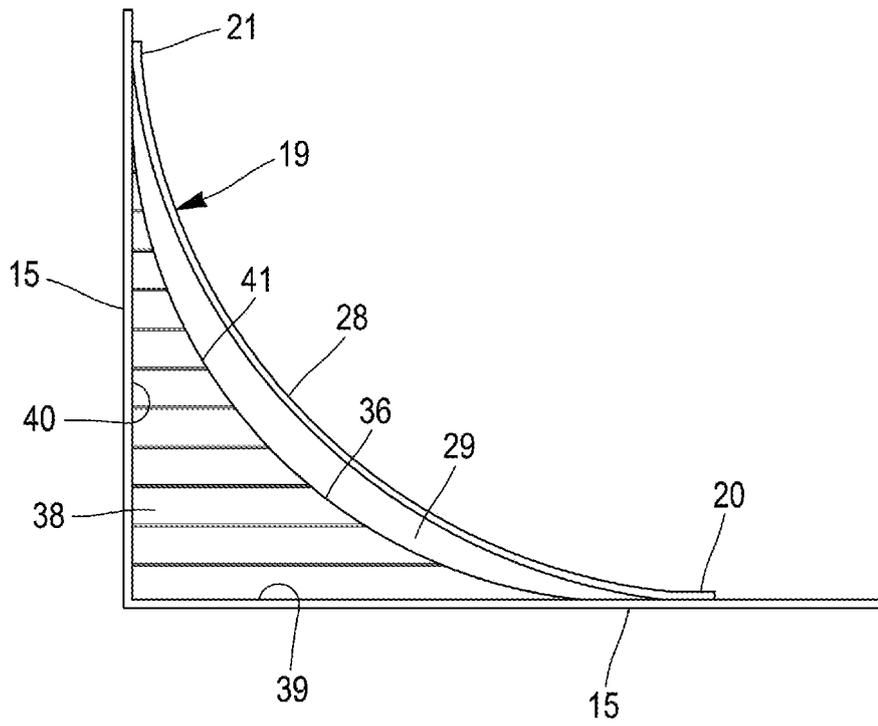
[Fig. 5]



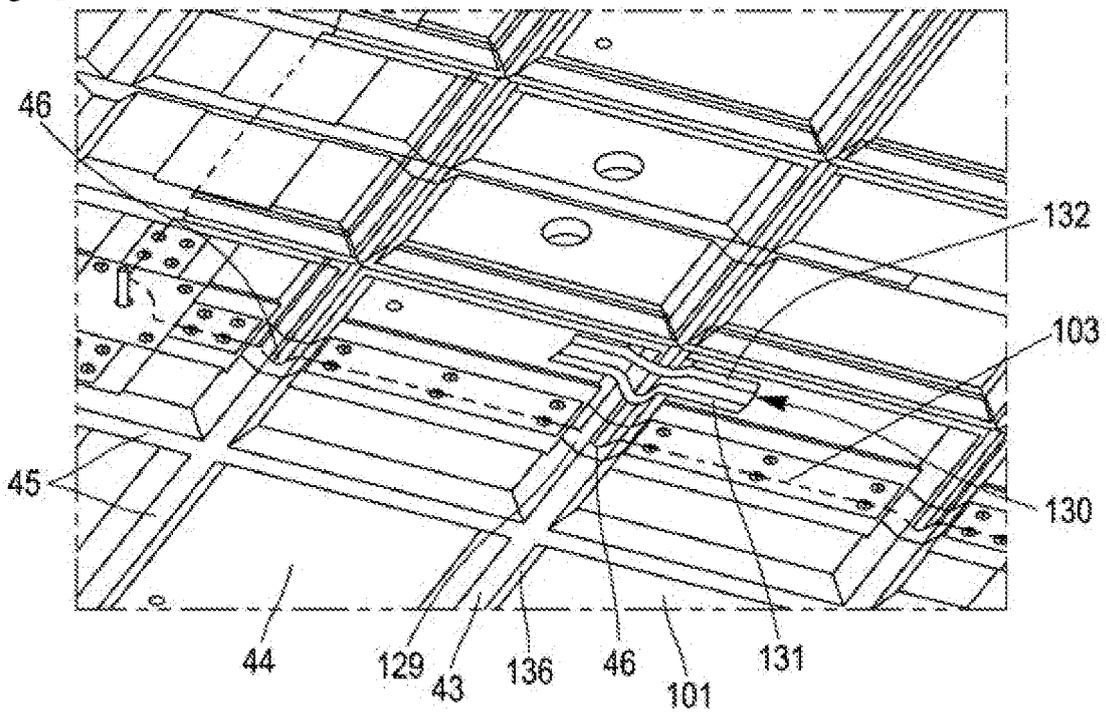
[Fig. 6]



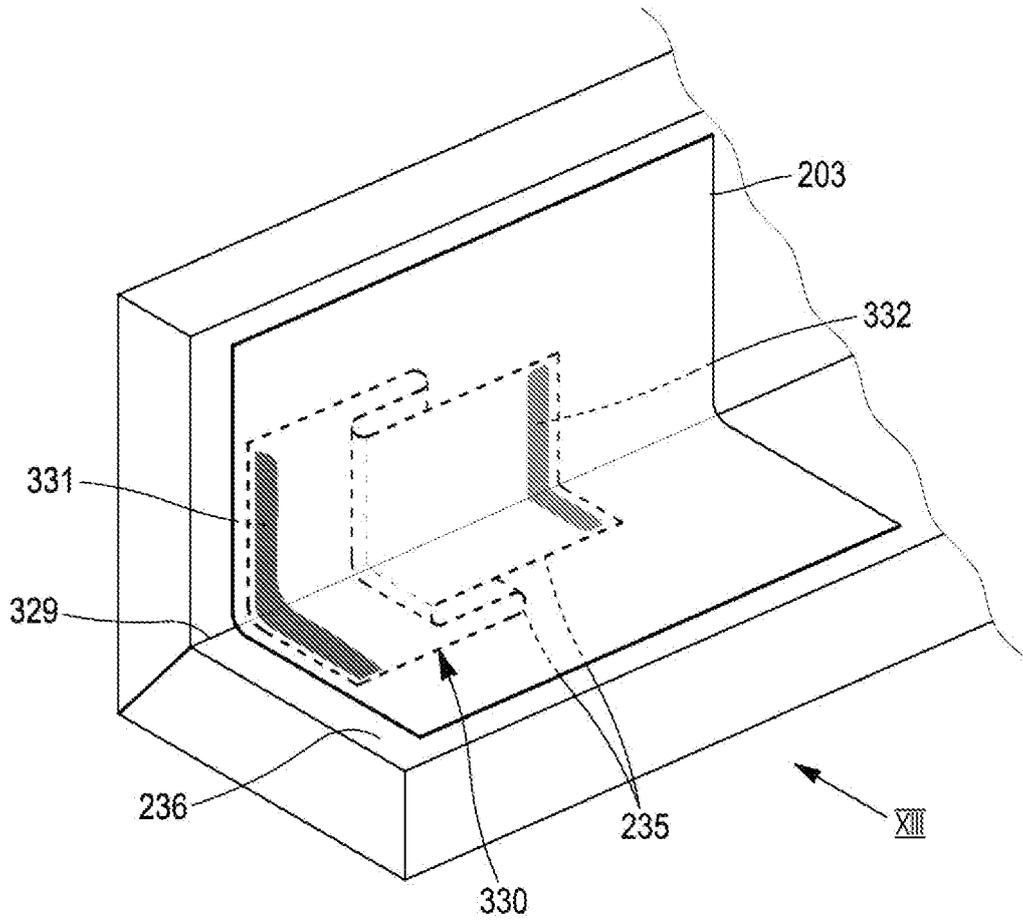
[Fig. 7]



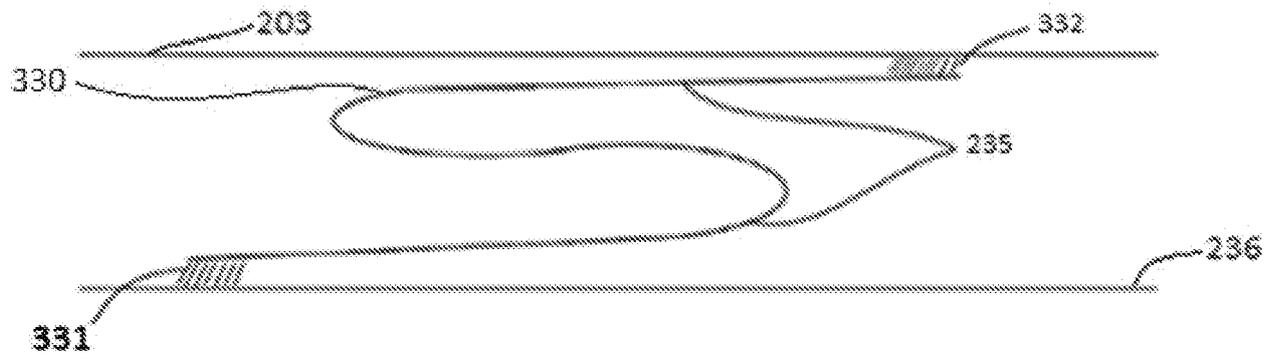
[Fig. 8]



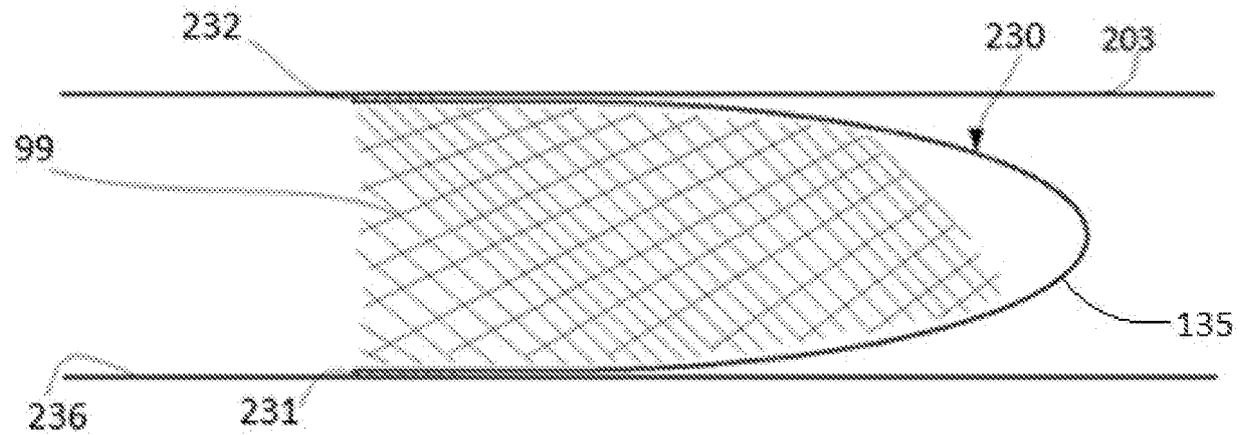
[Fig. 9]



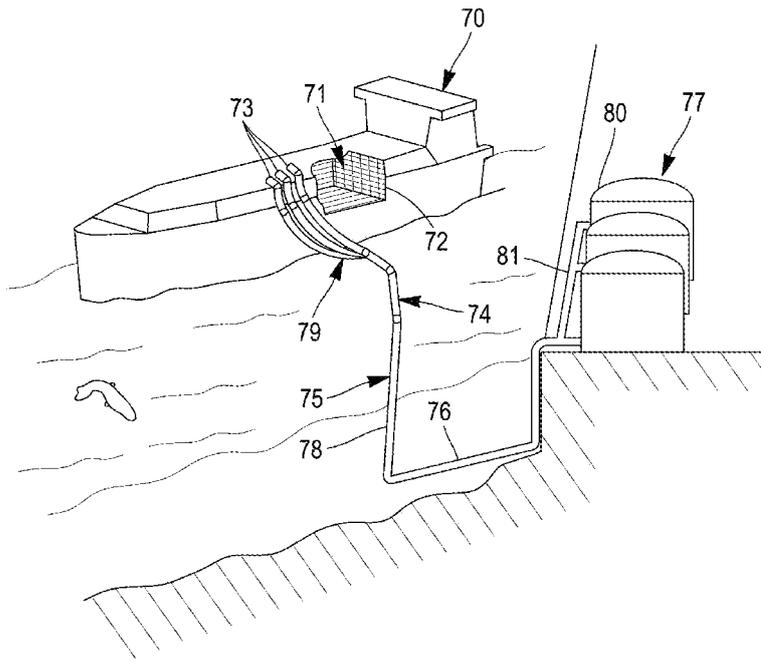
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

FR 3 084 645 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
[FR]) 7 février 2020 (2020-02-07)

FR 3 094 450 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
[FR]) 2 octobre 2020 (2020-10-02)

WO 2020/079342 A1 (GAZTRANSPORT ET
TECHNIGAZ [FR]) 23 avril 2020 (2020-04-23)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT