

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 27.11.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 31.05.19 Bulletin 19/22.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : DELETRE BRUNO, TESSIER ALAIN
et MARTIN PATRICK.

73 Titulaire(s) : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
Société anonyme.

74 Mandataire(s) : LOYER & ABELLO.

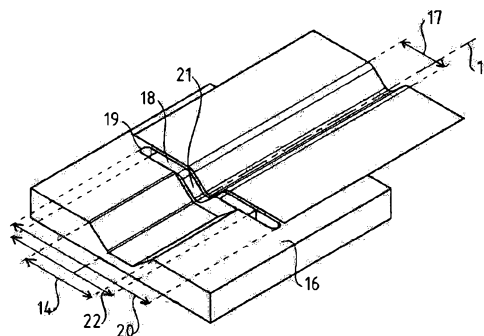
54 CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE.

57 Cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de fluide, dans laquelle une paroi de cuve comporte au moins une barrière d'isolation thermique et une membrane d'étanchéité comportant une série d'ondulations (9), la barrière d'isolation thermique comportant une série de rainures (7) parallèles dans lesquelles sont logées les ondulations (9),

la barrière d'isolation thermique comportant en outre un logement (19) coupant ladite rainure (7),

la cuve comportant en outre un obturateur (18) agencé dans le logement (19) et présentant un dégagement (21) configuré pour accueillir l'ondulation (9),

l'obturateur (18) étant agencé dans le logement (19) de manière à ce que le dégagement (21) soit logé dans la rainure (7) et que l'ondulation (9) soit logée dans le dégagement (21) et de sorte que l'obturateur (18) obture une portion de la rainure (7) située du côté saillant de la membrane d'étanchéité en créant une perte de charge pour un écoulement circulant dans la rainure (7).



Domaine technique

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.

- 5 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
- 10 naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

- 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
- 15 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
- 20 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.

- Le document WO2016/046487 décrit une barrière d'isolation thermique
- 25 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
- 30 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.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de proposer une cuve étanche et thermiquement isolante à membrane d'étanchéité comportant des ondulations 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 d'isolation thermique afin de limiter les phénomènes de convection naturelle dans lesdites barrières d'isolation thermique. En outre, une idée à la base de l'invention est de fournir une telle cuve apte à permettre des tolérances de fabrication et/ou de montage des différents éléments constitutifs de ladite cuve.

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 au moins une barrière d'isolation thermique et une membrane d'étanchéité,

la membrane d'étanchéité comportant une série d'ondulations parallèles présentant une direction longitudinale, et des portions planes situées entre lesdites ondulations, lesdites ondulations faisant saillie des portions planes sur un côté saillant de la membrane d'étanchéité, une dite barrière d'isolation thermique étant située du côté saillant de la membrane d'étanchéité,

ladite barrière d'isolation thermique comportant une série de rainures parallèles dans lesquelles sont logées les ondulations,

et dans laquelle une dite rainure présente une largeur, prise selon une direction de largeur perpendiculaire à la direction longitudinale des ondulations, supérieure à la largeur, prise selon ladite direction de largeur, de l'ondulation logée dans ladite rainure,

la barrière d'isolation thermique comportant en outre un logement coupant ladite rainure et présentant une largeur supérieure à la largeur de la rainure,

la cuve comportant en outre un obturateur agencé dans le logement, l'obturateur présentant une largeur supérieure à la largeur de la rainure, et de préférence

inférieure à une largeur du logement, l'obturateur présentant un dégagement configuré pour accueillir l'ondulation,

l'obturateur étant agencé dans le logement de manière à ce que le dégagement soit logé dans la rainure et que l'ondulation soit logée dans le dégagement et de sorte
 5 que l'obturateur obture une portion de la rainure située du côté saillant de la membrane d'étanchéité en créant une perte de charge pour un écoulement circulant dans la rainure.

Grâce à ces caractéristiques, une telle cuve offre la possibilité d'obturer de manière flexible des rainures accueillant les ondulations de la membrane malgré
 10 une tolérance affectant la position des ondulations dans les rainures. Une telle tolérance peut notamment découler de la fabrication et du montage des ondulations dans les rainures. En outre, grâce à ces caractéristiques, la portion de rainure comprise entre le côté convexe de l'ondulation et le fond de la rainure, formée par la
 15 barrière d'isolation thermique, peut être obturée par l'obturateur pour différentes positions de l'ondulation dans la rainure. En particulier, l'obturation de ladite portion de rainure peut être obtenue malgré l'incertitude de positionnement de l'ondulation dans la rainure liée aux tolérances de fabrication et/ou de montage. De préférence, la largeur de l'obturateur permet d'obturer la rainure quelle que soit la position de
 20 l'ondulation dans la rainure. De préférence, la largeur de l'obturateur permet de positionner ladite portion de l'obturateur dans la portion de rainure sans nécessiter de modification de l'obturateur, notamment sans modification de sa résistance à l'écoulement du gaz.

Ainsi, l'obturateur permet de limiter la formation d'écoulements dans les canaux de la barrière d'isolation thermique, notamment la formation de
 25 thermosiphons entre ces canaux et tout canal d'écoulement situés plus près de la coque, par exemple un espace mastiqué entre la barrière d'isolation thermique et la structure porteuse. En particulier, il est possible de limiter la formation de ces écoulements par exemple dans des rainures présentant une composante verticale dans lesquelles de tels écoulements peuvent être favorisés par la gravité.

30 Selon des modes de réalisation, une telle cuve peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

Selon un mode de réalisation, le logement se développe dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale de l'ondulation.

Selon un mode de réalisation, le dégagement de l'obturateur présente une forme complémentaire à la forme de l'ondulation. Autrement dit, le dégagement présente une forme concave et l'ondulation présente une forme convexe avec des rayons de courbure sensiblement identiques.

- 5 Selon un mode de réalisation, la membrane est une membrane métallique ondulée.

Selon un mode de réalisation, l'épaisseur de l'obturateur prise selon la direction longitudinale de l'ondulation est égale à l'épaisseur du logement selon ladite direction longitudinale de l'ondulation.

- 10 Selon un mode de réalisation, un jeu entre le logement et l'obturateur est apte à permettre le déplacement de l'obturateur dans le logement selon la direction de largeur tout en empêchant un écoulement de flux périphérique entre le logement et l'obturateur. Selon un mode de réalisation, ce jeu est de plus ou moins 0.1mm.

- 15 Selon un mode de réalisation, la profondeur de l'obturateur prise selon une direction d'épaisseur de la paroi de cuve est supérieure ou égale à la profondeur du logement prise selon ladite direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

Selon un mode de réalisation, la direction longitudinale de l'ondulation comporte une composante verticale dans le référentiel terrestre, c'est-à-dire selon une direction de gravité.

- 20 L'obturateur peut être réalisé en de nombreux matériaux. Selon un mode de réalisation, l'obturateur comporte un assemblage de matériaux. Selon un mode de réalisation, l'obturateur comporte un matériau présentant un faible coefficient de frottement sur ses faces en regard du logement. Un tel matériau à faible coefficient de frottement est par exemple du Polyéthylène, du Polypropylène, du
25 Polyméthacrylate de méthyle (PMMA), du Polychlorure de vinyle (PVC) ou encore une mousse synthétique de plastique. Selon un mode de réalisation, l'obturateur est réalisé dans une mousse de densité correctement choisie afin de permettre sa déformation, par exemple en polystyrène expansé de densité 10 à 30kg/m³.

- 30 Selon un mode de réalisation, la barrière d'isolation thermique comporte une pluralité d'éléments isolants juxtaposés retenus contre une paroi porteuse.

Selon un mode de réalisation, une pluralité d'éléments isolants comportent chacun une portion de rainure respective, lesdits éléments isolants étant alignés de

manière à ce que les portions de rainure desdits éléments isolants alignés forment conjointement la rainure dans laquelle est logée l'ondulation.

5 Selon un mode de réalisation, au moins un élément isolant comporte une pluralité de portions de rainures logeant des ondulations distinctes de la série d'ondulation. Selon un mode de réalisation une pluralité d'obturateurs est agencée sur ledit au moins un élément isolant de manière à obstruer des portions de rainures respectives.

Selon un mode de réalisation, le logement est formé dans un élément isolant.

10 Grâce à ces caractéristiques, l'obturateur peut être agencé dans l'élément isolant en préfabrication, préalablement à son installation dans la cuve. Ainsi, une telle cuve est simple et rapide de fabrication.

15 Le logement peut être réalisé dans l'élément isolant de nombreuses manières. Selon un mode de réalisation, le logement est réalisé par usinage dans l'élément isolant. Selon un mode de réalisation, le logement est réalisé par fraisage en bout au moyen d'une fraise deux tailles. Selon un mode de réalisation, le logement est réalisé par fraisage en roulement avec une fraise scie de diamètre adapté à trois tailles.

20 Selon un mode de réalisation, le logement est formé dans un interstice entre deux éléments isolants adjacents.

Grâce à ces caractéristiques, l'obturateur ne nécessite pas de modifications des éléments isolants pour être logé dans la cuve. Ainsi, les éléments isolants et donc la cuve sont simples à fabriquer.

25 Selon un mode de réalisation, l'obturateur est fixé sur un côté d'un élément isolant.

Selon un mode de réalisation, un rembourrage isolant est agencé dans l'interstice entre les deux éléments isolants adjacents, ledit rembourrage isolant formant un fond du logement.

30 Une telle cuve présente de bonnes caractéristiques d'isolation. En outre, le logement pour l'obturateur est ainsi simple à réaliser.

Selon un mode de réalisation, la profondeur de l'obturateur prise selon une direction d'épaisseur de la paroi de cuve est supérieure, de préférence légèrement supérieure, par exemple de l'ordre de 1 à 3 mm, à la profondeur du logement prise selon ladite direction d'épaisseur de la paroi de cuve avant installation de la membrane d'étanchéité. Autrement dit, l'obturateur présente une profondeur telle que sa surface supérieure dépasse de 1 à 3 mm de la surface supérieure de l'élément isolant lorsqu'il est agencé dans le logement, sur la surface du rembourrage isolant, avant mise en place de la membrane d'étanchéité.

Selon un mode de réalisation, le rembourrage isolant est compressible.

10 Selon un mode de réalisation, le rembourrage isolant est comprimé par l'obturateur lorsque l'ondulation est en appui dans le dégagement de l'obturateur.

Selon un mode de réalisation, l'obturateur comporte une portion inférieure en contact avec un fond du logement constituée d'un matériau rigide, de préférence à faible coefficient de frottement pour permettre le glissement de l'obturateur dans le logement.

15

Selon un mode de réalisation, l'obturateur comporte une portion localement déformable, l'ondulation étant en appui sur la portion localement déformable.

Selon un mode de réalisation, la portion inférieure de l'obturateur en contact avec le fond du logement est constituée d'un matériau choisi parmi le groupe de matériau constitué du Polypropylène, du Polyméthacrylate de méthyle, du Polychlorure de vinyle, du Polyéthylène, de mousse synthétique de plastique ou de leurs combinaisons.

20

Selon un mode de réalisation, la portion localement déformable est constituée d'un matériau choisi parmi le groupe de matériaux constitué de matériaux fibreux, la laine de verre, la mousse mélamine, la mousse de polyuréthane souple ou leurs combinaisons.

25

Grâce à ces caractéristiques, la perte de charge dans le canal formé par la rainure peut être maîtrisée. En particulier, une telle portion localement déformable n'obture pas de manière étanche la rainure et permet le passage du gaz dans le canal tout en provoquant une perte de charge importante empêchant l'écoulement et les phénomènes de convection. En outre, une telle portion localement déformable permet à l'obturateur d'épouser au mieux le profil de l'ondulation. Enfin, un tel

30

obturateur localement déformable permet de s'accommoder par déformation locale des tolérances de fabrication des différents éléments avec lesquels il coopère.

Selon un mode de réalisation, l'obturateur comporte une bande en matériau compressible sur sa face supérieure, c'est à dire sur la face en vis-à-vis de la membrane d'étanchéité. Selon un mode de réalisation, cette bande est une bande rapportée. Selon un mode de réalisation, une telle bande présente une épaisseur de 1 à 2mm. Selon un mode de réalisation, une telle bande est par exemple en matériau fibreux, en mousse mélamine ou autre. Selon un mode de réalisation, cette bande présente des dimensions sensiblement égales aux dimensions de la face supérieure de l'obturateur afin de ne pas créer d'écoulement parasite par contournement.

Selon un mode de réalisation, la face supérieure de l'obturateur présente un profil favorisant la déformation locale, par exemple un profil en dents de scie perpendiculaire à la direction longitudinale de l'ondulation.

Selon un mode de réalisation, l'ondulation présente une première surface latérale inclinée par rapport à une direction d'épaisseur de la paroi de cuve, l'obturateur présentant une deuxième surface inclinée par rapport à ladite direction d'épaisseur de la cuve de manière à faire coulisser l'obturateur dans la largeur du logement lorsque l'ondulation est inséré dans la rainure.

Grâce à ces caractéristiques, le positionnement de l'ondulation dans le dégagement de l'obturateur est réalisé de manière automatique lors de l'insertion de l'ondulation dans la rainure. En effet, la coopération entre la surface inclinée de l'ondulation et la surface inclinée du dégagement permet d'imposer de façon simple et rapide un déplacement de l'obturateur dans le logement afin de positionner le dégagement correctement pour recevoir l'ondulation. En outre, ces caractéristiques permettent le déplacement de l'obturateur sans générer sur l'ondulation de contrainte importante susceptible d'engendrer une déformation de ladite ondulation.

Selon un mode de réalisation, la largeur de l'obturateur est supérieure ou égale à la largeur de l'ondulation plus deux fois la différence de largeur entre la rainure et l'ondulation.

Ainsi, l'obturateur présente une largeur apte à obturer la portion de rainure entre l'ondulation et la barrière d'isolation thermique pour toute position de l'ondulation dans la rainure. En particulier, la largeur de l'obturateur permet d'obturer

ladite portion de la rainure même lorsque l'ondulation est dans une position latérale extrême dans la rainure du fait des jeux de fabrication et/ou de montage.

Selon un mode de réalisation, l'obturateur est logé dans le logement avec un degré de liberté en déplacement selon la direction de largeur.

- 5 Selon un mode de réalisation, l'obturateur est logé dans le logement bloqué en déplacement selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve entre la membrane d'étanchéité et la barrière d'isolation thermique.

- 10 Selon un mode de réalisation, l'obturateur présente un organe de fixation dans le logement apte à bloquer ledit obturateur en déplacement selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve et à permettre son déplacement selon la direction de largeur dans le logement. Selon un mode de réalisation non représenté, l'organe de fixation se compose d'au moins deux crochets fixés dans au moins un bloc isolant. Selon un mode de réalisation l'obturateur comporte une lame logée, par exemple en force, entre l'un des éléments isolants formant l'interstice et le
- 15 rembourrage isolant de manière à retenir selon la direction d'épaisseur de la cuve l'obturateur.

Selon un mode de réalisation, le dégagement forme une surface de came le long de laquelle coulisse l'ondulation lors du positionnement de l'ondulation dans la rainure.

- 20 Selon un mode de réalisation, la direction longitudinale de l'ondulation comporte une composante verticale par rapport au référentiel terrestre, c'est-à-dire une composante selon la direction de gravité terrestre.

- 25 Selon un mode de réalisation, la cuve comporte une rangée de logements, lesdits logements de la rangée de logements coupant une rainure respective de la série de rainures, lesdits logements présentant une largeur supérieure à la largeur desdites rainures respectives, la cuve comportant en outre une rangée d'obturateurs agencés dans un logement respectif, lesdits obturateurs présentant une largeur supérieure à la largeur de la rainure coupée par ledit logement respectif et inférieure à une largeur dudit logement, les obturateurs présentant un dégagement configuré
- 30 pour accueillir l'ondulation correspondante, les obturateurs étant agencés dans lesdits logement de manière à ce que le dégagement soit logé dans la rainure correspondante et que l'ondulation soit logée dans ledit dégagement et de sorte que l'obturateur obture une portion de ladite rainure située du côté saillant de la

membrane d'étanchéité en créant une perte de charge pour un écoulement circulant dans ladite rainure..

Selon un mode de réalisation, la série d'ondulations parallèle de la membrane d'étanchéité est une première série d'ondulation parallèles de la membrane d'étanchéité et dans laquelle la direction longitudinale desdites ondulations ladite première série d'ondulations est une première direction, la membrane d'étanchéité comportant en outre une deuxième série d'ondulations perpendiculaires à la première série, une direction longitudinale des ondulations de la deuxième série d'ondulations formant une deuxième direction perpendiculaire à la première direction, les obturateurs de la rangée d'obturateurs étant agencés entre deux ondulations adjacentes de la deuxième série d'ondulations..

Selon un mode de réalisation, la cuve comporte une pluralité de rangées d'obturateurs logés dans des logements respectifs, lesdites rangées d'obturateurs étant agencées à intervalle régulier selon la direction longitudinale des ondulations. Grâce à ces caractéristiques, leur effet se cumule et crée des pertes de charges en série dans les rainures logeant les ondulations correspondantes.

Grâce à ces caractéristiques, une perte de charge est créée dans la paroi de cuve pour l'ensemble de ladite paroi de cuve. En particulier, quel que soit le cheminement de circulation d'un écoulement dans la paroi de cuve, celui-ci rencontrera l'un des éléments obturateur de la rangée d'éléments obturateur.

Selon un mode de réalisation, la cuve comporte une pluralité de rangée d'obturateurs logés dans des logements respectifs. Selon un mode de réalisation, les rangées d'obturateurs sont agencées à intervalle régulier selon la direction longitudinale des ondulations de telle manière que leur effet se cumule et crée des pertes de charges en série dans les rainures logeant les ondulations correspondantes. Selon un mode de réalisation, les obturateurs de deux rangées d'obturateurs sont espacés selon la direction longitudinale des ondulations d'une distance de 3m. Selon un mode de réalisation, les obturateurs de deux rangées d'obturateurs sont espacés selon la direction longitudinale des ondulations d'une distance de 1m.

Selon un mode de réalisation, au moins un obturateur est agencé dans la paroi de cuve afin d'obturer une portion de rainure logeant une ondulation de la deuxième série d'ondulation.

Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité est portée par la barrière d'isolation thermique, les ondulations faisant saillie vers la paroi porteuse.

Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité secondaire, la barrière d'isolation thermique est une
 5 barrière d'isolation thermique primaire, les ondulations faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, et dans laquelle la cuve comporte en outre une barrière d'isolation thermique secondaire retenue sur la paroi porteuse et portant la membrane d'étanchéité secondaire, la barrière d'isolation thermique primaire étant portée par la
 10 membrane d'étanchéité secondaire, la cuve comportant en outre une membrane d'étanchéité primaire portée par la barrière d'isolation thermique primaire et destinée à être en contact avec le fluide dans la cuve, les rainures étant formée sur une surface inférieure de la barrière d'isolation thermique primaire.

Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité primaire, la barrière d'isolation thermique est une barrière
 15 d'isolation thermique primaire, les ondulations faisant saillie vers l'extérieur de la cuve, et dans laquelle la cuve comporte en outre une barrière d'isolation thermique secondaire retenue sur la paroi porteuse et portant une membrane d'étanchéité secondaire, la barrière d'isolation thermique primaire étant portée par la membrane d'étanchéité secondaire, la membrane d'étanchéité primaire étant portée par la
 20 barrière d'isolation thermique primaire et destinée à être en contact avec le fluide dans la cuve, les rainures étant formée sur une surface supérieure de la barrière d'isolation thermique primaire.

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
 25 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.

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

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.

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.

10 **Brève description des figures**

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

- 15 • La figure 1 est une vue partielle en perspective d'une barrière d'isolation thermique de paroi de cuve étanche et thermiquement isolante ;
- La figure 2 est une vue de dessus d'un élément isolant de la barrière d'isolation thermique de la figure 1 ;
- 20 • La figure 3 est une vue partielle en coupe d'une barrière d'isolation thermique sur laquelle repose une membrane d'étanchéité ondulée comportant une ondulation logée dans une rainure de la barrière d'isolation thermique et illustrant différentes positions possibles de l'ondulation dans la rainure ;
- 25 • La figure 4 est une vue partielle en perspective d'une barrière d'isolation thermique de sur laquelle repose une membrane d'étanchéité et comportant un obturateur selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 5 est une vue en perspective schématique d'un obturateur
- 30 pouvant être utilisé dans la barrière d'isolation thermique de la figure 4 ;

- 5

 - La figure 6 est une vue plane de dessus schématique d'une barrière d'isolation thermique de paroi de cuve illustrant un réseau de rainures destinées à recevoir des ondulation de membrane d'étanchéité et des rangées d'obturateurs agencés dans ladite barrière d'isolation thermique ;
- 10

 - La figure 7 est une vue partielle en perspective schématique d'une barrière d'isolation thermique sur laquelle repose une membrane d'étanchéité et comportant un obturateur selon un deuxième mode de réalisation ;
- 15

 - La figure 8 est une vue en perspective schématique d'une barrière d'isolation thermique sur laquelle repose une membrane d'étanchéité et comportant un obturateur selon un troisième mode de réalisation ;
- 20

 - La figure 9 est une vue en perspective schématique d'une barrière d'isolation thermique sur laquelle repose une membrane d'étanchéité et comportant un obturateur selon un quatrième mode de réalisation préalablement à son montage dans la barrière d'isolation thermique ;
 - La figure 10 est une vue analogue à la figure 9 montrant la barrière d'isolation thermique postérieurement au montage de l'obturateur dans la barrière d'isolation thermique ;
- 25

 - La figure 11 est une vue partielle en coupe d'une paroi de cuve comportant des obturateurs selon un cinquième mode de réalisation ;
- 30

 - La figure 12 est une vue en coupe d'un détail de la paroi de cuve de la figure 11 au niveau d'un obturateur de la paroi de cuve ;
 - La figure 13 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.
 - La figure 14 est une vue de dessus d'un panneau isolant de barrière d'isolation thermique d'une paroi de fond d'une cuve étanche et

thermiquement isolante illustrant schématiquement deux rangées d'obturateurs agencés dans ledit panneau isolant.

Description détaillée de modes de réalisation

5 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.

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

Une telle paroi de cuve comporte, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière d'isolation thermique secondaire ancrée à une structure porteuse par des organes de retenue secondaires, une membrane d'étanchéité secondaire
15 portée par la barrière d'isolation thermique secondaire, une barrière d'isolation thermique primaire ancrée à la barrière d'isolation thermique secondaire et une membrane d'étanchéité primaire, portée par la barrière d'isolation thermique primaire et destinée à être en contact avec le fluide cryogénique contenu dans la cuve.

20 La structure porteuse peut notamment être une tôle métallique autoporteuse ou, plus généralement, tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées. La structure porteuse peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse comporte une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve, habituellement une
25 forme polyédrique. Certaines cuves peuvent aussi ne comporter qu'une seule barrière d'isolation thermique et une seule membrane d'étanchéité, par exemple pour le stockage de GPL.

Sur la figure 1, on a représenté une portion de barrière d'isolation thermique, par exemple une barrière d'isolation thermique secondaire, d'une telle
30 paroi de cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide.

Cette barrière d'isolation thermique comporte une pluralité de panneaux isolants 1 juxtaposés et ancrés à la structure porteuse. Les panneaux isolants 1

présentent sensiblement une forme de parallépipède rectangle. La figure 2 illustre un tel panneau isolant 1 en vue de dessus.

Un panneau isolant 1 peut être réalisé en divers matériaux ou diverses combinaisons de matériaux, notamment bois contreplaqué, mousse polymère, mousse polymère chargée de fibres. Dans des modes de réalisation, le panneau isolant comporte une ou plusieurs platines métalliques fixées sur sa face interne pour pouvoir souder des tôles métalliques ondulées de membrane d'étanchéité.

Comme illustré sur la figure 1, les panneaux isolants 1 comportent chacun une couche de garniture isolante 2, par exemple une mousse polymère isolante 2, prise en sandwich entre une plaque rigide interne 3 et une plaque rigide externe 4. Les plaques rigides, interne 3 et externe 4, sont, par exemple, des plaques de bois contreplaqué collées sur ladite couche de mousse polymère isolante 2. La mousse polymère isolante 2 peut notamment être une mousse à base de polyuréthane. La mousse polymère 2 est avantageusement renforcée par des fibres de verre contribuant à réduire sa contraction thermique.

Les panneaux isolants 1 sont juxtaposés selon des rangées parallèles et séparés les uns des autres par des interstices 5 garantissant un jeu fonctionnel de montage. Les interstices 5 sont comblés avec une garniture calorifuge 6, représentée sur les figures 7 à 10. La garniture calorifuge 6 est avantageusement réalisée dans un matériau poreux de sorte à éviter la formation d'espaces libres dans la barrière d'isolation thermique sans interdire complètement une circulation de gaz dans les interstices 5 entre les panneaux isolants 1, par exemple une circulation de gaz inerte, tel que de l'azote. La garniture calorifuge 6 est par exemple réalisée en laine de verre, en laine de roche ou en mousse synthétique souple à cellules ouvertes. Les interstices 5 présentent par exemple, une largeur de l'ordre de 10 à 60 mm, notamment 30 mm.

Comme illustré sur les figures 1 et 2, la plaque interne 3 présente deux séries de rainures 7, 8, perpendiculaires l'une à l'autre, de sorte à former un réseau de rainures. Chacune des séries de rainures 7, 8 est parallèle à deux côtés opposés des panneaux isolants 1. Les rainures 7, 8 sont destinées à la réception d'ondulations 9, représentées par exemple sur les figures 3 et 4, faisant saillie vers l'extérieur de la cuve, formées sur des tôles métalliques 10 de la membrane d'étanchéité. Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2, la plaque

interne 3 comporte trois rainures 7 s'étendant selon la direction longitudinale du panneau isolant 1 et neuf rainures 8 s'étendant selon la direction transversale du panneau isolant 1.

Par ailleurs, la plaque interne 3 est équipée de platines métalliques 11, 12 pour l'ancrage du bord des tôles métalliques ondulées 10 de la membrane d'étanchéité sur les panneaux isolants 1. Les platines métalliques 11, 12 s'étendent selon deux directions perpendiculaires qui sont chacune parallèles à deux côtés opposés des panneaux isolants 1. Les platines métalliques 11, 12 sont fixées sur la plaque interne 3, par des vis, des rivets ou des agrafes, par exemple. Les platines métalliques 11, 12 sont mises en place dans des évidements ménagés dans la plaque interne 3 de telle sorte que la surface interne des platines métalliques 11, 12 affleure la surface interne de la plaque interne 3. La plaque interne 3 présente une surface interne qui est sensiblement plane, hors des éventuelles zones singulières telles que les rainures 7, 8 ou les lamages permettant de loger les platines métalliques 11, 12. Les platines métalliques 11 et 12 telles que représentées sont un exemple illustratif. Ces platines métalliques peuvent être agencées dans des nombres, dimensions relatives et positions différentes de celles représentées.

La plaque interne 3 peut également être équipée de goujons filetés 13 faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, et destinés à assurer la fixation d'une barrière d'isolation thermique primaire sur les panneaux isolants 1. Les goujons métalliques 13 passent au travers d'orifices ménagés dans les platines métalliques 11, 12.

La membrane d'étanchéité comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées 10 ayant chacune une forme sensiblement rectangulaire. Chaque tôle métallique ondulée 10 présente une première série d'ondulations 9 parallèles s'étendant selon une première direction et une seconde série d'ondulations 9 parallèles s'étendant selon une seconde direction. Les directions des deux séries d'ondulations 9 de chaque tôle métallique ondulée 10 sont perpendiculaires. Ces ondulations 9 font saillie vers l'extérieur de la cuve, c'est-à-dire en direction de la structure porteuse. La tôle métallique ondulée 10 comporte entre les ondulations 9 une pluralité de surfaces planes. Les ondulations 9 des tôles métalliques ondulées 10 sont logées dans les rainures 7, 8 ménagées dans la plaque interne 3 des panneaux isolants 1. Alternativement et de façon non représentée, des ondulations 9 peuvent aussi être logées dans les interstices entre blocs isolants.

Les tôles métalliques ondulées 10 sont, par exemple, réalisées en Invar® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre 1.10^{-6} et 2.10^{-6} K^{-1} , ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de 7.10^{-6} K^{-1} . De manière alternative, les tôles métalliques ondulées 10 peuvent également être réalisées en acier inoxydable ou en aluminium.

Lors de la fabrication de la cuve, les rainures 7, 8 sont dimensionnées pour constituer une zone de réglage de l'agencement des ondulations 9 dans la cuve. En particulier, ces rainures 7, 8 doivent être dimensionnées pour permettre des variations de dimensions des ondulations 9 liées aux tolérances de fabrication desdites ondulations 9 dans les tôles métalliques ondulées 10. En outre, Ces dimensionnement doivent prendre en compte les tolérances de positionnement des panneaux isolants 1 ainsi que des tôles métalliques ondulées 10 les uns par rapport aux autres.

La figure 3 illustre une position centrale 35 et des positions extrêmes 34 définissant une plage de positions possibles d'une ondulation 9 logée dans une rainure 7 ou 8. De façon préférentielle, la rainure 7 ou 8 est dimensionnée de manière à présenter une largeur 14, prise selon une direction perpendiculaire à une direction longitudinale 15 de l'ondulation 9 et parallèle à une face interne 16 de la plaque interne 3, supérieure ou égale à une largeur 17 de l'ondulation 9 selon ladite direction, augmentée d'une dimension de tolérance prédéterminée correspondant à deux fois la tolérance de positionnement de l'ondulation 9 dans la rainure 7 de part et d'autre de la position centrale 35.

Du fait de ces dimensionnements, un espace demeure dans les rainures 7, 8 entre la barrière d'isolation thermique et la membrane d'étanchéité. Ces rainures 7, 8 pourraient donc constituer un réseau de canaux de circulation. De tels canaux se développant de façon continue entre la membrane d'étanchéité et la barrière d'isolation thermique dans toute la paroi de cuve favoriseraient les mouvements de convection, en particulier sur les parois de cuves ayant une composante verticale importante telles que les parois de cuve transversales. Un tel réseau de canaux continus pourrait générer des phénomènes de thermosiphon favorisant les transferts de chaleur par convection gazeuse dans la barrière d'isolation thermique.

Un aspect de l'invention part de l'idée d'empêcher ces mouvements de convection dans les parois de la cuve. Pour cela, un aspect de l'invention part de l'idée de limiter la longueur des canaux formés par les rainures 7, 8 de la barrière d'isolation thermique.

5 Selon le premier mode de réalisation, des obturateurs 18 sont insérés dans une, certaines, ou toutes les rainures 7, 8 de la barrière d'isolation thermique. Ces obturateurs 18 sont disposés dans les rainures 7, 8 afin d'être agencés entre la membrane d'étanchéité et la barrière d'isolation thermique.

10 La figure 3 illustre schématiquement une portion d'un panneau isolant au niveau d'une rainure 7 dans laquelle est logée une ondulation 9 de la membrane d'étanchéité et comportant un obturateur 18 selon le premier mode de réalisation.

 Le panneau isolant 1 comporte un logement 19 dans lequel est logé l'obturateur 18 avec une liberté de déplacement. Ce logement 19 se développe perpendiculairement à la direction longitudinale 15 de l'ondulation 9. Une largeur 20 du logement 19 prise selon la direction de largeur de la rainure 7 est supérieure à la largeur 14 de la rainure 7. Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 4, la rainure 7 présente des parois latérales inclinées sensiblement parallèles à l'ondulation 9. La largeur 20 du logement 19 est supérieure à la largeur 14 maximale de la rainure 7, c'est-à-dire au niveau de la jonction entre la rainure 7 et la face interne 16 de la plaque interne 3. Ce logement 19 traverse la rainure 7. Autrement dit, le logement 19 comporte une portion centrale commune avec la rainure 7 et deux portions latérales débouchant chacune dans la rainure 7 de part et d'autre de l'ondulation 9.

25 Ce logement 19 peut être réalisé de nombreuses manières dans le panneau isolant 1, par exemple par usinage, par fraisage ou autre.

 L'obturateur 18 présente ici une forme générale plane. Une portion centrale de l'obturateur 18 comporte un dégagement 21. Ce dégagement 21 présente une forme complémentaire de la face convexe de l'ondulation 9. Plus particulièrement, le dégagement 21 est de forme concave et présente une concavité dont le rayon de courbure est de préférence identique au rayon de courbure de l'ondulation 9. Ainsi, une face interne de l'obturateur épouse la forme de la membrane d'étanchéité dans la rainure 7.

L'obturateur 18 présente une épaisseur selon la direction longitudinale 15 de l'ondulation 9 sensiblement égale à celle du logement 19 mais sans serrage pour que l'obturateur 18 puisse facilement être déplacé dans le logement 19. L'obturateur 18 présente par exemple une épaisseur comprise entre 5mm et 30mm, de
 5 préférence entre 10mm à 12mm. En outre, l'obturateur 18 présente une profondeur prise selon une direction d'épaisseur de la paroi de cuve correspondant sensiblement à la profondeur selon cette direction du logement 19. Autrement dit, à l'exception du dégagement 21, l'obturateur se développe sur toute la profondeur de la rainure 7 prise selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

10 L'ajustement entre le logement 19 et l'obturateur 18 selon la direction longitudinale 15 de l'ondulation 9 est suffisant pour autoriser un déplacement de l'obturateur 18 dans le logement 19 selon la direction de largeur du logement 19 sans pour autant permettre un écoulement périphérique pénalisant. De préférence, cet ajustement est apte à limiter voire bloquer le déplacement de l'obturateur 18
 15 sous son propre poids. Le jeu est par exemple de l'ordre de plus ou moins 0.1mm.

L'obturateur 18 peut être réalisé en un matériau ou un assemblage de différents matériaux.

Dans un mode de réalisation, l'obturateur 18 est réalisé dans un unique matériau. Un tel matériau est choisi de manière à permettre le déplacement par
 20 glissement de l'obturateur 18 dans le logement 19. Un tel matériau est par exemple un matériau plastique tel qu'une mousse de plastique, du Polychlorure de vinyle (PVC), du Polyméthacrylate de méthyle (PMMA), du Polyéthylène (PE), du Polypropylène (PP) ou encore du Polystyrène (PS) expansé ou non.

Dans un mode de réalisation, l'obturateur 18 est réalisé par un assemblage
 25 de matériau, par exemple à base d'un matériau plastique recouvert d'une couche de matériau poreux sur sa face coopérant avec la membrane d'étanchéité. Un tel matériau poreux est par exemple de la laine de verre, une mousse mélamine ou un feutre. Une telle couche de matériau poreux permet à l'obturateur 18 de laisser un gaz inerte circuler tout en générant une perte de charge des écoulements.

30 L'obturateur 18 peut être revêtu sur ses différentes faces en regard des parois du logement 19 d'un matériau présentant un faible coefficient de frottement par rapport au matériau formant le logement 19. Ainsi, ce revêtement peut être réalisé à partir d'un matériau plastique tel qu'une mousse de plastique, du

Polychlorure de vinyle (PVC), du Polyméthacrylate de méthyle (PMMA), du Polyéthylène (PE), du Polypropylène (PP) ou encore du Polystyrène (PS) expansé ou non.

5 L'obturateur 18 peut également être réalisé dans un matériau dont la tenue mécanique et la géométrie permettent la déformation locale de sa surface de contact avec le logement 19 et/ou la membrane d'étanchéité lors de sa mise en position. Un tel obturateur 18 localement déformable permet de s'accommoder des tolérances de fabrication du logement 19 et/ou de la membrane d'étanchéité. Par exemple, l'obturateur 18 peut être réalisé en polystyrène expansé de densité 10 à 10 30kg/m³.

Une largeur 22 de l'obturateur 18, prise selon la direction de largeur du logement 19, est comprise entre la largeur 20 du logement 19 et la largeur 14 de la rainure 7. De préférence, la largeur 22 de l'obturateur 18 est supérieure ou égale à la largeur 14 de la rainure 7 augmentée de deux fois la tolérance de positionnement 15 de l'ondulation 9 dans la rainure 7 de part et d'autre de la position centrale 35 de l'ondulation 9 dans la rainure 7. En outre, la largeur 20 du logement 19 est supérieure ou égale à la largeur 22 de l'obturateur 18 augmentée de deux fois ladite tolérance de positionnement de l'ondulation 9 dans la rainure 7.

Ainsi, l'obturateur 18 peut être logé dans le logement 19 selon différentes 20 positions le long de la direction de largeur 20 du logement 19. En outre, quelle que soit la position de l'obturateur 18 dans le logement 19, l'obturateur 18 se développe sur toute la largeur 14 de la rainure 7.

Ces différentes positions possibles de l'obturateur 18 permettent de positionner le dégagement 21 dans la rainure 7 pour toute position de l'ondulation 9 25 dans ladite rainure 7.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 4, le dégagement 21 est centré selon la direction de largeur de l'obturateur 18 et le logement 19 est centré sur la rainure 7 selon la direction de largeur de la rainure 7. Autrement dit, le logement 19 est symétrique par rapport à la rainure 7 et l'obturateur est symétrique 30 par rapport au dégagement 21. Cependant, la position du dégagement 21 selon la direction de largeur 22 de l'obturateur 18 et/ou la position du logement 19 selon la direction de largeur 14 de la rainure 7 peuvent être différentes que celles représentées sur la figure 4 tout en permettant un positionnement dudit dégagement

21 adapté à toutes les positions possibles de l'ondulation 9 dans la rainure 7. Ainsi, dans un exemple non illustré, le dégagement peut être disposé de façon asymétrique par rapport à l'obturateur 18, le logement présentant alors des portions latérales asymétriques par rapport à la rainure 7 de sorte que le dégagement 21
 5 puisse prendre toutes les positions possibles dans la rainure 7 selon la direction de largeur de la rainure 7.

De préférence, l'obturateur 18 est logé dans le logement 19 en préfabrication, c'est-à-dire avant l'installation du panneau isolant 1 portant le logement 19 dans la structure porteuse.

10 Lors de l'installation de la membrane d'étanchéité dans la cuve, la tôle métallique ondulée 10 est positionnée de manière à loger l'ondulation 9 dans la rainure 7. La complémentarité de forme entre le dégagement 21 et l'ondulation 9 permet au dégagement de remplir la fonction de surface de came lors de l'insertion de l'ondulation 9 dans la rainure 7. L'ondulation 9 présente ainsi au moins une face
 15 externe inclinée, deux dans le mode de réalisation illustré, par rapport à la face interne 16 de la plaque interne 3 du panneau isolant 1. De même, le dégagement 21 présente au moins une face interne inclinée, deux dans le mode de réalisation illustrée, par rapport à ladite face interne 16. Ainsi, lorsque l'ondulation 9 est insérée dans la rainure 7, la face externe de l'ondulation 9 prend appui sur la face interne du
 20 dégagement 21. La coopération de la face externe de l'ondulation 9 et de la face interne du dégagement 21 lors de l'insertion de l'ondulation 9 dans la rainure 7 peut imposer ainsi un déplacement de l'obturateur 18 dans le logement 19 selon la direction de largeur du logement 19. Ainsi, l'insertion de l'ondulation 9 dans la rainure 7 permet le positionnement automatique de l'obturateur 18 afin que ladite
 25 ondulation 9 soit logée dans le dégagement 21 de l'obturateur 18.

En outre, la complémentarité de forme entre le dégagement 21 et l'ondulation 9 permet à l'obturateur 18 d'épouser la forme de la membrane étanche dans la rainure 7. Ainsi, l'obturateur 18 se développe dans toute la portion de la rainure 7 comprise entre la membrane d'étanchéité et un fond de la rainure 7 au
 30 niveau du logement 19. En d'autres termes, l'obturateur 18 obture ladite portion de la rainure 7 au niveau du logement 19. Il n'est pas nécessaire que cette obturation soit totalement étanche. Cependant, cette obturation doit créer une perte de charge suffisante pour empêcher les écoulements pouvant être générés dans la rainure 7 par la convection sous la forme de thermosiphon.

La figure 5 illustre une variante de réalisation de l'obturateur 18 selon le premier mode de réalisation illustré sur la figure 4. Dans cette variante, le profil de l'obturateur 18 destiné à être en contact avec la membrane d'étanchéité présente une pluralité de nervures 23. Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 5, ces

5 nervures 23 se développent sur la face interne de l'obturateur 18 selon la direction de largeur 22 de l'obturateur 18. Ces nervures 23 favorisent la déformation locale de l'obturateur 18, permettant une meilleure coopération entre la face interne de l'obturateur 18 et la membrane d'étanchéité.

Selon une autre variante non représentée, une bande de 1 à 2mm

10 d'épaisseur en matériau compressible est ajoutée sur la face interne de l'obturateur 18. De façon analogue aux nervures 23, cette bande permet à l'obturateur 18 d'épouser au mieux le profil de l'ondulation 9 et de la membrane d'étanchéité avec laquelle il coopère. De préférence, la bande présente des dimensions sensiblement égales à celles de la face interne de l'obturateur 18 afin de ne pas créer

15 d'écoulement parasite par contournement.

La figure 6 représente schématiquement une portion de barrière d'isolation thermique, par exemple une barrière d'isolation thermique secondaire, d'une paroi de cuve et illustre un exemple d'agencement d'une pluralité d'obturateurs 18 dans ladite barrière d'isolation thermique.

20 Des obturateurs 18 sont placés à intervalle régulier sur une pluralité de panneaux isolants 1 dont les rainures 7, 8 pourraient former des canaux d'écoulement dans la paroi de cuve. Plus particulièrement, un obturateur 18 est ici positionné dans toutes les rainures 7 croisant deux rainures adjacentes 32 données de la série de rainures 8, lesdits obturateurs 18 étant positionnés dans lesdites

25 rainures 7 intercalés entre lesdites rainures adjacentes 32. Autrement dit, un obturateur 18 est positionné dans la barrière d'isolation thermique dans toutes les rainures 7 reliant deux rainures adjacentes 32 données.

Une telle rangée d'obturateurs 18 ne laisse ainsi pas à un écoulement une possibilité de cheminement de contournement d'un obturateur 18 en empruntant

30 momentanément l'une des rainures 8 perpendiculaires.

Ainsi, dans le mode de réalisation illustré sur la figure 6, une rangée d'obturateurs 18 est disposée alignée dans un plan dans l'ensemble des rainures 7 parallèles coupant ledit plan.

De manière préférentielle, de tels obturateurs 18 sont mis en œuvre dans toutes les rainures 7 ou 8 présentant une composante verticale selon le référentiel terrestre, par exemple les parois latérales, les cofferdams ou les parois chanfreinées de la cuve. De même, de tels obturateurs 18 sont avantageusement positionnés dans la barrière d'isolation thermique d'une paroi de fond de la cuve, et ce dans toutes les rainures 7 et 8.

De manière préférentielle, ces obturateurs 18 sont placés à un intervalle régulier 33 le long des rainures 7, 8 de telle manière que leur effet se cumule et crée des pertes de charge en série dans la direction préférentielle de l'écoulement. Par exemple, dans le cas d'ondulations 9 présentant une composante verticale, ces obturateurs 18 peuvent être disposés le long desdites ondulations 9 tous les 3m voir tous les 1 m. Dans le cas d'ondulations 9 de la paroi de fond horizontale, des obturateurs 18 sont par exemple agencés tous les 1m.

De préférence, dans le cadre de panneaux isolants 1 présentant une composante verticale par rapport au référentiel terrestre, des obturateurs 18 sont disposés proche du bord inférieur au niveau des rainures 7, 8 présentant une composante verticale. Ainsi, la distance séparant l'obturateur 18 de la garniture calorifuge 6 logée entre deux panneaux isolants 1 n'est pas suffisante pour qu'un écoulement vers le bas de la cuve se forme entre l'obturateur 18 et ladite garniture calorifuge 6, limitant ainsi la pression pouvant s'exercer sur ladite garniture calorifuge 6.

La figure 14 illustre un exemple d'agencement d'obturateurs 18 dans le cadre d'un panneau isolant 1 intégré dans une paroi de fond de cuve étanche et thermiquement isolante. Dans cet exemple, des obturateurs 18 sont agencés dans toutes les rainures 7, 8 formées par ledit panneau isolant 1. Ces obturateurs 18 sont alignés le long de deux bords adjacents du panneau isolant 1, formant deux rangées d'obturateurs 18 perpendiculaires ayant sensiblement la forme d'un « L » dans le panneau isolant 1. Ainsi, lorsque des panneaux isolants 1 tel qu'illustré sur la figure 14 sont juxtaposés dans le fond de la cuve, les rangées d'obturateurs desdits panneaux isolants 1 juxtaposés sont alignées pour former un maillage d'obturateurs dans toutes les canaux formés par les rainures 7, 8 des différents panneaux isolants 1.

L'espacement maximal entre deux rangées d'obturateurs 18 est choisi de telle manière que la perte de charge ainsi créée à une vitesse déterminée et considérée comme tolérable soit supérieure à la charge hydrostatique de l'écoulement à contraindre. Un tel coefficient de pertes de charges peut être
 5 facilement déterminé par essais, en établissant un écoulement dans une maquette d'obturateur, en faisant varier les vitesses d'écoulement et en mesurant le différentiel de pression entre aval et amont ou numériquement. La charge peut être calculée en considérant l'intégrale de la variation de la densité ρ du fluide donné sur la direction fixée par la gravité dans la boucle de circulation considérée et de la
 10 multiplier par la constante universelle de gravitation. On a ainsi en premières approches, sur deux canaux verticaux de hauteur H (aux températures respectives T_f et T_c) communiquant à leurs extrémités un différentiel de pression dP qui satisfait l'équation :

$$dP = (\rho(T_f) - \rho(T_c)) * g * H.$$

15 La figure 7 représente un deuxième mode de réalisation. Les éléments identiques ou remplissant la même fonction que des éléments décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 6 portent la même référence.

Ce deuxième mode de réalisation diffère du premier mode de réalisation en ce que les logements 19 ne sont pas formés dans les panneaux isolants 1 mais
 20 dans les interstices 5 entre deux panneaux isolants 1 adjacents. Un tel mode de réalisation présente l'avantage de ne pas nécessiter d'usinage du panneau isolant 1 afin de former le logement 19. Le fond du logement 19 sur lequel repose l'obturateur 18 est par exemple formé par la garniture calorifuge 6 logée dans les interstices 5.

Dans ce mode de réalisation, la tôle métallique ondulée 10 est positionnée
 25 sur le panneau isolant 1 préalablement à l'installation de l'obturateur 18 afin de déterminer la position de l'ondulation 9 dans la rainure 7, 8 correspondante. Lorsque la position de l'ondulation 9 dans la rainure 7, 8 est déterminée, l'obturateur 18 est fixée dans la position adéquate sur le côté correspondant du panneau isolant 1. L'obturateur 18 est par exemple fixé par agrafage, vissage ou collage au flanc du
 30 panneau isolant 1. Dans ce mode de réalisation, l'obturateur 18 présente une épaisseur selon la direction longitudinale 15 de l'ondulation 9 inférieure à l'interstice 5.

La figure 8 illustre un troisième mode de réalisation. Les éléments identiques ou remplissant la même fonction que des éléments décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 6 portent la même référence.

De façon analogue au deuxième mode de réalisation, ce troisième mode de réalisation diffère du premier mode de réalisation en ce que le logement 19 est formé dans l'interstice 5 entre deux panneaux isolants 1. Cependant, dans ce mode de réalisation, la garniture calorifuge 6 présente un renforcement 24 formant le fond du logement 19. Ce renforcement 24 présente des caractéristiques de largeur analogues aux caractéristiques décrites ci-dessus pour la largeur 20 du logement 19 selon le premier mode de réalisation. Ainsi, dans ce troisième mode de réalisation, l'obturateur 18 est positionné sur la garniture calorifuge 6 dans le renforcement 24 sans être fixé sur le flanc du panneau isolant 1. Cet obturateur 18 peut être positionné préalablement au positionnement des tôles ondulées 10 sur la barrière d'isolation thermique.

De façon analogue au premier mode de réalisation, lorsque l'ondulation 9 est insérée dans la rainure 7, 8, la coopération entre la face interne du dégagement 21 et la face externe de l'ondulation 9 permet le coulisement de l'obturateur 18 dans le renforcement 24 selon la direction de largeur 22 de l'obturateur 18.

Avantageusement, l'obturateur 18 présente une épaisseur selon la direction longitudinale 15 de l'ondulation 9 sensiblement égale à cette de l'interstice 5, typiquement de l'ordre de 30mm voire 40mm.

Dans un mode de réalisation non illustré, la garniture calorifuge 6 ne présente pas de renforcement 24, l'obturateur 18 reposant sur une face interne de ladite garniture calorifuge 6. Dans ce mode de réalisation, lorsque l'obturateur 18 est positionné dans l'interstice 5 au niveau de la rainure 7, il fait saillie au-delà des faces internes des panneaux isolants 1 formant ledit interstice 5, par exemple de l'ordre de 1 à 3 mm. Lorsque la tôle métallique ondulée 10 est positionnée de manière à insérer l'ondulation 9 dans la rainure 7, l'appui de l'ondulation 9 sur l'obturateur 18 positionne automatiquement l'obturateur 18 par rapport à la rainure 7 comme expliqué ci-dessus. En outre, l'appui de l'ondulation 9 sur l'obturateur 18 comprime la garniture calorifuge 6 disposée sous l'obturateur 18 afin que l'obturateur 18 affleure avec la face interne des panneaux isolants 1 formant l'interstice 5.

Les figures 9 et 10 illustrent un quatrième mode de réalisation de l'invention. Les éléments identiques ou remplissant la même fonction que des éléments décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 6 portent la même référence.

5 Ce quatrième mode de réalisation diffère du troisième mode de réalisation en ce que l'obturateur comporte en outre une lame 25 faisant saillie de la face externe de l'obturateur 18. Cette lame 25 est agencée pour prolonger une face latérale de l'obturateur 18 en direction de la paroi porteuse.

10 Lors du positionnement de l'obturateur 18, la lame 25 est insérée entre la garniture calorifuge 6 et l'un des panneaux isolants 1 formant l'interstice 5 dans lequel est logée ladite garniture calorifuge 6. L'insertion de la lame 25 entre la garniture calorifuge 6 et le panneau isolant 1 permet de plaquer l'obturateur 18 contre le flanc du panneau isolant 1 tout en assurant le maintien en position dudit obturateur 18. La lame 25 présente avantageusement une dépouille de quelques
15 degrés afin d'en faciliter l'insertion d'une part et de contribuer au placage optimal du profil de l'obturateur 18 sur la surface de la membrane d'étanchéité d'autre part. Une telle dépouille permet d'assurer que la position de l'obturateur 18 est maintenue au cours de la durée de vie de la cuve.

Dans un mode de réalisation non illustré, l'organe de fixation se compose d'au moins deux crochets fixés sur au moins un bloc isolant afin de bloquer le
20 déplacement suivant l'épaisseur du ou des blocs isolants tout en permettant un déplacement latérale de l'obturateur 18.

Les figures 11 et 12 représentent un cinquième mode de réalisation de l'invention convenant pour une cuve comportant une barrière d'isolation thermique secondaire et une barrière d'isolation thermique primaire. Les éléments identiques
25 ou remplissant la même fonction que des éléments décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 6 portent la même référence.

Comme illustré sur la figure 11, la paroi de cuve selon ce cinquième mode de réalisation comporte une membrane étanche secondaire dont les ondulations 9 font saillie en direction de l'intérieur de la cuve et reposant sur une barrière
30 d'isolation thermique secondaire. La barrière d'isolation thermique primaire comporte une pluralité de panneaux isolants primaires 26 de forme sensiblement parallélépipédique rectangle. Les panneaux isolants primaires 26 comportent une structure quelconque, par exemple une structure sandwich constituée d'une couche

de garniture isolante telle qu'une couche de mousse polymère isolante 27 prise en sandwich entre deux plaques rigides, interne 28 et externe 29, par exemple en bois contreplaqué. La membrane d'étanchéité primaire est obtenue par assemblage d'une pluralité de tôles métalliques ondulées 30.

5 Ainsi, les rainures 7, 8 permettant de loger les ondulations 9 sont réalisées dans les panneaux isolants primaires 26. Ces rainures 7, 8 sont réalisées dans la plaque rigide externe 29 desdits panneaux isolants primaires 26, et éventuellement également dans la garniture isolante desdits panneaux isolants primaires 26.

10 Ainsi, ce cinquième mode de réalisation diffère du premier mode de réalisation en ce que le logement 19 est réalisé dans le panneau isolant primaire 26 afin de loger l'obturateur 18. De tels logements 19 et obturateurs 18 présentent par ailleurs des caractéristiques de dimensionnement et positionnement dans la cuve analogues à celles des logements 19 et obturateur 18 décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 6 dans le premier mode de réalisation. La figure 12 illustre une vue
15 en coupe de détail de la paroi de cuve illustrée sur la figure 11 au niveau d'un obturateur 18 dans un logement 19 et coupant une rainure 7 logeant une ondulation 9, ladite rainure 7 coupée par le logement 19 étant illustrée en pointillés sur cette figure 12.

20 D'autres détails et d'autres modes de réalisation, notamment sur les barrières d'isolations thermiques secondaire et primaire, les organes d'ancrage des barrières thermiquement isolantes et les membranes d'étanchéité, peuvent être trouvés dans le document WO2016/046487, le document WO2013004943 ou encore le document WO2014057221.

25 La technique décrite ci-dessus pour réaliser une cuve étanche et thermiquement isolante peut être utilisée dans différents types de réservoirs, par exemple pour constituer un réservoir de GNL ou GPL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre comportant plusieurs membranes d'étanchéité ou une seule membrane d'étanchéité.

30 En référence à la figure 13, 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.

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

La figure 13 représente un exemple de terminal maritime comportant un
 poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une
 10 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
 15 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
 20 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met
 25 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.

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
 30 comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

En particulier, les logements et obturateurs sont décrits dans les différents modes de réalisation ci-dessus dans le cadre d'une membrane d'étanchéité

secondaire dont les ondulations sont logées dans des rainures pratiquées sur une face interne des panneaux isolants secondaires ou sur une face externe des panneaux isolants primaires selon que les ondulations sont saillantes en direction respectivement de l'extérieur de la cuve ou de l'intérieur de la cuve. Cependant, de telles rainures, logements et obturateurs peuvent également être réalisés et installés au niveau d'une face interne des panneaux isolants primaires dans le cadre d'une membrane d'étanchéité primaire présentant des ondulation faisant saillie vers l'extérieur de la cuve. De même, de telles rainures, logements et obturateurs peuvent également être réalisés et installés au niveau d'une face interne de panneaux isolants dans le cadre d'une cuve ne comportant qu'une unique barrière d'isolation thermique et une unique membrane d'étanchéité présentant des ondulation faisant saillie vers l'extérieur de la cuve.

De même, la description ci-dessus est principalement réalisée dans le cadre de rainures 7 logeant des ondulations 9 parallèles selon une première direction. Cependant, cette description s'applique par analogie à des obturateurs 18 et des logements 19 permettant d'obturer des rainures 8 logeant des ondulations 9 selon une deuxième direction perpendiculaire à la première direction. Ainsi, de tels obturateurs 18 peuvent être agencées afin d'obturer des rainures 7 et/ou des rainures 8.

L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

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

REVENDECATIONS

1. Cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de fluide, dans laquelle une paroi de cuve comporte au moins une barrière d'isolation thermique et une membrane d'étanchéité,
- 5 la membrane d'étanchéité comportant une série d'ondulations (9) parallèles présentant une direction longitudinale (15), et des portions planes situées entre lesdites ondulations (9), lesdites ondulations (9) faisant saillie des portions planes sur un côté saillant de la membrane d'étanchéité, une dite barrière d'isolation thermique étant située du côté saillant de la membrane d'étanchéité,
- 10 ladite barrière d'isolation thermique comportant une série de rainures (7, 8) parallèles dans lesquelles sont logées les ondulations (9),
et dans laquelle une dite rainure (7, 8) présente une largeur (14), prise selon une direction de largeur perpendiculaire à la direction longitudinale (15) des ondulations (9), supérieure à la largeur (17), prise selon ladite direction de largeur, de
- 15 l'ondulation (9) logée dans ladite rainure (7, 8),
la barrière d'isolation thermique comportant en outre un logement (19) coupant ladite rainure (7, 8) et présentant une largeur (20) supérieure à la largeur de la rainure (7, 8),
la cuve comportant en outre un obturateur (18) agencé dans le logement (19),
- 20 l'obturateur présentant une largeur (22) supérieure à la largeur (14) de la rainure (7, 8), l'obturateur (18) présentant un dégagement (21) configuré pour accueillir l'ondulation (9),
l'obturateur (18) étant agencé dans le logement (19) de manière à ce que le dégagement (21) soit logé dans la rainure (7, 8) et que l'ondulation (9) soit logée
- 25 dans le dégagement (21) et de sorte que l'obturateur (18) obture une portion de la rainure (7, 8) située du côté saillant de la membrane d'étanchéité en créant une perte de charge pour un écoulement circulant dans la rainure (7, 8).
2. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1, dans laquelle la barrière d'isolation thermique comporte une pluralité d'éléments
- 30 isolants (1, 26) juxtaposés retenus contre une paroi porteuse.

3. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 2, dans laquelle le logement (19) est formé dans un élément isolant (1, 26).

4. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 2, dans laquelle le logement (19) est formé dans un interstice (5) entre deux éléments
5 isolants adjacents (1, 26).

5. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 4, dans laquelle un rembourrage isolant (6) est agencé dans l'interstice (5) entre les deux éléments isolants adjacents (1, 26), ledit rembourrage isolant (6) formant un fond du logement (19).

10 6. Cuve étanche et thermiquement isolant selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle l'obturateur (18) comporte une portion inférieure en contact avec un fond du logement (19) constituée d'un matériau rigide et une portion localement déformable (23), l'ondulation (9) étant en appui sur la portion localement déformable (23).

15 7. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 6, dans laquelle la portion inférieure de l'obturateur (18) en contact avec le fond du logement est constituée d'un matériau choisi parmi le groupe de matériau constitué du Polypropylène, du Polyméthacrylate de méthyle, du Polychlorure de vinyle, du Polyéthylène, de mousse synthétique de plastique ou de leurs combinaisons.

20 8. Cuve étanche et thermiquement isolant selon la revendication 6 ou 7, dans laquelle la portion localement déformable de l'obturateur (18) comporte une bande en matériau compressible sur la face supérieure de l'obturateur (18).

9. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 6 à 8, dans laquelle la portion localement déformable (23) est
25 constituée d'un matériau choisi parmi le groupe de matériaux constitué de matériaux fibreux, la laine de verre, la mousse mélamine, la mousse de polyuréthane souple ou leurs combinaisons.

10. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle l'ondulation (9) présente une première surface
30 latérale inclinée par rapport à une direction d'épaisseur de la paroi de cuve, l'obturateur (18) présentant une deuxième surface inclinée par rapport à ladite direction d'épaisseur de la cuve de manière à faire coulisser l'obturateur (18) dans

la largeur (20) du logement (19) lorsque l'ondulation (9) est insérée dans la rainure (7, 8).

11. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle la largeur (22) de l'obturateur (18) est supérieure ou égale à la largeur (17) de l'ondulation (9) plus deux fois la différence de largeur entre la rainure (7, 8) et l'ondulation (9).

12. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle la direction longitudinale (15) de l'ondulation (9) comporte une composante verticale par rapport au référentiel terrestre.

13. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 12, comportant une rangée de logements (19), lesdits logements (19) de la rangée de logements (19) coupant une rainure (7, 8) respective de la série de rainures (7, 8), lesdits logements (19) présentant une largeur (20) supérieure à la largeur (14) desdites rainures (7, 8) respectives, la cuve comportant en outre une rangée d'obturateurs (18) agencés dans un logement (19) respectif, lesdits obturateurs (18) présentant une largeur (22) supérieure à la largeur (14) de la rainure (7, 8) coupée par ledit logement (19) respectif et inférieure à une largeur (20) dudit logement (19), les obturateurs (18) présentant un dégagement (21) configuré pour accueillir l'ondulation (9) correspondante, les obturateurs (18) étant agencés dans lesdits logement (19) de manière à ce que le dégagement (21) soit logé dans la rainure (7, 8) correspondante et que l'ondulation (9) soit logée dans ledit dégagement (21) et de sorte que l'obturateur (18) obture une portion de ladite rainure (7, 8) située du côté saillant de la membrane d'étanchéité en créant une perte de charge pour un écoulement circulant dans ladite rainure (7, 8).

14. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 13, dans laquelle la série d'ondulations (9) parallèle de la membrane d'étanchéité est une première série d'ondulation parallèles de la membrane d'étanchéité et dans laquelle la direction longitudinale desdites ondulations (9) ladite première série d'ondulations est une première direction, la membrane d'étanchéité comportant en outre une deuxième série d'ondulations (9) perpendiculaires à la première série, une direction longitudinale des ondulations de la deuxième série d'ondulations formant une deuxième direction perpendiculaire à la première direction, les obturateurs (18)

de la rangée d'obturateurs (18) étant agencés entre deux ondulations adjacentes (32) de la deuxième série d'ondulations (9).

15. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 13 à 14, la cuve comportant une pluralité de rangées d'obturateurs (18) logés dans des logements (19) respectifs, lesdites rangées d'obturateurs (18) étant agencées à un intervalle (33) régulier selon la direction longitudinale (15) des ondulations (9) de telle manière que leur effet se cumule et crée des pertes de charges en série dans les rainures (7, 8) logeant les ondulations (9) correspondantes.

16. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 15, dans laquelle la membrane d'étanchéité est portée par la barrière d'isolation thermique, les ondulations (9) faisant saillie vers la paroi porteuse.

17. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 15, dans laquelle la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité secondaire, la barrière d'isolation thermique est une barrière d'isolation thermique primaire, les ondulations (9) faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, et dans laquelle la cuve comporte en outre une barrière d'isolation thermique secondaire retenue sur la paroi porteuse et portant la membrane d'étanchéité secondaire, la barrière d'isolation thermique primaire étant portée par la membrane d'étanchéité secondaire, la cuve comportant en outre une membrane d'étanchéité primaire portée par la barrière d'isolation thermique primaire et destinée à être en contact avec le fluide dans la cuve, les rainures (7, 8) étant formée sur une surface inférieure de la barrière d'isolation thermique primaire.

18. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 15, dans laquelle la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité primaire, la barrière d'isolation thermique est une barrière d'isolation thermique primaire, les ondulations (9) faisant saillie vers l'extérieur de la cuve, et dans laquelle la cuve comporte en outre une barrière d'isolation thermique secondaire retenue sur la paroi porteuse et portant une membrane d'étanchéité secondaire, la barrière d'isolation thermique primaire étant portée par la membrane d'étanchéité secondaire, la membrane d'étanchéité primaire étant portée par la barrière d'isolation thermique primaire et destinée à être en contact avec le fluide

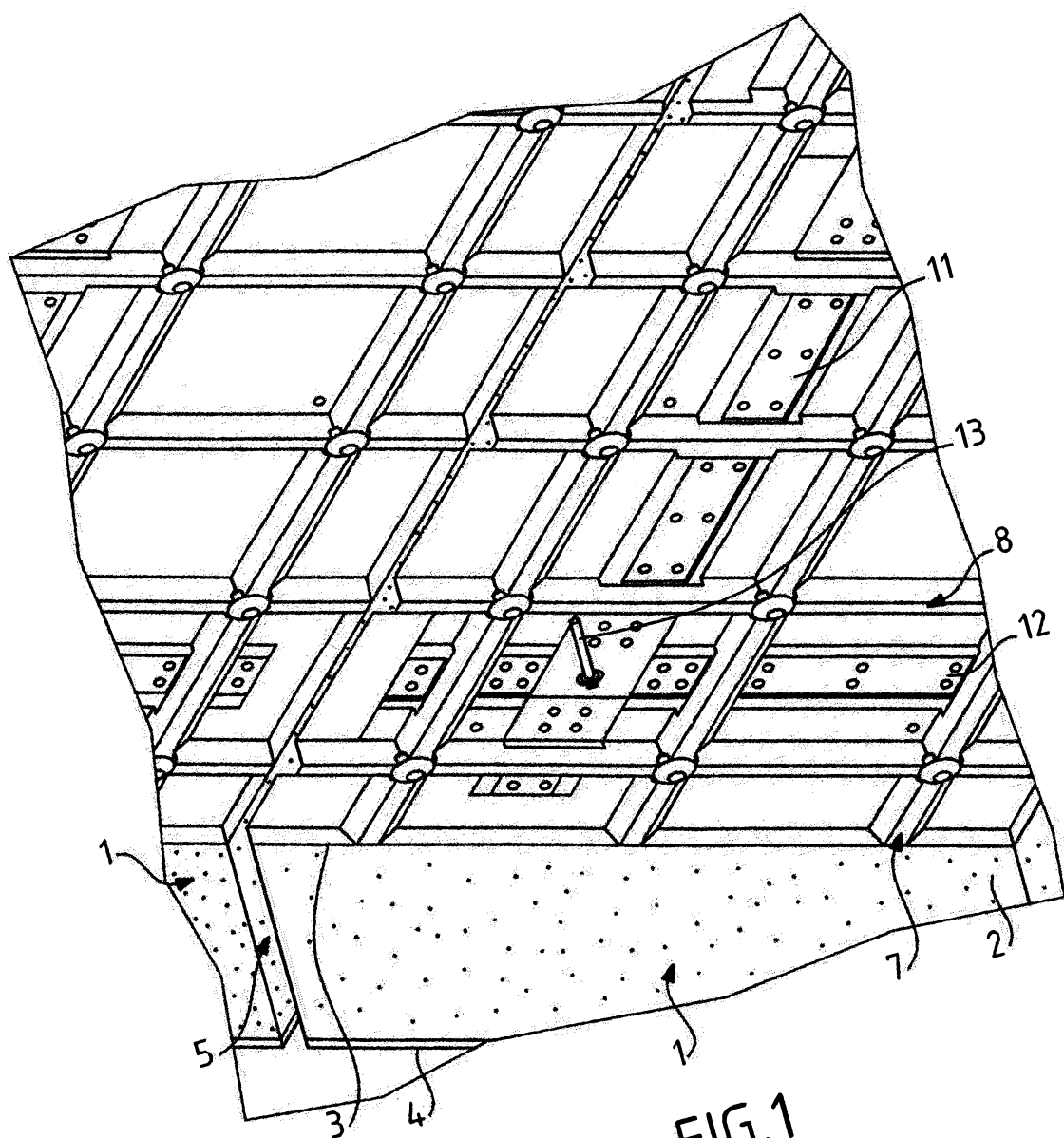
dans la cuve, les rainures (7, 8) étant formée sur une surface supérieure de la barrière d'isolation thermique primaire.

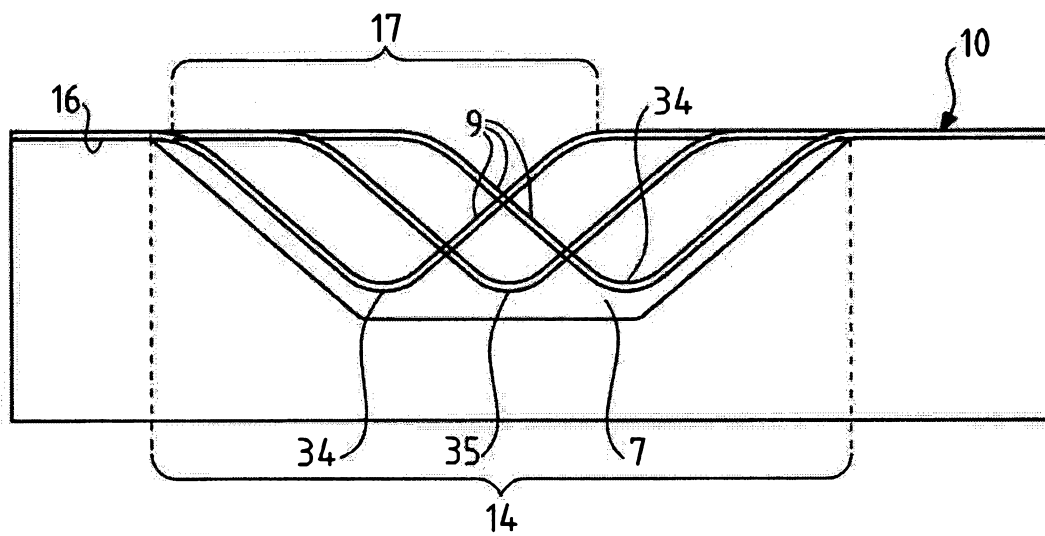
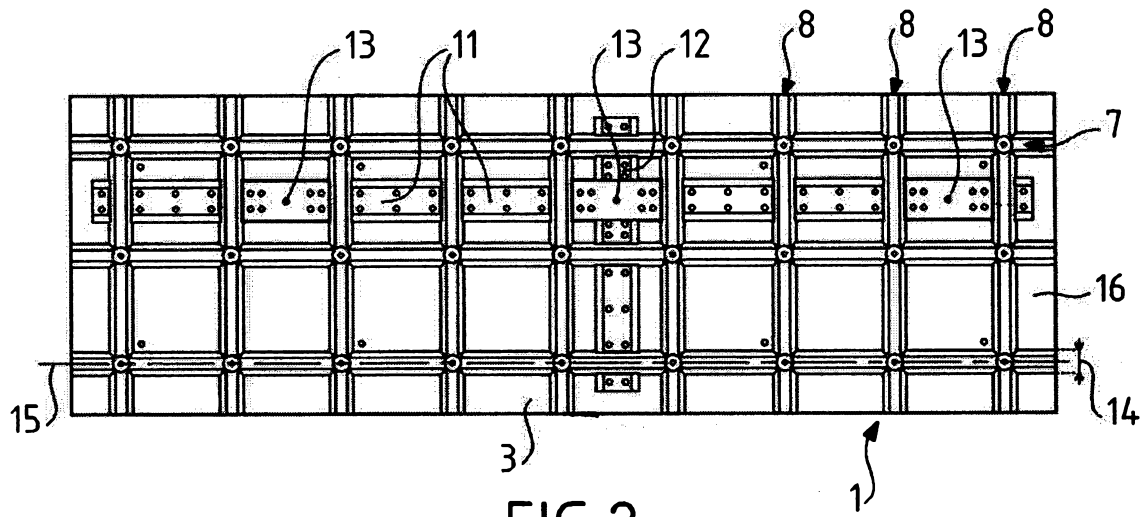
19. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une des revendications 1
5 à 18 disposée dans la double coque.

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

10 21. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 19, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour
15 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.

1/8





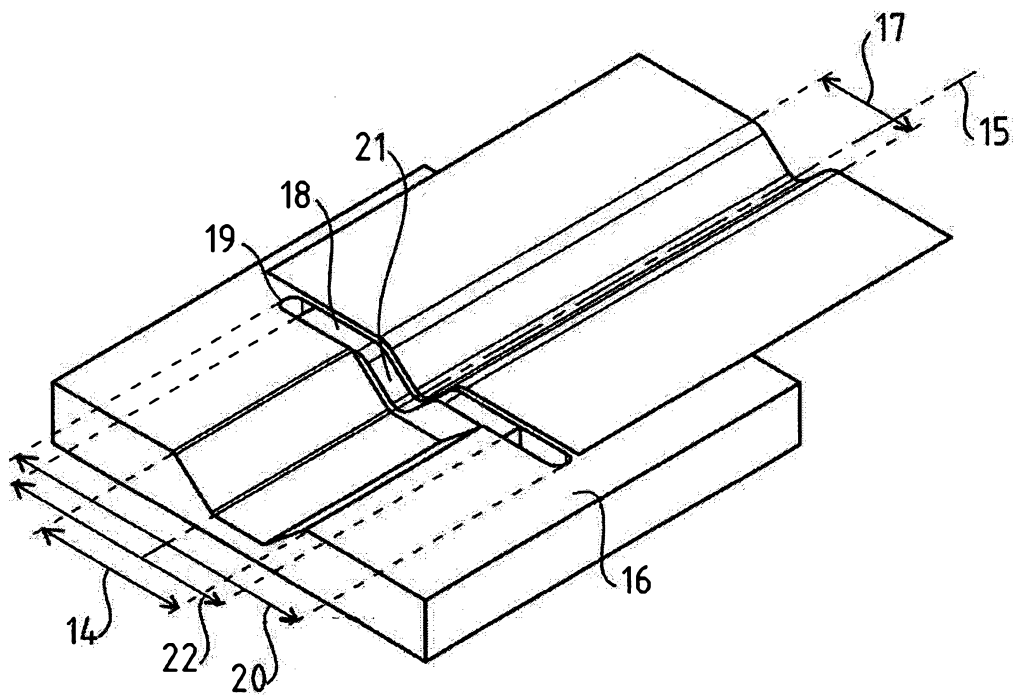


FIG. 4

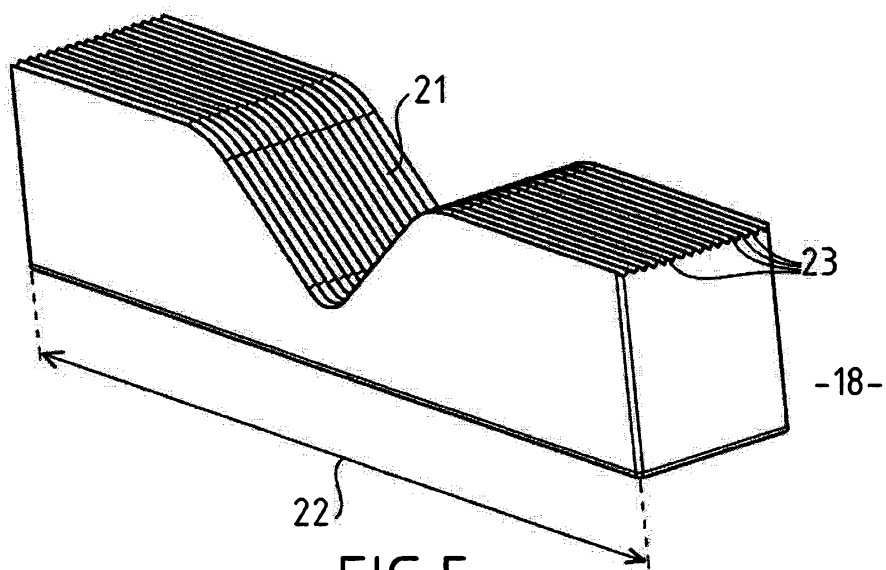


FIG. 5

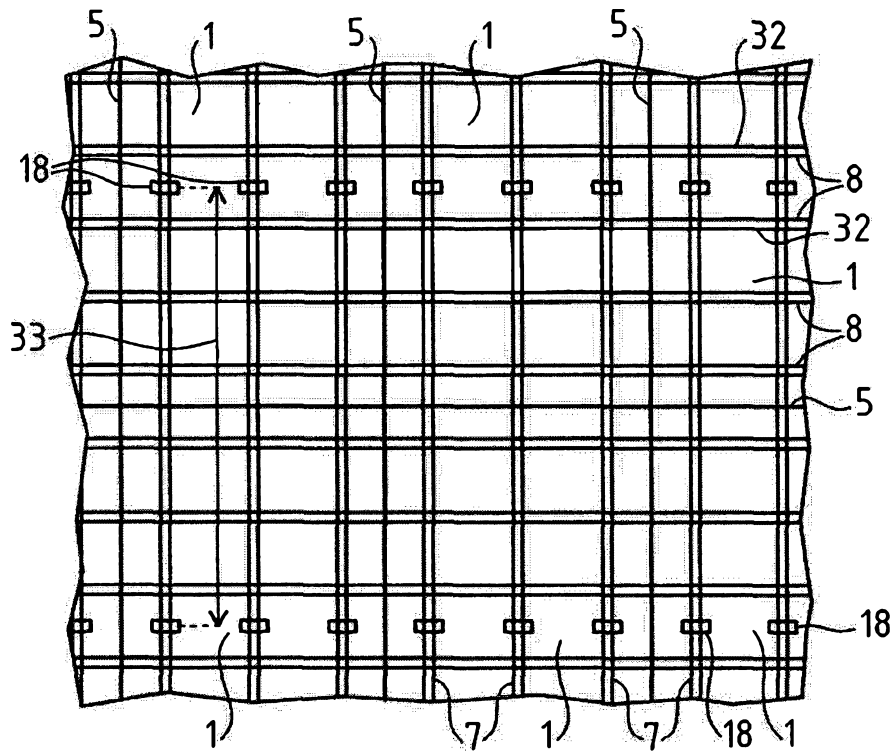


FIG.6

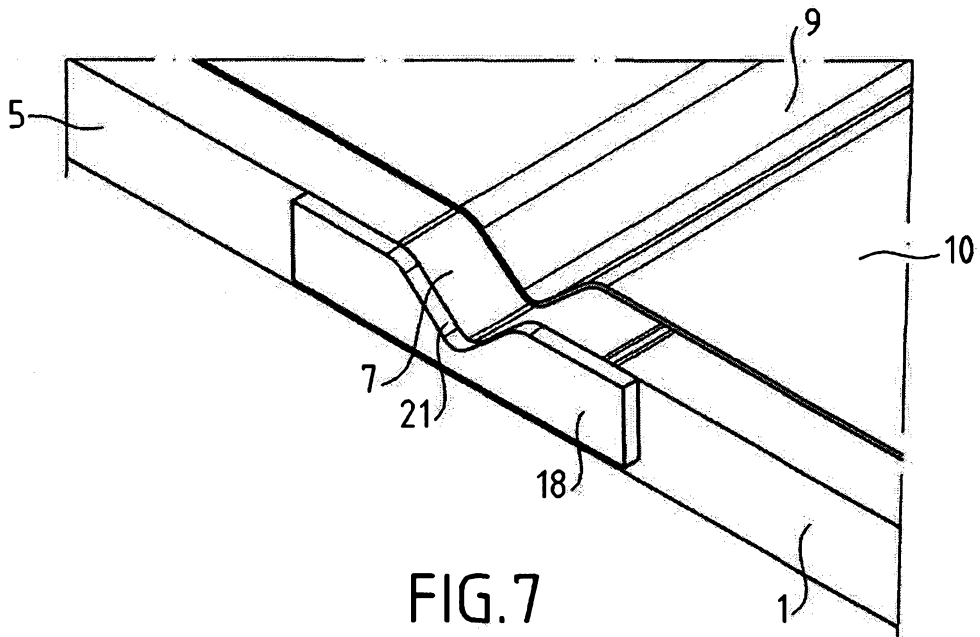


FIG. 7

5/8

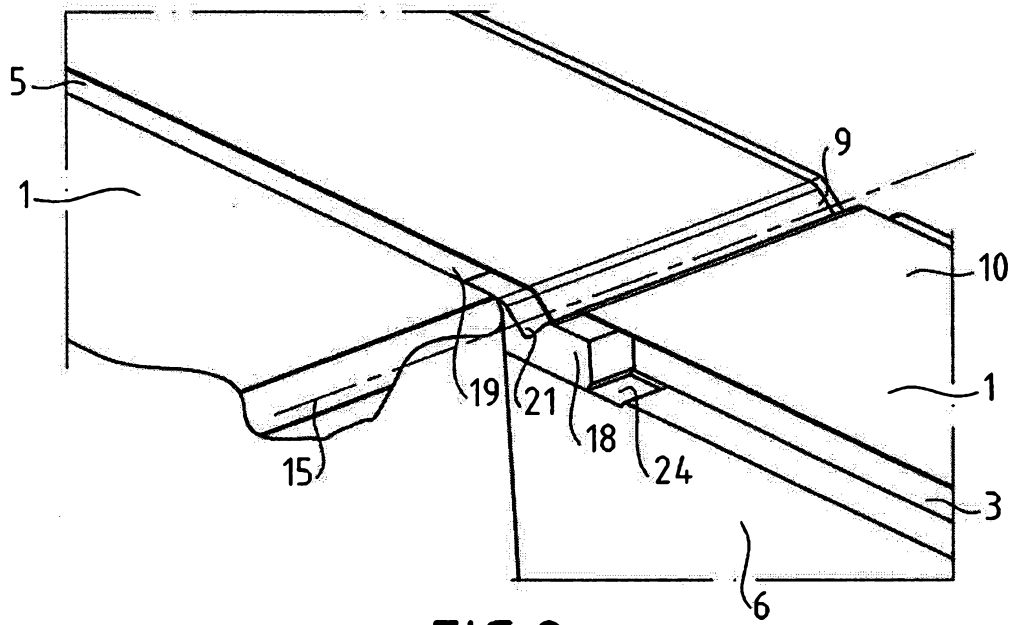


FIG. 8

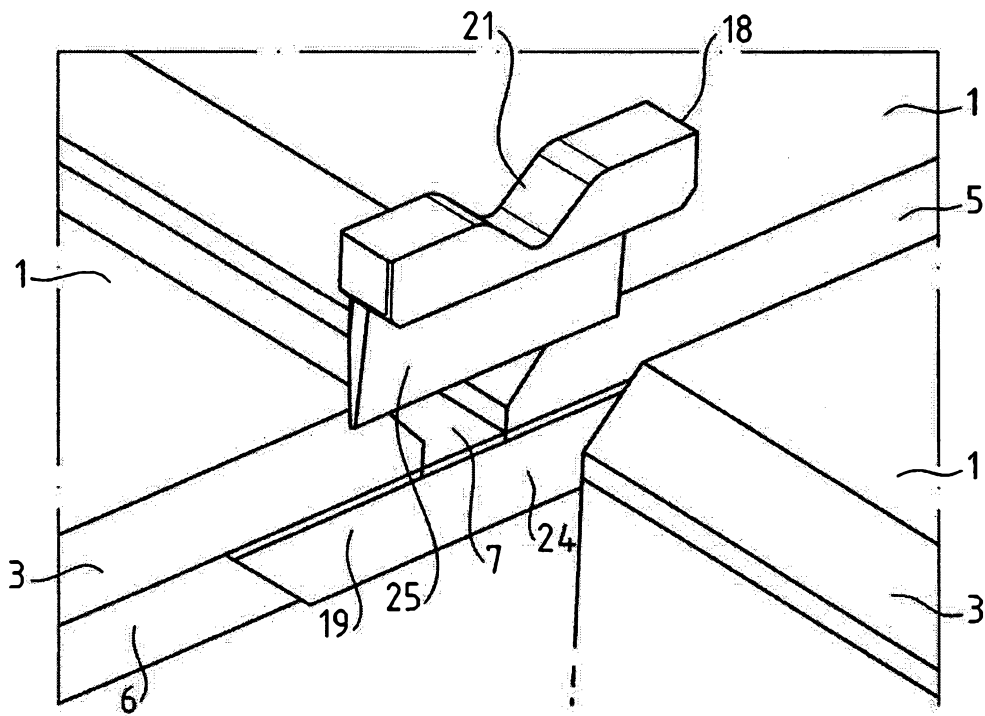


FIG. 9

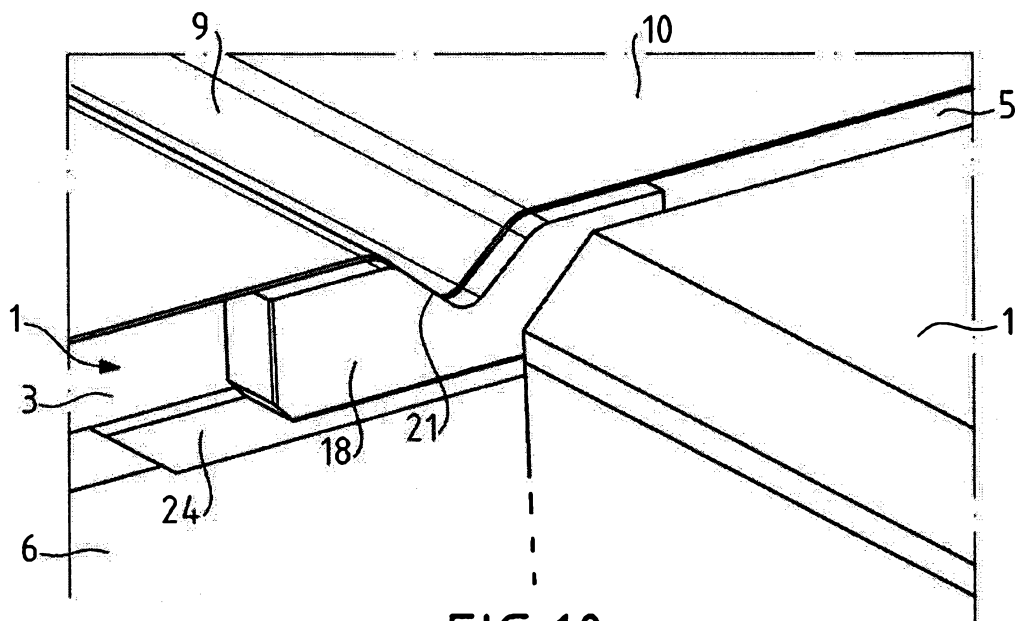


FIG.10

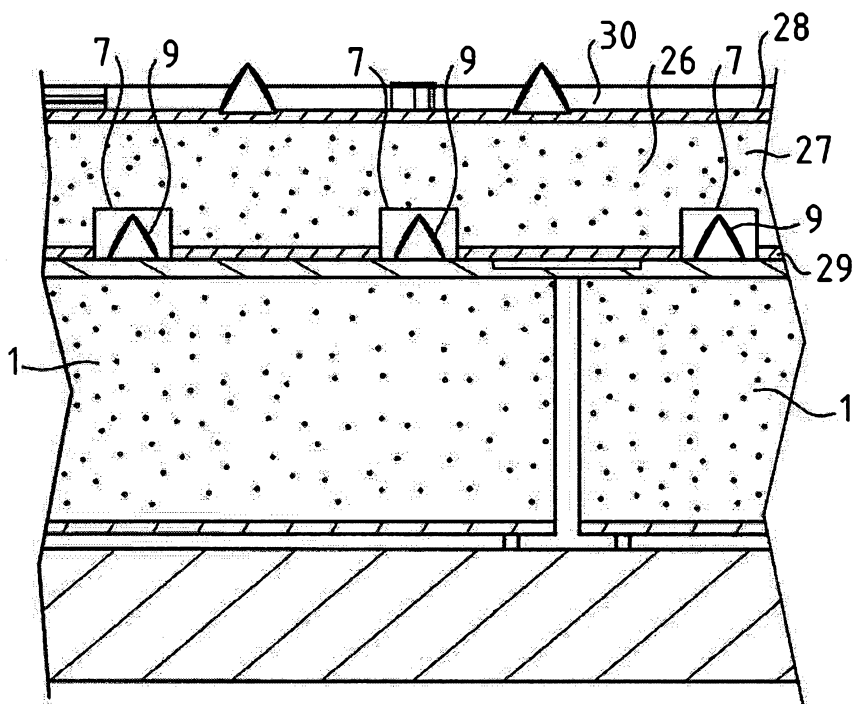


FIG.11

7/8

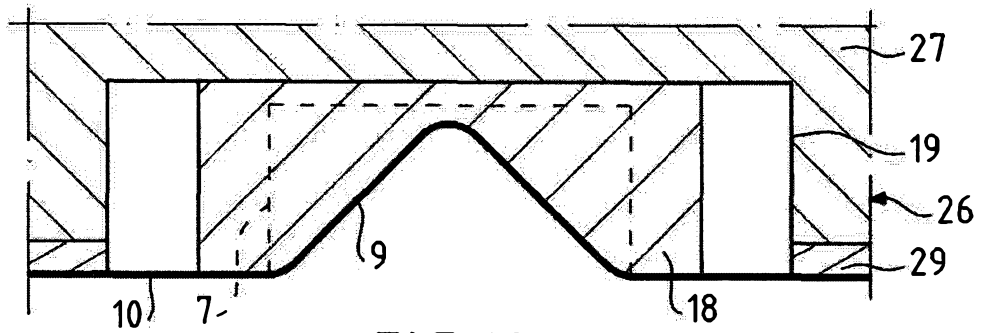


FIG. 12

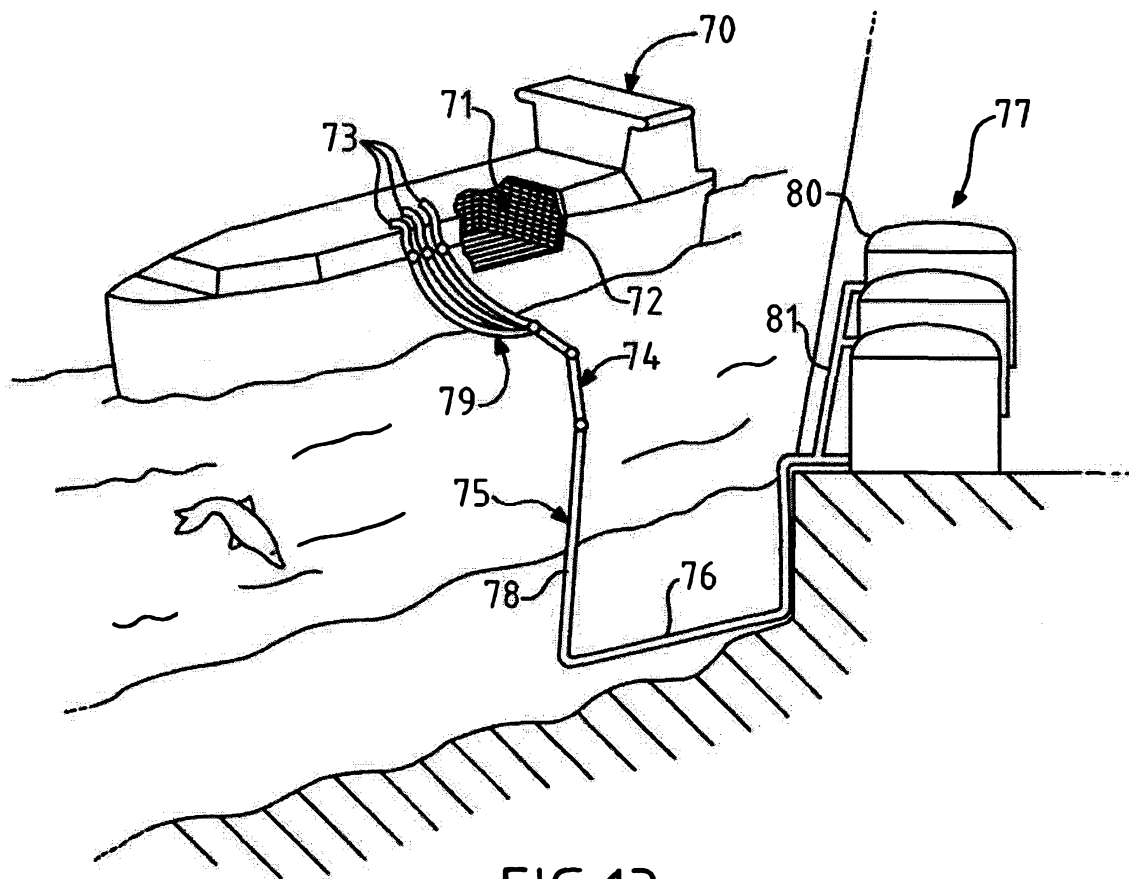


FIG. 13

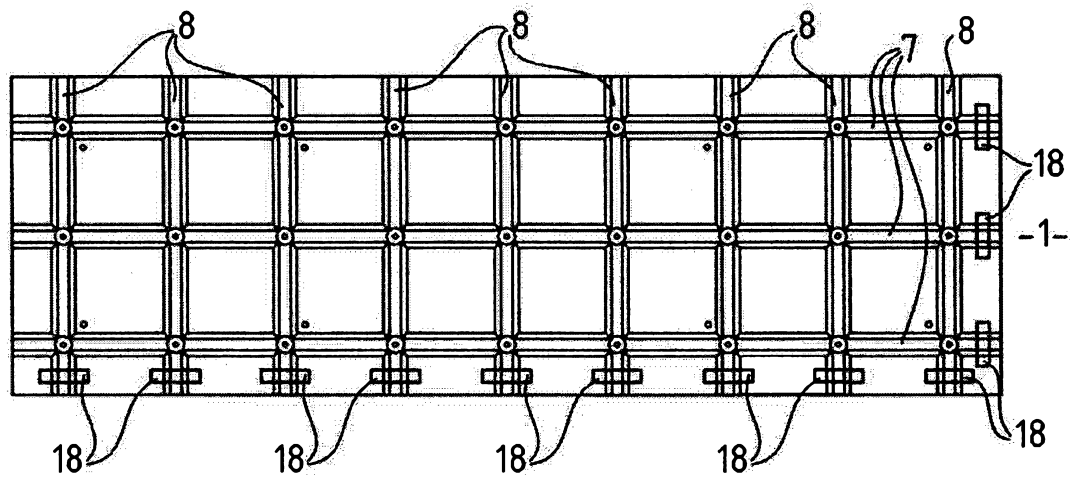


FIG.14

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1771267 FA 847250**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-07-2018**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
KR 20160048236 A	04-05-2016	AUCUN	
KR 20100090036 A	13-08-2010	AUCUN	
WO 2016046487 A1	31-03-2016	AU 2015323629 A1	13-04-2017
		CN 107110428 A	29-08-2017
		EP 3198186 A1	02-08-2017
		FR 3026459 A1	01-04-2016
		JP 6349032 B2	27-06-2018
		JP 2017530064 A	12-10-2017
		KR 20170063733 A	08-06-2017
		PH 12017500526 A1	07-08-2017
		SG 11201702234P A	27-04-2017
		US 2017276295 A1	28-09-2017
		WO 2016046487 A1	31-03-2016