

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

①① N° de publication : **3 077 617**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **18 51035**

⑤① Int Cl⁸ : **F 17 C 3/02 (2018.01), F 17 C 6/00**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ INSTALLATION POUR LE STOCKAGE ET LE TRANSPORT D'UN GAZ LIQUEFIE.

②② Date de dépôt : 07.02.18.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 09.08.19 Bulletin 19/32.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 19.08.22 Bulletin 22/33.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

⑦② Inventeur(s) : HOUEL PIERRE, DELANOE
SEBASTIEN et COROT SEBASTIEN.

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

⑦④ Mandataire(s) : LOYER & ABELLO.

FR 3 077 617 - B1



Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes à membrane pour le stockage et/ou le transport d'un gaz liquéfié, et notamment des cuves embarquées sur des navires ou autres ouvrages flottants.

- 5 La ou les cuves peuvent être destinées à transporter une grande cargaison de gaz liquéfié et/ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion du navire.

Arrière-plan technologique

10 Les navires de transport de gaz naturel liquéfié présentent une pluralité de cuves pour le stockage de la cargaison. Le gaz naturel liquéfié est stocké dans ces cuves, à pression atmosphérique, à environ -162°C et se trouve ainsi dans un état d'équilibre diphasique liquide-vapeur de telle sorte que le flux thermique s'exerçant au travers des parois des cuves tend à entraîner une évaporation du gaz naturel liquéfié.

15 Afin d'éviter de générer des surpressions à l'intérieur des cuves, une cuve de méthanier est associée à une conduite d'évacuation de la vapeur, dite dôme gaz, qui est agencée dans la paroi de plafond de la cuve, généralement au niveau de la ligne médiane du navire, et reliée au collecteur de vapeur principal du navire et à un mât de dégazage. La vapeur ainsi collectée peut ensuite être transmise vers une
20 installation de re-liquéfaction en vue de réintroduire ensuite le fluide dans la cuve, vers un équipement de production d'énergie ou vers un mât de dégazage prévu sur le pont du navire.

Une structure de dôme gaz convenant pour une paroi de cuve comportant une membrane composite collée a été décrite notamment dans la publication WO-
25 A-2013093261 ou WO-A-2014128381. Toutefois, ces structures présentent de grandes dimensions et sont assez complexes.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de proposer une structure relativement simple pour faire pénétrer une conduite étanche dans une cuve
30 étanche et thermiquement isolante à membrane, notamment une conduite de diamètre réduit pouvant servir à collecter ou injecter du liquide ou de la vapeur.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une installation pour le stockage et le transport d'un gaz liquéfié, l'installation comportant :

une structure porteuse comportant une paroi porteuse munie d'une ouverture,
une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans ladite structure porteuse,

5 ladite cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve montée sur une surface intérieure de la paroi porteuse, la paroi de cuve comportant, au moins une barrière thermiquement isolante et au moins une membrane d'étanchéité superposées dans une direction d'épaisseur de la paroi de cuve,
une conduite étanche métallique engagée dans l'ouverture de la paroi porteuse et
10 traversant la paroi de cuve parallèlement ou obliquement à ladite direction d'épaisseur pour définir un passage de fluide entre l'intérieur et l'extérieur de la cuve,

une gaine étanche métallique disposée autour de la conduite étanche et engagée dans l'ouverture de la paroi porteuse, la gaine étanche comportant une portion
15 longitudinale s'étendant parallèlement à la conduite étanche à travers l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante au moins jusqu'à la membrane d'étanchéité, la membrane d'étanchéité présentant une ouverture traversée par la conduite étanche et étant liée de manière étanche à la gaine étanche tout autour de ladite ouverture, dans laquelle la structure porteuse comprend un surbau saillant par rapport à une
20 surface extérieure de la paroi porteuse et disposé autour de la conduite étanche, la conduite étanche étant supportée par un paroi de sommet du surbau,
la portion longitudinale de la gaine étanche présentant une extrémité extérieure disposée à l'extérieur de la paroi porteuse et attachée de manière étanche à la paroi de sommet du surbau ou à la conduite étanche, tout autour de la conduite étanche.

25 Grâce à ces caractéristiques, une traversée de la paroi de cuve étanche et isolante par la conduite étanche peut être réalisée de manière simple et fiable, sans mettre en péril l'étanchéité de la paroi de cuve. En particulier, la transmission de sollicitations mécaniques entre la paroi porteuse et la membrane d'étanchéité peut être très substantiellement limitée par la présence de la gaine étanche et du surbau.

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

La fixation de la ou de chaque gaine étanche à la structure porteuse peut être réalisée de différentes manières, directement ou indirectement. Selon un mode de réalisation, l'extrémité extérieure de la gaine étanche est attachée à la paroi de

sommet du surbau. Selon un mode de réalisation, la portion longitudinale de la gaine étanche constitue une paroi latérale du surbau, la portion longitudinale de la gaine étanche étant soudée à la paroi porteuse autour de l'ouverture de la paroi porteuse, la paroi de sommet du surbau étant fixée sur l'extrémité extérieure de ladite portion longitudinale. Selon un mode de réalisation, la gaine étanche comporte en outre un anneau de support fixé à l'extrémité extérieure de la portion longitudinale de la gaine étanche et s'étendant radialement vers l'intérieur de la gaine étanche, l'anneau de support présentant un bord intérieur attaché à la conduite étanche tout autour de la conduite étanche.

10 De préférence dans ce cas, l'anneau de support est disposé dans le surbau, notamment dans une moitié extérieure du surbau.

Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité est une membrane métallique qui est soudée de manière étanche à la gaine étanche par l'intermédiaire d'un anneau à collerette. Selon un mode de réalisation, la membrane métallique présente une série d'ondulations parallèles espacées d'un pas d'onde régulier, l'ouverture de la membrane d'étanchéité traversée par la conduite étanche présentant des dimensions inférieures au pas d'onde régulier et étant disposée dans une zone plane de la membrane métallique entre deux ondulations. Selon des modes de réalisation, une telle membrane métallique peut être la seule membrane d'étanchéité de la cuve, par exemple pour une cuve de GPL, ou bien une membrane primaire d'une cuve ayant plusieurs membranes d'étanchéité. Dans ce dernier cas, un espace annulaire situé entre gaine étanche la conduite étanche peut être en communication avec l'espace intérieur de la cuve.

Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve comporte une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, une membrane d'étanchéité secondaire agencée entre la membrane d'étanchéité primaire et la paroi porteuse, une barrière thermiquement isolante secondaire agencée entre la membrane d'étanchéité secondaire et la paroi porteuse et une barrière thermiquement isolante primaire agencée entre la membrane d'étanchéité secondaire et la membrane d'étanchéité primaire. Dans ce cas, la gaine étanche peut servir à lier la membrane d'étanchéité primaire ou la membrane d'étanchéité secondaire. Il est aussi possible de prévoir une gaine étanche secondaire pour lier la membrane d'étanchéité secondaire et une gaine étanche primaire pour lier la membrane d'étanchéité primaire.

Selon un mode de réalisation, ladite gaine étanche métallique comporte un plateau de liaison s'étendant au niveau de la membrane d'étanchéité secondaire tout autour de la portion longitudinale de la gaine étanche, la membrane d'étanchéité secondaire comportant une nappe composite collée de manière étanche au plateau de liaison tout autour de l'ouverture de la membrane d'étanchéité secondaire.

Selon un mode de réalisation, un remplissage de matière isolante est agencé dans un interstice entre la portion longitudinale de la gaine étanche et la conduite étanche.

10 Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité primaire présente une ouverture pour le passage de la conduite étanche, un bord de ladite ouverture étant lié de manière étanche à la conduite étanche tout autour de la conduite étanche.

Selon un mode de réalisation, ladite gaine étanche métallique est une gaine étanche secondaire et l'installation comporte en outre une gaine étanche primaire, métallique disposée autour de la conduite étanche entre la conduite étanche et la gaine étanche secondaire, la gaine étanche primaire comportant une portion longitudinale s'étendant parallèlement à la conduite étanche à travers l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante au moins jusqu'à la membrane d'étanchéité primaire, la membrane d'étanchéité présentant une ouverture traversée par la conduite étanche et la gaine étanche primaire et étant liée de manière étanche à la gaine étanche primaire tout autour de ladite ouverture.

Selon un mode de réalisation, un remplissage de matière isolante est agencé dans un interstice entre la portion longitudinale de la gaine étanche secondaire et la portion longitudinale de la gaine étanche primaire.

Selon un mode de réalisation, la portion longitudinale de la gaine étanche primaire présente une extrémité extérieure disposée à l'extérieur de la paroi porteuse et attachée de manière étanche à la paroi de sommet du surbau ou à la conduite étanche, tout autour de la conduite étanche. Selon un mode de réalisation, la gaine étanche primaire comporte en outre un anneau de support primaire fixé à l'extrémité extérieure de la portion longitudinale de la gaine étanche primaire et s'étendant radialement vers l'intérieur de la gaine étanche primaire, l'anneau de

support primaire présentant un bord intérieur attaché à la conduite étanche tout autour de la conduite étanche.

Une telle conduite étanche peut servir différentes fonctions, par exemple pour collecter du gaz liquéfié depuis l'espace intérieur de la cuve ou injecter du gaz liquéfié dans l'espace intérieur, notamment une phase vapeur dans une portion haute de la cuve ou une phase liquide dans une portion basse de la cuve.

Selon un mode de réalisation, la conduite étanche comporte une extrémité de collecte débouchant à l'intérieur de la cuve au niveau d'une portion supérieure de la cuve pour collecter une phase vapeur du gaz liquéfié. Une telle conduite pour collecter la phase vapeur dans la cuve peut être prévue avec un diamètre relativement faible, par exemple inférieur à 300mm, et notamment inférieur à 100 mm.

Selon un mode de réalisation, l'autre extrémité de la conduite étanche est reliée à un dôme gaz de la cuve et/ou à un collecteur de vapeur principal de l'installation et/ou à des soupapes de surpression de la cuve.

Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve est une paroi de plafond. Une telle conduite pour collecter la phase vapeur dans la cuve peut être prévue en différents emplacements de la portion supérieure de la cuve, notamment à proximité d'un bord longitudinal et/ou d'un bord latéral de la paroi de plafond de la cuve.

La structure porteuse peut être réalisée de différentes manières, notamment sous la forme d'une construction terrestre, sous la forme d'une carcasse métallique autoporteuse transportable, ou sous la forme d'une structure flottante.

Ainsi, l'invention propose aussi un ouvrage flottant, notamment navire méthanier, comportant une double coque et une installation précitée installée dans la double coque, dans laquelle la structure porteuse de l'installation est formée par des parois internes de la double coque.

Selon des modes de réalisation, un tel ouvrage flottant peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve est une paroi de plafond et la paroi porteuse est un pont intermédiaire de l'ouvrage flottant, l'ouvrage flottant comportant en outre un pont supérieur parallèle à et espacé du pont intermédiaire, la conduite étanche comportant en outre une portion supérieure s'étendant au-

dessus du surbau jusqu'au pont supérieur et à travers une ouverture du pont supérieur, un manchon en matière isolante étant agencé autour de ladite portion supérieure entre le surbau et le pont supérieur.

5 Selon un mode de réalisation, l'ouvrage flottant comporte en outre un compensateur en accordéon s'étendant le long de la portion supérieure de la conduite au-dessus du pont supérieur et présentant une extrémité inférieure liée au pont supérieur autour de l'ouverture du pont supérieur et une extrémité supérieure liée à la conduite étanche tout autour de la conduite étanche, le compensateur servant à fermer de manière étanche l'ouverture du pont supérieur autour de la
10 conduite étanche en autorisant une contraction thermique de la conduite étanche.

Selon un mode de réalisation, l'ouvrage flottant est un navire destiné au transport de gaz liquéfié, tel qu'un navire méthanier ou un navire de transport de GPL par exemple. Selon un autre mode de réalisation, le navire est un navire propulsé par des moyens moteurs alimentés par la phase vapeur du gaz liquéfié.
15 Ces modes de réalisation peuvent être combinés.

Selon un mode de réalisation, l'ouvrage flottant est une barge, côtière ou en eau profonde, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU) ou une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO).

20 Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel ouvrage flottant, dans lequel on achemine un gaz liquéfié à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis une cuve de l'ouvrage flottant.

25 Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un fluide cryogénique, le système comportant le ouvrage flottant précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la double coque à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de fluide cryogénique à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve de l'ouvrage flottant.

30

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.

5 - **La figure 1** est une vue partielle en coupe d'une cuve de navire de transport de gaz naturel liquéfié, équipée de conduites d'évacuation de la vapeur traversant la paroi de plafond de la cuve et les ponts supérieurs du navire.

 - **La figure 2** est une vue schématique agrandie de la zone II de la figure 1, selon un premier mode de réalisation.

10 - **La figure 3** est une vue agrandie de la zone III de la figure 2.

 - **La figure 4** est une vue partielle en perspective d'une zone de la paroi de cuve entourant la conduite d'évacuation, avant la fermeture de la membrane d'étanchéité secondaire.

 - **La figure 5** est une vue analogue à la figure 4, montrant la membrane
15 d'étanchéité secondaire et la barrière isolante primaire.

 - **La figure 6** est une vue partielle en perspective d'une zone de la paroi de cuve entourant la conduite d'évacuation, montrant la membrane d'étanchéité primaire.

 - **La figure 7** est une vue schématique agrandie de la zone II de la
20 figure 1, selon un deuxième mode de réalisation.

 - **La figure 8** est une vue agrandie de la zone VIII de la figure 7.

 - **La figure 9** est une vue partielle agrandie de la zone II de la figure 1, selon un troisième mode de réalisation.

 - **La figure 10** est une représentation schématique écorchée d'un
25 navire comportant une cuve de stockage de gaz naturel liquéfié et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description détaillée de modes de réalisation

En référence à la figure 1, on a représenté partiellement une coque de navire 1 inclinée d'un angle de gîte, dans laquelle est intégrée une cuve étanche et
30 thermiquement isolante 2 présentant une forme générale polyédrique, définie par une paroi de plafond, seule visible, une paroi de fond, des parois transversales et

des parois latérales, les parois transversales et les parois latérales reliant la paroi de fond et la paroi de plafond selon la technique connue. La cuve 2 est par exemple destinée à contenir une cargaison de gaz naturel liquéfié (GNL) à une pression voisine de la pression atmosphérique.

5 La cuve 2 présente une dimension longitudinale s'étendant selon la direction longitudinale du navire. La cuve 2 est bordée au niveau de chacune de ses extrémités longitudinales par une cloison transversale non représentée, délimitant un espace intercalaire étanche connu sous le terme de cofferdam.

10 La coque de navire 1 est une double coque comportant une coque interne et une coque externe espacées par des raidisseurs 3. Dans la partie supérieure du navire, la coque interne est fermée par un pont intermédiaire 4 et la coque externe par un pont supérieur 5, qui sont espacés par un espace d'entrepont 6, mieux visible sur la figure 2.

15 Une conduite étanche 7 prévue pour l'évacuation de la phase vapeur dans une situation d'inclinaison relie l'espace intérieur de la cuve 2 à un dôme gaz 8, lui-même relié à un circuit collecteur de vapeur principal 9 et à un mât de dégazage 10 par l'intermédiaire d'une soupape de surpression 11. Pour cela, la conduite étanche 7 traverse une paroi de la cuve, ici la paroi de plafond 12. La fonction d'une telle conduite d'évacuation de la phase vapeur est décrite plus en détail dans la
20 publication WO-A-2016120540.

En référence aux figures 2 à 9, on va maintenant décrire plus en détail la structure de la paroi de cuve et de la structure porteuse à l'emplacement où elles sont traversées par la conduite étanche 7. Cet emplacement est désigné par le cadre II sur la figure 1.

25 Chaque paroi de la cuve 2, ici la paroi de plafond 20, comporte, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 13, une membrane d'étanchéité secondaire 14 portée par la barrière thermiquement isolante secondaire 13, une barrière thermiquement isolante
30 primaire 15 et une membrane d'étanchéité primaire 16, portée par la barrière thermiquement isolante primaire 15 et destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.

Selon un mode de réalisation, la paroi de cuve est réalisée selon la technologie Mark III qui est notamment décrite dans le document FR-A-2691520.

Dans une telle cuve, les barrières thermiquement isolantes 13, 15 et la membrane d'étanchéité secondaire 14 sont essentiellement constituées de panneaux juxtaposés sur la surface interne de la paroi porteuse, ici le pont intermédiaire 4. La membrane d'étanchéité secondaire 14 est formée d'un matériau composite 5 comportant une feuille d'aluminium prise en sandwich entre deux feuilles de tissu en fibres de verre. La membrane d'étanchéité primaire 16 est quant à elle obtenue par assemblage d'une pluralité de plaques métalliques, soudées les unes aux autres le long de leurs bords, et comportant des ondulations s'étendant selon deux directions perpendiculaires. Les plaques métalliques sont, par exemple, réalisées de tôles 10 d'acier inoxydable ou d'aluminium, mises en forme par pliage ou par emboutissage.

D'autres détails sur une telle membrane métallique ondulée sont notamment décrits dans FR-A-2861060.

La conduite 7 est ici un tube en acier inoxydable, typiquement circulaire de diamètre inférieur à 100mm, qui s'étend perpendiculairement à la paroi de plafond 15 20 à travers toute l'épaisseur de la paroi de plafond 20 et de la double coque 1 pour relier l'espace intérieur de la cuve 2 à des équipements situés sur le pont supérieur du navire. La conduite 7 présente une extrémité interne 21 qui est ouverte et débouche dans l'espace intérieur de la cuve 2 à proximité immédiate de la membrane d'étanchéité primaire 16.

20 La conduite 7 s'étend à travers une ouverture de la membrane d'étanchéité primaire 16 et à travers une ouverture de la membrane d'étanchéité secondaire 14, qui sont fermées de manière étanche tout autour de conduite 7, comme il sera décrit plus bas.

La conduite 7 s'étend à travers une ouverture 22 du pont intermédiaire 4 25 avec un espacement et à travers une ouverture 23 du pont supérieur 5 avec un espacement. On sait que la structure porteuse d'un ouvrage flottant est susceptible de se déformer à la houle, notamment par flexion le long de l'axe longitudinal. Pour isoler la conduite 7 des effets de ces déformations, la conduite 7 est supportée par le pont intermédiaire 4 au niveau d'un surbau 24, qui permet de décaler la liaison 30 mécano-soudée de la conduite 7 à distance du pont intermédiaire 4.

La hauteur du surbau est nettement plus faible que la hauteur de l'espace d'entrepont 6, et par exemple comprise entre 10 et 20cm.

Comme la double coque 1, le surbau 24 est une structure métallique mécano-soudée, par exemple en acier inoxydable. Il comporte une paroi latérale 25 formant une tourelle saillante vers l'extérieur, soudée au pont intermédiaire 4 autour de l'ouverture 22, et une paroi de sommet 26 soudée à l'extrémité supérieure de la paroi latérale 25. La paroi de sommet 26 présente une ouverture qui est traversée par la conduite 7, par exemple au centre de la paroi de sommet 26, et dont le bord est soudé tout autour de la conduite 7, pour reprendre le poids de la conduite 7. A la mer, le surbau 24 se déforme similairement à une rotule en réponse à la flexion du pont intermédiaire 4 et permet de limiter le déplacement de la conduite 7.

10 La coque interne forme de préférence une enveloppe étanche au liquide et au gaz autour de la cuve, y compris au niveau du pont intermédiaire 4 et du surbau 24.

Au-dessus du pont supérieur 5, la conduite 7 est entourée d'un compensateur en accordéon 19 qui relie la surface périphérique de la conduite 7 à la surface extérieure du pont supérieur 5 de manière étanche, tout en permettant une variation de longueur de la conduite 7 sous l'effet des variations de température en service.

Un manchon isolant 27 est disposé autour de la conduite 7 dans l'espace d'entrepont 6, pour limiter la fuite thermique. De même, un remplissage isolant 28 est agencé dans le surbau 24, au-delà de la barrière thermiquement isolante secondaire 13, pour limiter la fuite thermique. Des matériaux convenant pour le manchon isolant 27 et le remplissage isolant 28 sont notamment la laine de verre, la mousse de polyuréthane et autres.

25 Une gaine étanche secondaire 29, par exemple en acier inoxydable, est agencée autour de la conduite 7 et s'étend dans l'épaisseur de la paroi de cuve depuis un anneau de support 30 fixé autour de la conduite 7 dans le surbau 24 jusqu'à la membrane étanche secondaire 14, qui vient se raccorder par un collage étanche à un plateau de liaison 31 fixé à la périphérie de la gaine étanche secondaire 29. Le plateau de liaison 31 s'étend radialement à l'extérieur de la gaine étanche secondaire 29. De préférence, l'anneau de support 30 est disposé dans la moitié supérieure du surbau 24.

La membrane d'étanchéité primaire 16 est quant à elle soudée de manière étanche autour de la conduite 7 au-delà de l'extrémité interne 32 de la gaine étanche secondaire 29.

La structure de la paroi de cuve autour de la conduite 7 et de la gaine 5 étanche secondaire 29 sera maintenant décrite de manière plus détaillée en référence aux figures 3 à 6.

La figure 4 montre deux panneaux rectangulaires 33, préfabriqués, disposés sur la surface intérieure du pont intermédiaire 4 de part et d'autre de la conduite 7, de sorte que la gaine étanche secondaire 29 se trouve logée dans une 10 découpe ménagée dans un bord longitudinal de chacun des panneaux rectangulaires 33 à la mi-longueur de ceux-ci. La figure 4 montre aussi le plan de coupe A-A correspondant à la figure 3.

Selon la technique connue, un panneau rectangulaire 33 comporte un bloc isolant secondaire 34, un élément de membrane secondaire composite 35 collé sur 15 le bloc isolant secondaire 34 et des pavés isolants primaires 36 collés sur l'élément de membrane secondaire composite 35, sauf au niveau d'un rebord périphérique et au niveau d'une zone de dégagement 37 autour de la gaine étanche secondaire 29.

Le panneau rectangulaire 33 comporte en outre un lamage 38, par exemple circulaire, dans la zone de dégagement 37, pour accueillir le plateau de 20 liaison 31 porté par la gaine étanche secondaire 29. Le lamage 38 interrompt l'élément de membrane secondaire composite 35 à distance de la gaine étanche secondaire 29.

Comme visible sur la figure 5, une pièce de nappe composite étanche 39 est collée à cheval sur le plateau de liaison 31 et les éléments de membrane 25 secondaire composite 35 tout autour de la gaine étanche secondaire 29 pour assurer la continuité de la membrane d'étanchéité secondaire 14. De bandes de nappe composite étanche 40 sont également collés au niveau des interstices entre deux panneaux rectangulaires 33, selon la technique connue.

La figure 5 montre aussi, dans une vue en perspective éclatée, des pavés 30 isolants complémentaires 41, qui sont collés après terminaison de la membrane d'étanchéité secondaire 14 sur les rebords des panneaux rectangulaires 33 et dans la zone de dégagement 37 pour terminer la barrière thermiquement isolante primaire 15.

Deux demi-pavés ajourés 43 sont employés autour de la conduite 7. Chacun d'eux comporte une découpe hémicirculaire 42 dans un bord longitudinal pour loger la conduite 7. Un épaulement 44 formé dans la découpe hémicirculaire 42, visible sur la figure 3, vient recouvrir l'extrémité 32 de la gaine étanche 5
5 secondaire 29.

Comme visible sur la figure 3, le demi-pavé ajouré 43, comme le pavé isolant 41, comporte un bloc de mousse isolante 45 et une plaque de couvercle 46.

Une plaque de fond 47 en matière rigide, par exemple contreplaqué peut aussi être prévue sur le demi-pavé ajouré 43 pour le rigidifier, comme illustré. Les
10 autres pavés isolants 41 présentent une meilleure rigidité, du fait de la plus grande dimension et de l'absence de découpe. Une plaque de fond non représentée peut aussi être prévue dans ceux-ci.

La figure 6 montre la membrane d'étanchéité primaire 16 autour de la conduite 7. La membrane d'étanchéité primaire est formée de plaques métalliques
15 comportant des ondulations 48 et 49 s'étendant selon deux directions perpendiculaires. Comme visible, l'extrémité 21 de la conduite 7 traverse une zone plane 57 de la membrane d'étanchéité primaire située entre les ondulations 48 et 49 et munie d'une ouverture correspondante. Un anneau à collerette 50 est soudé à la fois au bord des plaques métalliques autour de l'ouverture et à la périphérie de la
20 conduite 7 pour assurer l'étanchéité.

L'espacement entre deux ondulations 48 ou deux ondulations 49 est par exemple compris entre 400 et 600mm, notamment 510mm.

Comme visible sur la figure 3, un interstice 51 entre la conduite 7 et la gaine étanche secondaire 29 peut être laissé vide ou rempli d'une garniture isolante.

25 Différentes possibilités existent pour assembler la gaine étanche secondaire 29 à la structure porteuse. Dans le mode de réalisation de la figure 2, la gaine étanche secondaire 29 est assemblée à la conduite 7 par l'anneau de support 30. La figure 7 montre un mode de réalisation dans lequel la gaine étanche secondaire 29 est soudée à la paroi de sommet 26 du surbau 24. La figure 9 montre
30 un mode de réalisation dans lequel la gaine étanche secondaire 129 constitue directement la paroi latérale du surbau 124.

Dans ces deux derniers cas, on voit que le surbau 24 participe partiellement à la barrière d'étanchéité secondaire, du moins au niveau de la paroi de sommet 26 située radialement à l'intérieur de la gaine étanche secondaire 29. Le surbau 24 doit donc être étanche au moins au niveau de la paroi de sommet 26. De même, le surbau 124 participe entièrement à la barrière d'étanchéité secondaire. Le surbau 124 doit donc être entièrement étanche.

En référence aux figures 7 et 8, on va maintenant décrire un deuxième mode de réalisation de la paroi de cuve autour de la conduite 7. Les éléments identiques ou similaires à ceux du premier mode de réalisation portent le même chiffre de référence que dans les figures 2 à 6 et ne seront pas décrits à nouveau.

Ce deuxième mode de réalisation emploie une gaine étanche primaire 52 intercalée entre la gaine étanche secondaire 29 et la conduite 7, et servant à fermer la membrane d'étanchéité primaire 16 sans liaison directe avec la conduite 7. La gaine étanche primaire 52 permet de découpler davantage la membrane d'étanchéité primaire 16 des déplacements éventuels que la conduite 7 peut subir en service sous l'effet de la contraction thermique et/ou sous l'effet de flux qu'elle conduit.

Comme pour la gaine étanche secondaire 29, différentes possibilités existent pour assembler la gaine étanche primaire 52 à la structure porteuse. Dans le mode de réalisation de la figure 7, la gaine étanche primaire 52 est assemblée à la conduite 7 par l'anneau de support 53. La gaine étanche primaire 52 pourrait aussi être prolongée jusqu'au sommet du surbau.

Comme visible sur la figure 8, l'anneau à collerette 50 est soudé à la fois au bord des plaques métalliques autour de l'ouverture et à la périphérie de la gaine étanche primaire 52 pour assurer l'étanchéité. L'interstice 54 entre la conduite 7 et la gaine étanche primaire 52 est en communication avec l'espace intérieur de la cuve 2. L'interstice 51 entre la gaine étanche secondaire 29 et la gaine étanche primaire 52 est ici rempli d'une garniture isolante.

En référence à la figure 9, on va maintenant décrire un troisième mode de réalisation de la paroi de cuve autour de la conduite. Les éléments identiques ou similaires à ceux du premier mode de réalisation portent le même chiffre de référence que dans les figures 2 à 6 augmenté de 100 et ne seront pas décrits à nouveau.

Le troisième mode de réalisation permet de simplifier encore la structure en utilisant une même gaine métallique à la fois en tant que gaine étanche secondaire 129 et paroi latérale du surbau 124. En d'autres termes, la gaine étanche secondaire 129 est liée au pont intermédiaire 104 autour de l'ouverture 122, sans 5 déport significatif hormis l'épaisseur d'un plat de liaison 55. Ce mode de réalisation convient notamment pour des applications où les déformations de la structure porteuse sont plus limitées.

Dans un exemple de dimensionnement, l'épaisseur de paroi de la conduite 7 et de la ou chaque gaine étanche 29, 52, 129, 152 est comprise entre 5mm et 10 12mm.

Les structures décrites ci-dessus sont facilement adaptables à des parois de cuve dont les barrières thermiquement isolantes sont plus ou moins épaisses. Dans un mode de réalisation simplifié, par exemple pour un gaz liquéfié moins froid que le GNL, la membrane d'étanchéité secondaire ainsi que la gaine étanche 15 secondaire sont supprimées et la paroi de cuve comporte une seule barrière thermiquement isolante surmontée d'une seule membrane d'étanchéité métallique.

D'autres détails quant au nombre et à la position des conduites d'évacuation de la phase vapeur et quant à l'installation de collecte de la vapeur située à l'extérieur de la cuve et auxquelles de telles conduites peuvent être reliées 20 sont décrits dans la publication WO-A-2016120540.

Les structures décrites ci-dessus en référence à une conduite d'évacuation de la phase vapeur et à une paroi de plafond de la cuve peuvent être utilisées pour d'autres conduites, notamment des conduites de petit diamètre, devant traverser toute paroi d'une cuve étanche et thermiquement isolante.

25 En référence à la figure 10, on observe une vue écorchée d'un navire méthanier 70 équipée d'une telle installation de stockage et de transport de gaz naturel liquéfié. La figure 10 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire.

30 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 gaz naturel liquéfié depuis ou vers la cuve 71.

La figure 10 représente également un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de méthaniers. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76 au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

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

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.

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.

REVENDEICATIONS

1. Installation pour le stockage et le transport d'un gaz liquéfié, l'installation comportant :

5 une structure porteuse (1) comportant une paroi porteuse (4, 104) munie d'une ouverture (22, 122),

une cuve étanche et thermiquement isolante (2) intégrée dans ladite structure porteuse, ladite cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve montée sur une surface intérieure de la paroi porteuse, la paroi de cuve comportant, au moins une barrière thermiquement isolante (13, 15) et au moins une

10 membrane d'étanchéité (14, 16) superposées dans une direction d'épaisseur de la paroi de cuve,

une conduite étanche (7, 107) métallique engagée dans l'ouverture de la paroi porteuse et traversant la paroi de cuve parallèlement ou obliquement à ladite direction d'épaisseur pour définir un passage de fluide entre l'intérieur et l'extérieur de la cuve,

15 une gaine étanche (29, 129, 52, 152) métallique disposée autour de la conduite étanche (7, 107) et engagée dans l'ouverture (22, 122) de la paroi porteuse, la gaine étanche comportant une portion longitudinale s'étendant parallèlement à la conduite étanche à travers l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante au moins jusqu'à

20 la membrane d'étanchéité (14, 16), la membrane d'étanchéité présentant une ouverture traversée par la conduite étanche et étant liée de manière étanche à la gaine étanche (29, 129, 52, 152) tout autour de ladite ouverture,

dans laquelle la structure porteuse comprend un surbau (24, 124), saillant par rapport à une surface extérieure de la paroi porteuse (4), comportant une paroi latérale (25)

25 formant une tourelle saillante vers l'extérieur, soudée à la paroi porteuse (4) autour de l'ouverture (22), et disposé autour de la conduite étanche, la conduite étanche étant supportée par un paroi de sommet (26, 126) du surbau, la portion longitudinale de la gaine étanche (29, 129, 52, 152) présentant une

extrémité extérieure disposée à l'extérieur de la paroi porteuse et attachée de manière

30 étanche à la paroi de sommet (26, 126) du surbau ou à la conduite étanche (7, 107), tout autour de la conduite étanche.

2. Installation selon la revendication 1, dans laquelle la portion longitudinale de la gaine étanche (129) constitue une paroi latérale du surbau (124),

la portion longitudinale de la gaine étanche étant soudée à la paroi porteuse (104) autour de l'ouverture (122) de la paroi porteuse, la paroi de sommet (126) du surbau étant fixée sur l'extrémité extérieure de ladite portion longitudinale.

3. Installation selon la revendication 1, dans laquelle la gaine étanche (29, 52, 152) comporte en outre un anneau de support (30, 53, 153) fixé à l'extrémité extérieure de la portion longitudinale de la gaine étanche et s'étendant radialement vers l'intérieur de la gaine étanche, l'anneau de support (30, 53, 153) présentant un bord intérieur attaché à la conduite étanche tout autour de la conduite étanche (7, 107).

4. Installation selon la revendication 3, dans laquelle l'anneau de support (30, 53, 153) est disposé dans une moitié extérieure du surbau (24, 124).

5. Installation selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle la membrane d'étanchéité (16) est une membrane métallique qui est soudée de manière étanche à la gaine étanche (52, 152) par l'intermédiaire d'un anneau à collerette (50).

6. Installation selon la revendication 5, dans laquelle la membrane métallique (16) présente une série d'ondulations parallèles (48, 49) espacées d'un pas d'onde régulier, l'ouverture de la membrane d'étanchéité traversée par la conduite étanche (7) présentant des dimensions inférieures au pas d'onde régulier et étant disposée dans une zone plane (57) de la membrane métallique entre deux ondulations (48, 49).

7. Installation selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle la paroi de cuve comporte une membrane d'étanchéité primaire (16) destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, une membrane d'étanchéité secondaire (14) agencée entre la membrane d'étanchéité primaire et la paroi porteuse (4), une barrière thermiquement isolante secondaire (13) agencée entre la membrane d'étanchéité secondaire et la paroi porteuse et une barrière thermiquement isolante primaire (15) agencée entre la membrane d'étanchéité secondaire (14) et la membrane d'étanchéité primaire (16).

8. Installation selon la revendication 7, dans laquelle ladite gaine étanche (29, 129) comporte un plateau de liaison (31) s'étendant au niveau de la membrane d'étanchéité secondaire (14) tout autour de la portion longitudinale de la gaine étanche, la membrane d'étanchéité secondaire comportant une nappe

composite (39) collée de manière étanche au plateau de liaison (31) tout autour de l'ouverture de la membrane d'étanchéité secondaire.

5 9. Installation selon la revendication 8, dans laquelle un remplissage de matière isolante est agencé dans un interstice (51) entre la portion longitudinale de la gaine étanche et la conduite étanche.

10 10. Installation selon la revendication 8 ou 9, dans laquelle la membrane d'étanchéité primaire (16) présente une ouverture pour le passage de la conduite étanche, un bord de ladite ouverture étant lié de manière étanche à la conduite étanche (7) tout autour de la conduite étanche.

15 11. Installation selon la revendication 8, dans laquelle ladite gaine étanche métallique est une gaine étanche secondaire (29, 129) et l'installation comporte en outre une gaine étanche primaire (52, 152), métallique disposée autour de la conduite étanche (7, 107) entre la conduite étanche et la gaine étanche secondaire (29, 129), la gaine étanche primaire comportant une portion longitudinale s'étendant parallèlement à la conduite étanche à travers l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante au moins jusqu'à la membrane d'étanchéité primaire (16), la membrane d'étanchéité primaire présentant une ouverture traversée par la conduite étanche et la gaine étanche primaire et étant liée de manière étanche à la gaine étanche primaire (52, 152) tout autour de ladite ouverture.

20 12. Installation selon la revendication 11, dans laquelle un remplissage de matière isolante est agencé dans un interstice (51, 151) entre la portion longitudinale de la gaine étanche secondaire et la portion longitudinale de la gaine étanche primaire.

25 13. Installation selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle la conduite étanche comporte une extrémité de collecte (21) débouchant à l'intérieur de la cuve (2) au niveau d'une portion supérieure de la cuve pour collecter une phase vapeur du gaz liquéfié.

14. Installation selon l'une des revendications 1 à 13, dans laquelle la paroi de cuve est une paroi de plafond (20).

30 15. Ouvrage flottant, notamment navire méthanier (70), comportant une double coque (1) et une installation selon l'une des revendications 1 à 14 installée

dans la double coque, dans laquelle la structure porteuse de l'installation est formée par des parois internes (4, 104) de la double coque.

16. Ouvrage flottant selon la revendication 15, dans lequel la paroi de cuve est une paroi de plafond (20) et la paroi porteuse est un pont intermédiaire (4) de l'ouvrage flottant, l'ouvrage flottant comportant en outre un pont supérieur (5) parallèle à et espacé du pont intermédiaire (4, 104), la conduite étanche comportant en outre une portion supérieure s'étendant au-dessus du surbau (24, 124) jusqu'au pont supérieur (5) et à travers une ouverture (23) du pont supérieur, un manchon (27) en matière isolante étant agencé autour de ladite portion supérieure entre le surbau et le pont supérieur.

17. Ouvrage flottant selon la revendication 16, comportant en outre un compensateur en accordéon (19) s'étendant le long de la portion supérieure de la conduite (7, 107) au-dessus du pont supérieur (5) et présentant une extrémité inférieure liée au pont supérieur autour de l'ouverture (23) du pont supérieur et une extrémité supérieure liée à la conduite étanche (7, 107) tout autour de la conduite étanche, le compensateur servant à fermer de manière étanche l'ouverture du pont supérieur autour de la conduite étanche en autorisant une contraction thermique de la conduite étanche.

18. Procédé de chargement ou déchargement d'un ouvrage flottant (70) selon la revendication 15, dans lequel on achemine un gaz liquéfié à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis une cuve (71) de l'ouvrage flottant.

19. Système de transfert pour un gaz liquéfié, le système comportant un ouvrage flottant (70) selon la revendication 15, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la double coque à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un flux de fluide cryogénique à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve de l'ouvrage flottant.

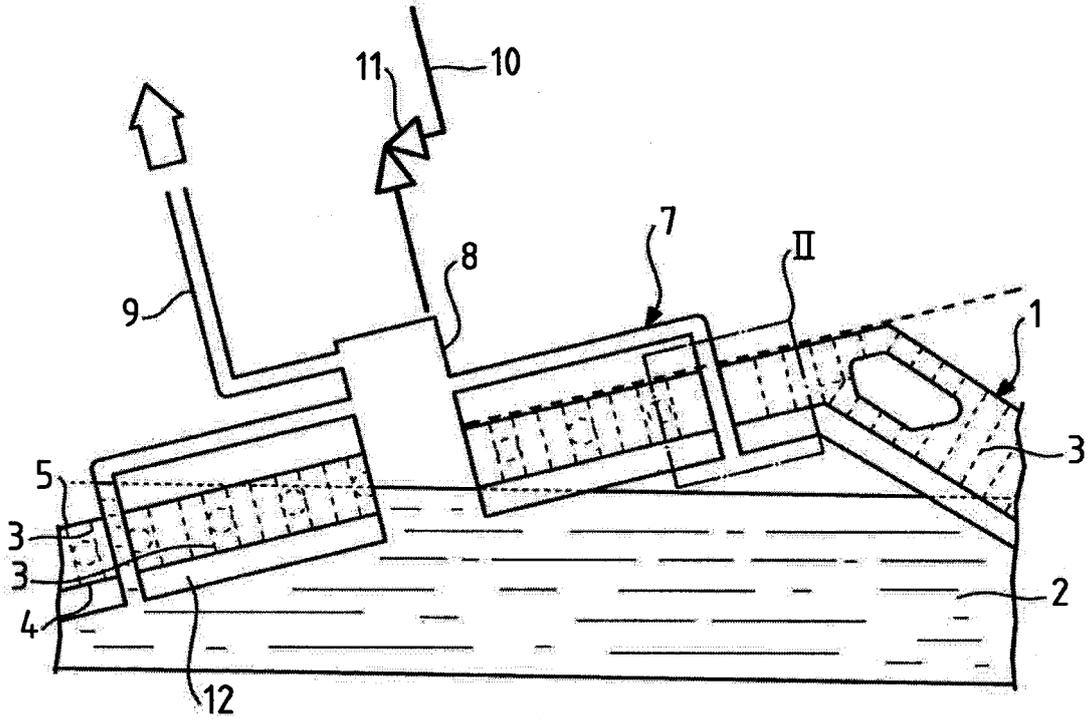


FIG. 1

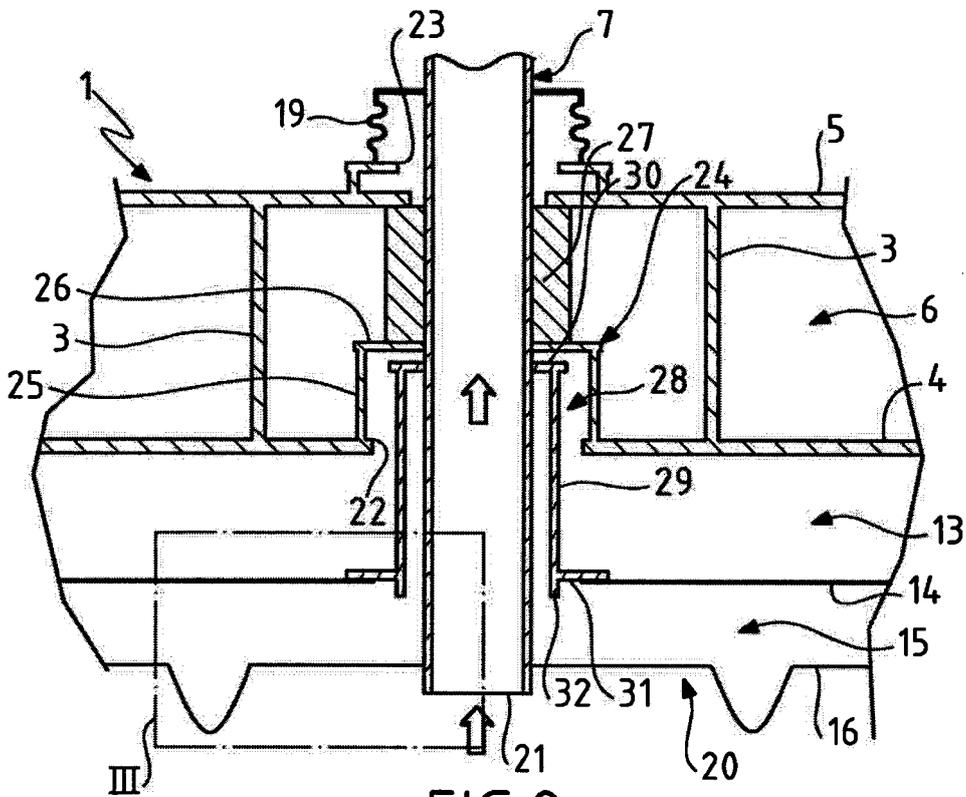
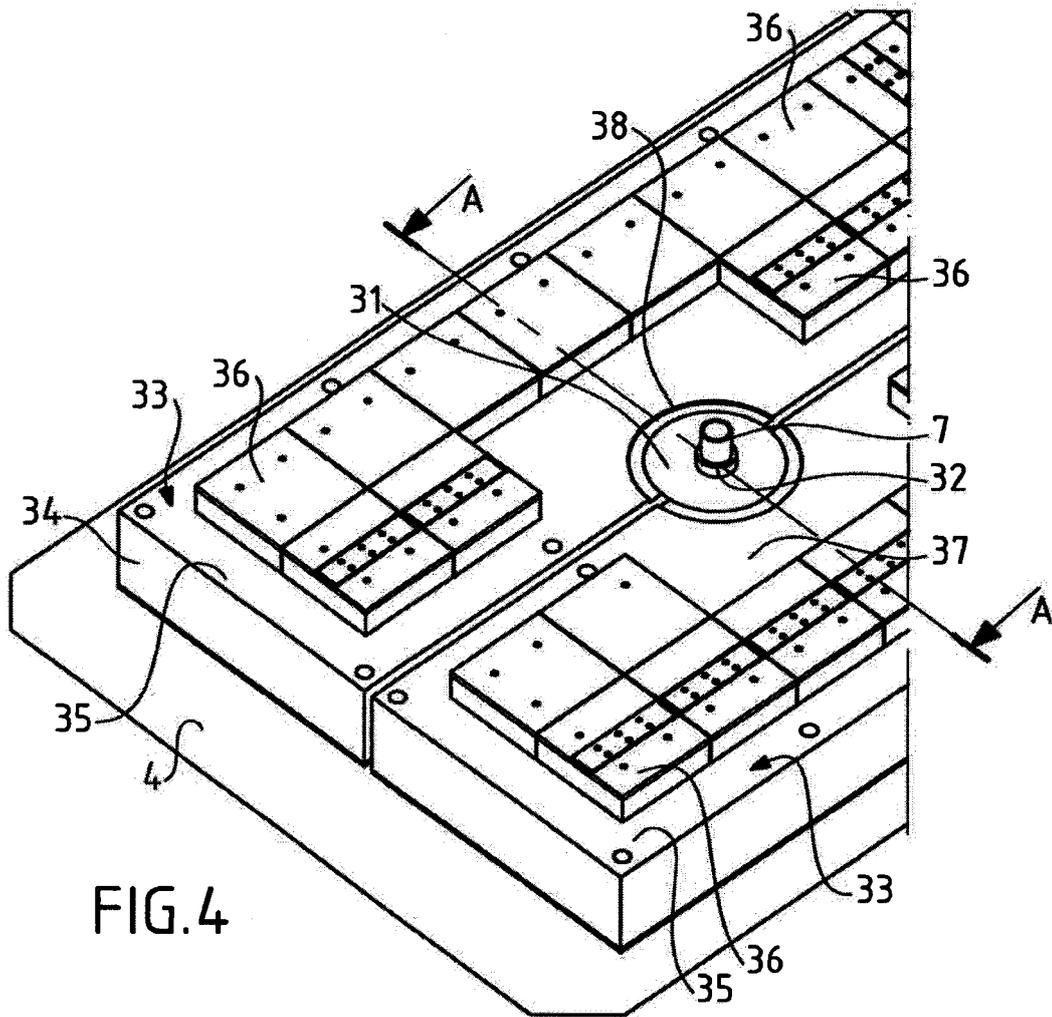
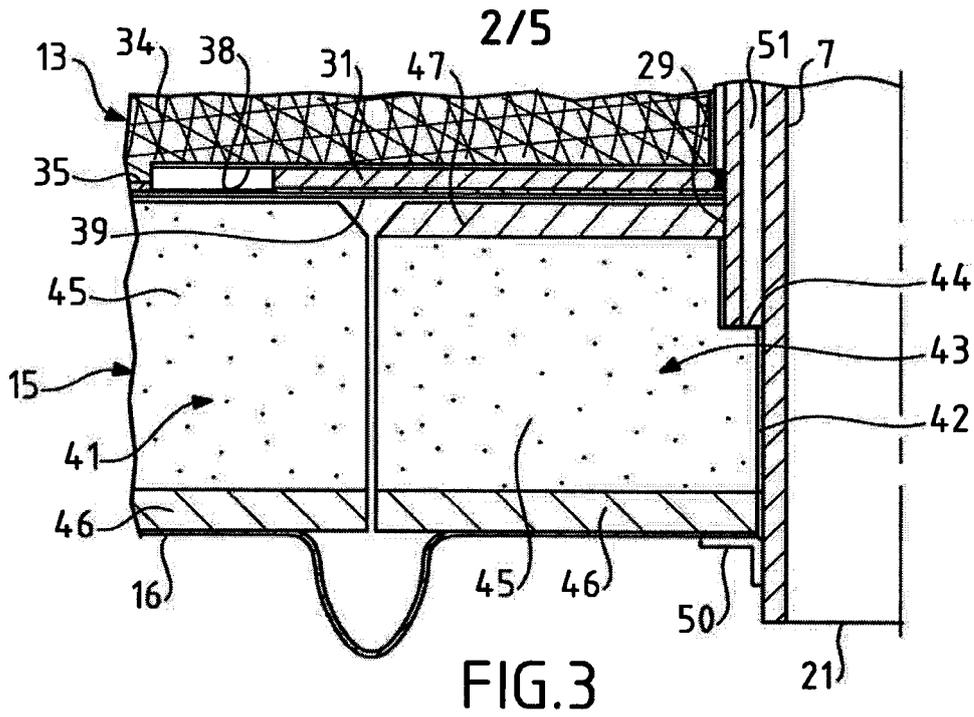
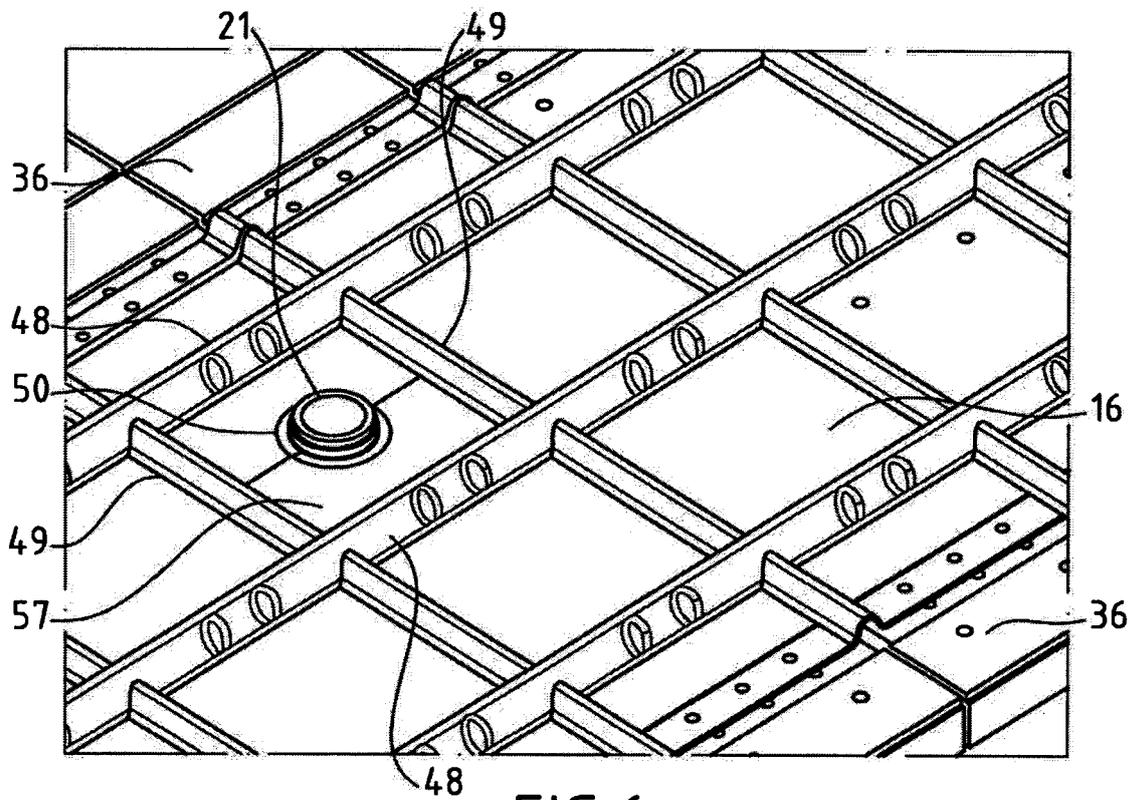
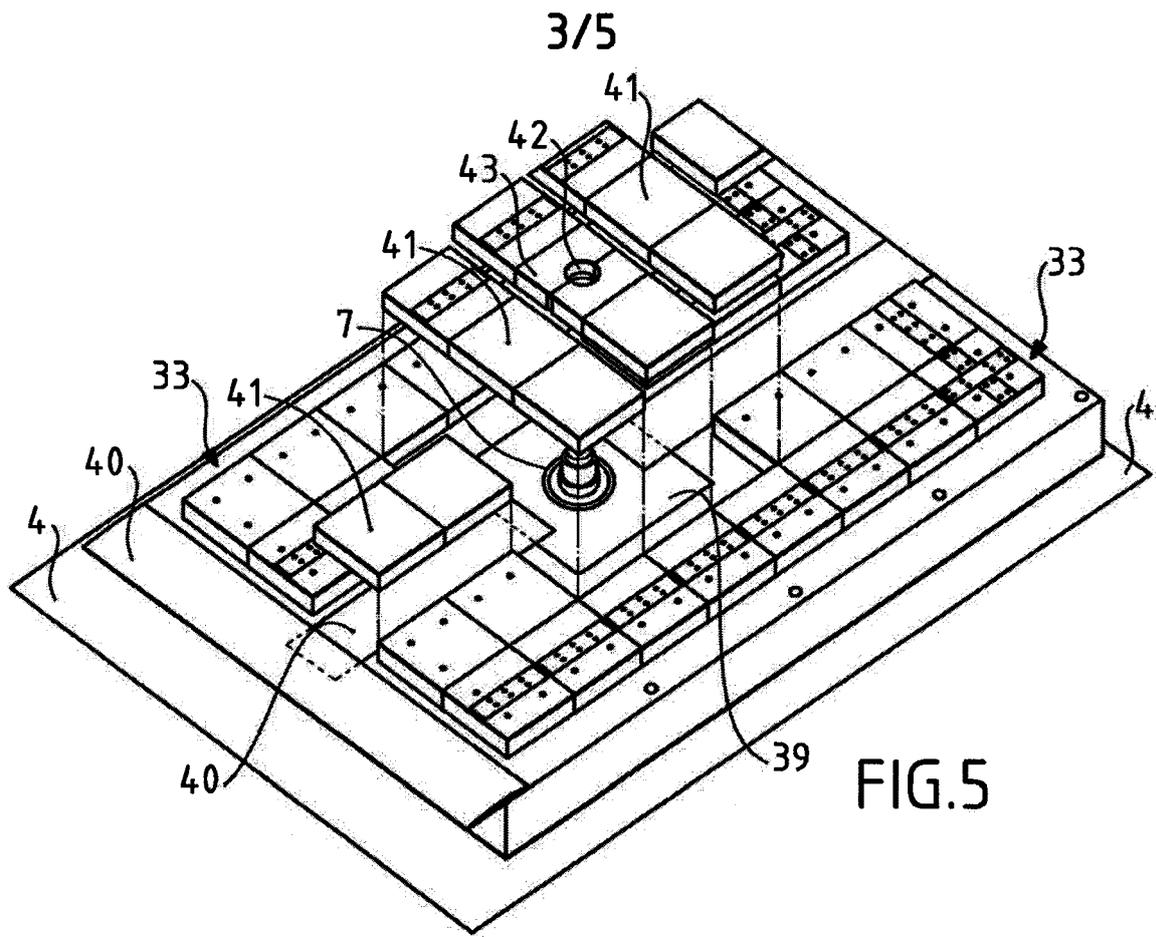


FIG. 2





4/5

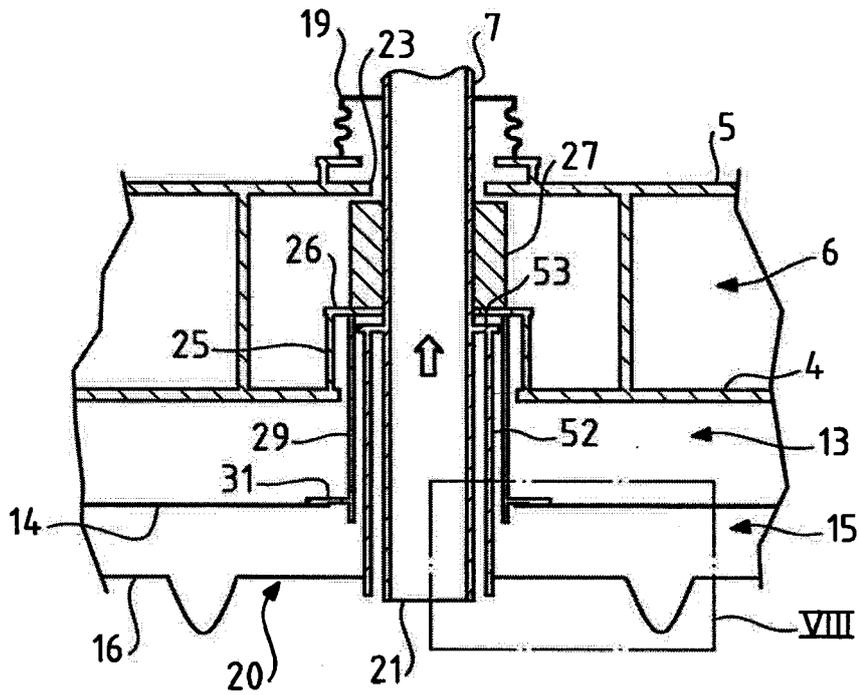


FIG. 7

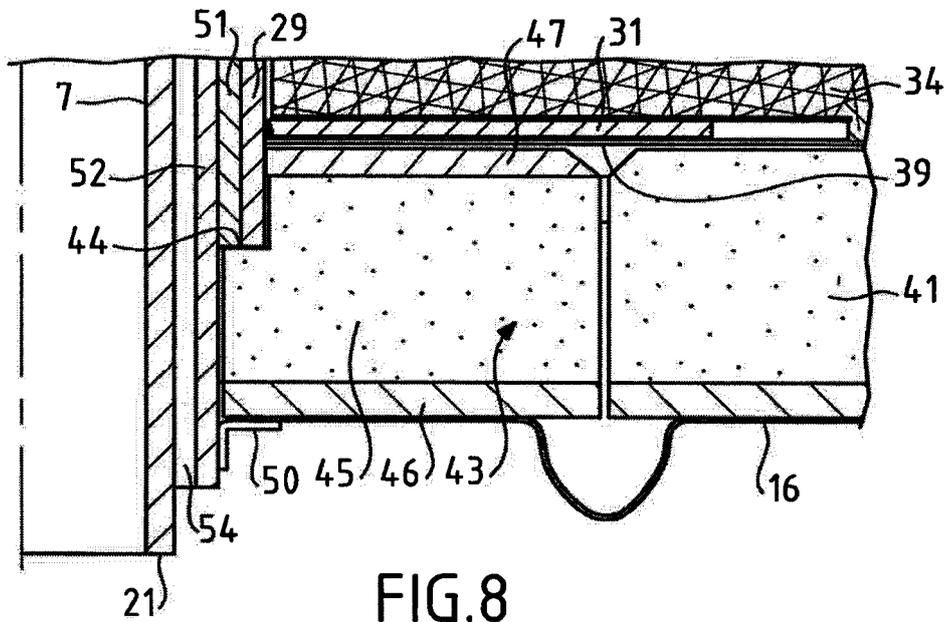


FIG. 8

5/5

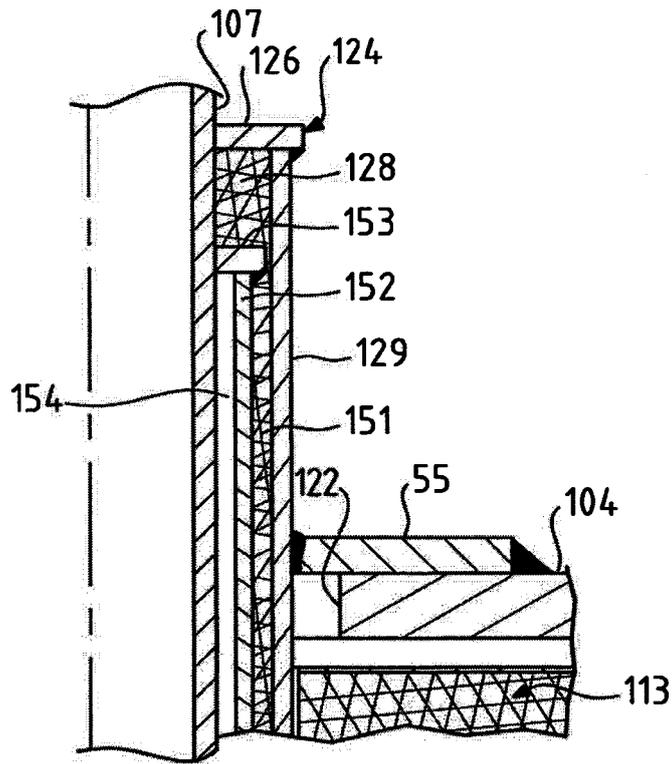


FIG. 9

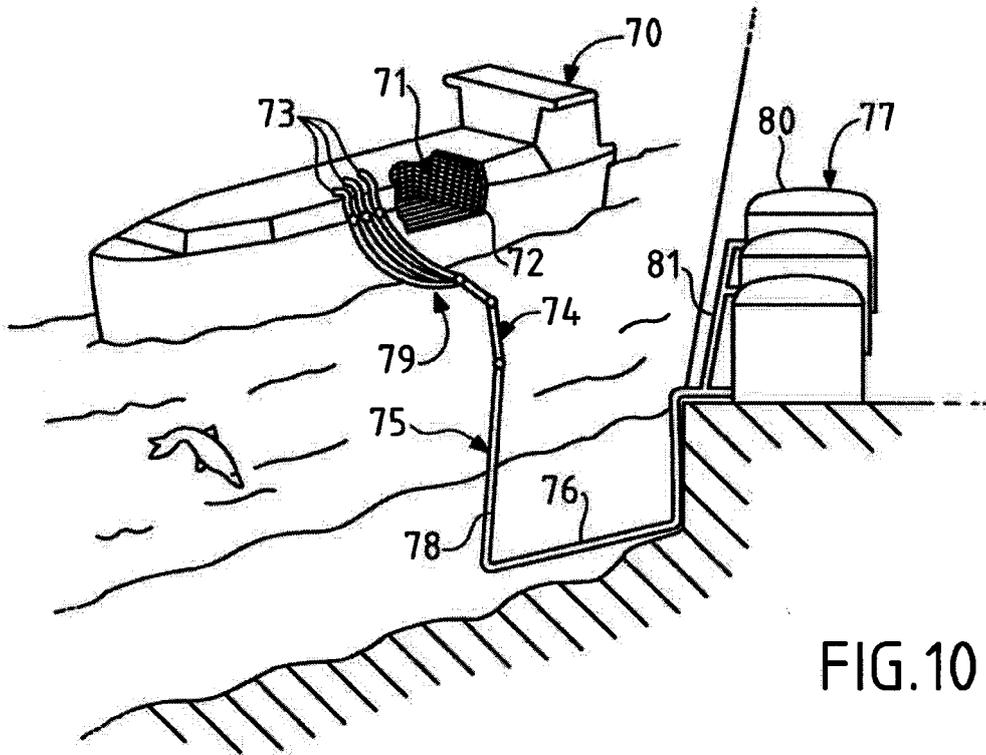


FIG. 10

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

KR 2014 0088975 A (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE [KR]) 14 juillet 2014 (2014-07-14)

GB 579 840 A (ALFRED CHARLES GLYN EGERTON; MALCOLM PEARCE; MARTIN RUHEMANN) 19 août 1946 (1946-08-19)

FR 1 174 820 A (CONSTOCK LIQUID METHANE CORP) 17 mars 1959 (1959-03-17)

WO 2017/216477 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 21 décembre 2017 (2017-12-21)

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

NEANT

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

NEANT