

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

①① N° de publication : **3 042 253**

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

②① N° d'enregistrement national : **15 59744**

⑤① Int Cl⁸ : **F 17 C 3/04** (2017.01), B 63 B 3/56, 25/16

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE.

②② Date de dépôt : 13.10.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 14.04.17 Bulletin 17/15.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 18.05.18 Bulletin 18/20.

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 par actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : DELANOE SEBASTIEN, DE FARIA
ANTHONY, DURAND FRANCOIS et BERGER
VINCENT.

⑦③ Titulaire(s) : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : LOYER ET ABELLO.

FR 3 042 253 - B1



Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes. En particulier, l'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes dans le cadre du stockage ou du transport de liquide à basse température telles que des cuves de navires pour le transport de Gaz de Pétrole Liquéfié (aussi appelé GPL) présentant par exemple une température comprise entre -50°C et 0°C, ou pour le transport de gaz naturel liquéfié (GNL) à environ -162°C à pression atmosphérique.

Arrière-plan technologique

10 Des cuves de méthanier sont connues par exemple du document FR3008765. Ce document décrit une cuve de méthanier comportant une pluralité de parois de cuve longitudinales et une pluralité de parois de cuve transversales. Chaque paroi de la cuve comporte une double membrane d'étanchéité intercalée avec une double barrière isolante.

15 Lors de chargements et déchargements du gaz liquéfié, le changement de température impose de fortes déformations thermiques, et donc des contraintes aux membranes étanches de la cuve. De même, lors d'un transport en mer, le mouvement du gaz liquéfié dans la cuve exerce des forces importantes sur les barrières isolantes et les membranes de la cuve. Afin d'éviter une dégradation des caractéristiques d'étanchéité de la cuve, selon le document FR3008765, les membranes étanches de la cuve sont ancrées sur la structure porteuse à l'aide de coupleurs d'ancrage dans la zone où les parois longitudinales rejoignent les parois transversales. Les membranes étanches sont liées au coupleur par l'intermédiaire de poutres composites fixées sur une face interne de caissons isolants formant les barrières thermiquement isolantes.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de reprendre les efforts de tension de la membrane étanche par des coupleurs ancrés sur la structure porteuse sans exercer de contraintes de cisaillement importantes sur les éléments formant la barrière thermiquement isolante.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, ladite cuve

comportant une pluralité de parois de cuve portées par des parois porteuses de la structure porteuse, chaque paroi de cuve comportant une barrière thermiquement isolante fixée sur une paroi porteuse respective de la structure porteuse et une membrane étanche portée par ladite barrière thermiquement isolante,

5 la barrière thermiquement isolante comportant une pluralité de blocs isolant parallélépipédiques, chaque bloc isolant comportant une garniture calorifuge et un panneau de couvercle tourné vers l'intérieur de la cuve, une face supérieure du panneau de couvercle opposée à la garniture calorifuge portant une bande d'ancrage métallique,

10 la membrane étanche comportant une pluralité de plaques métalliques ondulées, chaque plaque métallique ondulée étant soudée sur au moins une bande d'ancrage de la barrière thermiquement isolante,

dans laquelle une première paroi porteuse portant une première paroi de cuve forme une arête de la cuve avec une seconde paroi porteuse portant une seconde

15 paroi de cuve,

dans laquelle les blocs isolants parallélépipédiques de la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve comportent une rangée de blocs de bordure disposés le long de l'arête de la cuve, les blocs de bordure de la rangée de blocs de bordure présentant des faces latérales en vis-à-vis,

20 dans laquelle la bande d'ancrage d'un des blocs de bordure se développe parallèlement à ladite arête de la cuve sur toute la largeur dudit bloc de bordure, chacune des deux extrémités de la bande d'ancrage portée par ledit bloc de bordure comportant une patte faisant saillie d'une face latérale respective dudit bloc de bordure dans un espace entre ladite face latérale dudit bloc de bordure et la face

25 latérale en vis-à-vis d'un bloc de bordure adjacent,

et dans laquelle, pour chacune des deux pattes de ladite bande d'ancrage, une tige d'ancrage comportant une première extrémité ancrée à la seconde paroi porteuse et une seconde extrémité opposée à la première extrémité accouplée à ladite patte de la bande d'ancrage se développe dans un espace entre lesdites faces latérales des

30 blocs de bordure, ladite tige d'ancrage étant agencée pour transmettre un effort de traction entre la bande d'ancrage portée par ledit bloc de bordure et la seconde paroi porteuse.

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

Selon un mode de réalisation, tous les blocs de bordures de la première rangée sont mutuellement espacés, la bande d'ancrage de chaque bloc de bordure se développe parallèlement à ladite arête de la cuve sur toute la largeur dudit bloc de bordure, chacune des deux extrémités de ladite bande d'ancrage comportant une patte faisant saillie de la face latérale respective dudit bloc de bordure dans l'espace entre ladite face latérale et la face latérale en vis-à-vis du bloc de bordure adjacent,

10 la cuve comportant une première série de tiges d'ancrage comportant chacune une première extrémité ancrée à la seconde paroi porteuse et, pour chacune des deux pattes de ladite bande d'ancrage, une tige d'ancrage respective de la première série présente une seconde extrémité opposée à la première extrémité accouplée à ladite patte, et dans laquelle les tiges d'ancrage de la première série se développent dans
15 les espaces entre lesdites faces latérales respectives desdits blocs de bordure adjacents, lesdites tiges d'ancrage étant agencées pour transmettre un effort de traction entre lesdites bandes d'ancrage et la seconde paroi porteuse.

Selon un mode de réalisation, la seconde extrémité de chaque tige d'ancrage de la première série est accouplée conjointement à deux pattes
20 distinctes, lesdites pattes faisant chacune saillie depuis la face latérale d'un bloc de bordure respectif, lesdits blocs de bordures étant adjacents, ladite tige d'ancrage étant agencée pour transmettre un effort de traction entre les bandes d'ancrage portées par lesdits bloc de bordure adjacents et la seconde paroi porteuse.

Selon un mode de réalisation, les blocs isolants parallélépipédiques de la
25 barrière thermiquement isolante de la seconde paroi de cuve comportent une seconde rangée de blocs de bordure disposés le long de l'arête de la cuve, les blocs de bordure de la seconde rangée de blocs de bordure présentant des faces latérales en vis-à-vis mutuellement espacés,

et les bandes d'ancrage de chaque bloc de bordure de la seconde rangée se
30 développent parallèlement à ladite arête de la cuve sur toute la largeur dudit bloc de bordure, chacune des deux extrémités desdites bandes d'ancrage comportant une patte faisant saillie d'une face latérale respective dudit bloc de bordure de la

seconde rangée dans l'espace entre ledit bloc de bordure de la seconde rangée et le bloc de bordure adjacent,

la cuve comportant une seconde série de tiges d'ancrage comportant chacune une première extrémité ancrée à la première paroi porteuse et se développant dans
5 l'espace entre lesdites faces latérales des blocs de bordure adjacents de la seconde rangée de blocs de bordure

et, pour chacune des deux pattes desdites bandes d'ancrage, une tige d'ancrage de la seconde série présente une seconde extrémité opposée à la première extrémité accouplée à ladite patte, lesdites tiges d'ancrage de la seconde série étant
10 agencées pour transmettre un effort de traction entre lesdites bandes d'ancrage de la seconde rangée de blocs de bordure et la première paroi porteuse,

les espaces entre les blocs de bordure de la première rangée sont alignés avec les espaces entre les blocs de bordure de la seconde rangée,

et une tige d'ancrage de la première série se développe depuis la seconde paroi
15 porteuse dans l'espace entre deux blocs de bordure de la seconde rangée puis dans l'espace aligné entre deux blocs de bordure de la première rangée et une tige d'ancrage de la seconde série se développe depuis la première paroi porteuse dans l'espace entre deux blocs de bordure de la première rangée puis dans l'espace aligné entre deux blocs de bordure de la seconde rangée.

20 Selon un mode de réalisation, la bande d'ancrage portée par le bloc de bordure est fixée sur le panneau de couvercle dudit bloc de bordure avec un jeu de fixation selon une direction longitudinale dudit bloc de bordure.

Les blocs isolants peuvent être réalisés de différentes manières. Selon un mode de réalisation, chaque bloc isolant parallélépipédique comporte un caisson
25 dans lequel est logée la garniture calorifuge, ledit caisson comportant un panneau de fond et des panneaux de côté se développant entre ledit panneau de fond et le panneau de couvercle. Selon un autre mode de réalisation, chaque bloc isolant parallélépipédique comporte un panneau de fond et de couvercle avec un bloc de mousse intercalé.

30 Selon un mode de réalisation, la membrane étanche de chaque paroi de cuve comporte :

- une première série d'ondulation faisant saillie en direction de l'intérieur de la cuve et se développant selon une première direction, et
- une seconde série d'ondulation faisant saillie en direction de l'intérieur de la cuve et se développant selon une seconde direction perpendiculaire à la première direction.

5

Différents emplacements peuvent être envisagés pour les ondulations de la membrane étanche. Selon un mode de réalisation, une ondulation de la membrane étanche de la première paroi de cuve est située au droit de l'espace entre les faces latérale en vis-à-vis des blocs de bordures formant ladite arête de la cuve. Selon un

10 autre mode de réalisation, une ondulation de la membrane étanche de la première paroi de cuve est située au droit des blocs de bordure, par exemple sur les panneaux de couvercle des blocs isolants.

Selon un autre mode de réalisation comme dans le brevet FR3008765, la membrane est constituée des bandes métalliques.

15

Selon un mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante de la première paroi ou deuxième de cuve comporte des blocs isolants parallélépipédiques courants en vis-à-vis d'une face longitudinale des blocs de bordure de la première ou deuxième rangée opposée à l'arête de la cuve, une face supérieure du panneau de couvercle de chacun des blocs isolants

20 parallélépipédiques courants comportant un décrochement en vis-à-vis d'un décrochement de la face supérieure du panneau de couvercle du bloc de bordure correspondant, une plaque de liaison logée conjointement dans lesdits décrochements affleurant au niveau de la face supérieure desdits panneaux de couvercle afin de former une surface de support plane continue pour la membrane

25 étanche de la première ou deuxième paroi de cuve. Grâce à cette caractéristique, il est possible d'ajuster une distance entre la rangée de blocs de bordure et la première rangée de blocs courants sans générer d'espaces dans le support de la membrane étanche.

30

Selon un mode de réalisation, les blocs de bordure de la première rangée présentent une largeur inférieure à la largeur, prise selon une direction parallèle à la direction de largeur desdits blocs de bordure, des blocs isolants parallélépipédiques courants de la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve.

Selon un mode de réalisation, la première extrémité de chaque tige d'ancrage comporte un filetage, ladite première extrémité étant logée dans une embase cylindrique creuse fixée sur la première ou deuxième paroi porteuse, ladite embase cylindrique comportant à une extrémité opposée à la première ou deuxième
5 paroi porteuse une cloison présentant un orifice traversé par la tige d'ancrage, un écrou présentant des dimensions supérieure aux dimensions de l'orifice étant monté sur la première extrémité filetée de la tige d'ancrage.

Selon un mode de réalisation, la tige d'ancrage est agencée pour traverser l'orifice avec un jeu de pivotement de manière à permettre un débattement angulaire
10 de ladite tige d'ancrage par rapport à la première ou deuxième paroi porteuse.

Selon un mode de réalisation, chaque bloc de bordure de la première ou deuxième rangée comporte un rebord faisant saillie depuis les faces latérales dudit blocs isolant, et une pluralité d'organes de fixation fixés sur la première ou deuxième paroi porteuse comportent chacun un goujon se développant
15 perpendiculairement à la première ou deuxième paroi porteuse, une extrémité dudit goujon comportant un plateau en appui sur une face supérieure du rebord.

Selon un mode de réalisation, chaque bloc de bordure de la première rangée comporte un rebord sur lequel est fixé un tasseau faisant saillie depuis les faces latérales dudit blocs isolant, et une pluralité d'organes de fixation fixés sur la
20 première paroi porteuse comportent chacun un goujon se développant perpendiculairement à la première paroi porteuse, une extrémité dudit goujon comportant un plateau en appui sur une face supérieure du tasseau.

Selon un mode de réalisation, chaque patte comporte une portion d'écartement se développant depuis la face latérale du bloc de bordure
25 correspondante parallèlement au panneau de couvercle dudit bloc de bordure, ladite patte comportant en outre une portion de couplage se développant vers l'extérieur de la cuve depuis une extrémité de ladite portion d'écartement opposée à ladite face latérale dudit bloc de bordure, la seconde extrémité de la tige d'ancrage correspondante étant accouplée à la portion de couplage de ladite patte.

Selon un mode de réalisation, chaque portion de couplage comporte une
30 fente et la première extrémité de la tige d'ancrage respective comporte un crochet, ledit crochet étant engagé dans ladite fente de manière à accoupler en traction la portion de couplage de ladite patte et ledit crochet. Grâce à cette caractéristique,

l'ancrage des tiges d'ancrage aux pattes des bandes d'ancrage peut être réalisé de manière stable et fiable, ce qui facilite la construction de la paroi de cuve.

Selon un mode de réalisation, la membrane de la cuve comporte une rangée de pièces d'angle métalliques fixée sur les bandes d'ancrages des blocs de bordure de la première rangée, chaque pièce d'angle comportant une première portion plane située dans le plan de la membrane étanche de la première paroi de cuve fixée sur les bandes d'ancrages des blocs de bordure de la première rangée et une seconde portion plane située dans le plan de la membrane étanche de la seconde paroi de cuve et fixée sur les bandes d'ancrages des blocs de bordure de la seconde rangée, lesdites pièces d'angle comportant en outre des ondulations se développant selon une direction sécante à l'arête dans le prolongement des ondulations des plaques métalliques ondulées desdites membranes étanches.

Selon un mode de réalisation, les espaces entre chaque bloc de bordure de la première et/ou seconde rangée et les blocs isolants parallélépipédiques adjacents et des espaces entre lesdits blocs de bordure et la première paroi porteuse comportent une garniture calorifuge intercalaire.

Selon un mode de réalisation, les plaques métalliques ondulées présentent une forme rectangulaire, chaque bloc isolant parallélépipédique comportant deux bandes d'ancrages sécantes, chaque bande d'ancrage se développant parallèlement à un côté respectif des plaques métalliques ondulées fixées sur lesdites bandes d'ancrage.

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

Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un produit liquide froid comporte une coque et une cuve précitée disposée dans la 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
5 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.

Certains aspects de l'invention partent de l'idée de réaliser une cuve étanche et thermiquement isolante dans laquelle les blocs isolant formant la barrière thermiquement isolante ne subissent pas ou peu de contraintes de cisaillement.
10 Certains aspects de l'invention partent de l'idée de réaliser une telle cuve dans laquelle les blocs isolants subissent principalement des contraintes en compression liée au liquide contenu dans la cuve tandis que les tiges d'ancrage reprennent entièrement les efforts de traction de la membrane. Certains aspects de l'invention partent de l'idée de réaliser une telle cuve de manière simple et économique.
15 Certains aspects de l'invention partent de l'idée de réaliser des caissons standardisés pour former la barrière thermiquement isolante au niveau des arêtes de la cuve. Certains aspects de l'invention partent de l'idée d'éviter un déséquilibre dans la transmission des efforts entre la membrane d'étanchéité et la structure porteuse. Certains aspects de l'invention partent de l'idée d'éviter un déséquilibre
20 dans l'ancrage des blocs isolants courants formant la barrière thermiquement isolante des parois de cuve.

Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques
25 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.

- La figure 1 est une vue en perspective d'un navire pour le transport de gaz liquéfié comportant une pluralité de cuves de stockage.
- 30 • La figure 2 est une vue en perspective d'une portion de cuve de la figure 1 illustrant une arête de la cuve formée par une paroi longitudinale de la cuve et une paroi transversale de la cuve, la

paroi transversale de la cuve formant avec la paroi longitudinale de la cuve un angle de l'ordre de 90°.

- 5 • La figure 3 est une vue de détail en éclatée illustrant un caisson thermiquement isolant de bordure de la barrière thermiquement isolante d'une paroi de cuve de la figure 2.
- La figure 4 est une vue de détail illustrant deux caissons thermiquement isolants de bordure de la figure 2, ces deux caissons formant conjointement une portion de l'arête de la barrière thermiquement isolante de la cuve de la figure 2.
- 10 • La figure 5 est une vue de détail d'une tige d'ancrage associée à une extrémité d'une bande d'ancrage d'un caisson isolant de la figure 4.
- La figure 6 est une vue de détail d'une tige d'ancrage de la figure 4.
- La figure 7 est une vue en perspective d'une portion de cuve de la figure 1 illustrant une arête de la cuve formée entre deux parois de cuve longitudinales présentant un angle de 135°.
- 15 • La figure 8 est une vue de détail illustrant deux caissons isolant de bordure de la figure 7.
- La figure 9 est une vue de détail d'une tige d'ancrage associée à une bande d'ancrage d'un caisson isolant de la figure 8.
- 20 • La figure 10 est une vue de dessus schématique d'une paroi de cuve au niveau d'une arête illustrant une variante de réalisation des éléments calorifuges de bordure.
- La figure 11 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier ou de transport de GPL et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.
- 25

Description détaillée de modes de réalisation

Les figures sont décrites ci-après dans le cadre d'une structure porteuse constituée par les parois internes d'une double coque d'un navire pour le transport de gaz liquéfié. Une telle structure porteuse présente une géométrie polyédrique, par exemple de forme prismatique. La figure 1 illustre une telle structure porteuse

30

dans laquelle des parois longitudinales 1 de la structure porteuse s'étendent parallèlement à la direction longitudinale du navire et forment une section polygonale dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale du navire. Les parois longitudinales 1 se rejoignent en des arêtes longitudinales 2, qui forment par exemple des angles de l'ordre de 135° dans une géométrie octogonale. La structure générale de telles cuves polyédriques est par exemple décrite en regard de la figure 1 du document FR3008765.

Les parois longitudinales 1 sont interrompues dans la direction longitudinale du navire par des parois porteuses transversales 3 qui sont perpendiculaires à la direction longitudinale du navire. Les parois longitudinales 1 et les parois transversales 3 se rejoignent au niveau d'arêtes 4 avant et arrière.

Chaque paroi 1, 3 de la structure porteuse porte une paroi de cuve respective. Chacune des parois de cuve est composée d'au moins une barrière thermiquement isolante portant une membrane d'étanchéité au contact d'un fluide stocké dans la cuve tel que du gaz de pétrole liquéfié comportant du butane, du propane, du propène ou autre et présentant une température d'équilibre comprise entre -50°C et 0°C .

Par convention, l'adjectif « supérieur » appliqué à un élément de la cuve désigne la partie de cet élément orientée vers l'intérieur de la cuve et l'adjectif « inférieur » désigne la partie de cet élément orientée vers l'extérieur de la cuve, quelle que soit l'orientation de la paroi de cuve par rapport au champ de gravité terrestre. De même, le terme « au-dessus » désigne une position située plus près de l'intérieur de la cuve et le terme « en dessous » une position située plus près de la structure porteuse 1, quelle que soit l'orientation de la paroi de cuve par rapport au champ de gravité terrestre.

La figure 2 illustre un angle de cuve au niveau de l'arête longitudinale 4 entre l'une des parois longitudinales 1 et l'une des parois transversales 3 de la structure porteuse portant respectivement une paroi de cuve longitudinale 5 et une paroi de cuve transversale 6. La paroi de cuve longitudinale 5 et la paroi de cuve transversale 6 se rejoignent au niveau d'une structure d'angle 7 de la cuve formant un angle de l'ordre de 90° . La paroi de cuve longitudinale 5 et la paroi de cuve transversale 6 présentant une structure similaire, seule la paroi de cuve

longitudinale 5 est décrite ci-après. La description de la paroi de cuve longitudinale 5 s'applique de manière correspondante à la paroi de cuve transversale 6.

La barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve longitudinale 5 est constituée d'une pluralité d'éléments calorifuges ancrés sur toute paroi porteuse 5 longitudinale 1. Ces éléments calorifuges forment conjointement une surface plane sur laquelle est ancrée la membrane d'étanchéité de la paroi de cuve longitudinale 5. Ces éléments calorifuges comportent plus particulièrement une pluralité d'éléments calorifuges courants 8 juxtaposés selon un maillage rectangulaire régulier. La barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve longitudinale 5 10 comporte également une rangée d'élément calorifuge de bordure 9 décrits ci-après en regard de la figure 4 disposés le long de l'arête 4. Les éléments calorifuge 8, 9 sont ancrés sur la structure porteuse par tout moyen adapté, comme par exemple à l'aide d'organes d'ancrage 10 tels que décrits en regard de la figure 4. Les éléments calorifuges 8, 9 reposent sur la paroi porteuse longitudinale par l'intermédiaire de 15 cordons de mastic (non illustrés) formant des lignes parallèles rectilignes ou ondulées. Un espace intercalaire 11 sépare les éléments calorifuges de bordure en vis-à-vis de la rangée d'éléments calorifuges de bordure 9. Les espaces intercalaire 11 de deux parois de cuves formant une arête de la cuve sont alignés.

La membrane d'étanchéité de la paroi de cuve longitudinale 5 est 20 constituée d'une pluralité de plaques métalliques 12 juxtaposées les unes aux autres avec recouvrement. Ces plaques métalliques 12 sont de préférence de forme rectangulaire. Les plaques métalliques 12 sont soudées entre elles afin d'assurer l'étanchéité de la membrane d'étanchéité.

Afin de permettre la déformation de la membrane d'étanchéité en réponse 25 aux différentes contraintes subies par la cuve, en particulier en réponse à la contraction thermique résultant du chargement de gaz liquéfié dans la cuve, les plaques métalliques 12 comportent une pluralité d'ondulations 13 orientées vers l'intérieur de la cuve. Plus particulièrement, la membrane d'étanchéité de la paroi de cuve longitudinale 5 comporte une première série d'ondulations 13 et une seconde 30 série d'ondulations 13 formant un motif rectangulaire régulier. Comme illustré sur la figure 2, la première série d'ondulation 13 est parallèle à l'arête 4 et la seconde série d'ondulation 13 est perpendiculaire à l'arête 4. De préférence, les ondulations 13 se développent parallèlement aux bords des plaques métalliques rectangulaires. Dans un mode de réalisation préférentiel illustré sur la figure 2, les ondulations 13

sont situées au droit des espaces intercalaires 11. Un tel mode de réalisation préférentiel ne nécessite ainsi pas de plaque de recouvrement au niveau des espaces intercalaires 11 afin de réaliser un support plat pour les plaques métalliques. La distance entre deux ondulations 13 successives d'une série d'ondulations est par exemple de l'ordre de 600mm.

Pour assurer la continuité de la barrière isolante 2 au niveau de la structure d'angle 7, des plaques métalliques d'angle 15 sont soudées disposées sur les éléments calorifuges de bordure 9 perpendiculaires. Ces plaques métalliques d'angle 15 comportent deux portions planes 16 situées dans les plans de la membrane étanche de chaque paroi de cuve 5 et 6 respectivement.

La figure 3 représente une vue de détail en perspective éclatée d'un élément calorifuge de bordure 9 de la figure 2.

L'élément calorifuge de bordure 9 comporte un panneau de fond 17, des panneaux de côté 18 et un panneau de couvercle 19. Tous ces panneaux 17, 18, 19 sont de forme rectangulaire et délimitent un espace interne de l'élément calorifuge de bordure 9. Le panneau de fond 17 et le panneau de couvercle 19 se développent parallèlement l'un de l'autre et, comme illustré sur la figure 2, parallèlement à la paroi porteuse sur laquelle ils sont ancrés. Les panneaux de côté 18 se développent perpendiculairement au panneau de fond 17. Les panneaux de côté 18 relient le panneau de fond 17 et le panneau de couvercle 19 sur toute la périphérie de l'élément calorifuge de bordure 9. Des entretoises porteuses 20 sont disposées entre le panneau de fond 17 et le panneau de couvercle 19 dans l'espace interne de l'élément calorifuge de bordure 9. Ces entretoises porteuses 20 se développent parallèlement à des panneaux de côté longitudinal 21. Des panneaux de côté transversal 22 se développant perpendiculairement aux panneaux de côté longitudinal 21 comportent des orifices traversant 23. Ces orifices traversant 23 sont destinés à permettre la circulation de gaz inerte dans la barrière thermiquement isolante. Les panneaux et les entretoises porteuses forment conjointement un caisson dans lequel est disposée une garniture calorifuge 24. Cette garniture calorifuge 24 est de préférence non structurelle, par exemple de la perlite ou de la laine de verre.

Le panneau de fond 17 comporte des rebords longitudinaux 25 faisant saillie depuis les panneaux de côté longitudinal 21. Le panneau de fond 17

comporte également un rebord transversal 26 faisant saillie d'un des panneaux de côté transversal 22. Des tasseaux 27 sont portés les rebords 25, 26 du panneau de fond 17. Dans l'exemple illustré sur la figure 4, chaque extrémité des rebords longitudinaux 25 porte un tasseau 27 respectif et une portion centrale du rebord transversal 26 porte un tasseau 27. Dans une variante illustrée sur la figure 3, le tasseau 27 porté par le rebord transversal 26 se développe sur toute la largeur de l'élément calorifuge de bordure 9.

Le panneau de couvercle 19 comporte sur une face supérieure opposée à la garniture calorifuge 24 un décrochement transversal 28. Ce décrochement transversal 28 est situé au droit du panneau de côté transversal 22 depuis lequel fait saillie le rebord transversal 26 du panneau de fond 17. Ce décrochement transversal 28 comporte une encoche 29 située au droit du tasseau 27 porté par le rebord transversal 26. De nombreuses méthodes peuvent être utilisées pour réaliser le panneau de couvercle 19. Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 4, deux plaques de contreplaqué présentant des dimensions différentes sont superposées afin de former le panneau de couvercle 19 présentant le décrochement transversal 28. Dans un mode de réalisation non illustré, le panneau de couvercle est réalisé par une plaque de contreplaqué dans laquelle un lamage est réalisé afin de former le décrochement transversal.

La face supérieure du panneau de couvercle 19 comporte en outre un lamage transversal 29 et un lamage longitudinal 30. Le lamage transversal 29 se développe selon une direction parallèle à la largeur du panneau de couvercle 19 sur toute la largeur du panneau de couvercle 19. Le lamage transversal 29 est situé proche du côté transversal du panneau de couvercle 17 opposé au rebord transversal 26. Le lamage longitudinal 30 se développe selon une direction parallèle à la longueur du panneau de couvercle 19 sur toute la longueur du panneau de couvercle 19. De préférence, ce lamage longitudinal 30 est centré sur la largeur du panneau de couvercle 19. Typiquement, dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3, le lamage longitudinal 30 est situé dans le prolongement de l'encoche 29.

Une bande d'ancrage longitudinale 31 est logée dans le lamage longitudinal 30. Cette bande d'ancrage longitudinale 31 présente une longueur inférieure à la longueur du panneau de couvercle 19. Une protection thermique 54 (illustrée sur la figure 2) est logée dans la portion du lamage longitudinal 30 ne comportant pas la bande d'ancrage longitudinale 31.

De même, une bande d'ancrage transversale 32 est logée dans le lamage transversal 29 du panneau de couvercle 19. Cependant, cette bande d'ancrage transversale 32 se développe sur toute la largeur du panneau de couvercle 19. Chaque extrémité de la bande d'ancrage transversale 32 comporte une patte 33.
5 Cette patte 33 fait saillie depuis un côté longitudinal respectif du panneau de couvercle 19.

De manière analogue aux éléments isolants de bordure 9, chaque élément calorifuge courant 8 comporte sur une face supérieure deux bandes d'ancrage 14 perpendiculaires logées dans des lamages respectifs. Les bandes d'ancrage 14
10 sont de préférence disposées parallèlement aux ondulations 13. Les bandes d'ancrage 14 se développent sur une portion centrale des lamages dans lesquels elles sont logées. Des protections thermiques 54 sont logées dans les extrémités des lamages.

Les plaques métalliques 12, 15 de la membrane étanche sont soudées sur
15 les bandes d'ancrage 14, 31, 32 sur lesquelles elles reposent. Les protections thermiques 54 évitent la dégradation des éléments isolants 8, 9 lors des soudures des plaques métalliques 12, 15. La soudure des plaques métalliques 12, 15 sur les bandes d'ancrages 14, 31, 32 permet de retenir la membrane étanche sur la barrière isolante, mais entraîne la transmission d'efforts de traction par les plaques
20 métalliques 12, 15 aux bandes d'ancrages 14, 31, 32 sur lesquelles elles sont soudées.

La patte 33 comporte une portion d'écartement 34 se développant depuis le panneau de couvercle 19 dans le prolongement du lamage transversal 29. Cette patte comporte en outre une portion de couplage 35 se développant depuis une
25 extrémité de la portion d'écartement 34 opposée au panneau de couvercle 19. La portion de couplage 35 se développe en direction du panneau de fond 17. La portion de couplage 35 comporte une fente 52 tournée vers le côté transversal du panneau de couvercle 19 présentant le décrochement 29.

Les bandes d'ancrage 29, 30 sont fixées sur le panneau de couvercle 19
30 par tout moyen adapté, par exemple par rivetage. La fixation de la bande d'ancrage transversale 32 est réalisée de manière à présenter un jeu selon une direction longitudinale du panneau de couvercle 19 par exemple de l'ordre de un à quelques dixièmes de millimètres. Typiquement, dans le cas d'une fixation par rivetage, les

orifices (non illustrés) du panneau de couvercle 19 traversé par les rivets de fixation de la bande d'ancrage transversale 32 présentent une dimension longitudinale supérieure à l'épaisseur du rivet. De même, la bande d'ancrage transversale 32 est logée dans le lamage transversal 29 avec un jeu. De tels jeux permettent la transmission d'efforts de traction générés dans la direction longitudinale du panneau de couvercle 19 par la membrane étanche soudée sur les bandes d'ancrage 31, 32, sans que ces efforts ne soient substantiellement transmis au panneau de couvercle 19.

La figure 4 est une vue de détail illustrant un élément calorifuge de bordure longitudinal 36 et un élément calorifuge de bordure transversal 37 appartenant à la paroi de cuve longitudinale 5 et la paroi de cuve transversale 6. L'élément calorifuge de bordure longitudinal 36 et l'élément calorifuge de bordure transversal 37 forment conjointement la structure d'angle 7. Le bord transversal de l'élément calorifuge de bordure longitudinal 36 ne présentant pas le décrochement 29 et le bord transversal de l'élément calorifuge de bordure transversal 37 ne présentant pas le décrochement 29 sont accolés. L'élément calorifuge de bordure longitudinal 36 présentant une structure analogue à la structure de l'élément calorifuge de bordure transversal 37, seul l'élément de bordure longitudinal 36 illustré sur la figure 4 est décrit ci-après. La description de cet élément calorifuge de bordure longitudinal 36 s'applique par analogie à l'élément calorifuge de bordure transversal 37.

Les organes d'ancrage 10 illustrés sur la figure 4 comportent chacun un goujon 38 soudé sur la paroi porteuse longitudinale 1. Chaque goujon 38 se développe perpendiculairement à la paroi porteuse longitudinale 1. Une extrémité des goujons opposée à la paroi porteuse longitudinale 1 comporte un filetage. Une plaque d'appui 39 de forme carré comporte un orifice central (non illustré) traversé par le goujon 38. Un écrou 40 est monté sur l'extrémité fileté du goujon 38. La plaque d'appui 39 de chaque goujon 38 est ainsi maintenue en appui par ledit écrou 40 contre une face supérieure d'un tasseau 27 respectif porté par un rebord 25, 26 correspondant du panneau de fond 17. Dans une variante non illustrée, la plaque d'appui repose directement sur le rebord du panneau de fond de l'élément calorifuge.

Comme illustré sur la figure 2, de tels organes d'ancrage 10 sont également disposés aux coins de chaque élément calorifuge courant 8. Les parois

latérales de chaque élément calorifuge courant 8 comportent un rebord. Un tasseau 27 est disposé sur chacune des extrémités dudit rebord. Chaque tasseau 27 des éléments calorifuges courant 8 coopère avec un organe d'ancrage 10 respectif, un même organe d'appui 10 coopérant avec les tasseaux 27 d'une pluralité d'éléments calorifuges courants 8 adjacents. Les angles des éléments calorifuges courants 8 adjacents comportent un dégagement formant conjointement une cheminée au droit d'un organe de fixation 10 correspondant. Cette cheminée permet le vissage de l'écrou 40 sur le goujon de l'organe de fixation 10. Cette cheminée est remplie d'une garniture calorifuge 41 et recouverte d'une plaque d'obturation 42 afin de former une surface plane avec les panneaux de couvercles des éléments calorifuges.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 2, chaque élément calorifuge courant 8 présente une largeur, prise parallèlement à l'arête 4, deux fois supérieure à la largeur des éléments calorifuges de bordure 9. Les éléments calorifuges courants 8 et les éléments calorifuges de bordures 9 sont agencés de sorte que les coins de deux éléments calorifuges courants 8 adjacents soient situés à mi-largeur d'un élément calorifuge de bordure 9, au droit du rebord transversal 26 d'un élément calorifuge de bordure 9 respectif. L'organe d'ancrage 10 associés auxdits coins des éléments calorifuges courants 8 coopère ainsi à la fois avec les tasseaux 27 desdits éléments calorifuges courants 8 et avec le tasseau 27 porté par le rebord transversal 26. L'encoche 29 de l'élément calorifuge de bordure 9 permet le passage de l'outillage nécessaire au vissage de l'écrou dudit organe d'ancrage 10

Dans un mode de réalisation non illustré, les éléments calorifuges courants et les éléments calorifuges de bordures présentent la même largeur mais sont décalés les uns par rapport aux autres le long d'une direction parallèle à l'arête. Ainsi, les coins de deux éléments calorifuges courants adjacents sont situés à mi-largeur d'un élément calorifuge de bordure et au droit du rebord transversal dudit élément calorifuge de bordure.

Par ailleurs, les éléments calorifuges courants 8 situés en vis-à-vis des éléments calorifuge de bordure 9 comportent un décrochement analogue au décrochement 28 dudit élément calorifuge de bordure 9 en vis-à-vis dudit décrochement 29 de l'élément calorifuge de bordure 9. Des bandes de couverture 53 sont logées conjointement dans les décrochements des éléments calorifuges courants 8 et des éléments calorifuges de bordure 9 en vis-à-vis afin de recouvrir un espace entre lesdits éléments calorifuge 8 et 9. Cet espace est rempli de garniture

calorifuge comme par exemple de laine de verre. De telles bandes de couvertures affleurent au niveau de la face supérieure des panneaux de couvercle des éléments calorifuge 8 et 9 afin d'offrir une surface plane continue à la membrane étanche. Par ailleurs, de telles bandes de couverture 53 permettent de rattraper les jeux de construction pouvant apparaître lors de la construction la cuve.

En référence à la figure 2, afin d'éviter une dégradation des caractéristiques d'étanchéité de la cuve, les membranes sont ancrées sur la structure porteuse à l'aide de tiges d'ancrage 43 dans la zone où les parois de la cuve forment la structure d'angle 7 de la cuve. Plus précisément, chaque élément calorifuge de bordure 9 est accouplé de part et d'autre des panneaux de côté latéral 21 à une tige d'ancrage 43. Plus particulièrement, chaque patte d'ancrage 33 est accouplée à une tige d'ancrage 43 respective. La coopération entre les pattes d'ancrage 33 et les tiges d'ancrage 43 est similaire pour l'ensemble des tiges d'ancrage 43 de la cuve, seule la tige d'ancrage 43 ancrée à la patte d'ancrage 33 illustrée sur la figure 4 est décrite ci-après, cette description s'appliquant par analogie à l'ensemble des tiges d'ancrage 43 de la cuve.

La tige d'ancrage 43 est ancrée sur la paroi porteuse transversale 3. Cette tige d'ancrage 43 se développe depuis la paroi porteuse transversale 3 perpendiculairement à la paroi porteuse transversale 3. La tige d'ancrage 43 est ainsi logée dans l'espace intercalaire 11 entre deux éléments calorifuges de bordure transversaux au niveau de son extrémité ancrée sur la paroi porteuse transversale 3 et dans l'espace intercalaire 11 entre deux éléments calorifuge de bordure longitudinaux.

Une extrémité 44 de la tige d'ancrage 43 opposée à la paroi porteuse transversale 3 est accouplée une première patte 33 de la bande d'ancrage transversale 32. Les contraintes subies par la membrane étanche fixée sur la bande d'ancrage transversale 32, par exemple liés à un chargement de gaz liquéfié dans la cuve, génèrent ainsi des efforts transmis à la paroi porteuse transversale 3 améliorant ainsi la résistance de la cuve. En outre, ces efforts transitent par la membrane étanche, la bande d'ancrage transversale 32 et la tige d'ancrage 43 sans exercer d'effort importants sur le panneau de couvercle 19, l'élément calorifuge de bordure 9 ne subissant ainsi des efforts en cisaillement négligeable.

La figure 5 illustre la coopération entre la tige d'ancrage 43 et d'une part la paroi porteuse transversale 3 et, d'autre part, la patte 33 de la bande d'ancrage transversale 32 de l'élément calorifuge de bordure longitudinal 36.

La tige d'ancrage 43 comporte au niveau de son extrémité ancrée sur la paroi porteuse transversale 3 un filetage. Cette extrémité filetée est logée dans une embase cylindrique creuse. Cette embase cylindrique creuse comporte une base 45 plane soudée à la paroi porteuse transversale 3, une paroi cylindrique 46 se développant perpendiculairement à la paroi porteuse transversale 3 vers l'intérieur de la cuve et une paroi de couvercle 47 parallèle à la paroi porteuse transversale 3. La paroi de couvercle 47 comporte un orifice traversé par la tige d'ancrage 43. La paroi cylindrique 46 comporte une face interne de forme complémentaire à un écrou 48 logé dans l'embase cylindrique creuse. Cette complémentarité des formes entre l'écrou 48 et la face interne de la paroi cylindrique 46 bloque en rotation l'écrou 48 dans l'embase cylindrique creuse. Par ailleurs, l'écrou 48 présente des dimensions supérieures aux dimensions de l'orifice traversant de la paroi de couvercle 47, bloquant ainsi l'écrou 48 dans l'embase cylindrique creuse. L'extrémité fileté de la tige d'ancrage 43 est vissée sur l'écrou 48 assurant ainsi l'ancrage de la tige d'ancrage 43 sur la paroi porteuse transversale 3.

L'extrémité 44 de la tige d'ancrage 43 comporte un crochet. Ce crochet présente un profil en « U » dont une base 49 est traversée par la tige d'ancrage 43 comme illustré sur la figure 6. Des branches 50 du crochet se développent depuis la base 49 en direction de la paroi porteuse transversale 3 perpendiculairement à la base 49. Un écrou 51 est vissé sur l'extrémité 44 afin de bloquer en déplacement le crochet le long de la tige d'ancrage 43. Une première branche 50 du crochet est engagée dans la fente 52 de la patte d'ancrage 33. Typiquement, la portion de couplage 35 de la patte 33 est intercalée entre la première branche 49 et la tige d'ancrage 43 et la base 49 est accouplée en traction à la fente 52 de la portion de couplage 35. Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 5, une rondelle est intercalée entre l'écrou 51 et la base 49.

Une tige d'ancrage 43 ancrée sur la paroi porteuse longitudinale 1 est accouplée à une patte 33 d'un élément calorifuge de bordure transversal 37 de manière analogue à la tige d'ancrage 43 ancrée sur la paroi porteuse transversale 3 et accouplée à un élément calorifuge de bordure longitudinal 36 tel que décrit ci-dessus.

Une tige d'ancrage 43 est ancrée sur la paroi porteuse au niveau de chaque espace intercalaire 11 de la cuve afin qu'une première branche 50 du crochet de la tige d'ancrage soit accouplée à une première patte 33 faisant saillie depuis un premier élément calorifuge de bordure 9 dans ledit espace intercalaire 11 et qu'une seconde branche 50 du crochet de la tige d'ancrage 43 soit accouplée à une seconde patte 33 faisant saillie depuis un second élément calorifuge de bordure 9 dans ledit espace intercalaire 11. Le premier élément calorifuge de bordure 9 et le second élément calorifuge de bordure 9 sont adjacents et délimitent l'espace intercalaire 11.

10 En outre, les espaces 55 situés entre les éléments calorifuges de bordure 9 et les parois porteuses 1 et 3 en vis-à-vis sont avantageusement remplis de garniture calorifuge telle que de la laine de verre.

Les figures 7 à 9 représentent une arête de cuve entre deux parois de cuves longitudinales 5 formant un angle de l'ordre de 135° . Une telle arête de cuve présente une structure similaire à la structure d'angle 7 de cuve formant un angle de 90° telle que décrite en regard des figures 2 à 6. Les mêmes chiffres de référence sont utilisés pour les éléments présentant la même structure et/ou la même fonction.

Au niveau d'une arête 2 formant un angle de 135° , les tiges d'ancrage 43 se développent parallèlement à la membrane de la paroi de cuve longitudinale 5 à laquelle elles sont accouplées. Ainsi, les tiges d'ancrage 43 forment un angle de l'ordre de 135° avec la paroi porteuse longitudinale 43 sur laquelle elles sont fixées, comme cela est visible sur les figures 7 et 8. Par ailleurs, l'orifice de l'embase cylindrique creuse traversé par la tige d'ancrage 43 est situé conjointement sur la paroi de couvercle 47 et sur la paroi cylindrique 46 de l'embase cylindrique.

25 Dans ce mode de réalisation, l'orifice de l'embase cylindrique creuse autorise un débattement angulaire de la tige d'ancrage 43 par rapport à l'embase cylindrique creuse, autour d'un axe parallèle à l'arête 2 de la structure porteuse.

La technique décrite ci-dessus pour réaliser une cuve présentant une seule membrane étanche peut être utilisée dans différents types de réservoirs, par exemple pour constituer une cuve à double membrane pour gaz naturel liquéfié (GNL) dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre. Dans ce contexte, on peut considérer que la membrane étanche illustrée sur les figures précédentes est une membrane étanche

secondaire, et qu'une barrière isolante primaire ainsi qu'une membrane étanche primaire, non représentées, doivent encore être ajoutées sur cette membrane étanche secondaire. De cette manière, cette technique peut également être appliquée aux cuves présentant une pluralité de barrière thermiquement isolante et de membranes étanches superposées.

La figure 10 représente une vue schématique de dessus d'une paroi de cuve au niveau d'une arête selon une variante de réalisation. Sur cette figure, les mêmes éléments ou les éléments remplissant la même fonction portent des chiffres de référence augmentés de 100 par rapport aux chiffres de référence des figures précédentes.

Dans la variante illustrée sur la figure 10, les éléments calorifuges de bordure 109 présentent une largeur proche de la largeur des éléments calorifuges courants 108. La largeur des éléments calorifuges courants 108 est par exemple d'environ 1200 mm et la largeur des éléments calorifuges de bordure 109 de l'ordre de 1160 mm.

Dans cette variante, les ondulations (non illustrées) des plaques métalliques (non illustrées) ne sont plus placées au droit des espaces intercalaires 111 mais sur les panneaux de couvercle 119 des éléments calorifuges de bordure 109. Par ailleurs, les plaques métalliques (non illustrées) sont soudés sur les bandes d'ancrage 132 de façon discontinue et uniquement au niveau d'une portion centrale 156 de la bande d'ancrage 132. Cette soudure discontinue des plaques métalliques permet de laisser les ondulations travailler en extension afin de rattraper les déformations de la membrane étanche. Les éléments calorifuges de bordure 109 sont centrés sur les éléments calorifuges courants 108. De même, les bandes d'ancrage 114 et 131 sont disposées coaxialement selon une direction perpendiculaire à l'arête 104.

En référence à la figure 11, 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 gaz liquéfié 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. Dans une version simplifiée, le navire comporte une simple coque.

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 liquéfié depuis ou vers la cuve 71.

5 La figure 11 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79
10 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
15 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
20 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.

25 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
30 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. Cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, ladite cuve comportant une pluralité de parois de cuve (5, 6) portées par des parois porteuses (1, 3, 103) de la structure porteuse, chaque paroi
5 de cuve (5, 6) comportant une barrière thermiquement isolante fixée sur une paroi porteuse (1, 3, 103) respective de la structure porteuse et une membrane étanche portée par ladite barrière thermiquement isolante,
la barrière thermiquement isolante comportant une pluralité de blocs isolant parallélépipédiques (8, 9, 108, 109), chaque bloc isolant (8, 9, 108, 109) comportant
10 une garniture calorifuge (24) et un panneau de couvercle (19, 119) tourné vers l'intérieur de la cuve, une face supérieure du panneau de couvercle (19, 119) opposée à la garniture calorifuge (24) portant une bande d'ancrage métallique (14, 31, 32, 114, 131, 132),
la membrane étanche comportant une pluralité de plaques métalliques ondulées
15 (12), chaque plaque métallique ondulée (12) étant soudée sur au moins une bande d'ancrage (14, 31, 32, 114, 131, 132) de la barrière thermiquement isolante,
dans laquelle une première paroi porteuse (1) portant une première paroi de cuve forme une arête (2, 4, 104) de la cuve avec une seconde paroi porteuse (1, 3, 103) portant une seconde paroi de cuve,
20 dans laquelle les blocs isolants parallélépipédiques (8, 9, 108, 109) de la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve (1) comportent une rangée de blocs de bordure (9, 36, 37, 109) disposés le long de l'arête (2, 4, 104) de la cuve, les blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la rangée de blocs de bordure (9, 36, 37, 109) présentant des faces latérales en vis-à-vis,
25 dans laquelle la bande d'ancrage (32, 132) d'un des blocs de bordure (9, 36, 37, 109) se développe parallèlement à ladite arête (4, 104) de la cuve sur toute la largeur dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109), chacune des deux extrémités de la bande d'ancrage (32, 132) portée par ledit bloc de bordure (9, 36, 37, 109) comportant une patte (33) faisant saillie d'une face latérale respective dudit bloc de
30 bordure (9, 36, 37, 109) dans un espace (11, 111) entre ladite face latérale dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109) et la face latérale en vis-à-vis d'un bloc de bordure adjacent (9, 36, 37, 109),

et dans laquelle, pour chacune des deux pattes (33) de ladite bande d'ancrage (32, 132), une tige d'ancrage (43, 143) comportant une première extrémité ancrée à la seconde paroi porteuse (1, 3, 103) et une seconde extrémité (44) opposée à la première extrémité accouplée à ladite patte (33) de la bande d'ancrage (32, 132) se
5 développe dans un espace (11, 111) entre lesdites faces latérales des blocs de bordure (9, 36, 37, 109), ladite tige d'ancrage (43, 143) étant agencée pour transmettre un effort de traction entre la bande d'ancrage (32, 132) portée par ledit bloc de bordure (9, 36, 37, 109) et la seconde paroi porteuse (1, 3, 103).

2. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1,
10 dans laquelle tous les blocs de bordures (9, 36, 37, 109) de la première rangée sont mutuellement espacés, et dans laquelle la bande d'ancrage (32, 132) de chaque bloc de bordure (9, 36, 37, 109) se développe parallèlement à ladite arête (4, 104) de la cuve sur toute la largeur dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109), chacune des deux extrémités de ladite bande d'ancrage (32, 132) comportant une patte (33)
15 faisant saillie de la face latérale respective dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109) dans l'espace (11, 111) entre ladite face latérale et la face latérale en vis-à-vis du bloc de bordure adjacent (9, 36, 37, 109),

la cuve comportant une première série de tiges d'ancrage (43, 143) comportant chacune une première extrémité ancrée à la seconde paroi porteuse et dans
20 laquelle, pour chacune des deux pattes (33) de ladite bande d'ancrage (32, 132), une tige d'ancrage (43, 143) respective de la première série présente une seconde extrémité (44) opposée à la première extrémité accouplée à ladite patte (33), et dans laquelle les tiges d'ancrage (43, 143) de la première série se développent dans les espaces (11, 111) entre lesdites faces latérales respectives desdits blocs
25 de bordure (9, 36, 37, 109) adjacents, lesdites tiges d'ancrage (43, 143) étant agencées pour transmettre un effort de traction entre lesdites bandes d'ancrage (32, 132) et la seconde paroi porteuse (1, 3).

3. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 2,
dans laquelle la seconde extrémité (44) de chaque tige d'ancrage (43, 143) de la
30 première série est accouplée conjointement à deux pattes distinctes (33), lesdites pattes (33) faisant chacune saillie depuis la face latérale d'un bloc de bordure (9, 36, 37, 109) respectif, lesdits blocs de bordures (9, 36, 37, 109) étant adjacents, ladite tige d'ancrage (43, 143) étant agencée pour transmettre un effort de traction entre

les bandes d'ancrage (32, 132) portées par lesdits bloc de bordure (9, 36, 37, 109) adjacents et la seconde paroi porteuse (1, 3, 103).

4. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 2 à 3, dans laquelle les blocs isolants parallélépipédiques (8, 9, 36, 5 37, 108, 109) de la barrière thermiquement isolante de la seconde paroi de cuve (6) comportent une seconde rangée de blocs de bordure (9, 36, 37, 109) disposés le long de l'arête (2, 4, 104) de la cuve, les blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la seconde rangée de blocs de bordure (9, 36, 37, 109) présentant des faces latérales en vis-à-vis mutuellement espacés,
- 10 et dans laquelle les bandes d'ancrage (32, 132) de chaque bloc de bordure (9, 36, 37, 109) de la seconde rangée se développent parallèlement à ladite arête (2, 4, 104) de la cuve sur toute la largeur dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109), chacune des deux extrémités desdites bandes d'ancrage (32, 132) comportant une patte (33) faisant saillie d'une face latérale respective dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109) de 15 la seconde rangée dans l'espace (11, 111) entre ledit bloc de bordure (9, 36, 37, 109) de la seconde rangée et le bloc de bordure adjacent (9, 36, 37, 109),

la cuve comportant une seconde série de tiges d'ancrage (43, 143) comportant chacune une première extrémité ancrée à la première paroi porteuse (1) et se développant dans l'espace (11, 111) entre lesdites faces latérales des blocs de 20 bordure (9, 36, 37, 109) adjacents de la seconde rangée de blocs de bordure (9, 36, 37, 109)

et dans laquelle, pour chacune des deux pattes (33) desdites bandes d'ancrage (32, 132), une tige d'ancrage (43, 143) de la seconde série présente une seconde extrémité (44) opposée à la première extrémité accouplée à ladite patte (33), 25 lesdites tiges d'ancrage (43, 143) de la seconde série étant agencées pour transmettre un effort de traction entre lesdites bandes d'ancrage (32, 132) de la seconde rangée de blocs de bordure (9, 36, 37, 109) et la première paroi porteuse (1),

30 dans laquelle les espaces (11, 111) entre les blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée sont alignés avec les espaces (11, 111) entre les blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la seconde rangée,

et dans laquelle une tige d'ancrage (43, 143) de la première série se développe depuis la seconde paroi porteuse (1, 3, 103) dans l'espace (11, 111) entre deux

blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la seconde rangée puis dans l'espace (11, 111) aligné entre deux blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée et dans laquelle une tige d'ancrage (43, 143) de la seconde série se développe depuis la première paroi (1) porteuse dans l'espace (11, 111) entre deux blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée puis dans l'espace (11, 111) aligné entre deux blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la seconde rangée.

5. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle la bande d'ancrage (32, 132) portée par le bloc de bordure (9, 36, 37, 109) est fixée sur le panneau de couvercle (19, 119) dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109) avec un jeu de fixation selon une direction longitudinale dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109).

6. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle chaque bloc isolant parallélépipédique (8, 9, 36, 37, 108, 109) comporte un caisson dans lequel est logée la garniture calorifuge (24), ledit caisson comportant un panneau de fond (17) et des panneaux de côté (18) se développant entre ledit panneau de fond (17) et le panneau de couvercle (19, 119).

7. Cuve étanche et thermique isolante selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle chaque bloc isolant parallélépipédique (8, 9, 36, 37, 108, 109) comporte un panneau de fond et de couvercle avec un bloc de mousse intercalé.

8. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle la membrane étanche de chaque paroi de cuve comporte :

- une première série d'ondulations (13) faisant saillie en direction de l'intérieur de la cuve et se développant selon une première direction, et
- une seconde série d'ondulation (13) faisant saillie en direction de l'intérieur de la cuve et se développant selon une seconde direction perpendiculaire à la première direction.

9. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve comporte des blocs isolants parallélépipédiques courant (8) en vis-à-vis d'une face longitudinale des blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée opposée à l'arête (4, 104) de la cuve, une face supérieure du

panneau de couvercle de chacun des bloc de isolant parallélépipédique courant (8) comportant un décrochement en vis-à-vis d'un décrochement (29) de la face supérieure du panneau de couvercle (19, 119) du bloc de bordure correspondant (9, 36, 37, 109), une plaque de liaison (53) logée conjointement dans lesdits
5 décrochements affleurant au niveau de la face supérieure desdits panneaux de couvercle (19, 119) afin de former une surface de support plane continue pour la membrane étanche de la première paroi de cuve.

10 10. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 9, dans laquelle les blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée présentent une largeur inférieure à la largeur, prise selon une direction parallèle à la direction de largeur desdits blocs de bordure (9, 36, 37, 109), des blocs isolants parallélépipédiques courants (8) de la barrière thermiquement isolante de la paroi de cuve.

15 11. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 2 à 10, dans laquelle la première extrémité de chaque tige d'ancrage (43, 143) comporte un filetage, ladite première extrémité étant logée dans une embase cylindrique creuse fixée sur la première paroi porteuse (1), ladite embase cylindrique comportant à une extrémité opposée à la première paroi porteuse (1) une cloison (47) présentant un orifice traversé par la tige d'ancrage, un écrou (48)
20 présentant des dimensions supérieures aux dimensions de l'orifice étant monté sur la première extrémité filetée de la tige d'ancrage (43, 143), et dans laquelle ladite tige d'ancrage (43, 143) est agencée pour traverser l'orifice avec un jeu de pivotement de manière à permettre un débattement angulaire de ladite tige d'ancrage par rapport à la première paroi porteuse (1).

25 12. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle chaque bloc de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée comporte un rebord (25) sur lequel est fixé un tasseau (27) faisant saillie depuis les faces latérales dudit blocs isolant (9, 36, 37, 109), et dans laquelle une pluralité d'organes de fixation (10) fixés sur la première paroi porteuse (1)
30 comportent chacun un goujon (38) se développant perpendiculairement à la première paroi porteuse (1), une extrémité dudit goujon (38) comportant un plateau (39) en appui sur une face supérieure du tasseau (27).

13. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle chaque patte (33) comporte une portion d'écartement (34) se développant depuis la face latérale du bloc de bordure (9, 36, 37) correspondante parallèlement au panneau de couvercle (19, 119) dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109), ladite patte (33) comportant en outre une portion de couplage (35) se développant vers l'extérieur de la cuve depuis une extrémité de ladite portion d'écartement (34) opposée à ladite face latérale dudit bloc de bordure (9, 36, 37, 109), la seconde extrémité (44) de la tige d'ancrage (43, 143) correspondante étant accouplée à la portion de couplage (35) de ladite patte (33).

10 14. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 13, dans laquelle chaque portion de couplage (35) comporte une fente (52) et dans laquelle la seconde extrémité (44) de la tige d'ancrage (43, 143) respective comporte un crochet, ledit crochet étant engagé dans ladite fente (52) de manière à accoupler en traction la portion de couplage (35) de ladite patte (33) et ledit crochet.

15 15. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 4, dans laquelle une rangée de pièces d'angle (15) métalliques est fixée sur les bandes d'ancrages (31, 32, 131, 132) des blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée, chaque pièce d'angle (15) comportant une première portion plane (16) située dans le plan de la membrane étanche de la première paroi de cuve et
20 fixée sur les bandes d'ancrage (31, 32, 131, 132) des blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée et une seconde portion plane (16) située dans le plan de la membrane étanche de la seconde paroi de cuve fixée sur les bandes d'ancrage (31, 32, 131, 132) des blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la seconde rangée, lesdites pièces d'angle (15) comportant en outre des ondulations se développant
25 selon une direction sécante à l'arête (4, 104) dans le prolongement des ondulations des plaques métalliques (12) ondulées desdites membranes étanches.

16. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 9, dans laquelle des espaces entre chaque bloc de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée de la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve
30 et les blocs isolants parallélépipédiques courants (8) adjacents et des espaces (55) entre lesdits blocs de bordure (9, 36, 37, 109) de la première rangée de la barrière thermiquement isolante de la première paroi de cuve et la seconde paroi porteuse comportent une garniture calorifuge intercalaire.

17. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 16, dans laquelle les plaques métalliques ondulées (12) présentent une forme rectangulaire, chaque bloc isolant parallélépipédique (8, 9, 36, 37, 108, 109) comportant deux bandes d'ancrages (14, 31, 32, 114, 131, 132) sécantes, chaque bande d'ancrage (14, 31, 32, 114, 131, 132) se développant parallèlement à un coté respectif des plaques métalliques (12) ondulées fixées sur lesdites bandes d'ancrage (14, 31, 32, 114, 131, 132).

18. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une coque (72) et une cuve selon l'une des revendications 1 à 17 disposée dans la coque.

19. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 18, 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).

20. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 18, 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 entrainer 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.

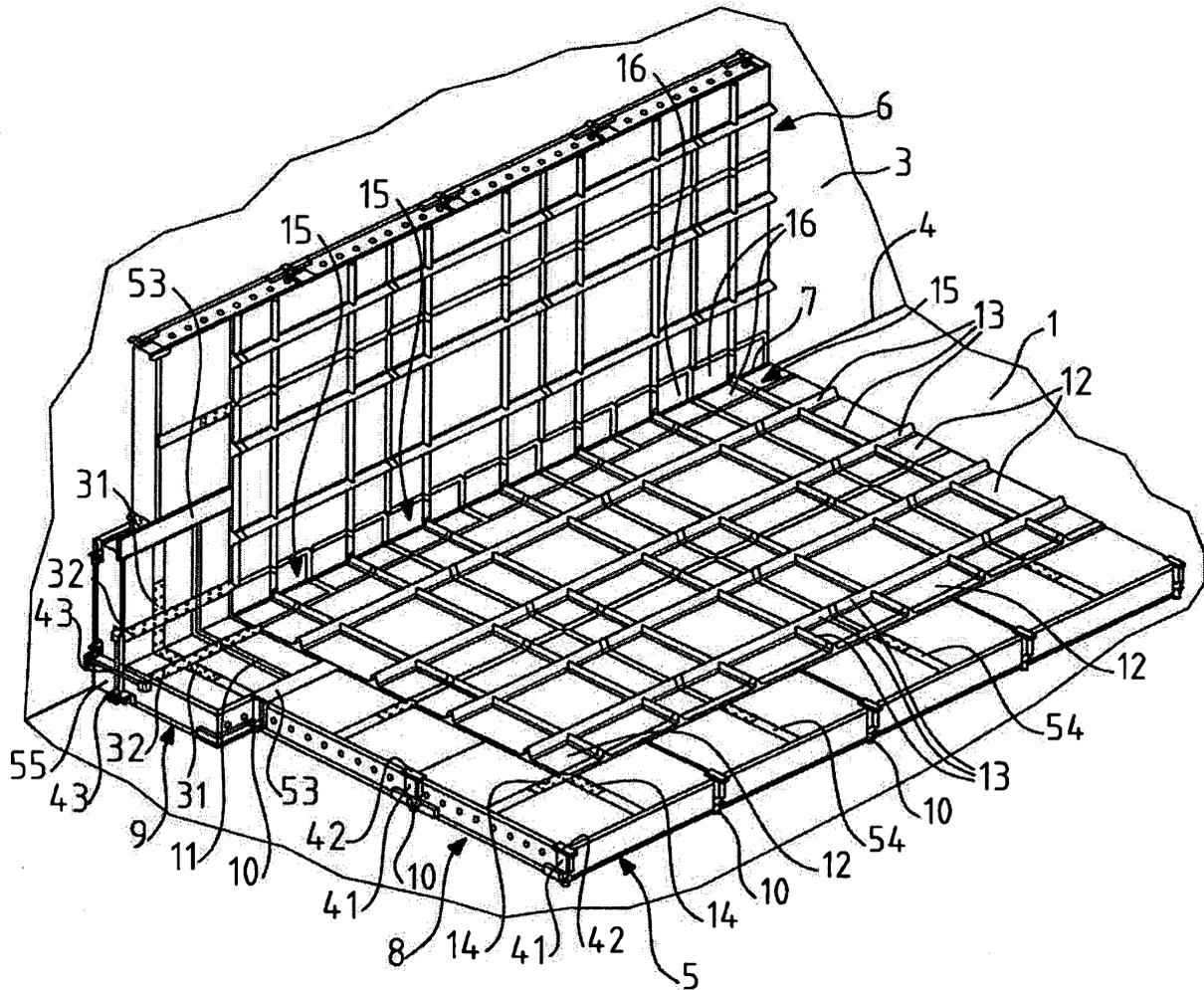
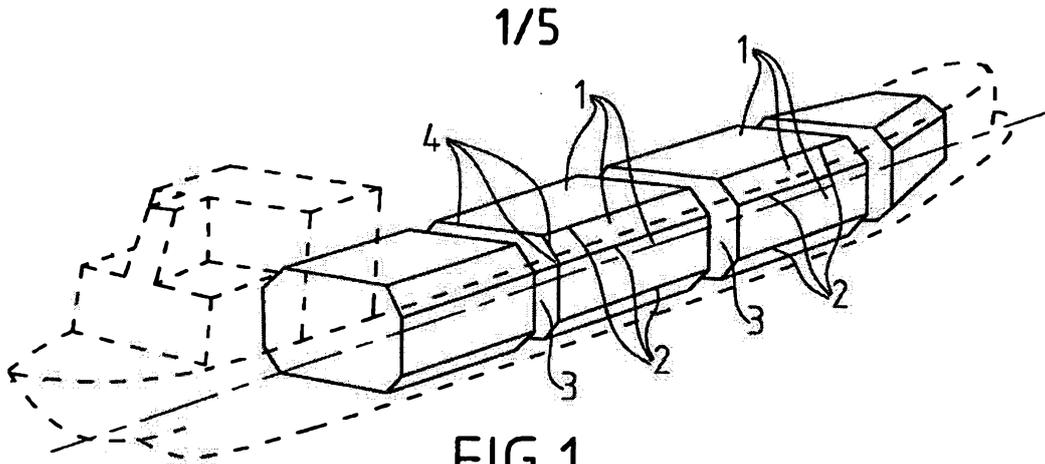


FIG.3

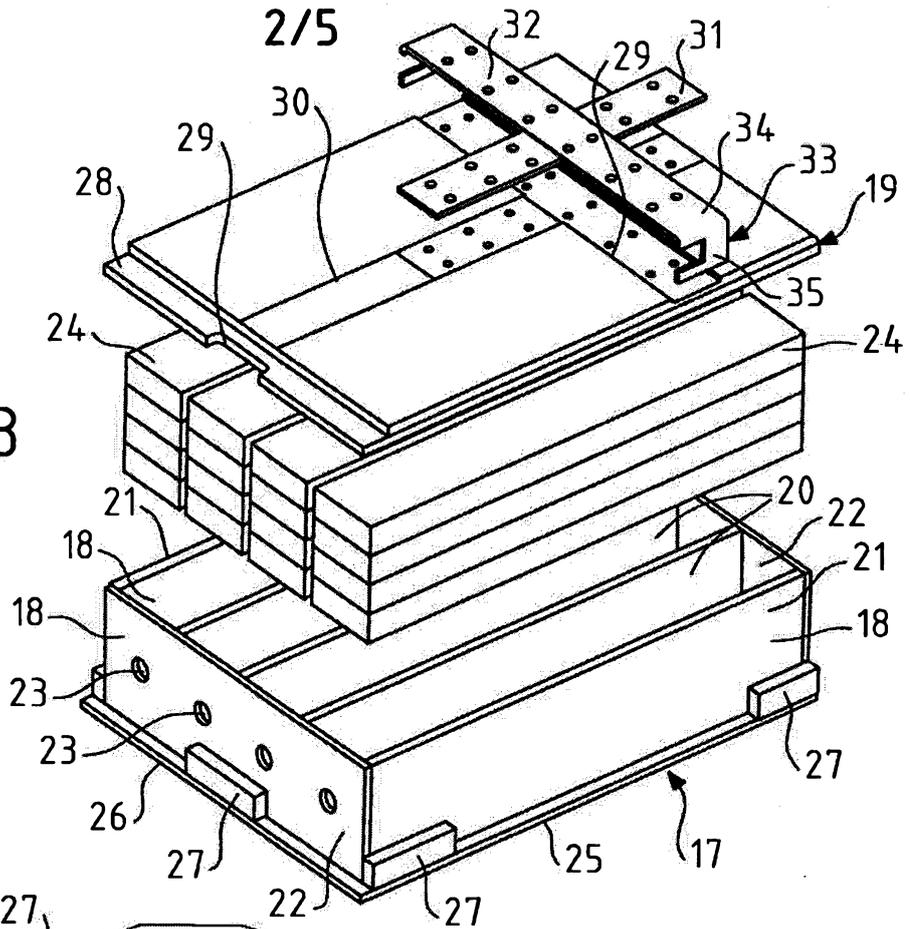
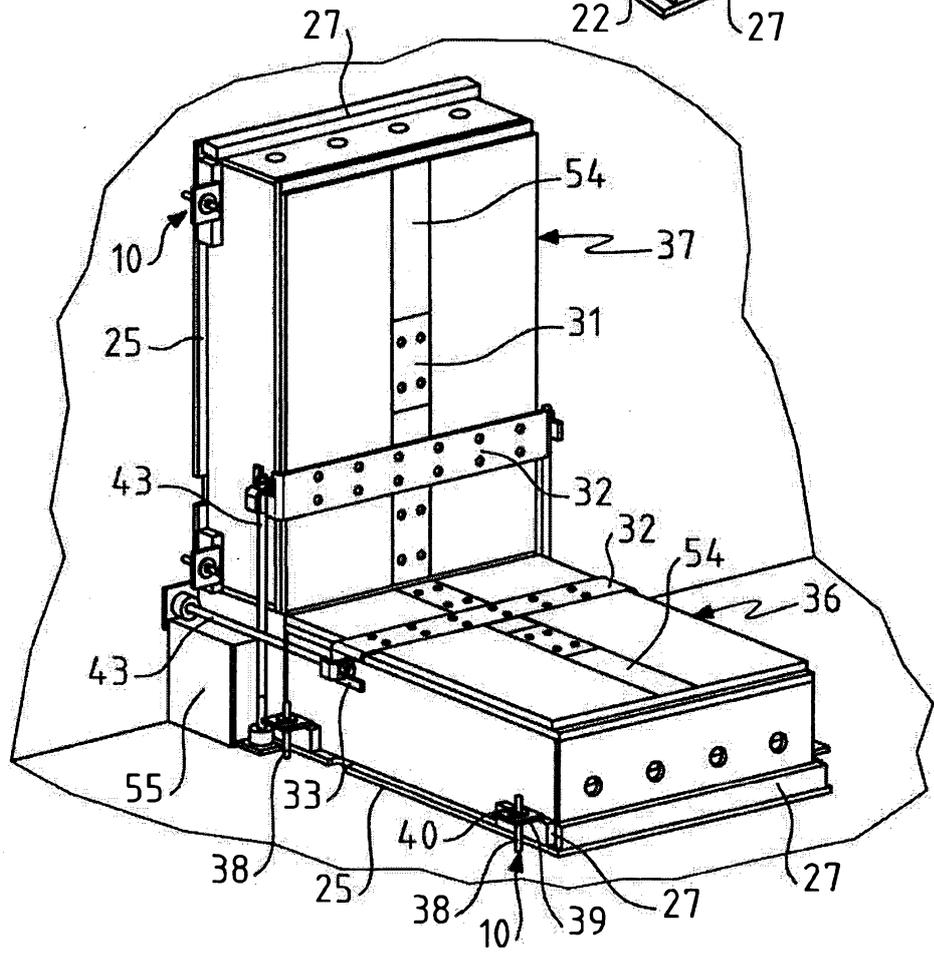


FIG.4



3/5

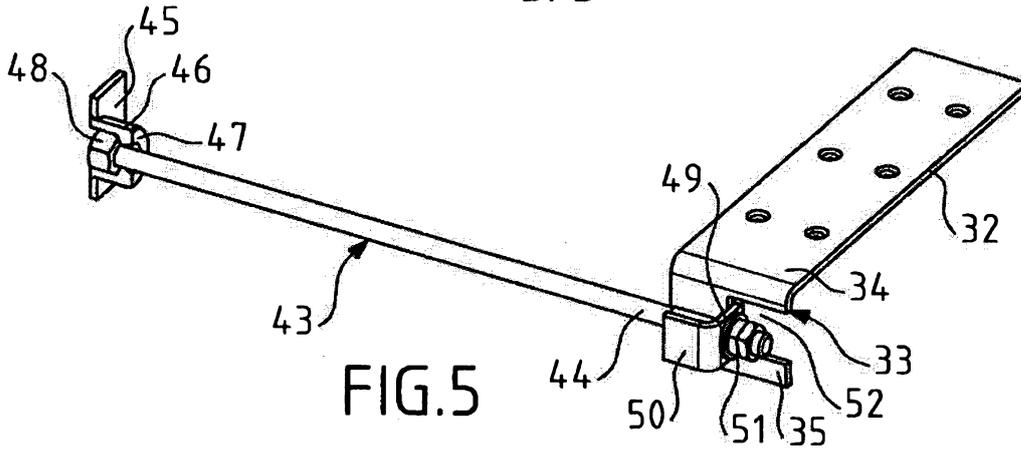


FIG. 5

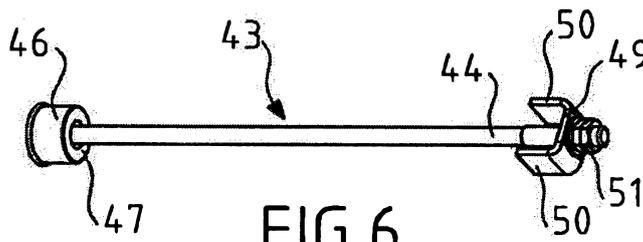


FIG. 6

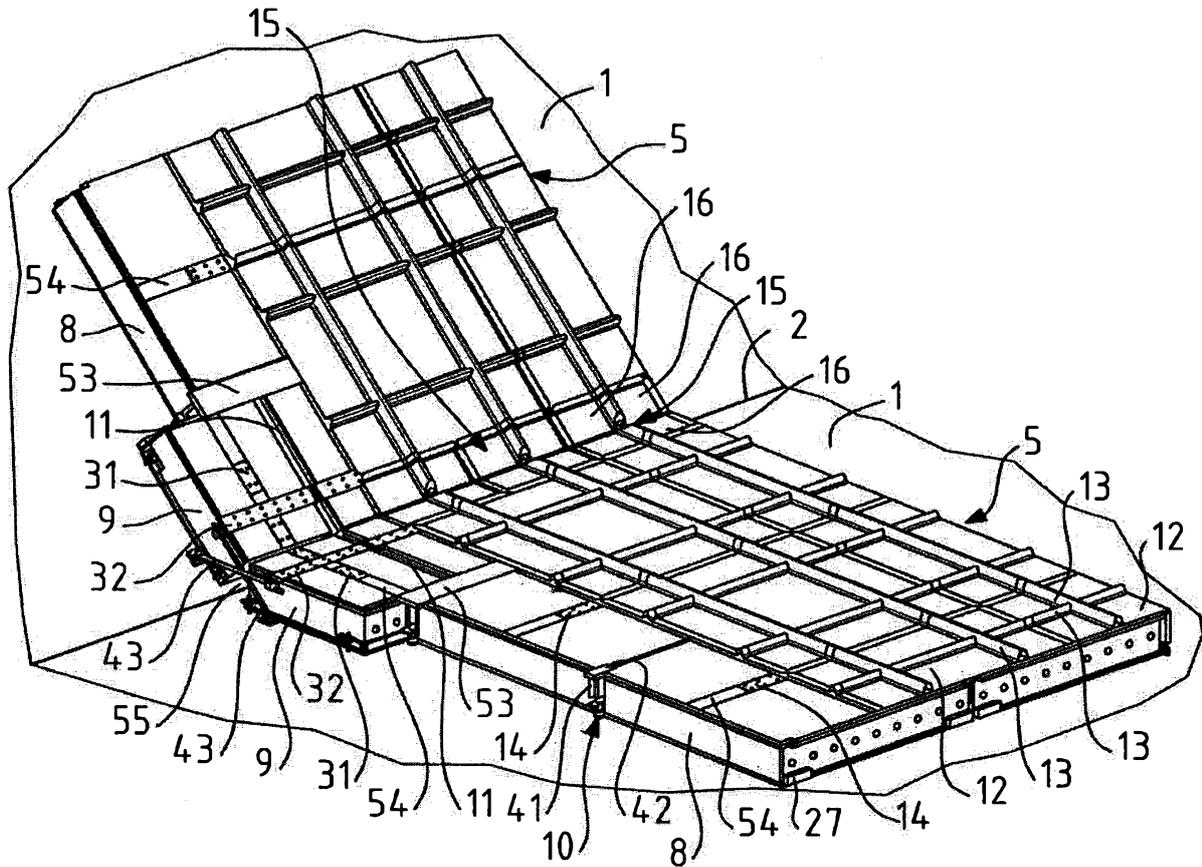


FIG. 7

4/5

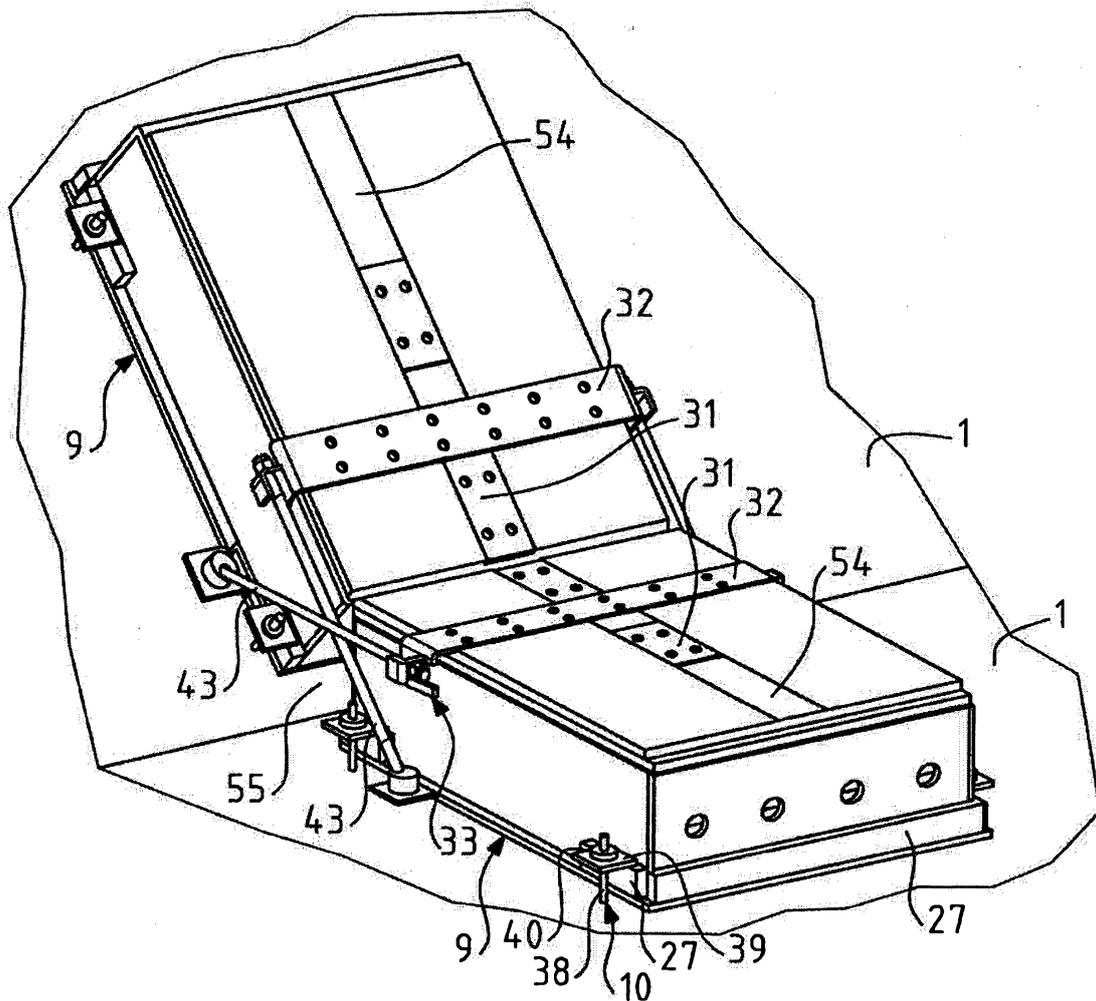


FIG. 8

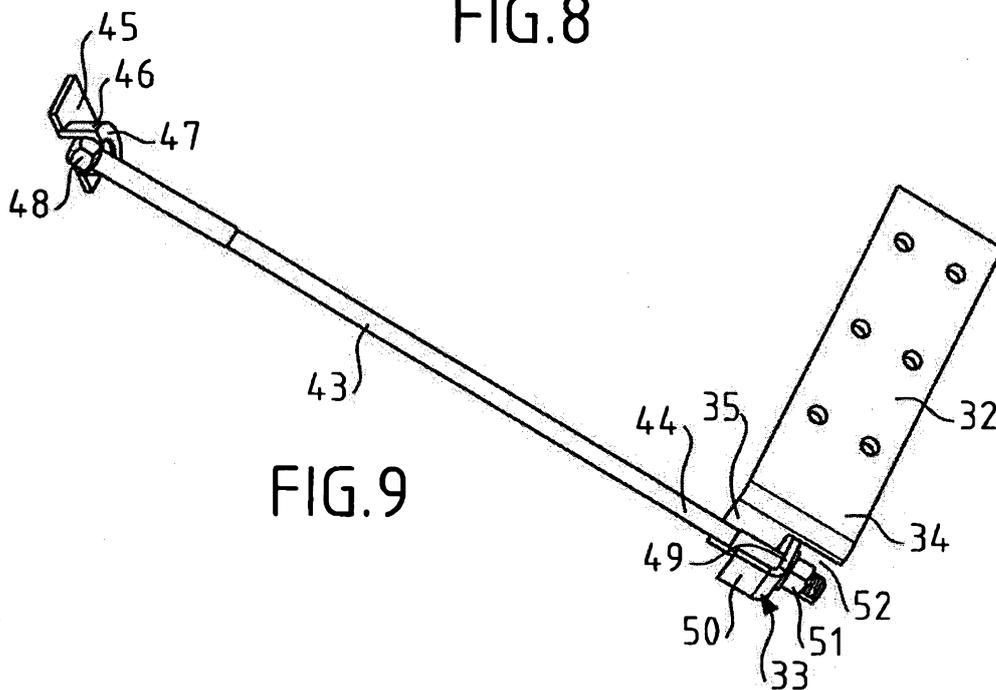


FIG. 9

5/5

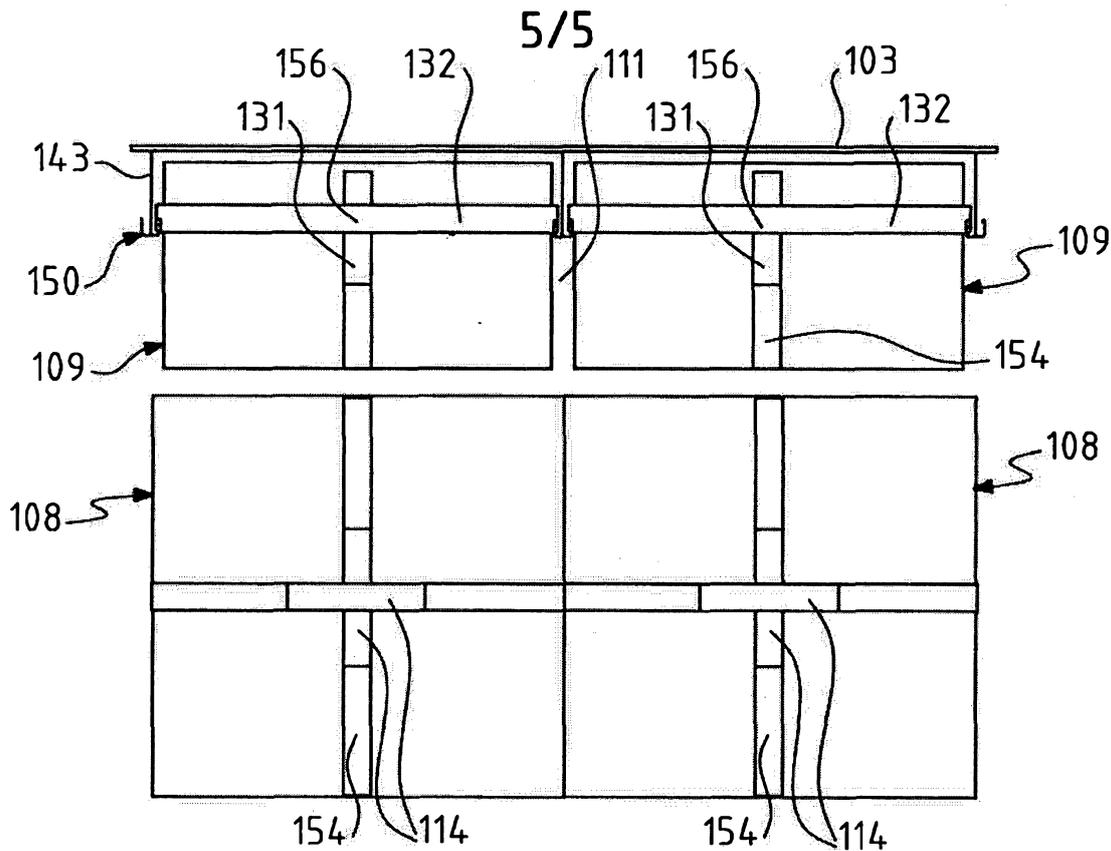


FIG. 10

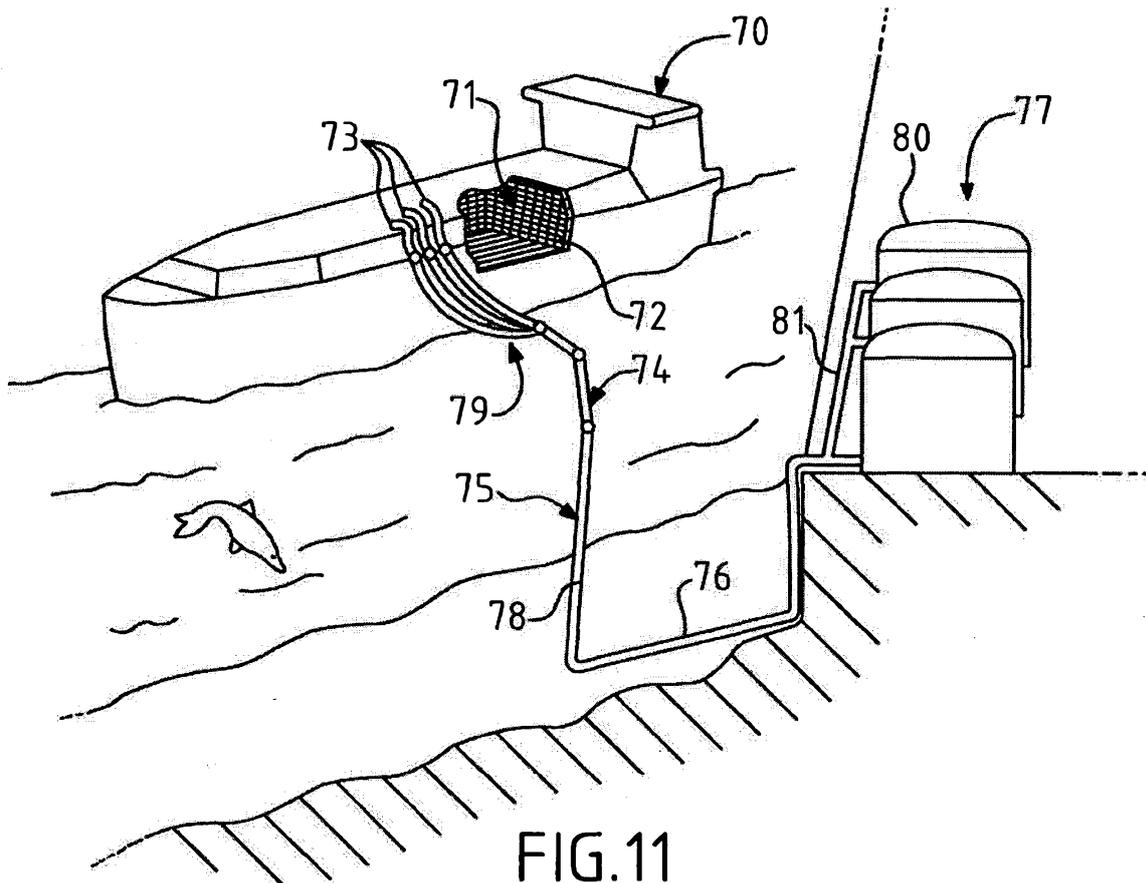


FIG. 11

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.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'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT 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 CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

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

NEANT

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

FR 2 996 520 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR])
11 avril 2014 (2014-04-11)

WO 2014/167206 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR])
16 octobre 2014 (2014-10-16)

WO 2009/134099 A2 (SAMSUNG HEAVY IND [KR]; JOH KI-HUN [KR]; CHUN SANG-EON [KR]; BANG CHAN)
5 novembre 2009 (2009-11-05)

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

NEANT