

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

①① N° de publication : **3 077 865**

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

②① N° d'enregistrement national : **18 51137**

⑤① Int Cl⁸ : **F 17 C 3/04** (2018.01), B 32 B 17/02, B 63 B 27/34,
F 16 S 1/10

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE COMPORTANT DES BOUCHONS ISOLANTS INTER-PANNEAUX.

②② Date de dépôt : 09.02.18.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 16.08.19 Bulletin 19/33.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.02.20 Bulletin 20/09.

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) : DELETRE BRUNO, LE STANG
JEAN-YVES, GIMBERT CHARLES et CAPDEVILLE
JEAN-DAMIEN.

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

⑦④ Mandataire(s) : LOYER & ABELLO.

FR 3 077 865 - B1



Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes, à membranes. En particulier, l'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage et/ou le transport de liquide à basse température, telles que des cuves 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. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

On a décrit, par exemple dans le document FR2724623 ou le document FR 2599468, une structure de paroi pour réaliser la paroi plane d'une cuve étanche et thermiquement isolante. Une telle paroi de cuve comporte une structure multicouche comportant, de l'extérieure de la cuve vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire, une membrane étanche secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire et une membrane d'étanchéité primaire destinée à être au contact du liquide contenu dans la cuve. De telles cuves comportent des panneaux isolants juxtaposés de manière à former les barrières thermiquement isolantes. En outre, afin d'assurer une continuité des caractéristiques isolantes desdites barrières thermiquement isolantes, des joints isolants sont insérés entre deux panneaux isolants.

Le document JP04194498 décrit une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage et le transport de liquide cryogénique comportant une barrière thermiquement isolante constituée de panneaux isolants juxtaposés selon un motif régulier. Un joint isolant plat est agencé entre deux panneaux isolants adjacents afin d'empêcher les phénomènes de convection gazeuse entre les deux panneaux isolants adjacents. Un tel joint isolant plat est constitué d'un noyau isolant entouré d'un sac étanche en film plastique. Un tel joint isolant plat est inséré dans l'espace inter-panneaux dans un état comprimé sous vide et le sac étanche est percé après insertion afin de laisser le joint isolant plat s'expanser et occuper tout l'espace entre les deux panneaux formant l'espace inter-panneaux.

Résumé

La demanderesse a constaté que des joints isolants tels que selon les documents FR2724623 ou FR2599468 sont difficiles à loger dans ledit espace inter-panneaux. En outre, ces joints isolants ne permettent pas de garantir que de tels joints isolants comblent de façon optimale l'ensemble de l'espace inter-panneaux. Ainsi, de tels joints isolants ne permettent pas de garantir de façon fiable la continuité de l'isolation dans les barrières thermiquement isolantes de sorte que des espaces propices aux phénomènes de convection peuvent être présents dans les barrières thermiquement isolantes.

10 La demanderesse a également constaté qu'un joint isolant plat tel que selon le document JP04194498 permet une bonne insertion du joint isolant plat dans l'espace inter-panneaux et une bonne occupation dudit espace inter-panneaux. Cependant, un tel joint isolant plat peut générer à l'usage la présence de conduit favorisant la convection naturelle. En effet, lorsque la cuve est mise à froid, 15 le comportement en contraction thermique du joint isolant plat est déterminé par le sac en film plastique. Or un tel sac en film plastique présente un coefficient de contraction thermique supérieur au coefficient de contraction thermique des panneaux isolants. Ainsi, la demanderesse a constaté que ces joints isolants plats se contractent plus que l'espace inter-panneaux dans lequel ils sont logés et qu'il 20 résulte de cette contraction un vide séparant le joint isolant plat et les faces des panneaux délimitant l'espace inter-panneaux. Un tel vide favorise les phénomènes de convection et est préjudiciable aux caractéristiques d'isolation de la barrière thermiquement isolante.

Une idée à la base de l'invention est de fournir une paroi de cuve pour la 25 fabrication d'une cuve étanche et thermiquement isolante ne présentant pas ces inconvénients. Une idée à la base de l'invention est de fournir une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante dans laquelle un bouchon isolant comble l'espace inter-panneaux entre deux panneaux adjacents d'une barrière thermiquement isolante de façon fiable et sans générer de vide dans ledit espace 30 inter-panneaux au cours de l'utilisation de la cuve.

Pour cela, l'invention fournit une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante comportant une barrière thermiquement isolante définissant une surface de

support plane et une membrane d'étanchéité reposant sur ladite surface de support plane de la barrière thermiquement isolante,

la barrière thermiquement isolante comportant une pluralité de panneaux isolants juxtaposés selon un motif régulier, des faces latérales en vis-à-vis de deux
5 panneaux isolants adjacents délimitant conjointement un espace inter-panneaux séparant lesdits deux panneaux isolants adjacents,

la paroi de cuve comportant en outre un bouchon isolant agencé dans l'espace inter-panneaux de manière à combler ledit espace inter-panneaux, ledit bouchon isolant comportant un noyau isolant recouvert au moins partiellement par une
10 enveloppe en papier kraft,

ledit noyau isolant comportant de la laine de verre stratifiée, ladite laine de verre stratifiée comportant des nappes de fibres superposées selon une direction de stratification, le bouchon isolant étant agencé dans l'espace inter-panneaux de manière à ce que la direction de stratification de la laine de verre stratifiée soit
15 parallèle à une direction de largeur de l'espace inter-panneaux, c'est-à-dire la direction d'espacement entre les deux faces latérales en vis-à-vis..

Une telle paroi de cuve présente de bonnes caractéristiques d'isolation de la barrière thermiquement isolante. En particulier, une telle paroi de cuve présente une barrière thermiquement isolante assurant une isolation continue quel que soit
20 l'état de remplissage de la cuve.

Plus particulièrement l'enveloppe en papier kraft entourant le noyau isolant du bouchon isolant présente un faible coefficient de frottement permettant l'insertion dudit bouchon isolant dans l'ensemble de l'espace inter-panneaux de façon simple et fiable mais n'est pas aussi résistant à la déchirure que du PVC. Cette insertion
25 est facilitée par l'orientation de la laine de verre stratifiée qui permet une bonne compression du noyau isolant pour son insertion. En effet, un tel agencement de la laine de verre permet une bonne compression de façon simple du noyau isolant pour son insertion dans l'espace inter-panneaux. Cet agencement de la laine de verre stratifiée permet également au noyau isolant de s'expanser rapidement et
30 facilement après insertion du bouchon isolant dans l'espace inter-panneaux permettant ainsi de combler au mieux l'espace inter-panneaux.

En outre, cette enveloppe en kraft présente un comportement en contraction proche du comportement du noyau isolant de sorte que le bouchon

isolant ne se déforme pas de façon irrégulière, par exemple en ondulant, et épouse les dimensions de l'espace inter-panneaux quel que soit le niveau de remplissage de la cuve.

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

Selon un mode de réalisation, la direction de stratification de la laine de verre stratifiée est perpendiculaire à au moins l'une des faces latérales en vis-à-vis des deux panneaux isolants adjacents délimitant l'espace inter-panneaux.

Selon un mode de réalisation, les faces latérales en vis à vis des deux
10 panneaux isolants adjacents délimitant l'espace inter-panneaux sont parallèles.

Selon un mode de réalisation, les nappes de fibres de la laine de verre stratifiée sont parallèles aux faces des panneaux isolants adjacents délimitant l'espace inter-panneaux.

Selon un mode de réalisation, le noyau isolant comporte au moins un
15 séparateur se développant dans un plan perpendiculaire à une direction d'épaisseur de la paroi de cuve, ledit séparateur séparant la laine de verre stratifiée en une pluralité de sections de laine de verre stratifiée alignées selon ladite direction d'épaisseur de la cuve.

Selon un mode de réalisation, le noyau isolant comporte une pluralité de
20 séparateurs séparant la laine de verre stratifiée en une pluralité de sections de laine de verre stratifiée alignées selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve

Selon un mode de réalisation, lesdits séparateurs sont espacés de 5 à 20 cm selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

Selon un mode de réalisation, un ou de tels séparateurs sont en papier
25 kraft.

Selon un mode de réalisation, le ou les séparateurs sont collés aux sections de laine de verre que ledit ou lesdits séparateurs séparent.

Selon un mode de réalisation, le ou les séparateurs se développent selon la direction de largeur de l'espace inter-panneaux sur une distance inférieure à
30 l'épaisseur du bouchon isolant prise selon ladite direction de largeur de l'espace inter-panneaux.

Grace à ces caractéristiques, le bouchon isolant présente une rigidité dans le sens de l'épaisseur permettant sa compression de façon uniforme pour son insertion dans l'espace inter-panneaux. En outre, de tels séparateurs permettent
5 une perte de charge dans la direction d'épaisseur de la paroi de cuve limitant la convection au travers de la laine de verre stratifiée dans la paroi de cuve.

Selon un mode de réalisation, le noyau isolant comporte une laine de verre stratifiée présentant une densité comprise entre 20 et 45kg/m³.

Selon un mode de réalisation, le noyau isolant comporte une première
10 couche isolante en laine de verre stratifiée et une deuxième couche isolante en laine de verre stratifiée, la première couche isolante et la deuxième couche isolante étant superposées selon la direction de largeur de l'espace inter-panneaux, la laine de verre stratifiée des première et deuxième couches isolantes présentant une direction de stratification parallèle à la direction de largeur de l'espace inter-
15 panneaux, la première couche isolante et la deuxième couche isolante étant séparées par une nappe séparatrice en tissu de verre se développant parallèlement aux faces des deux panneaux isolants.

Selon un mode de réalisation la laine de verre stratifiée de la première couche isolante présente une direction de stratification parallèle à la direction de
20 largeur de l'espace inter-panneaux.

Selon un mode de réalisation la laine de verre stratifiée de la deuxième couche isolante présente une direction de stratification parallèle à la direction de largeur de l'espace inter-panneaux.

Selon un mode de réalisation, la laine de verre stratifiée de la première
25 couche isolante présente une densité supérieure à la densité de la laine de verre stratifiée de la deuxième couche isolante.

Selon un mode de réalisation, la première couche isolante comporte une laine de verre stratifiée de densité comprise entre 33 et 45 kg/m³.

Selon un mode de réalisation, la deuxième couche isolante comporte une
30 laine de verre stratifiée présentant une densité comprise entre 20 et 28kg/m³.

Selon un mode de réalisation, la première couche isolante comporte au moins un séparateur, de préférence en papier kraft, séparant la laine de verre

stratifiée de ladite première couche en une pluralité de sections de laine de verre stratifiée alignées selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

Grâce à ces caractéristiques, une couche isolante, la première couche isolante, peut être dédiée à assurer une bonne rigidité au bouchon isolant et une
5 couche isolante, la deuxième couche isolante, peut être dédiée à permettre une déformation maîtrisée du bouchon isolant selon sa direction d'épaisseur afin de faciliter son insertion dans l'espace inter-panneaux.

Selon un mode de réalisation, l'enveloppe entoure entièrement le noyau isolant.

10 Selon un mode de réalisation, l'enveloppe comporte une pluralité de portions d'enveloppe collées entre elles et/ou collées au noyau isolant.

Selon un mode de réalisation, le papier kraft de l'enveloppe présente un grammage compris entre 60 et 150g/m² et de préférence entre 70 et 100g/m².

15 Selon un mode de réalisation, l'enveloppe présente une étanchéité présentant un débit de fuite configuré pour permettre la compression par dépression du bouchon isolant sous l'effet d'un système d'aspiration, par exemple de type pompe à vide ou générateur de vide à système Venturi.

Selon un mode de réalisation, l'enveloppe comporte des portions de face, chaque portion latérale recouvrant une face respective du noyau isolant.

20 Selon un mode de réalisation, l'enveloppe comporte des portions d'arêtes, chaque portion d'arête recouvrant une arête respective du noyau isolant.

Selon un mode de réalisation, l'enveloppe comporte des portions de coin, chaque portion de coin recouvrant un coin du noyau isolant.

25 Selon un mode de réalisation, les différentes portions d'enveloppe adjacentes présentent une ou plusieurs zones de recouvrement recouvrant ou étant recouvertes par une zone de recouvrement d'une portion d'enveloppe adjacente.

Selon un mode de réalisation, les différentes portions d'enveloppe adjacentes sont assemblées par collage au niveau de leurs zones de recouvrement.

30 Selon un mode de réalisation, la différence de coefficient de contraction thermique entre le coefficient de contraction thermique du noyau isolant et le

coefficient de contraction thermique de l'enveloppe est inférieure ou égale à $15 \cdot 10^{-6}/K$.

5 Selon un mode de réalisation, le module de l'enveloppe est supérieur au module du noyau isolant afin que l'enveloppe soit capable de comprimer le noyau isolant.

Selon un mode de réalisation, le coefficient de contraction thermique du noyau isolant est compris entre $5 \cdot 10^{-6}/K$ et $10 \cdot 10^{-6}/K$.

Selon un mode de réalisation, le coefficient de contraction thermique de l'enveloppe est compris entre $5 \cdot 10^{-6}/K$ et $20 \cdot 10^{-6}/K$.

10 Grâce à ces caractéristiques, la compression de l'enveloppe lorsqu'elle se contracte sous l'effet du froid ne comprime pas le noyau isolant de façon importante. En particulier cette compression ne risque pas de déformer le noyau isolant au point que ledit noyau isolant prenne une forme ondulée, une telle forme ondulée pouvant générer des vides favorisant la convection.

15 Selon un mode de réalisation, les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante comportent des blocs de mousse de polyuréthane.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également un procédé de fabrication d'une paroi de cuve étanche et thermiquement isolante, ledit procédé comportant les étapes de :

- 20 - Fournir une barrière thermiquement isolante de paroi de cuve étanche et thermiquement isolante, ladite barrière thermiquement isolante comportant une pluralité de panneaux isolants juxtaposés selon un motif régulier, les faces latérales en vis-à-vis de deux panneaux isolants adjacents délimitant un espace inter-panneaux
- 25 séparant lesdits deux panneaux isolants adjacents,
- Fournir un bouchon isolant parallélépipédique comportant un noyau isolant, ledit bouchon isolant comportant une enveloppe en papier kraft recouvrant entièrement le noyau isolant,
- 30 - Insérer un embout d'aspiration d'un système d'aspiration dans le bouchon isolant au travers d'un orifice de l'enveloppe en papier kraft,

- exercer une dépression dans le bouchon isolant de manière à réduire l'épaisseur dudit bouchon isolant par dépression,
- Insérer le bouchon isolant dans l'espace inter-panneaux tout en maintenant l'aspiration du système d'aspiration pour maintenir la dépression durant l'étape d'insertion dudit bouchon isolant dans l'espace inter-panneaux,
- Lorsque le bouchon isolant est inséré dans l'espace inter-panneaux, retirer l'embout d'aspiration du bouchon isolant de sorte que l'espace intérieur de l'enveloppe en papier kraft soit en communication avec la pression ambiante à travers l'orifice de l'enveloppe en papier kraft.

Grâce à ces caractéristiques, le bouchon isolant est simple et rapide à insérer dans l'espace inter-panneaux. En effet, un bouchon isolant présentant une enveloppe en papier kraft entourant entièrement le noyau isolant présente une étanchéité suffisante pour permettre sa compression par dépression tout en offrant une surface externe permettant aisément son insertion dans l'espace inter-panneaux. En outre, le maintien de la dépression dans le bouchon isolant lors de son insertion dans l'espace inter-panneaux permet de conserver le bouchon isolant sous une forme compressée, le bouchon isolant conservant alors une épaisseur réduite du fait de sa compression qui facilite son insertion dans l'espace inter-panneaux.

En outre, le simple retrait de l'embout d'aspiration du système d'aspiration permet la mise en communication de l'espace interne de l'enveloppe en papier kraft avec l'environnement extérieur, permettant ainsi l'expansion du noyau isolant sans nécessiter de manœuvre supplémentaire dès lors que le bouchon isolant est positionné dans l'espace inter-panneaux.

Selon des modes de réalisation, un tel procédé de fabrication de paroi de cuve peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

Selon un mode de réalisation, la réduction d'épaisseur du bouchon isolant est telle que le bouchon isolant présente une épaisseur inférieure à la largeur de l'espace inter-panneaux.

Selon un mode de réalisation, l'embout d'aspiration du système d'aspiration est configuré pour perforer l'enveloppe en papier kraft du bouchon isolant, l'étape d'insérer l'embout d'aspiration dans le bouchon isolant comportant une étape de perforation de l'enveloppe en papier kraft par ledit embout d'aspiration du système d'aspiration.

Ainsi, l'étape d'insertion de l'embout d'aspiration dans le bouchon isolant est simple puisqu'il nécessite simplement de percer l'enveloppe en papier kraft avec ledit embout d'aspiration.

Selon un mode de réalisation, l'embout d'aspiration comporte une collerette, l'étape d'insérer l'embout d'aspiration du système d'aspiration dans le bouchon isolant comportant l'étape d'amener la collerette en appui contre l'enveloppe en papier kraft.

Ainsi, la coopération entre l'embout d'aspiration et l'enveloppe en papier kraft a lieu sans fuite importante, permettant au système d'aspiration d'assurer une dépression dans l'enveloppe en papier kraft de façon simple et rapide.

Selon un mode de réalisation, le noyau isolant du bouchon isolant comporte une laine de verre stratifiée, ladite laine de verre stratifiée comportant une pluralité de nappes de fibres superposées selon une direction de stratification, et dans lequel l'embout d'aspiration est inséré dans le bouchon isolant au niveau d'une face latérale du bouchon isolant, ladite face latérale étant parallèle à la direction de stratification de la laine de verre stratifiée.

Selon un mode de réalisation, la laine de verre stratifiée est agencée dans le bouchon isolant parallélépipédique de sorte que les nappes de fibres soient parallèles aux grands cotés dudit bouchon isolant parallélépipédique.

Selon un mode de réalisation, l'insertion du bouchon isolant dans l'espace inter-panneaux est faite de sorte que la direction de stratification soit parallèle à une surface de support formée par les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante.

Selon un mode de réalisation, l'insertion du bouchon isolant dans l'espace inter-panneaux est faite de sorte que la direction de stratification de la laine de verre stratifiée soit perpendiculaire aux faces latérales des panneaux isolant délimitant l'espace inter-panneaux. Autrement dit, le bouchon isolant est inséré dans l'espace

inter-panneaux de sorte que les nappes de fibres de la laine de verre stratifiée soient parallèles auxdites faces latérales des panneaux isolants.

Grâce à ces caractéristiques, les nappes de fibres de la laine de verre stratifiée avec la direction de stratification précitée ne génèrent pas de perte de charge importante lors de l'étape de dépression par aspiration via le système d'aspiration, permettant ainsi une compression rapide et uniforme du bouchon isolant. En outre, cette insertion de l'extrémité de l'embout du système d'aspiration au niveau d'une face latérale de l'enveloppe permet une compression du bouchon isolant sans nécessiter un débit de pompage trop important du système d'aspiration, limitant ainsi les risques de dégradation de l'enveloppe liés à une aspiration trop important et préjudiciable à la compression du bouchon isolant.

Selon un mode de réalisation, le noyau isolant comporte des séparateurs agencés parallèlement à la direction de stratification, le bouchon isolant étant inséré dans l'espace inter-panneaux de manière à agencer lesdits séparateurs parallèlement à la surface de support formée par la barrière thermiquement isolante.

Selon un mode de réalisation, le bouchon isolant est inséré dans l'espace inter-panneaux avec une face traversée par l'embout d'aspiration du système d'aspiration tournée vers l'intérieur de la cuve.

Ainsi, l'étape d'insertion du bouchon isolant dans l'espace inter-panneaux n'est pas perturbée par la présence de l'embout traversant une face du bouchon isolant.

Selon un mode de réalisation, l'enveloppe en papier kraft présente un débit de fuite inférieur au débit de pompage du système d'aspiration.

Ainsi, la dépression permet rapidement et simplement d'obtenir une compression du bouchon isolant pour son insertion dans l'espace inter-panneaux.

Selon un mode de réalisation, le système d'aspiration présente un débit de pompage entre 8m³/h et 30 m³/h, de préférence 15m³/h.

Selon un mode de réalisation, dans lequel dans l'étape d'insertion, le bouchon isolant est guidé dans l'espace inter-panneaux au moyen d'un guide rigide sous forme de plaques.

Un tel guide rigide permet une insertion facilitée du bouchon isolant dans l'espace inter-panneaux.

Selon un mode de réalisation, le procédé comporte en outre l'étape de découper au moins l'une des faces latérales de l'enveloppe en papier kraft après insertion du bouchon isolant dans l'espace inter-panneaux. Une telle découpe est par exemple réalisée sous la forme d'un coup de couteau et permet une meilleure
5 circulation de gaz entre des bouchons isolants adjacents dans la barrière thermiquement isolante.

Selon un mode de réalisation, le système d'aspiration est une pompe à vide. Selon un mode de réalisation, le système d'aspiration est un générateur de vide à système Venturi.

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

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

20 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.

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

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.

- **La figure 1** est une vue éclatée en perspective schématique d'un bouchon isolant destiné à être inséré entre deux panneaux isolants d'une barrière thermiquement isolante de cuve étanche et thermiquement isolante ;

- **La figure 2** est une vue en perspective schématique du bouchon isolant de la figure 1 à l'état monté ;

- **La figure 3** est une vue en coupe schématique du bouchon isolant de la figure 1 ;

10 - **La figure 4** est une vue en perspective schématique d'une installation de fabrication de laine de verre stratifiée ;

- **La figure 5** est une vue en perspective schématique d'un embout de pompe à vide lors de son insertion dans un bouchon isolant de la figure 1 ;

15 - **La figure 6** est une vue en perspective schématique du bouchon isolant de la figure 2 associé à une pompe à vide dans laquelle l'extrémité de l'embout de la pompe à vide est insérée dans ledit bouchon isolant ;

- **La figure 7** est une vue en perspective schématique du bouchon isolant de la figure 5 lors de son insertion dans l'espace inter-panneaux séparant deux panneaux adjacents d'une barrière thermiquement isolante de cuve étanche et thermiquement isolante ;

- **La figure 8** est une vue éclatée en perspective schématique d'un bouchon isolant selon une première variante de réalisation ;

- **La figure 9** est une vue en coupe d'un bouchon isolant selon une deuxième variante de réalisation ;

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

- **La figure 11** est une représentation schématique d'un bouchon isolant en cours d'insertion dans un espace inter-panneaux au moyen d'un guide rigide ;

30 - **La figure 12** Est une vue partielle de détail de la figure 11.

Description détaillée de modes de réalisation

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

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

De telles parois de cuve étanche et thermiquement isolante présentent,
10 depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire reposant contre une structure porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire et une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec
15 le gaz liquéfié contenu dans la cuve.

La structure porteuse peut notamment être une tôle métallique autoporteuse ou, plus généralement, tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées. La structure porteuse peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse comporte
20 une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique.

Par ailleurs, les barrières thermiquement isolantes peuvent être réalisées de nombreuses manières, en de nombreux matériaux. De telles barrières thermiquement isolantes comportent chacune une pluralité de panneaux isolants de
25 forme parallélépipédique juxtaposés selon un motif régulier. Les panneaux isolants de ces barrières thermiquement isolantes forment conjointement des surfaces de support planes pour les membranes d'étanchéité. De tels panneaux isolants sont par exemple réalisés en blocs de mousse de polyuréthane. De tels panneaux isolants en blocs de mousse de polyuréthane peuvent comporter en outre une
30 plaque de couvercle et/ou une plaque de fond par exemple en contreplaqué.

A titre d'exemple, de telles cuves sont décrites dans les demandes de brevet WO14057221 ou FR2691520.

La juxtaposition des panneaux isolants pour former une barrière thermiquement isolante génère la présence d'espaces inter-panneaux entre deux panneaux isolants 3 adjacents. Autrement dit, un espace inter-panneaux 2 sépare les faces latérales en vis-à-vis de deux panneaux isolants 3 adjacents (voir figure 6).

- 5 Afin d'assurer la continuité de l'isolation dans la barrière thermiquement isolante, un bouchon isolant 1 est inséré dans l'espace inter-panneaux 2 séparant les deux faces latérales en vis-à-vis des deux panneaux isolants 3 adjacents. Les figures 1 à 3 illustrent un tel bouchon isolant 1.

Le bouchon isolant 1 comporte un noyau isolant 4 recouvert par une
10 enveloppe 5. Ce bouchon isolant 1 présente une forme parallélépipédique correspondant à la forme parallélépipédique de l'espace inter-panneaux 2 et définissant la forme du bouchon isolant 1. Ainsi, ce bouchon isolant 1 comporte deux grandes faces 6 parallèles. Ces deux grandes faces 6 définissent une direction de longueur 7 du bouchon isolant 1 et une direction de largeur 8 du bouchon isolant
15 1. Des faces latérales 9 se développant selon une direction d'épaisseur 10 du bouchon isolant 1 relie les côtés des grandes faces 6.

Le noyau isolant 4 est réalisé en laine de verre 11. La laine de verre 11 employée est une laine de verre stratifiée, c'est-à-dire que le procédé de production aboutit à un mat de laine de verre 11 constitué de multiples nappes parallèles
20 entrelacées, visibles à l'œil nu, qui sont superposées dans une direction de stratification 12. En d'autres termes, les fibres sont très majoritairement orientées dans des plans perpendiculaires à la direction de stratification 12.

Une telle laine de verre 11 stratifiée peut être obtenue par exemple par un procédé de fabrication sur bande convoyeuse horizontale 13, illustré
25 schématiquement à la figure 4. Dans un tel procédé de fabrication, du sable et du verre concassé sont fondus dans un four 14 dont la température est par exemple de 1300 à 1500°C. Le sable et le verre concassés fondus sont ensuite transformés en fibres par filage par rotation rapide. On ajoute un liant à ces fibres et l'ensemble ainsi obtenu est réceptionné sur la bande convoyeuse horizontale 13 pour passage
30 dans une étuve de polymérisation 15 destiné à la polymérisation du liant. Dans ce cas, les fibres sont essentiellement parallèles à la bande convoyeuse 13. La direction de stratification correspond à la direction verticale dans l'outil de production car la stratification résulte de l'effet de la pesanteur. D'autres procédés de production sont envisageables pour produire une laine de verre stratifiée.

Dans le mode de réalisation illustré sur les figures 1 à 3, la laine de verre 11 du noyau 4 présente une densité de 22 ou 35 ou 40 kg/m³.

Le noyau 4 comporte des sections 16 de laine de verre 11 séparées par des séparateurs 17. De tels séparateurs 17 se développent perpendiculairement à la direction de largeur 8 du bouchon isolant 1. Ces séparateurs 17 se développent sur toute la longueur 7 et dans toute l'épaisseur 10 du bouchon isolant 1. Les séparateurs 17 sont avantageusement collés aux sections 16 de laine de verre 11 séparées par lesdits séparateurs 17.

La figure 1 illustre ainsi un noyau 4 comportant quatre sections 16 de laine de verre 11 séparées selon la direction de largeur 8 du bouchon isolant 1 par trois séparateurs 17. La figure 1 constitue une solution préférée par rapport au nombre des séparateurs, c'est-à-dire, le nombre minimum de séparateur pour ne pas avoir de convection lorsque le gradient de température est supérieur à 100°C. La figure 3 illustre une variante de réalisation dans laquelle le noyau 4 comporte trois sections 16 séparées selon la direction de largeur 8 du bouchon isolant 1 par deux séparateurs 17.

La laine de verre 11 est agencée dans le noyau 4 de manière à présenter une direction de stratification 12 perpendiculaire à la largeur 8 du bouchon isolant 1. Autrement dit, les nappes de fibres constitutives de la laine de verre 11 sont agencées sensiblement de façon parallèle à la direction de largeur 8 du bouchon isolant 1.

De préférence, la laine de verre 11 est agencée dans le noyau 4 avec une direction de stratification 12 parallèle à la direction d'épaisseur 10 du bouchon isolant 1, c'est-à-dire que les nappes de fibres de la laine de verre 11 sont sensiblement parallèles aux grandes faces 6 du bouchon isolant 1. Autrement dit, les nappes de fibres constitutives de la laine de verre 11 sont agencées sensiblement de façon parallèle à la direction de largeur 8 et à la direction de longueur 7 du bouchon isolant 1.

Comme illustré sur la figure 1, l'enveloppe 5 comporte une pluralité de portions d'enveloppe. Plus particulièrement, l'enveloppe 5 comporte des portions d'enveloppe planes 18, des portions d'enveloppe latérales 19 et des portions d'enveloppe de coin 20. Ces portions d'enveloppe 18, 19, 20 sont fixées, par exemple par collage, sur le noyau 4.

Les portions d'enveloppe planes 18 recouvrent le noyau 4 et forment les grandes faces 6 du bouchon isolant 1. Ces portions d'enveloppe plane 18 sont de forme rectangulaire et de dimensions sensiblement identiques aux dimensions du noyau 4 sur ses grandes faces.

5 Les portions d'enveloppe latérales 19 comportent une portion centrale de forme rectangulaire recouvrant une face latérale correspondante du noyau 4. Cette portion centrale forme une face latérale 9 correspondante du bouchon isolant 1. Les portions d'enveloppe latérales 19 comportent également, de part et d'autre de la portion centrale, un retour 21. Ces retours 21 se développent depuis des côtés
10 longitudinaux de la portion centrale. Ces retours 21 se développent parallèlement à une portion d'enveloppe plane 18 respective de manière à recouvrir une bordure de ladite portion d'enveloppe plane 18. Ces retours 21 sont collés sur lesdites bordures de portions d'enveloppe planes 18. Autrement dit, les portions d'enveloppe latérales 19 forment une face latérale 9 du bouchon isolant 1 et recouvrent également le
15 noyau 4 au niveau d'arêtes 22 reliant ladite face latérale 9 et les grandes faces 6.

Les portions d'enveloppe de coin 20 recouvrent les portions d'enveloppe latérales 19 formant deux faces latérales 9 du bouchon isolant 1 adjacentes. Autrement dit, ces portions d'enveloppe de coin 20 recouvrent les arêtes du noyau 4 au niveau de la jonction entre deux faces latérales 9 du bouchon isolant 1. De façon
20 analogue aux retours 21 des portions d'enveloppe latérales 19, les portions d'enveloppe de coin 20 présentent des retours de coin 23 se développant parallèlement à et recouvrant les extrémités des retours 21 des portions d'enveloppe latérales 19 correspondantes. Les portions d'enveloppe de coin 20 sont collées aux portions d'enveloppe latérales 19 qu'elles recouvrent.

25 Ainsi, les différentes portions d'enveloppe 18, 19, 20 sont collées entre elles et à la laine de verre 11 pour former une enveloppe 5 continue entourant intégralement le noyau 4. Dans un mode de réalisation non illustré, les portions 18 et 19 placés sur le fond et le dessus peuvent être réalisés en une seule pièce de kraft.

30 L'enveloppe 5 est réalisée en papier kraft. Un tel papier kraft offre un coefficient de frottement faible permettant ainsi le glissement du bouchon isolant 1 dans l'espace inter-panneaux 2 lors de son insertion dans ledit espace inter-panneaux 2. En outre, un tel papier kraft présente un coefficient de contraction

thermique de l'ordre de $5 \text{ à } 20 \cdot 10^{-6} / \text{K}$. Ainsi, un tel papier kraft présente un coefficient de contraction thermique proche de celui noyau isolant 4 placé dans l'espace inter-panneaux. Ainsi, le bouchon isolant 1 présente un comportement au froid uniforme. En effet, le noyau isolant 4 ne risque pas de se déformer sous l'effet
 5 d'une compression liée à la contraction thermique de l'enveloppe 5. En particulier, le noyau isolant 4 ne risque pas de se déformer en prenant une forme ondulée sous l'effet de cette compression, une telle forme ondulée générant dans l'espace inter-panneaux 2 des vides favorisant la convection et donc préjudiciables aux propriétés isolantes de la barrière thermiquement isolante.

10 Le papier kraft de l'enveloppe 5 présente un grammage supérieur à 60 g/m^2 afin d'éviter les risque de déchirement de l'enveloppe 5 lors de l'insertion du bouchon isolant 1 dans l'espace inter-panneaux. En outre, ce papier kraft présente un grammage inférieur à 150 g/m^2 afin que l'enveloppe 5 conserve une souplesse suffisante pour permettre la déformation du bouchon isolant 1 par compression et
 15 de préférence compris entre $70 \text{ et } 100 \text{ g/m}^2$.

Le procédé d'insertion du bouchon isolant 1 dans l'espace inter-panneaux est décrit ci-après en regard des figures 5 à 7.

Dans un premier temps, un bouchon isolant 1 présentant la structure telle que décrite ci-dessus en regard des figures 1 à 3 est fourni. Ce bouchon isolant 1
 20 présente une forme complémentaire de l'espace inter-panneaux 2, typiquement une forme parallélépipédique telle que décrite ci-dessus.

Ce procédé d'insertion utilise un système d'aspiration. Un tel système d'aspiration est dans la suite de la description, à titre d'exemple, une pompe à vide 24 telle qu'illustrée sur les figures 6 et 7. Dans un mode de réalisation non illustré,
 25 un tel système d'aspiration est un générateur de vide à système Venturi. Une telle pompe à vide 24 est reliée à un embout d'aspiration 25 via un tuyau de pompage 26. Cet embout d'aspiration 25 présente une collerette 27 de forme circulaire plane. L'embout d'aspiration 25 présente une forme tronconique de manière à présenter une extrémité opposée au tuyau de pompage 26 apte à perforer l'enveloppe 5 de
 30 papier kraft. Ainsi, l'embout d'aspiration 25, et plus particulièrement son extrémité de perforation, est inséré dans le bouchon isolant 1 en perforant l'enveloppe 5 en papier kraft. Cette perforation de l'enveloppe 5 génère un orifice 28 d'aspiration dans le bouchon isolant 1.

L'embout d'aspiration 25 est inséré dans le bouchon isolant 1 en traversant l'enveloppe 5 au niveau d'une face latérale 9 destinée à être tournée vers l'intérieur de la cuve étanche et thermiquement isolante.

De préférence, l'embout d'aspiration 25 est inséré dans le bouchon isolant 5 1 sur une face latérale 9 perpendiculaire à la direction de stratification 12 de la laine de verre 11.

Par ailleurs, l'embout d'aspiration 25 est inséré dans le bouchon isolant 1 jusqu'à ce que la collerette 27 soit amenée en contact avec l'enveloppe 5 en papier kraft.

10 Dès lors que l'embout d'aspiration 25 est inséré dans le bouchon isolant 1 et correctement positionné, c'est-à-dire que la collerette 27 est en contact avec l'enveloppe 5, la pompe à vide 24 est actionnée afin de générer une dépression dans le bouchon isolant 1.

Avantageusement, l'enveloppe 5 en papier kraft présente une étanchéité 15 suffisante, malgré la porosité du papier kraft et la jonction entre les différentes portions d'enveloppe 18, 19, 20 par collage, pour que ce débit de pompage de la pompe à vide 24 soit suffisant pour créer une dépression dans l'enveloppe 5 en papier kraft. En outre, l'appui de la collerette 27 contre l'enveloppe 5 permet de limiter le débit de fuite de l'enveloppe 5 au niveau de l'orifice 28 traversé par 20 l'embout d'aspiration 25. Autrement dit, l'enveloppe 5 en papier kraft présente un débit de fuite inférieur au débit de pompage de la pompe à vide 24 de sorte que l'aspiration produite par la pompe à vide 24 génère une dépression dans le bouchon isolant 1.

L'aspiration générée par la pompe à vide 24 présente un débit d'aspiration 25 compris entre 8 et 30 m³/h. De préférence, le débit de pompage est de 15m³/h. un tel débit de pompage de la pompe à vide 24 permet de générer une dépression dans le bouchon isolant 1 sans risquer de dégrader l'enveloppe 5 en papier kraft par un débit d'aspiration trop important.

De préférence, la pompe à vide 24 comporte un filtre pour filtrer les 30 éventuelles fibres et poussières de la laine de verre 11 pouvant être aspirées par la pompe à vide 24.

Par ailleurs, l'aspiration produite par la pompe à vide est avantageusement facilitée par l'insertion de l'embout d'aspiration 25 sur une face latérale 9 du bouchon isolant parallèle à la direction de stratification 12 de la laine de verre 11. En effet, l'insertion de l'embout d'aspiration 25 sur une telle face latérale 9 du bouchon isolant permet une aspiration sans perte de charge liée à la stratification des différentes nappes de fibres constituant la laine de verre 11.

En outre, un agencement de la laine de verre 11 avec une direction de stratification 12 parallèle à la direction d'épaisseur 10 du bouchon isolant 1 permet une compression par dépression du bouchon isolant 1 selon ladite direction d'épaisseur 10 facilitée.

La présence de séparateurs 17 dans le noyau 4 permet de rigidifier le bouchon isolant 1 afin d'uniformiser la compression dudit bouchon isolant 1.

La dépression dans le bouchon isolant 1 produit une compression de la laine de verre 1 et donc du bouchon isolant 1. Cette compression de la laine de verre 1 permet une réduction de l'épaisseur du bouchon isolant 1. Typiquement, le bouchon isolant 1 est dimensionné pour présenter à l'état libre, c'est-à-dire non compressé, une épaisseur supérieure ou égale à la largeur de l'espace inter-panneaux 2 et à l'état compressé une épaisseur inférieure à ladite largeur de l'espace inter-panneaux 2. Par exemple, dans le cadre d'un espace inter-panneaux 2 compris entre 33mm et 27mm, le bouchon isolant 1 est dimensionné pour présenter une épaisseur initiale, c'est-à-dire à l'état libre, de 35mm et, dans un état de compression, une épaisseur de 25mm.

Le bouchon isolant 1 est ensuite inséré dans l'espace inter-panneaux 2 entre deux panneaux isolants 3 adjacents de la barrière thermiquement isolante. Comme illustré sur la figure 7 par les flèches 29, le bouchon isolant 1 est inséré dans l'espace inter-panneaux 2 avec ses grandes faces 6 parallèlement aux faces latérales des panneaux isolants 3 adjacents délimitant l'espace inter-panneaux 2. Durant cette insertion, l'embout d'aspiration 25 est maintenu dans le bouchon isolant 1 et la pompe à vide 24 génère en continu une dépression dans ledit bouchon isolant 1 afin de conserver le bouchon isolant 1 dans son état compressé. Le maintien du bouchon isolant 1 dans son état compressé permet de faciliter son insertion dans l'espace inter-panneaux 2 puisque le bouchon isolant 1 présente alors une épaisseur inférieure à la largeur de l'espace inter-panneaux 2.

Le bouchon isolant 1 est inséré dans l'espace inter-panneaux 2 de manière à ce que la face latérale 9 traversée par l'embout d'aspiration 25 soit tournée vers l'intérieur de la cuve, facilitant ainsi la manipulation de l'ensemble formé par le bouchon isolant 1 et l'embout d'aspiration 25. En outre, le bouchon isolant 1 est
5 avantageusement inséré dans l'espace inter-panneaux en présentant une direction de stratification 12 parallèle à la largeur de l'espace inter-panneaux 2. Par ailleurs, les séparateurs 17 sont avantageusement agencés dans le bouchon isolant 1 de façon à être parallèles à la surface de support 30 formée par les panneaux isolants 3. Sur la figure 7, de tels panneaux isolants 3 comportent un bloc de mousse de
10 polyuréthane 31 recouvert par une plaque de contreplaqué 32 formant la surface de support 30. Un tel agencement des séparateurs 17 permet de limiter la convection au travers de la laine de verre 11 dans la paroi de cuve.

Dès lors que le bouchon isolant est correctement positionné dans l'espace inter-panneaux 2, l'embout d'aspiration 25 est retiré du bouchon isolant 1. Dès lors,
15 l'intérieur de l'enveloppe 5 est en communication avec l'environnement extérieur par l'orifice 28. Cette communication permet à la laine de verre 11, du fait que la dépression n'est plus maintenue dans le bouchon isolant 1, de s'expanser en l'absence de contrainte de compression. L'expansion la laine de verre 11 permet une augmentation de l'épaisseur du bouchon isolant 1 de sorte que le bouchon
20 isolant 1 comble totalement l'espace inter-panneaux 2, assurant ainsi une bonne continuité de l'isolation de la barrière thermiquement isolante.

Dans un mode de réalisation illustré sur les figures 11 et 12, un système de guidage rigide peut être utilisée comme outil de guidage lors de l'insertion du bouchon isolant 1 dans l'espace inter-panneaux 2.

25 Un tel système de guidage comporte une première plaque rigide 33 et une deuxième plaque rigide 37. Ces deux plaques rigides 33, 37 comportent chacune une section en « L » formée par une grande face 38 rectangulaire et un retour 39 se développant perpendiculaire à la grande face 38.

La grande face 38 présente des dimensions analogues aux dimensions des
30 grandes faces 6 du bouchon isolant 1.

Une face interne du retour 39 de la première plaque 33 comporte une poignée 40. Cette poignée est sensiblement centrée selon la direction longitudinale dudit retour 39.

Le retour 39 de la deuxième plaque 37 présente une encoche permettant de loger la poignée 40 lorsque les deux plaques 33, 37 sont assemblées telle que sur la figure 11. Une face interne du retour 39 de la deuxième plaque 37 présente deux poignées 41. Ces poignées 41 sont agencées de part et d'autre de l'encoche
5 permettant de loger la poignée 40 de la première plaque 33.

Afin de d'insérer le bouchon isolant 1 dans l'espace inter-panneaux 2 à l'aide des plaques rigides 33, 37, le bouchon isolant 1 est inséré entre les deux plaques rigides 33, 37. Plus particulièrement, les grandes faces 6 du bouchon isolant 1 sont intercalées et compressées entre les grandes faces 38 de plaques
10 rigides 33, 37. Les retours 39 des plaques rigides sont superposés selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve comme illustré sur la figure 12. Cette superposition est rendue possible par le logement de la poignée 40 dans l'encoche prévue à cet effet du retour 39 de la deuxième plaque rigide 37.

Les plaques rigides 33, 37, entre lesquelles le bouchon isolant 1 est
15 maintenu dans son état compressé, peuvent ainsi être insérées dans l'espace inter-panneaux 2 avec le bouchon isolant 1. Une fois le bouchon isolant 1 inséré dans l'espace inter-panneaux 2, les plaques rigides peuvent être retirées grâce aux poignées 40, 41 libérant ainsi le bouchon isolant 1 de son état compressé et permettant son expansion pour occuper l'espace inter-panneaux 2.

20 La figure 8 présente une première variante de réalisation du bouchon isolant 1. Dans cette première variante, les éléments identiques ou remplissant la même fonction que ceux décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 3 portent la même référence.

Cette première variante se distingue du bouchon isolant 1 illustré sur les
25 figures 1 à 3 en ce que le noyau 4 isolant comporte deux couches isolantes superposées selon la direction d'épaisseur du bouchon isolant 1.

Une première couche isolante 34 présente une structure analogue à la structure du noyau décrit ci-dessus en regard des figures 1 à 3, c'est à dire une structure comportant des sections 16 en laine de verre 11 stratifiée séparées par
30 des séparateurs 17 en papier kraft. Lesdites sections 16 de laine de verre 11 stratifiée présentent une direction de stratification de la laine de verre 11 parallèle à la surface de support 30 formée par les panneaux isolants 3, de préférence parallèle

à la largeur de l'espace inter-panneaux 2 c'est-à-dire parallèle à la direction d'épaisseur 10 du bouchon isolant 1.

Une deuxième couche isolante 35 comporte une unique couche de laine de verre 11 stratifiée. La direction de stratification de la laine de verre stratifiée formant
5 cette deuxième couche 35 est parallèle à la surface de support 30 formée par les panneaux isolants 3 et, de préférence, parallèle à la direction d'épaisseur 10 du bouchon isolant 1.

La première couche isolante 34 et la deuxième couche isolante 35 sont séparées par une couche de séparation 36. Cette couche de séparation 36 est par
10 exemple réalisée en tissu de verre.

La première couche isolante 34 présente une laine de verre 11 stratifiée de densité supérieure à la densité de la laine de verre 11 stratifiée de la deuxième
couche isolante 35. Par exemple, la laine de verre 11 stratifiée de la première couche isolante 34 présente une densité de 35 à 40 kg/m³ et la laine de verre 11
15 stratifiée de la deuxième couche isolante 35 présente une densité de 22kg/m³.

La figure 9 représente une deuxième variante de réalisation du bouchon isolant 1. Dans cette deuxième variante, les éléments identiques ou remplissant la
même fonction que ceux décrits ci-dessus en regard des figures 1 à 3 portent la même référence.

20 Cette deuxième variante se distingue de la première variante illustrée sur la figure 8 en ce que l'enveloppe 5 en papier kraft ne recouvre pas entièrement le noyau 4 isolant. En effet, sur cette figure 9, la deuxième couche isolante 35 n'est pas recouverte au niveau d'une face latérale 9 du bouchon isolant 1. Autrement dit,
l'une des portions d'enveloppe latérale 19 ne recouvre que la première couche
25 isolante 34 et ne comporte qu'un seul retour 21, ledit retour 21 étant collé sur la portion d'enveloppe plane 18 recouvrant la première couche isolante 34.

Un bouchon isolant 1 selon les variantes illustrées sur les figures 8 et 9 présente une bonne capacité de compression et d'expansion grâce à la deuxième
couche isolante 35 mais conserve une rigidité permettant sa déformation uniforme
30 et limitant la convection au travers de la laine de verre 11 stratifiée grâce à sa première couche isolante 34. Ainsi, un tel bouchon isolant 1 peut facilement être déformé par compression pour faciliter son insertion dans l'espace inter-panneaux 2 tout en comblant intégralement ledit espace inter-panneaux 2 lorsque la

compression n'est plus maintenue et en évitant la convection dans la barrière thermiquement isolante. Cette compression peut être faite avec l'utilisation d'un système d'aspiration telle qu'une pompe à vide 24 dans le cas d'un bouchon isolant 1 tel que selon la figure 8 dans lequel l'enveloppe 5 recouvre entièrement le noyau 5 isolant 4, offrant ainsi une étanchéité suffisante pour se compresser sous l'effet d'une dépression. Cette compression peut au contraire se faire sans système d'aspiration dans le cas d'une bouchon isolant tel que selon la figure 9 dans lequel l'enveloppe 5 ne recouvre pas entièrement le noyau isolant 4.

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

En référence à la figure 10, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

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

La figure 10 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de méthaniers. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et

de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76 au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76
5 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
10 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
15 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.

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

REVENDICATIONS

1. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante comportant une barrière thermiquement isolante définissant une surface de support (30) plane et une membrane d'étanchéité reposant sur ladite surface de support (30) plane de la
5 barrière thermiquement isolante,

la barrière thermiquement isolante comportant une pluralité de panneaux isolants (3) juxtaposés selon un motif régulier, des faces latérales en vis-à-vis de deux panneaux isolants (3) adjacents délimitant conjointement un espace inter-panneaux (2) séparant lesdits deux panneaux isolants (3) adjacents,

10 la paroi de cuve comportant en outre un bouchon isolant (1) agencé dans l'espace inter-panneaux (2) de manière à combler ledit espace inter-panneaux (2), ledit bouchon isolant (1) comportant un noyau isolant (4) recouvert au moins partiellement par une enveloppe (5) en papier kraft,

15 ledit noyau isolant (4) comportant de la laine de verre (11) stratifiée, ladite laine de verre (11) stratifiée comportant des nappes de fibres superposées selon une direction de stratification (12), le bouchon isolant (1) étant agencé dans l'espace inter-panneaux (2) de manière à ce que la direction de stratification (12) de la laine de verre (11) stratifiée soit parallèle à une direction de largeur de l'espace inter-panneaux (2).

20 2. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1, dans laquelle le noyau isolant (4) comporte au moins un séparateur (17) se développant dans un plan perpendiculaire à une direction d'épaisseur de la paroi de cuve, ledit séparateur (17) séparant la laine de verre (11) stratifiée en une pluralité de sections (16) de laine de verre (11) stratifiée alignées selon ladite
25 direction d'épaisseur de la cuve.

3. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 2, dans laquelle le noyau isolant (4) comporte une pluralité de séparateurs (17) séparant la laine de verre (11) stratifiée en une pluralité de sections (16) de laine de verre (11) stratifiée alignées selon la direction d'épaisseur
30 de la paroi de cuve, lesdits séparateurs (17) étant espacés de 5 à 20 cm selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve.

4. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle le noyau isolant comporte une laine de verre (11) stratifiée présentant une densité comprise entre 20 et 45kg/m³.

5. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle le noyau isolant (4) comporte une première couche isolante (34) en laine de verre (11) stratifiée et une deuxième couche isolante (35) en laine de verre (11) stratifiée, la première couche isolante (34) et la deuxième couche isolante (35) étant superposées selon la direction de largeur de l'espace inter-panneaux (2), la laine de verre (11) stratifiée des première et deuxième couches isolantes présentant une direction de stratification parallèle à la direction de largeur de l'espace inter-panneaux (2), la première couche isolante et la deuxième couche isolante étant séparées par une nappe séparatrice (36) en tissu de verre se développant parallèlement aux faces des deux panneaux isolants.

6. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 5, dans laquelle la laine de verre (11) stratifiée de la première couche isolante (34) présente une densité supérieure à la densité de la laine de verre (11) stratifiée de la deuxième couche isolante (35).

7. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle l'enveloppe (5) entoure entièrement le noyau isolant.

8. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle l'enveloppe (5) comporte une pluralité de portions d'enveloppe (18, 19, 20) collées entre elles et/ou collées au noyau isolant (4).

9. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle le papier kraft de l'enveloppe (5) présente un grammage compris entre 60 et 150g/m² et de préférence entre 70 et 100g/m².

10. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle la différence de coefficient de contraction thermique entre le coefficient de contraction thermique du noyau isolant (4) et le coefficient de contraction thermique de l'enveloppe (5) est inférieure ou égale à $15 \cdot 10^{-6}/K$

11. Paroi de cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle les panneaux isolants de la barrière thermiquement isolante comportent des blocs de mousse de polyuréthane.

12. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire
5 comportant une double coque (72) et une cuve disposée dans la double coque, la cuve comportant une paroi de cuve étanche selon l'une des revendications 1 à 11.

13. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon
la revendication 12, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des
canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage
10 flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71).

14. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système
comportant un navire (70) selon la revendication 12, des canalisations isolées (73,
79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du
navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour
15 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.

1/6

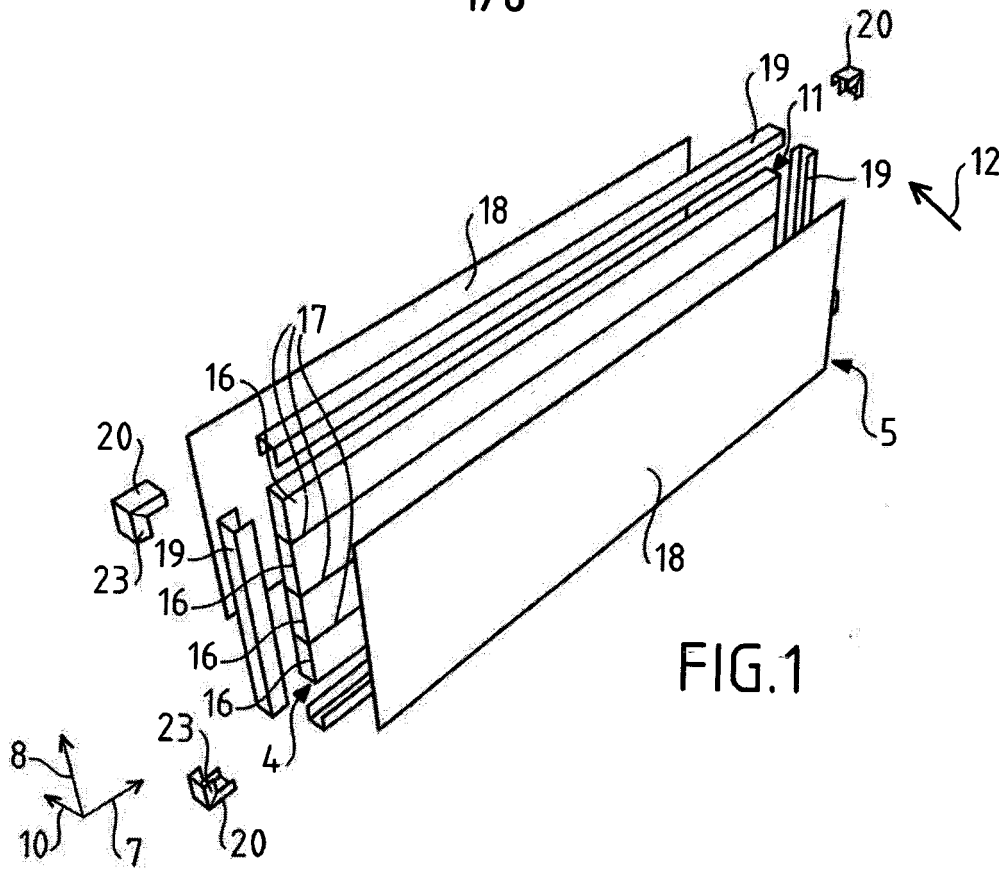


FIG. 1

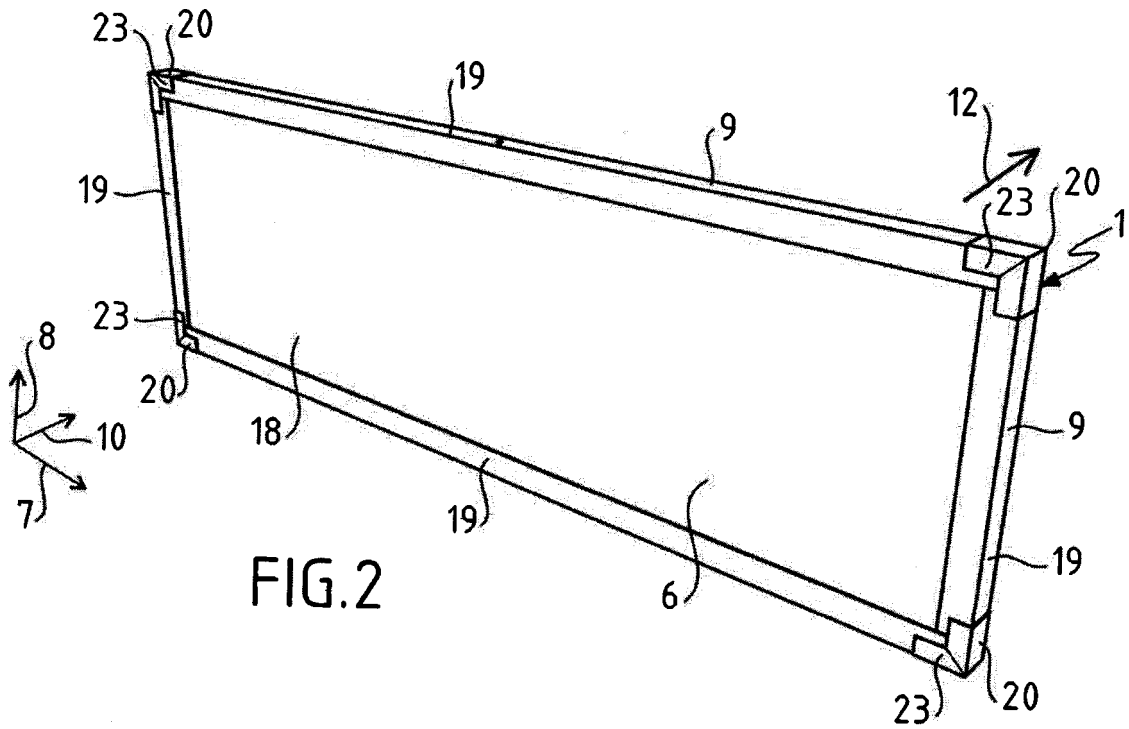
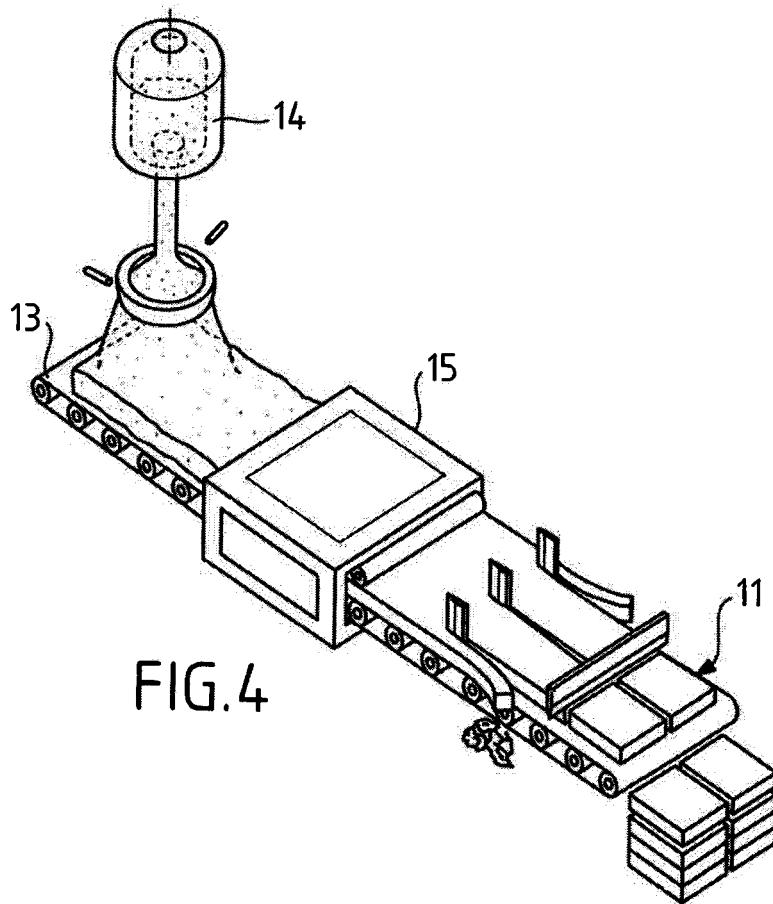
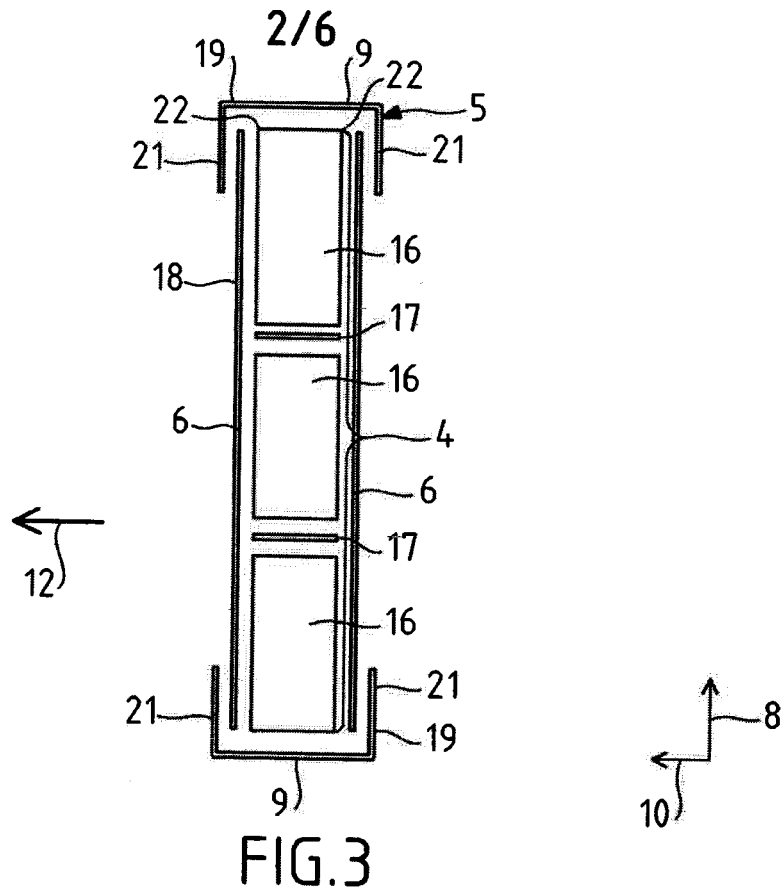


FIG. 2



3/6

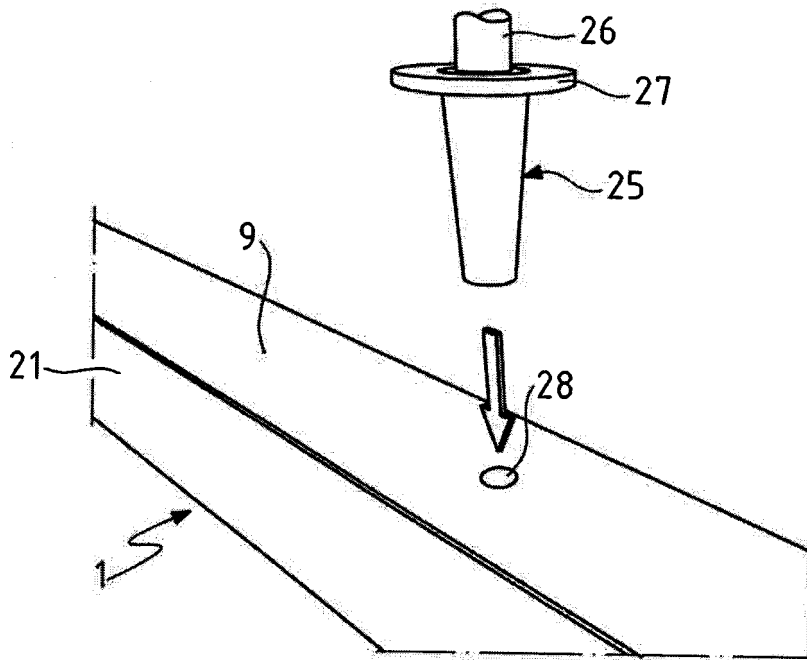


FIG. 5

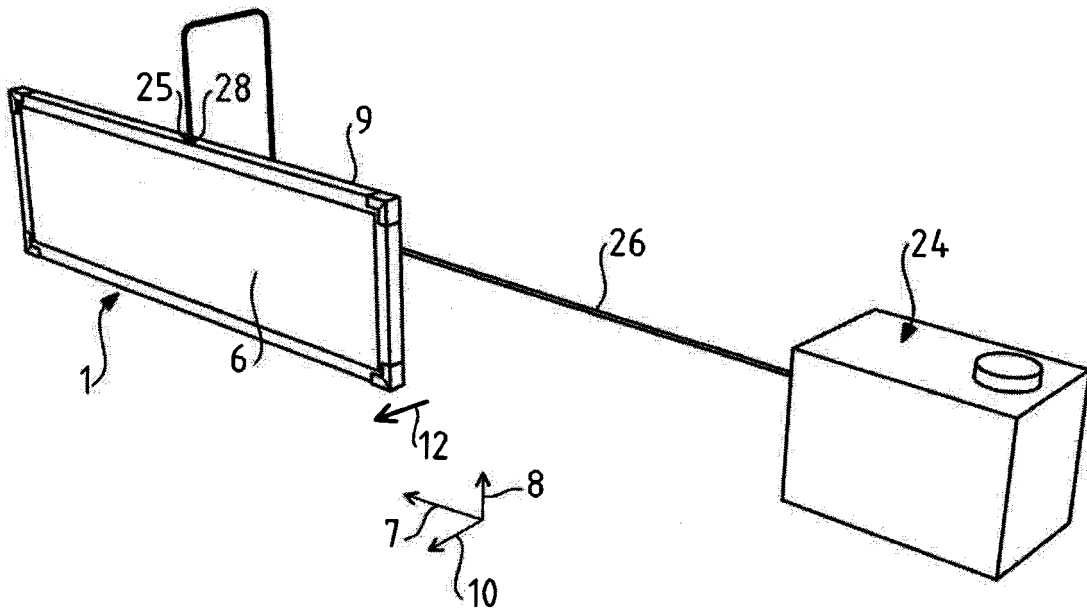


FIG. 6

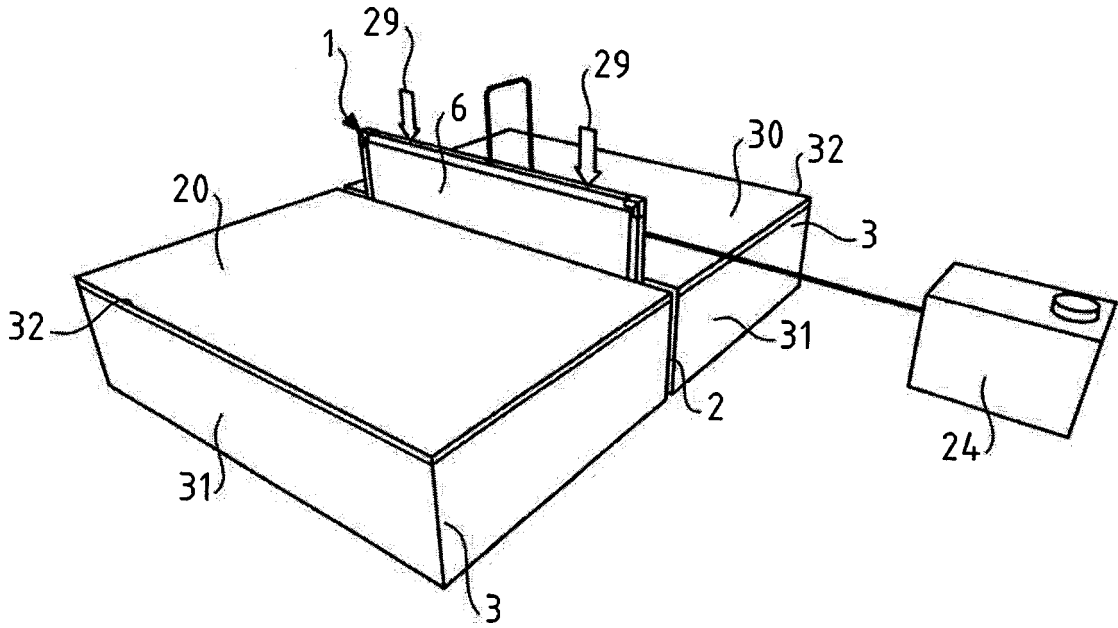


FIG. 7

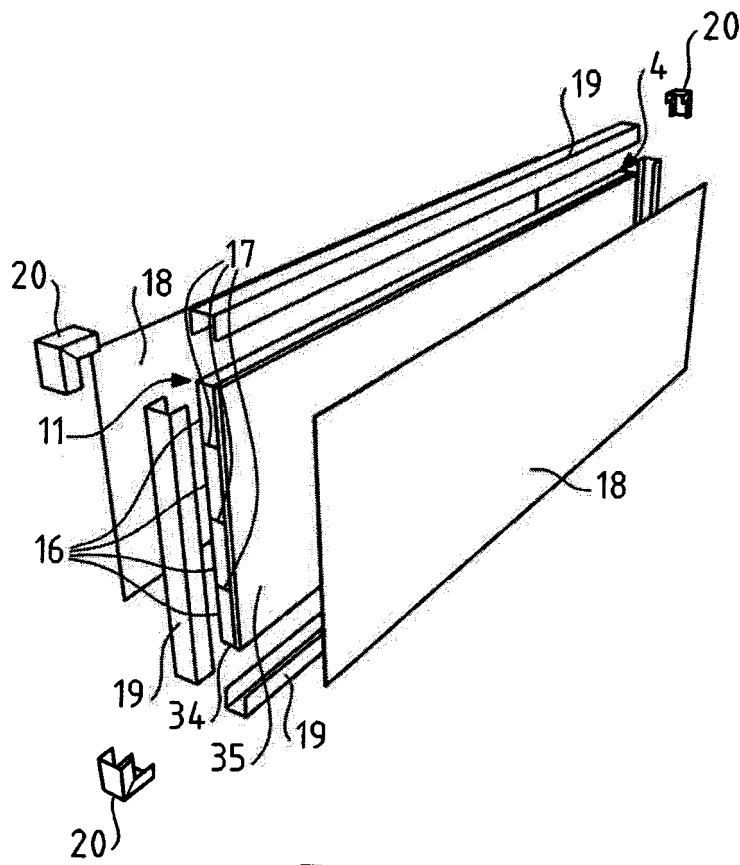


FIG. 8

5/6

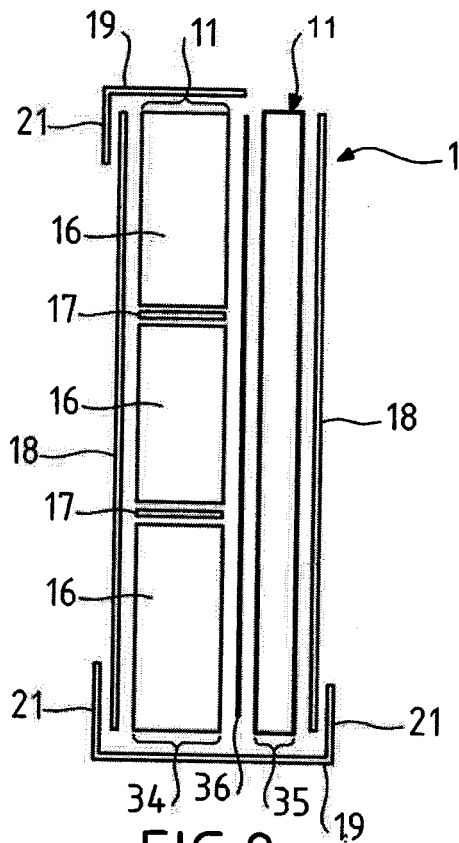


FIG. 9

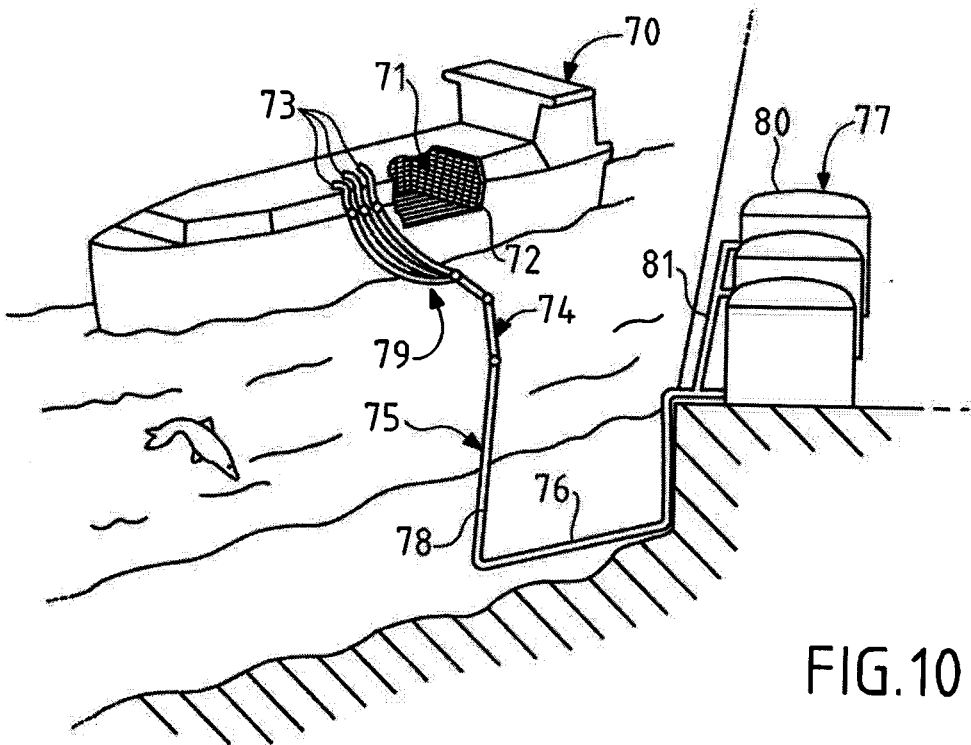


FIG. 10

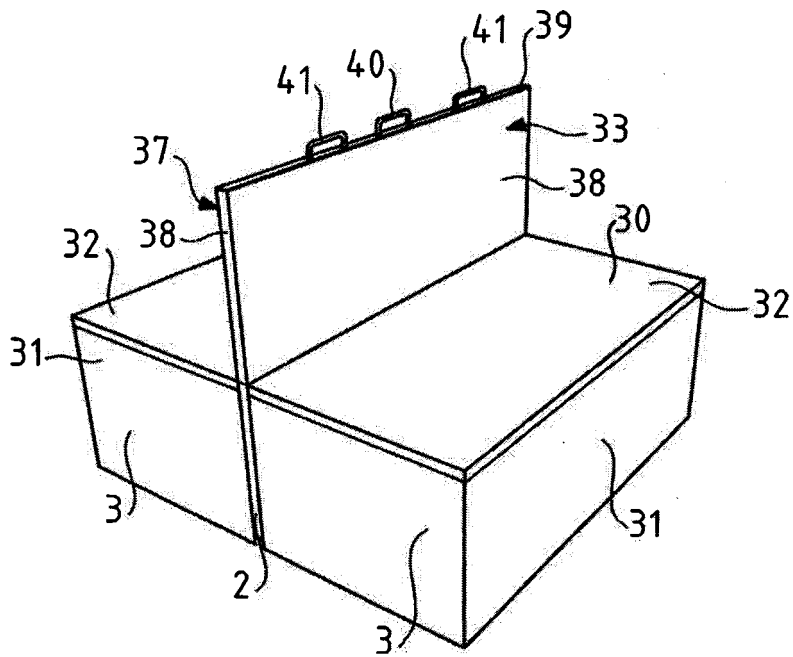


FIG. 11

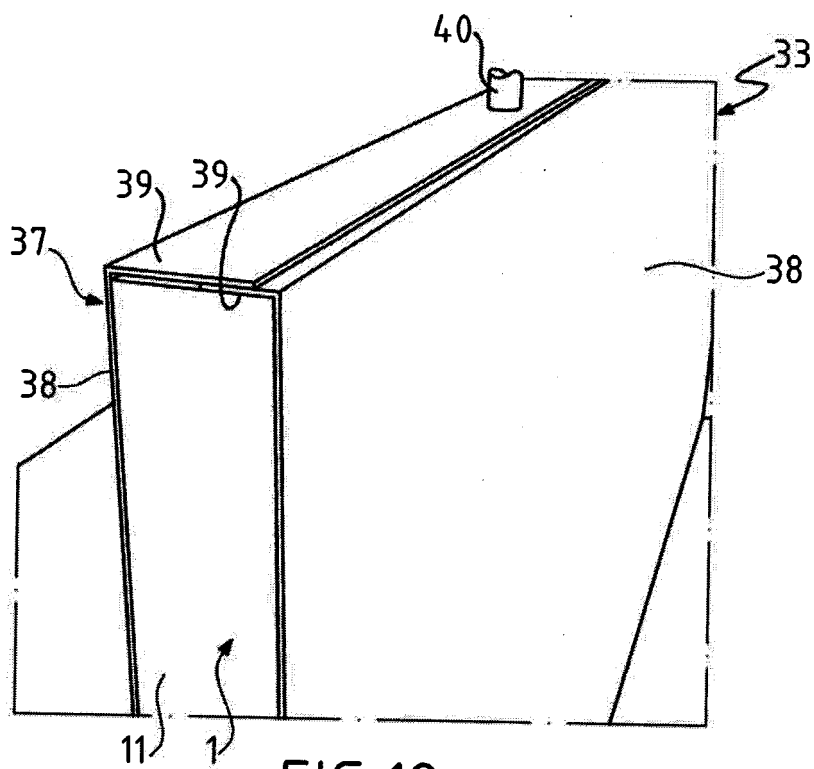


FIG. 12

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

NEANT

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

FR 2 599 468 A1 (TECHNIGAZ [FR]) 4 décembre 1987 (1987-12-04)

JP H04 194498 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; MEISEI KOGYO KK) 14 juillet 1992 (1992-07-14)

WO 2014/128414 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 28 août 2014 (2014-08-28)

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

NEANT