

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/239071 A1

(43) Date de la publication internationale
19 décembre 2019 (19.12.2019)

(51) Classification internationale des brevets :
F17C 13/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2019/051434

(22) Date de dépôt international :

13 juin 2019 (13.06.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1855298

15 juin 2018 (15.06.2018)

FR

(71) Déposant : **GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ**
[FR/FR] ; 1 route de Versailles, 78470 SAINT REMY LES
CHEVREUSE (FR).

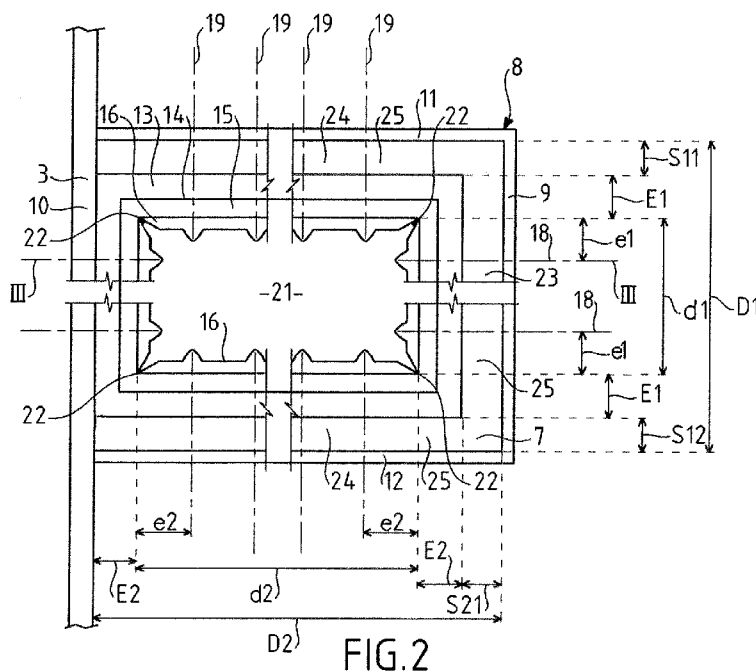
(72) Inventeur : **HERRY, Mickaël** ; GAZTRANSPORT ET
TECHNIGAZ, 1 route de Versailles, 78470 SAINT REMY
LES CHEVREUSE (FR).

(74) Mandataire : **LOYER & ABELLO** ; 9 RUE ANATOLE
DE LA FORGE, 75017 PARIS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

(54) Title: SEALED AND THERMALLY INSULATING VESSEL HAVING CONTINUOUS CORRUGATIONS IN THE LIQUID DOME

(54) Titre : CUVE ÉTANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE À ONDULATIONS CONTINUES DANS LE DÔME LIQUIDE



(57) Abstract: A sealed and thermally insulating vessel integrated into a load-bearing structure, the walls of the vessel comprising an insulating block anchored to the load-bearing structure and a corrugated sealed membrane (16), the sealed membrane (16) comprising a series of corrugations (18) parallel to a wave direction, in which the corrugations (18) of the sealed membrane are continuous between a ceiling wall and a first liquid dome wall (23) anchored to a first wall of a chimney (8), and in which a second liquid dome wall (24) adjacent to the first liquid dome wall (23) further comprises an extra thickness layer (25) dimensioned such that a minimum distance separates a so-called continuous corrugation (18) of the sealed membrane (16) of the first liquid dome wall (23) and an edge (22) formed by the junction between the sealed membranes (16) of the first and second liquid dome walls.

[Suite sur la page suivante]

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(57) **Abrégé :** Cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, les parois de la cuve comportant un massif isolant ancré sur la structure porteuse et une membrane étanche (16) ondulée, la membrane étanche (16) comportant une série d'ondulations (18) parallèles à une direction des ondes, dans laquelle des ondulations (18) de la membrane étanche sont continues entre une paroi de plafond et une première paroi de dôme liquide (23) ancrée sur une première paroi d'une cheminée (8), et dans laquelle une deuxième paroi de dôme liquide (24) adjacente à la première paroi de dôme liquide (23) comporte en outre une couche de surépaisseur (25) dimensionnée de sorte qu'une distance minimale sépare une dite ondulation (18) continue de la membrane étanche (16) de la première paroi de dôme liquide (23) et une arête (22) formée par la jonction entre les membranes étanches (16) des première et deuxième parois de dôme liquide.

Cuve étanche et thermiquement isolante à ondulations continues dans le dôme liquide

Domaine technique

- 5 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 gaz liquéfié 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
- 10 -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.
- 15 Dans un mode de réalisation, le gaz liquéfié est du GNL, à savoir un mélange à forte teneur en méthane stocké à une température d'environ -162°C à la pression atmosphérique. D'autres gaz liquéfiés peuvent aussi être envisagés, notamment l'éthane, le propane, le butane ou l'éthylène.

Arrière-plan technologique

- 20 Le document FR2991430 décrit, dans le domaine du transport du gaz naturel liquéfié, une structure de cuve étanche et thermiquement isolante, dans laquelle la cuve comporte une structure porteuse et des parois de cuve fixées à la structure porteuse. Une paroi de cuve comporte une barrière d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec un produit contenu dans la cuve et s'étendant parallèlement à
- 25 une paroi porteuse de la structure porteuse, une barrière d'étanchéité secondaire disposée entre la barrière d'étanchéité primaire et la paroi porteuse et s'étendant parallèlement à la paroi porteuse, une barrière d'isolation primaire disposée entre la barrière d'étanchéité primaire et la barrière d'étanchéité secondaire, et une barrière d'isolation secondaire disposée entre la barrière d'étanchéité secondaire et la paroi
- 30 porteuse. La membrane d'étanchéité primaire comporte des ondulations afin d'absorber les contraintes dans la cuve.

La structure porteuse comporte une paroi supérieure présentant une ouverture surplombée par une cheminée de dôme liquide mettant en communication l'intérieur et l'extérieur de ladite structure porteuse. Par exemple, une telle structure porteuse est un navire de type méthanier dont la paroi supérieure est formée par le pont du navire. La cuve comporte également des parois de dôme liquide dans la cheminée afin d'assurer l'isolation et l'étanchéité de la cuve au niveau du dôme liquide.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de permettre une continuité des ondulations se développant sur une paroi de plafond de la cuve étanche et thermiquement isolante au niveau d'un dôme liquide. En particulier, une idée à la base de l'invention est de fournir une cuve dans laquelle les ondulations se développent de façon continue entre la paroi de plafond de la cuve et une ou plusieurs parois du dôme liquide. Une idée à la base de l'invention est de dimensionner la paroi de cuve dans le dôme liquide de manière à ce que les ondulations de la membrane étanche des parois de dôme liquide soient situées à une distance suffisante des arêtes du dôme liquide. Une idée à la base de l'invention est de dimensionner les parois du dôme liquide de manière à ce que les jonctions entre les parois de dôme liquide présentent une bonne résistance mécanique tout en permettant une bonne flexibilité de la membrane étanche.

Pour cela, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, la structure porteuse comportant une paroi supérieure présentant une ouverture et des parois de cheminée se développant vers l'extérieur depuis des bords de ladite ouverture,

la cuve comportant une paroi de plafond ancrée sur la paroi supérieure de la structure porteuse, ladite paroi de plafond comportant une ouverture agencée au droit de l'ouverture de la paroi supérieure de la structure porteuse, la cuve comportant en outre des parois de dôme liquide ancrées sur les parois de cheminée,

lesdites parois de cuve comportant un massif isolant ancré sur la structure porteuse et une membrane étanche ondulée reposant sur ledit massif isolant, la

membrane étanche comportant une série d'ondulations parallèles à une direction des ondes,

dans laquelle des ondulations de la membrane étanche sont continues entre la paroi de plafond et une première paroi de dôme liquide ancrée sur une première
5 paroi de cheminée, ladite première paroi de cheminée interrompant la paroi supérieure de la structure porteuse au droit desdites ondulations continues,

et dans laquelle une deuxième paroi de dôme liquide adjacente à la première paroi de dôme liquide est ancrée sur une deuxième paroi de cheminée, la membrane étanche formant entre la première paroi de dôme liquide et la deuxième paroi de
10 dôme liquide une première arête, une troisième paroi de dôme liquide adjacente à la première paroi de dôme liquide étant ancrée sur une troisième paroi de cheminée, la membrane étanche formant entre la première paroi de dôme liquide et ladite troisième paroi de dôme liquide une deuxième arête,

au moins l'une parmi la deuxième et la troisième paroi de dôme liquide
15 comportant en outre une couche de surépaisseur, ladite couche de surépaisseur étant dimensionnée de sorte que :

$$S11+S12=D1-(d1+2E1) > e1 \quad , \text{ et}$$

$$S11 < E1 \text{ et } S12 < E1$$

dans laquelle, selon une direction perpendiculaire à la direction des
20 ondes et parallèle à la paroi supérieure de la structure porteuse, S11 est une dimension d'une première couche de surépaisseur appartenant à la deuxième paroi de dôme liquide lorsque ladite deuxième paroi de dôme liquide comporte une dite couche de surépaisseur, S12 est une dimension d'une deuxième couche de surépaisseur appartenant à la troisième paroi de dôme liquide lorsque ladite troisième
25 paroi de dôme liquide comporte une dite couche de surépaisseur, D1 est une dimension de la première paroi de cheminée, d1 est une dimension de la membrane étanche de la première paroi de dôme liquide, E1 est une épaisseur du massif isolant des parois de cuve et e1 est la plus petite parmi une distance entre la première arête et une dite ondulation continue de la membrane étanche adjacente à la première arête
30 et une distance entre la deuxième arête et une dite ondulation continue de la membrane étanche adjacente à la deuxième arête.

Grâce à ces caractéristiques, en particulier grâce à la ou aux couches de surépaisseur, il est possible de choisir la position de l'ouverture de la paroi de plafond dans la cheminée de manière à ce que i) les ondulations soient suffisamment éloignées des arêtes pour permettre une jonction simple et fiable de la membrane étanche de la paroi de dôme liquide avec les deuxième et troisième parois de dôme liquide et que ii) les ondulations soient continues entre la paroi de plafond et la première paroi de dôme liquide. Autrement dit, la couche de surépaisseur permet de positionner l'ouverture de la paroi de plafond de sorte que les ondulations de la membrane étanche de la paroi de plafond soient suffisamment éloignées des arêtes pour pouvoir être continues entre la paroi de plafond et la première paroi de dôme liquide tout en permettant de joindre de façon simple et fiable les parois de dôme liquide.

Grâce à ces caractéristiques, il est donc possible de fournir une cuve présentant une membrane étanche ayant une bonne flexibilité y compris au niveau du dôme liquide en permettant de prolonger les ondulations de la paroi de plafond dans le dôme liquide, sans générer de point de concentration des contraintes par l'interruption des ondulations et tout en conservant une jonction fiable entre les parois de dôme liquide.

L'invention prévoit également la situation dans laquelle l'épaisseur des massifs isolants, disposés et fixés sur les murs opposés de la cheminée, sont différentes entre elles, voire différentes de l'épaisseur du massif isolant des parois de cuves disposées et fixées sur les parois de la structure porteuse.

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

Selon un mode de réalisation, la deuxième paroi de dôme liquide et la troisième paroi de dôme liquide se développent parallèlement à la direction des ondes.

La cheminée peut être réalisée avec différentes formes. Selon un mode de réalisation, la cheminée présente une forme de section rectangulaire.

Selon un mode de réalisation, la cheminée comporte une quatrième paroi de cheminée, ladite quatrième paroi de cheminée étant parallèle et en vis-à-vis de la première paroi de cheminée et portant une quatrième paroi de dôme liquide.

Selon un mode de réalisation, une paroi transversale de la structure porteuse
5 comporte une portion saillante au-dessus de la paroi supérieure, ladite portion saillante formant une dite paroi de cheminée. Autrement dit, une paroi de cheminée est agencée dans le même plan qu'une paroi transversale de la structure porteuse, ladite paroi de cheminée prolongeant la paroi transversale de la structure porteuse au-dessus de la paroi supérieure. Selon un mode de réalisation, cette portion saillante
10 de la structure porteuse forme la quatrième paroi de cheminée.

Selon un mode de réalisation, la paroi de dôme liquide ancrée sur la portion saillante de la paroi transversale de la structure porteuse présente une structure et une épaisseur identique à la structure et l'épaisseur de la paroi de cuve ancrée sur ladite paroi transversale de la structure porteuse.

15 Selon un mode de réalisation, les ondulations sont juxtaposées selon un pas d'onde régulier p_1 , et dans laquelle $e_1 < p_1$.

Grâce à ces caractéristiques, la couche supplémentaire est dimensionnée de sorte que l'ouverture de la paroi de plafond puisse être agencée avec une ondulation de la paroi de plafond extérieurement adjacente à ladite ouverture de la
20 paroi de plafond, c'est-à-dire ne débouchant pas sur l'ouverture de la paroi de plafond et n'étant donc pas prolongée sur la première paroi de dôme liquide, située à distance de l'arête. Ainsi, ladite ondulation extérieurement adjacente de la paroi de plafond peut être continue sur ladite paroi de plafond autour de l'ouverture de la paroi de plafond

25 Selon un mode de réalisation, la membrane étanche comporte des portions planes intercalées entre deux ondulations adjacentes de la série d'ondulations.

Selon un mode de réalisation, le pas d'onde correspond à la distance entre les sommets des ondulations selon une direction perpendiculaire à la direction
30 des ondes.

Selon un mode de réalisation, la distance e_1 est de 217mm et le pas d'onde p_1 est de 340mm.

Selon un mode de réalisation, $S_{11}+S_{12} < p_1$.

Selon un mode de réalisation, la dimension d_1 de la membrane étanche de
5 la première paroi de dôme liquide est définie selon l'équation $d_1=n_1*p_1+\Delta_1$, dans laquelle n_1 est un entier positif et $e_1+p_1>\Delta_1>2e_1$.

Selon un mode de réalisation, la deuxième paroi de dôme liquide comporte une première couche de surépaisseur d'épaisseur S_{11} et la troisième paroi de dôme liquide comporte une deuxième couche de surépaisseur d'épaisseur S_{12} .

10 Selon un mode de réalisation, la série d'ondulations de la membrane étanche est une première série d'ondulations et la direction des ondes sur la paroi de plafond est une direction longitudinale de la cheminée,

la membrane étanche de la paroi de plafond comportant en outre une deuxième série d'ondulations parallèles à une direction transversale de la cheminée,
15 la direction longitudinale de la cheminée et la direction transversale de la cheminée étant perpendiculaires,

dans laquelle des ondulations de la deuxième série d'ondulations sont continues entre la paroi de plafond et la deuxième paroi de dôme liquide, la deuxième paroi de cheminée interrompant la paroi supérieure de la structure porteuse au droit
20 desdites ondulations continues de la deuxième série d'ondulations,

la cuve comportant une quatrième paroi de dôme liquide ancrée sur une quatrième paroi de cheminée, la quatrième paroi de dôme liquide étant adjacente aux deuxième et troisième parois de dôme liquide, la membrane étanche formant une troisième arête entre la quatrième paroi de dôme liquide et la deuxième paroi de dôme
25 liquide et une quatrième arête entre la quatrième paroi de dôme liquide et la troisième paroi de dôme liquide, au moins l'une parmi la première paroi de dôme liquide et la quatrième paroi de dôme liquide comportant une couche de surépaisseur dimensionnée de sorte que :

$$S_{21}+S_{22}=D_2-(d_2+2E_2) > e_2 \quad , \text{ et}$$

30 $S_{21} < E_2$ et $S_{22} < E_2$

dans laquelle, selon la direction longitudinale de la cheminée, S21 est une dimension d'une troisième couche de surépaisseur appartenant à la première paroi de dôme liquide lorsque ladite première paroi de dôme liquide comporte une dite couche de surépaisseur, S22 est une dimension d'une quatrième couche de surépaisseur appartenant à la quatrième paroi de dôme liquide lorsque ladite quatrième paroi de dôme liquide comporte une dite couche de surépaisseur, D2 est une dimension de la deuxième paroi de cheminée, d2 est une dimension de la membrane étanche de la deuxième paroi de dôme liquide et e2 est la plus petite parmi une distance entre la première arête et une dite ondulation continue de la deuxième paroi de dôme liquide adjacente à la première arête et une distance entre la quatrième arête et une dite ondulation continue de la deuxième paroi de dôme liquide adjacente à la quatrième arête.

Comme dans le cas énoncé précédemment, en lien avec la première série d'ondulations, l'invention prévoit également la situation dans laquelle l'épaisseur des massifs isolants, disposés et fixés sur les murs opposés de la cheminée, sont différentes entre elles dans le cas de la deuxième série d'ondulations.

Selon un mode de réalisation, la première paroi de dôme liquide et la quatrième paroi de dôme liquide se développent parallèlement à la direction transversale de la cheminée.

Selon un mode de réalisation, le pas d'onde p1 séparant deux ondulations adjacentes de la première série d'ondulations est un premier pas d'ondes, les ondulations de la deuxième série d'ondulations étant juxtaposées et espacées d'un deuxième pas d'onde régulier p2, et dans laquelle $e2 < p2$.

Selon un mode de réalisation, $S21 + S22 < p2$.

Selon un mode de réalisation, la dimension d2 de la membrane étanche de la deuxième paroi de dôme liquide est définie selon l'équation $d2 = n2 * p2 + \Delta 2$, dans laquelle n2 est un entier positif et $e2 + p2 > \Delta 2 > 2e2$.

Selon un mode de réalisation, la première paroi de dôme liquide comporte une troisième couche de surépaisseur d'épaisseur S21 et la quatrième paroi de dôme liquide comporte une quatrième couche de surépaisseur d'épaisseur S22.

Selon un mode de réalisation, $p1=p2$.

Le massif isolant peut être réalisé de différentes manières. Selon un mode de réalisation, le massif isolant comporte une pluralité de panneaux isolants juxtaposés.

- 5 Selon un mode de réalisation, la couche de surépaisseur est intercalée entre le massif isolant et la paroi de cheminée sur laquelle est ancré ledit massif isolant. Selon un mode de réalisation, la couche de surépaisseur est formée par une pluralité d'éléments supplémentaires intercalés entre le massif isolant et la paroi correspondante de cheminée. Selon un mode de réalisation, un élément
- 10 supplémentaire de la couche de surépaisseur comporte une garniture isolante intercalée entre deux plaques rigides. Selon un mode de réalisation, cette garniture isolante est une mousse rigide.

- Selon un mode de réalisation, le massif isolant des parois de la cuve comporte une barrière thermiquement isolante primaire et une barrière
- 15 thermiquement isolante secondaire, la membrane étanche étant une membrane étanche primaire reposant sur la barrière thermiquement isolante primaire, le massif isolant comportant en outre une membrane étanche secondaire intercalée entre la barrière thermiquement isolante primaire et la barrière thermiquement isolante secondaire.

- 20 Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé d'assemblage de dôme liquide d'une cuve étanche et thermiquement isolante dans une structure porteuse, la structure porteuse comportant une paroi supérieure présentant une ouverture de dimensions prédéfinies et des parois de cheminée se développant vers l'extérieur depuis des bords de ladite ouverture,

- 25 la cuve comportant une paroi de plafond ancrée sur la paroi supérieure de la structure porteuse, ladite paroi de plafond comportant une ouverture agencée au droit de l'ouverture de la paroi supérieure de la structure porteuse,

- la paroi de plafond comportant un massif isolant ancré sur la structure porteuse et une membrane étanche ondulée reposant sur le massif isolant, la
- 30 membrane étanche comportant une série d'ondulations parallèles à une direction des ondes, le procédé comportant les étapes de

- isoler le dôme liquide en ancrant des portions de massif isolant sur des parois de la cheminée, lesdites portions de massif isolant formant une surface de support jointive d'une surface de support de plafond formée par le massif isolant de la paroi de plafond,
- 5 - étanchéifier le dôme liquide en montant des portions de membrane étanche ondulée sur les surfaces de support formées par les portions de massif isolant et en reliant de manière étanche lesdites portions de membrane étanche avec la membrane étanche ondulée de la paroi de plafond,

10 dans laquelle l'étape d'isoler le dôme liquide comporte, pour au moins l'une parmi une deuxième paroi de dôme liquide et une troisième paroi de dôme liquide adjacentes à une première paroi de dôme liquide, ancrer une couche de surépaisseur sur une paroi de cheminée correspondante à ladite au moins une paroi de dôme liquide, ladite couche de surépaisseur étant intercalée entre le massif isolant et ladite

15 paroi de cheminée, ladite couche de surépaisseur étant dimensionnée de sorte que :

$$S11+S12=D1-(d1+2E1) > e1, \text{ et}$$

$$S11 < E1 \text{ et } S12 < E1$$

 dans laquelle, selon une direction perpendiculaire à la direction des ondes et parallèle à la paroi supérieure de la structure porteuse, S11 est une dimension

20 d'une première couche de surépaisseur appartenant à la deuxième paroi de dôme liquide lorsque ladite deuxième paroi de dôme liquide comporte une couche de surépaisseur, S12 est une dimension d'une deuxième couche de surépaisseur appartenant à la troisième paroi de dôme liquide lorsque ladite troisième paroi de dôme liquide comporte une couche de surépaisseur, D1 est une dimension de la

25 première paroi de cheminée sur laquelle est ancrée la première paroi de dôme liquide, d1 est une dimension de la membrane étanche de ladite première paroi de dôme liquide, E1 est une épaisseur du massif isolant des parois de cuve et e1 est une distance entre une dite ondulation de la membrane étanche de la première paroi de dôme liquide et une arête adjacente formée par la première de dôme liquide et l'une

30 parmi la deuxième et la troisième paroi de dôme liquide.

et dans laquelle l'étape d'étanchéifier le dôme liquide comporte aligner des ondulations de la membrane étanche de la première paroi de dôme liquide de manière à ce que des ondulations soient continues entre la paroi de plafond et ladite première paroi de dôme liquide, ladite première paroi de cheminée interrompant la paroi
5 supérieure de la structure porteuse au droit desdites ondulations continues.

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

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

15 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.

20 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.

25

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
30 titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- La figure 1 est une vue schématique partielle d'une structure porteuse destinée à recevoir les parois d'une cuve étanche et thermiquement isolante ;
- 5 • La figure 2 est une vue en coupe partielle dans un plan horizontal II-II tel qu'illustré sur la figure 3 d'une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans la structure porteuse de la figure 1 au niveau du dôme liquide ;
- 10 • La figure 3 est une vue en coupe partielle dans un plan vertical III-III tel qu'illustré sur la figure 2 de la cuve étanche et thermiquement isolante de la figure 2 au niveau du dôme liquide ;
- La figure 4 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

15 Description détaillée de modes de réalisation

En relation avec la figure 1, l'on observe la partie arrière d'une structure porteuse 1 destinée à recevoir les parois d'une cuve étanche et thermiquement isolante. Cette structure porteuse 1 est par exemple formée par la double coque d'un navire. La structure porteuse 1 présente une forme générale polyédrique. La structure porteuse 1 présente deux parois avant 2 et arrière 3, ici de forme octogonale. Sur la figure 1, la paroi avant 2 n'est représentée que partiellement afin de permettre la visualisation de l'espace interne de la structure porteuse 1. Les parois avant 2 et arrière 3 sont des parois de cofferdam du navire et s'étendent transversalement à la direction longitudinale du navire. La structure porteuse 1 comporte également une paroi supérieure 4, une paroi inférieure 5 et des parois latérales 6. La paroi supérieure 4, la paroi inférieure 5 et les parois latérales 6 s'étendent selon la direction longitudinale du navire et relient les parois avant 2 et arrière 3.

La paroi supérieure 4 comporte, à proximité de la paroi arrière 3, une ouverture 7. La structure porteuse 1 comporte en outre une cheminée 8, de forme parallélépipédique rectangle, en saillie vers le haut, appelée dôme liquide. Cette

cheminée 8 est définie par deux parois transversales, avant 9 et arrière 10, et par deux parois latérales 11, 12 qui s'étendent verticalement et font saillie de la paroi supérieure 4 vers le haut. Plus particulièrement, chaque paroi 9, 10, 11, 12 de la cheminée 8 se développe depuis un bord respectif de l'ouverture 7 formée dans la paroi supérieure 4 de la structure porteuse 1. Le dôme liquide comporte en outre un couvercle horizontal, non représenté sur la figure 1, qui est destiné à recouvrir de manière étanche l'ouverture ménagée entre les parois 9, 10, 11, 12 de la cheminée 8.

En regard de la figure 3, on observe que la cuve est une cuve à membrane présentant une structure multicouche. Aussi, chaque paroi de la cuve présente successivement, de l'extérieur vers l'intérieur, selon la direction d'épaisseur de la paroi, une barrière thermiquement isolante secondaire 13 ancrée contre la structure porteuse 1, une membrane d'étanchéité secondaire 14 ancrée à la barrière thermiquement isolante secondaire 13, une barrière thermiquement isolante primaire 15 reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire 14 et une membrane d'étanchéité primaire 16 ancrée à la barrière thermiquement isolante primaire 15 et destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve. Les barrières thermiquement isolantes primaire 13 et secondaire 15 sont par exemple formées à partir d'éléments isolants juxtaposés de façon à former une surface de support pour les membranes étanches 14, 16. Cette structure multicouche de la cuve est disposée sur chacune des parois 4, 5, 6 de la structure porteuse 1. Cette structure multicouche est également présente sur les parois 9, 10, 11, 12 de la cheminée 8.

La membrane d'étanchéité primaire 16 est constituée d'une pluralité de plaques métalliques juxtaposées les unes aux autres avec recouvrement. Ces plaques métalliques sont de préférence de forme rectangulaire. Les plaques métalliques sont soudées entre elles afin d'assurer l'étanchéité de la membrane d'étanchéité primaire 16. Les plaques métalliques sont par exemple réalisées en acier inoxydable, en alliage à base de fer à forte teneur en Nickel ou en manganèse de 0.5 à 1.5 mm d'épaisseur.

Afin de permettre la déformation de la membrane d'étanchéité primaire 16 en réponse 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 comportent une pluralité d'ondulations 17 orientées vers l'intérieur de la cuve.

Plus particulièrement, comme illustré en pointillés sur la figure 2, la membrane d'étanchéité primaire 16 comporte une série de premières ondulations 18 parallèles, et une série de deuxièmes ondulations 19 parallèles. Les premières ondulations 18 se développent perpendiculairement aux deuxièmes ondulations 19. Ainsi, les premières ondulations 18 et les deuxièmes ondulations 19 forment un motif rectangulaire régulier sur sensiblement toute la superficie de la membrane d'étanchéité primaire 16. Les premières ondulations 18 se développent parallèlement à un axe longitudinal du navire. Les deuxièmes ondulations 19 se développent parallèlement à un axe transversal du navire. De préférence, les portions de premières ondulations 18 et de deuxièmes ondulations 19 formées par une même plaque métallique se développent parallèlement aux bords respectifs de ladite plaque métallique. Les ondulations 18, 19 d'une même série d'ondulations 18, 19 sont espacées d'un pas d'onde régulier. Une distance entre deux ondulations 18, 19 successives d'une même série d'ondulations est par exemple de l'ordre de 200mm à 800mm et idéalement de 340mm.

A titre d'exemple, chaque paroi de la cuve peut notamment être de type tel que décrit par exemple dans FR2691520 ou dans le document WO14057221.

En regard des figures 2 et 3, une paroi de plafond 20 de la cuve étanche et thermiquement isolante ancrée sur la paroi supérieure 4 de la structure porteuse présente une ouverture 21. Cette ouverture 21 de la paroi de plafond est agencée au droit de l'ouverture 7 de la cheminée 8. Cette ouverture 21 est délimitée par la membrane d'étanchéité primaire 16 des parois de cuve ancrées sur les parois 9, 10, 11, 12 de la cheminée 8. Ainsi, la membrane d'étanchéité primaire 16 présente des arêtes 22 à la jonction entre les portions de membrane d'étanchéité primaire 16 des parois de cuve ancrées sur les parois 9, 10, 11, 12 de la cheminée 8.

Afin d'assurer une bonne flexibilité de la membrane d'étanchéité primaire 16 au niveau du dôme liquide, les parois de cuves ancrées sur les parois 9, 10, 11, 12 de la cheminée 8 sont agencées de manière à ce que les ondulations 18, 19 de la membrane d'étanchéité primaire 16 desdites parois de cuves prolongent les ondulations 18, 19 de la paroi de plafond 20 de la cuve.

Autrement dit, des parois de dôme liquide transversales 23 de la cuve ancrées sur les parois avant 9 et arrière 10 de la cheminée 8 sont agencées de sorte que les premières ondulations 18 de la paroi de plafond 20 soient alignées avec des premières ondulations 18 correspondantes desdites parois de dôme liquide transversales 23. De même, des parois de dôme liquide longitudinales 24 de la cuve ancrées sur les parois latérales 11, 12 de la cheminée 8 sont agencées de sorte que les deuxièmes ondulations 19 de la paroi de plafond 20 soient alignées avec des deuxièmes ondulations 19 correspondantes desdites parois de dôme liquide longitudinales 24.

10 L'alignement des ondulations 18, 19 de la paroi de plafond 20 avec des ondulations 18, 19 correspondantes des parois de dôme liquide transversales 23 et longitudinales 24 permet de prolonger de façon continue les ondulations 18, 19 entre la paroi de plafond 20 et lesdites parois de dôme liquide 23, 24. Ce prolongement est par exemple réalisé au moyen d'une cornière d'angle comportant une portion
15 d'ondulation 18, 19 reliant les ondulations 18, 19 de la paroi de plafond 20 et des parois de dôme liquide 23, 24. Ainsi, la membrane étanche primaire 16 de la cuve présente une bonne flexibilité y compris au niveau de la jonction entre la paroi de plafond 20 et les parois de dôme liquide 23, 24, limitant la présence de point de tension dans la membrane d'étanchéité primaire 16.

20 Cependant, la position des ondulations 18, 19 de la paroi de plafond 20 est indépendante de la position de l'ouverture 7 de la structure porteuse 1. En effet, l'ouverture 7 de la paroi supérieure 4 de la structure porteuse 1 présente une position et des dimensions prédéterminées, c'est-à-dire définies préalablement à l'ancrage de la paroi de plafond 20 sur ladite paroi supérieure 4 de la structure porteuse 1. Ainsi,
25 lorsque la paroi de plafond 20 est ancrée sur la paroi supérieure 4 de la structure porteuse 1, les plaques métalliques formant la membrane d'étanchéité primaire 16 sont montées juxtaposées successivement sur la barrière thermiquement isolante primaire 15 ce qui détermine la position des ondulations 18, 19 au niveau de l'ouverture 7.

30 Ainsi, lorsque les parois de dôme liquide 23, 24 sont montées sur la cheminée 8, la distance entre une ondulation 18, 19 de la paroi de plafond 20 et les arêtes 22 ne sont pas maîtrisées. Plus particulièrement, la distance entre une

ondulation 18, 19 devant être prolongée sur une première paroi de dôme liquide 23, 24 et une arête 22 de la membrane étanche primaire 16 formée par la jonction de ladite première paroi de dôme liquide 23, 24 et une deuxième paroi de dôme liquide 24, 23 adjacente n'est pas maîtrisée. Or, si cette distance est trop faible, cette jonction
5 ne peut pas être réalisée de façon fiable et solide de manière à résister aux contraintes dans le dôme liquide.

Autrement dit, il est possible que les barrières thermiquement isolantes 13, 15 et la membrane d'étanchéité secondaire 14 présentent une épaisseur telle que la surface de support formée par la barrière thermiquement isolante primaire 15 de la
10 deuxième paroi de dôme liquide 24, 23 soit située dans un plan trop proche de l'ondulation 18, 19 de la paroi de plafond 20 de sorte que ladite ondulation 18, 19 ne puisse pas être prolongée sur la première paroi de dôme liquide 23, 24 sans préjudice pour la résistance mécanique de la jonction entre les premières et deuxièmes parois de dôme liquide 23, 24.

15 Pour éviter cela, les parois du dôme liquide 23, 24 sont dimensionnées afin de garantir un positionnement adéquat de l'ouverture 21 de la paroi de plafond 20 par rapport aux ondulations 18, 19 de ladite paroi de plafond 20. Pour cela, les parois de dôme liquide 23, 24 comportent une couche supplémentaire 25 destinée à adapter l'épaisseur desdites de dôme liquide 23, 24. Cette couche supplémentaire 25 est
20 intercalée entre la barrière thermiquement isolante secondaire 13 et la paroi 9, 10, 11, 12 correspondante de la cheminée 8.

Cette couche supplémentaire 25 peut être réalisée de nombreuses manières. Dans une mode de réalisation préférentiel illustré sur les figures 2 et 3, cette couche supplémentaire présente une structure analogue à la structure des
25 barrières thermiquement isolantes 13, 15. Par exemple, cette couche supplémentaire 25 est formée par une pluralité de blocs parallélépipédiques comportant une couche de garniture isolante, par exemple en mousse de polyuréthane, intercalée entre deux plaques rigides, par exemple en contreplaqué. Dans ce mode de réalisation, la barrière thermiquement isolante secondaire 13 peut être ancrée sur la cheminée 8
30 soit directement, par exemple via des organes d'ancrage intercalés entre deux blocs parallélépipédiques de la couche supplémentaire 25, soit indirectement en étant ancrée ou collée à la couche supplémentaire 25.

Dans un mode de réalisation non illustré, la couche supplémentaire 25 forme une surface de support discontinue pour la barrière thermiquement isolante secondaire 13. Par exemple, les blocs parallélépipédiques de la couche supplémentaire 25 sont espacés de manière à former une surface de support discontinue suffisante pour créer un espace entre la paroi 9, 10, 11, 12 de la cheminée 8 et la barrière thermiquement isolante secondaire 13 tout en permettant l'ancrage de la barrière thermiquement isolante secondaire 13 sur ladite paroi 9, 10, 11, 12 de la cheminée 8. De préférence, les espaces entre deux blocs parallélépipédiques de la couche supplémentaire 25 sont comblés par une garniture isolante, par exemple de la laine de verre.

Une telle couche supplémentaire 25 permet d'adapter l'épaisseur des parois de dôme liquide 23, 24. Cette couche supplémentaire 25 permet ainsi d'adapter la position de la membrane d'étanchéité primaire 16 dans la cheminée 8 et donc d'adapter la position de l'ouverture 21 dans la paroi de plafond 20 malgré le fait que la position et les dimensions de l'ouverture 7 dans la paroi supérieure 4 de la structure porteuse 1 soient prédéfinies. Typiquement, la position de la membrane d'étanchéité primaire 16 délimitant l'ouverture 21 dans la paroi de plafond 20 est déterminée par d'une part la position des parois 9, 10, 11, 12 de la cheminée 8 et, d'autre part, par l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante secondaire 13, l'épaisseur de la membrane d'étanchéité secondaire 14, l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante primaire 15 et l'épaisseur de la couche supplémentaire 25.

Ainsi, la couche supplémentaire 25 et plus particulièrement son dimensionnement en épaisseur permet une parfaite maîtrise du positionnement et de l'adaptation aux dimensions prédéfinies de l'ouverture 7, notamment pour former l'ouverture 21 de la paroi de plafond 20.

De préférence, une largeur $d1$ de l'ouverture 21 présente une dimension prise selon une direction transversale du navire définie par l'équation :

$$d1 = n1 \cdot p1 + 2 \cdot \Delta 1$$

dans laquelle $n1$ est un nombre entier positif, $p1$ est le pas d'ondes correspondant à l'écart entre deux ondulations longitudinales 18 adjacentes de la paroi de plafond, par exemple $p1 = 340\text{mm}$, et $\Delta 1$ est une distance de paroi de dôme

liquide transversale 23 permettant de relier de façon stable et fiable la membrane étanche primaire 16 de ladite paroi de dôme liquide transversale 23 avec la membrane étanche primaire 16 des parois de dôme liquide longitudinales 24 adjacentes. Ainsi, $\Delta 1$ répond à l'équation $e1+p1>\Delta 1>2e1$, dans laquelle $e1$ est un écart requis entre l'arête 22 et une ondulation adjacente pour permettre la liaison fiable et simple entre la membrane étanche primaire 16 des parois de dôme liquide formant ladite arête 22, par exemple $e1=217,5\text{mm}$.

Par ailleurs, l'ouverture 7 de la paroi supérieure présente une largeur $D1$ prise selon une direction transversale du navire définie par l'équation

$$D1 = d1 + E1 + S11 + E1 + S12$$

Dans laquelle $E1$ représente l'épaisseur prise selon la direction transversale du navire de la barrière thermiquement isolante secondaire 13, de la membrane étanche secondaire 14, de la barrière thermiquement isolante primaire 15 et de la membrane étanche primaire 16 des parois de dôme liquide longitudinales 24, par exemple $E1=270\text{mm}$, et $S11$ et $S12$ représentent l'épaisseur selon la direction transversale du navire des couches supplémentaires 25 desdites parois de dôme liquide longitudinales 24. $S11$ et $S12$ correspondent à la surépaisseur formée par les couches supplémentaires 25, tout comme $S21$ et $S22$ présentés dans la suite, et cette couche supplémentaire 25 est constituée de tous éléments disposés entre la barrière thermiquement isolante secondaire 13, ou l'unique barrière thermiquement isolante dans un tel mode de réalisation, et la paroi de cheminée 9, 10, 11 ou 12 tels que un matériau isolante, un matériau sandwich isolant (avec une ou deux couches de peau et une couche de cœur) ou multi-revêtement comportant une couche de mastic accolée à une couche de contreplaqué/mousse de polymère.

Comme expliqué ci-dessus, en modifiant l'épaisseur de la surcouche 25, il est possible de modifier la position de l'ouverture 21 dans l'ouverture 7. En particulier, il est possible de modifier cette position de l'ouverture 21 de manière à obtenir au minimum la distance $e1$ entre une ondulation 18 de la paroi de plafond 20 et l'arête 22 de la membrane étanche primaire 16 formée par des parois de dôme liquide 23, 24. Ainsi, il est possible d'adapter cet écart de manière à ce que ces ondulations 18 puissent être prolongées sur les parois transversales 23 de dôme liquide tout en

conservant une portion de membrane étanche suffisante pour assurer une bonne résistance mécanique de la jonction entre les membranes étanches primaires 16 des parois de dôme liquide 23, 24 Typiquement, l'épaisseur de la surcouche 25 est alors déterminée selon l'équation :

$$5 \quad S_{11}+S_{12}= D1 -(d1 +2E1) > e1,$$

Dans laquelle $e1$ est l'écart minimal souhaité entre l'arête 22 formée par la membrane étanche primaire 16 d'une paroi de dôme liquide transversale 23 et une ondulation longitudinale 18 de la paroi de plafond 20 adjacente à ladite arête 22 et prolongée sur ladite paroi de dôme liquide transversale 23. $e1$ est inférieur au pas
10 d'onde $p1$ de sorte qu'une ondulation longitudinale 18 de la paroi de plafond 20 adjacente à l'arête 22 mais située hors de l'ouverture 21 ne soit pas trop proche de ladite arête 22 et puisse être continue sur la paroi de plafond 20.

De préférence, $S_{11}+S_{12}<p1$, permettant ainsi une plus grande liberté de positionnement de l'ouverture 21 de la paroi de plafond 20 dans l'ouverture 7 de la
15 paroi supérieure 4 de la structure porteuse.

De façon analogue, une longueur $d2$ de l'ouverture 21 présente une dimension prise selon une direction longitudinale du navire définie par l'équation :

$$d2 = n2*p2+\Delta2$$

dans laquelle $n2$ est un nombre entier positif, $p2$ est le pas d'ondes
20 correspondant à l'écart entre deux ondulations transversales 19 adjacentes de la paroi de plafond, par exemple $p2=p1=340\text{mm}$, et $\Delta2$ une distance de paroi de dôme liquide longitudinale 24 permettant de relier de façon stable et fiable la membrane étanche primaire 16 de ladite paroi de dôme liquide longitudinale 24 avec la membrane étanche primaire 16 des parois de dôme liquide transversales 24
25 adjacentes. Ainsi, $\Delta2$ répond à l'équation $e2+p2>\Delta2>2e2$, dans laquelle $e2$ est un écart requis entre l'arête 22 et une ondulation adjacente pour permettre la liaison fiable et simple entre la membrane étanche primaire 16 des parois de dôme liquide formant ladite arête 22, par exemple $e2=e1=217.5\text{mm}$. Dans un mode de réalisation préférentiel, $\Delta1$ est égale à $\Delta2$.

Sur le mode de réalisation illustré sur la figure 2, la paroi arrière 10 de la cheminée 8 est formée par la paroi arrière 3 de la structure porteuse 1. Ainsi, pour une facilité de montage, la paroi de dôme liquide transversale 23 portée par la paroi arrière 10 de la cheminée 8 est réalisée de manière identique à la paroi de cuve 5 ancrée sur la paroi arrière 3 de la structure porteuse. Autrement dit, la paroi de dôme liquide transversale 23 ancrée sur la paroi arrière 10 ne présente pas de couche supplémentaire 25.

Ainsi, L'ouverture 7 de la paroi supérieure présente en outre une longueur D2 prise selon la direction longitudinale du navire définie par l'équation

$$10 \quad D2 = d2 + E2 + S21 + E2$$

Dans laquelle E2 représente l'épaisseur prise selon la direction longitudinale du navire de la barrière thermiquement isolante secondaire 13, de la membrane étanche secondaire 14, de la barrière thermiquement isolante primaire 15 et de la membrane étanche primaire 16 des parois de dôme liquide transversales 23, et S21 15 représente l'épaisseur selon la direction longitudinale du navire de la couche supplémentaire 25 de la paroi de dôme liquide transversale 23 ancrée sur la paroi avant 9 de la cheminée 8.

Comme expliqué ci-dessus, en modifiant l'épaisseur de la surcouche 25 en modifiant l'épaisseur S21 de la surcouche 25, l'ouverture 20 peut-être agencée de 20 manière à assurer un écart e2 entre les ondulations 19 et les arêtes 22. Typiquement, l'épaisseur de la surcouche 25 est alors déterminée selon l'équation :

$$S21 = D2 - (d2 + 2E2) > e2$$

dans laquelle e2 est l'écart minimal souhaité entre l'arête 22 formée par la membrane étanche primaire 16 d'une paroi de dôme liquide longitudinale 24 et une 25 ondulation transversale 19 de la paroi de plafond 20 adjacente à ladite arête 22 et prolongée sur ladite paroi de dôme liquide longitudinale 24. De préférence, e2 est inférieur au pas d'onde p2 de sorte qu'une ondulation transversale 19 de la paroi de plafond 20 adjacente à l'arête 22 mais située hors de l'ouverture 21 ne soit pas trop proche de ladite arête 22 et puisse être continue sur la paroi de plafond 20.

Dans un mode de réalisation non illustré, la paroi arrière 10 de la cheminée 8 est distincte de la paroi arrière 3 de la structure porteuse 1. Dès lors, la paroi de dôme liquide transversale 23 ancrée sur ladite paroi arrière 10 présente une structure analogue à la paroi de dôme liquide transversale 23 ancrée sur la paroi avant 9 et
 5 comporte la couche supplémentaire 25, la longueur d_2 répondant alors à l'équation $d_2 = n_2 \cdot p_2 + \Delta_2$ dans laquelle $e_2 + p_2 > \Delta_2 > 2e_2$. La longueur de l'ouverture 7 lorsque la paroi arrière 10 de la cheminée 8 est distincte de la paroi arrière de la structure porteuse 3 réponds alors à l'équation $D_2 = d_2 + E_2 + S_{21} + E_2 + S_{22}$, S_{22} étant l'épaisseur prise selon la direction longitudinale du navire de la couche
 10 supplémentaire 25 de la paroi de dôme liquide transversale 23 ancrée sur ladite paroi arrière 10 de la cheminée 8.

Les couches supplémentaires 25 des parois de dôme liquide transversales 23 répondent alors à l'équation $S_{21} + S_{22} = D_2 - (d_2 + 2E_2) > e_2$.

De préférence, $S_{21} + S_{22} < p_2$, permettant ainsi une plus grande liberté de
 15 positionnement de l'ouverture 21 de la paroi de plafond 20 dans l'ouverture 7 de la paroi supérieure 4 de la structure porteuse.

Sur la figure 2, les écarts entre les arêtes 22 et les ondulations 18, 19 adjacentes des parois de dôme liquide 23, 24 sont illustrés identique avec une valeur e_1 , e_2 de part et d'autre des parois de dôme liquide 23, 24. Cependant, modifiant les
 20 épaisseurs S_{11} , S_{12} , S_{21} , S_{22} des surcouches 25, ces distances entre les arêtes 22 et les ondulations adjacentes des parois de dôme liquide 23, 24 peuvent varier et être distinctes d'un côté et de l'autre d'une même paroi de dôme liquide 23, 24.

Exemple numérique :

Dans un exemple de réalisation, les pas d'ondes p_1 entre les ondulations 18
 25 adjacentes est de 340mm.

Par ailleurs, e_1 présente une valeur de 217.5 mm correspondant à une exigence de montage pour correctement souder les plaques métalliques de la membrane étanche primaire 16 des parois de dôme liquide entre elles et s'assurer d'un bon comportement mécanique de la membrane étanche primaire 16.

Les massifs isolants présentent une épaisseur $E1 = 270\text{mm} + 12.5\text{mm}$, 270mm représentant l'épaisseur de la barrière thermiquement isolante primaire 15, de la membrane d'étanchéité secondaire 14 et de la barrière thermiquement isolante secondaire 13 et 12.5mm représentant une épaisseur de mastic (non illustré) 5 intercalée entre la barrière thermiquement isolante secondaire 13 et la structure porteuse 3 ou la couche de surépaisseur et la structure porteuse 3.

L'ouverture 21 de la paroi de plafond 20 présente dans cet exemple numérique une largeur de $d1 = n1 \times 340 + 2 \times 217,5\text{mm}$, des valeurs de $n1$ sont, par exemples, $n1 = 13$, ou $n1 = 14$ voire $n1 = 15$. Par exemple, avec $n1 = 13$, l'ouverture 10 21 de la paroi de plafond présente une largeur $d1 = 13 \times 340 + 2 \times 217.5 = 4420 + 435 = 4855\text{mm}$.

L'ouverture 7 de la paroi supérieure 4 de la structure porteuse 1 présente par exemple une largeur $D1 = d1 + 2 \times E1 + 260\text{mm}$.

Ainsi, il est possible de modifier la valeur des couches de surépaisseur S11 15 et S12 afin d'ajuster la position de l'ouverture 21 de la paroi de plafond 20 dans l'ouverture 7 de la paroi supérieure 4 de la structure porteuse sans nécessiter de modifications de design des massifs isolants et en modifiant simplement les dimensions des surépaisseur S11, S12.

Typiquement, dans cet exemple, $S11 + S12 = 260\text{mm}$ de sorte qu'il possible 20 de faire varier les dimensions S11 et S12 afin de modifier la position de l'ouverture 21 dans l'ouverture 7 de la paroi supérieure 4. Par exemple, en partant d'une position centrale de l'ouverture 21 dans l'ouverture 7 pour laquelle des valeurs initiales de S11 et S12 sont telles que $S11 = S12 = 130\text{mm}$, il est possible de modifier les valeurs respectives de S11 et S12 pour déplacer de 0 à 130mm l'ouverture 21 en direction 25 de l'une des parois latérale 11, 12 de la cheminée 8 ou de l'autre desdites parois de cheminée latérales 12, 11 de la cheminée depuis ladite position centrale. Idéalement, $S11 + S12 = 340\text{mm}$, couvrant ainsi toutes les exigences de constructions d'une cuve. Cet exemple numérique est décrit dans le cadre des dimensions en largeur de la cuve, mais pourrait s'appliquer de façon analogue dans le cadre de dimensions 30 longitudinales de la cuve.

Dans un mode de réalisation, l'invention prévoit également la situation dans laquelle l'épaisseur des massifs isolants, disposés et fixés sur les murs opposés de la cheminée, sont différentes entre elles, voire différentes de l'épaisseur du massif isolant des parois de cuves disposées et fixées sur les parois de la structure porteuse.

5 Ainsi, si l'on considère tout d'abord les deux parois opposées de la cheminée, plus précisément les parois 11 et 12 représentées sur les figures 1 et 2 annexées. L'épaisseur du massif isolant ancré à la paroi 11 peut être différente de l'épaisseur du massif isolant ancré à la paroi 12 de sorte qu'arbitrairement on désignera respectivement la première épaisseur E1' (celle du massif isolant de la
10 paroi de dôme liquide ancrée sur la paroi 11 de cheminée) et la deuxième épaisseur E1 (celle du massif isolant de la paroi de dôme liquide ancrée sur la paroi 12 de cheminée).

Dans ce cas, l'invention fournit également une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse, la structure porteuse
15 comportant une paroi supérieure présentant une ouverture et des parois de cheminée se développant vers l'extérieur depuis des bords de ladite ouverture,

la cuve comportant une paroi de plafond ancrée sur la paroi supérieure de la structure porteuse, ladite paroi de plafond comportant une ouverture agencée au droit de l'ouverture de la paroi supérieure de la structure porteuse, la cuve comportant en
20 outre des parois de dôme liquide ancrées sur les parois de cheminée,

lesdites parois de cuve comportant un massif isolant ancré sur la structure porteuse et une membrane étanche ondulée reposant sur ledit massif isolant, la membrane étanche comportant une série d'ondulations parallèles à une direction des ondes,

25 dans laquelle des ondulations de la membrane étanche sont continues entre la paroi de plafond et une première paroi de dôme liquide ancrée sur une première paroi de cheminée, ladite première paroi de cheminée interrompant la paroi supérieure de la structure porteuse au droit desdites ondulations continues,

et dans laquelle une deuxième paroi de dôme liquide adjacente à la première
30 paroi de dôme liquide est ancrée sur une deuxième paroi de cheminée, la membrane étanche formant entre la première paroi de dôme liquide et la deuxième paroi de

dôme liquide une première arête, une troisième paroi de dôme liquide adjacente à la première paroi de dôme liquide étant ancrée sur une troisième paroi de cheminée, la membrane étanche formant entre la première paroi de dôme liquide et ladite troisième paroi de dôme liquide une deuxième arête,

- 5 au moins l'une parmi la deuxième et la troisième paroi de dôme liquide comportant en outre une couche de surépaisseur, ladite couche de surépaisseur étant dimensionnée de sorte que :

$$|(E1'+S11)-(E1+S12)| < p1$$

- 10 dans laquelle, selon une direction perpendiculaire à la direction des ondes et parallèle à la paroi supérieure de la structure porteuse, E1' est l'épaisseur du massif isolant de la deuxième paroi de dôme liquide tandis que E1 est l'épaisseur du massif isolant de la troisième paroi de dôme liquide, S11 est une dimension d'une première couche de surépaisseur appartenant à la deuxième paroi de dôme liquide lorsque ladite deuxième paroi de dôme liquide comporte une dite couche de surépaisseur,
- 15 S12 est une dimension d'une deuxième couche de surépaisseur appartenant à la troisième paroi de dôme liquide lorsque ladite troisième paroi de dôme liquide comporte une dite couche de surépaisseur, p1 est le pas d'ondes correspondant à l'écart entre deux ondulations longitudinales adjacentes de la paroi de plafond.

- 20 Dans cette inéquation, les signes « | ... | » signifie que l'on considère la valeur absolue de la différence présente entre ces signes.

Comme dans le cas énoncé précédemment, en lien avec la première série d'ondulations, l'invention prévoit également la situation dans laquelle l'épaisseur des massifs isolants, disposés et fixés sur les murs opposés de la cheminée, sont différentes entre elles dans le cas de la deuxième série d'ondulations.

- 25 Ainsi, dans cette situation, l'invention concerne une cuve étanche et thermiquement isolante, dans laquelle la série d'ondulations de la membrane étanche est une première série d'ondulations et la direction des ondes sur la paroi de plafond est une direction longitudinale de la cheminée,

- 30 la membrane étanche de la paroi de plafond comportant en outre une deuxième série d'ondulations parallèles à une direction transversale de la cheminée,

la direction longitudinale de la cheminée et la direction transversale de la cheminée étant perpendiculaires,

dans laquelle des ondulations de la deuxième série d'ondulations sont continues entre la paroi de plafond et la deuxième paroi de dôme liquide, la deuxième
5 paroi de cheminée interrompant la paroi supérieure de la structure porteuse au droit desdites ondulations continues de la deuxième série d'ondulations,

la cuve comportant une quatrième paroi de dôme liquide ancrée sur une quatrième paroi de cheminée, la quatrième paroi de dôme liquide étant adjacente aux deuxième et troisième parois de dôme liquide, la membrane étanche formant une
10 troisième arête entre la quatrième paroi de dôme liquide et la deuxième paroi de dôme liquide et une quatrième arête entre la quatrième paroi de dôme liquide et la troisième paroi de dôme liquide, au moins l'une parmi la première paroi de dôme liquide et la quatrième paroi de dôme liquide comportant une couche de surépaisseur dimensionnée de sorte que :

$$15 \quad |(E2' + S21) - (E2 + S22)| < p2$$

dans laquelle, selon une direction perpendiculaire à la direction des ondes et parallèle à la paroi supérieure de la structure porteuse, E2' est l'épaisseur du massif isolant situé à proximité de la quatrième paroi (10) de dôme liquide tandis que E2 est l'épaisseur du massif isolant situé à proximité de la première paroi (9) de dôme
20 liquide, S21 est une dimension d'une première couche de surépaisseur appartenant à la quatrième paroi de dôme liquide lorsque ladite quatrième paroi de dôme liquide comporte une dite couche de surépaisseur, S22 est une dimension d'une deuxième couche de surépaisseur appartenant à la première paroi de dôme liquide lorsque ladite première paroi de dôme liquide comporte une dite couche de surépaisseur, p2
25 est le pas d'ondes correspondant à l'écart entre deux ondulations longitudinales adjacentes de la paroi de plafond.

Dans cette inéquation, les signes « | ... | » signifie que l'on considère la valeur absolue de la différence présente entre ces signes.

La technique décrite ci-dessus pour réaliser une cuve étanche et
30 thermiquement isolante peut être utilisée dans différents types de réservoirs, par exemple pour constituer un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans

un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre. En particulier, les figures 2 et 3 illustrent une cuve étanche et thermiquement isolante à double membrane. Cependant cette technique peut également être mise en œuvre dans le cas d'une cuve étanche et thermiquement isolante ne présentant qu'une unique membrane

5 étanche et une unique barrière thermiquement isolante.

En référence à la figure 4, 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

10 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

15 73 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

La figure 4 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une

20 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

25 liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76 au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76 permet

30 le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de

garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

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

Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs
10 combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la
15 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.

REVENDICATIONS

1. Cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse (1), la structure porteuse (1) comportant une paroi supérieure (4) présentant une ouverture (7) et des parois (9, 10, 11, 12) de cheminée (8) se
5 développant vers l'extérieur depuis des bords de ladite ouverture (7),

la cuve comportant une paroi de plafond (20) ancrée sur la paroi supérieure (4) de la structure porteuse, ladite paroi de plafond (20) comportant une ouverture (21) agencée au droit de l'ouverture (7) de la paroi supérieure (4) de la structure porteuse (1), la cuve comportant en outre des parois de dôme liquide (23, 24) ancrées
10 sur les parois (9, 10, 11, 12) de cheminée (8),

lesdites parois de cuve comportant un massif isolant ancré sur la structure porteuse (1) et une membrane étanche (16) ondulée reposant sur ledit massif isolant, la membrane étanche (16) comportant une série d'ondulations (18) parallèles à une direction des ondes,
15 dans laquelle des ondulations (18) de la membrane étanche (16) sont continues entre la paroi de plafond (20) et une première paroi de dôme liquide (23) ancrée sur une première paroi (9) de cheminée (8), ladite première paroi (9) de cheminée (8) interrompant la paroi supérieure (4) de la structure porteuse (1) au droit desdites ondulations (18) continues,

20 et dans laquelle une deuxième paroi de dôme liquide (24) adjacente à la première paroi de dôme liquide (23) est ancrée sur une deuxième paroi de cheminée (11), la membrane étanche (16) formant entre la première paroi de dôme liquide (23) et la deuxième paroi de dôme liquide (24) une première arête (22), une troisième paroi de dôme liquide (24) adjacente à la première paroi de dôme liquide (23) étant ancrée
25 sur une troisième paroi de cheminée (12), la membrane étanche (16) formant entre la première paroi de dôme liquide (23) et ladite troisième paroi de dôme liquide (24) une deuxième arête (22),

au moins l'une parmi la deuxième et la troisième paroi de dôme liquide comportant en outre une couche de surépaisseur (25), ladite couche de surépaisseur
30 (25) étant dimensionnée de sorte que :

$$S11+S12=D1-(d1+2E1) > e1, \text{ et}$$

$$S11 < E1 \text{ et } S12 < E1$$

dans laquelle, selon une direction perpendiculaire à la direction des ondes et parallèle à la paroi supérieure (4) de la structure porteuse (1), S11 est une dimension d'une première couche de surépaisseur (25) appartenant à la deuxième paroi de dôme liquide (24) lorsque ladite deuxième paroi de dôme liquide (24) comporte une dite couche de surépaisseur, S12 est une dimension d'une deuxième couche de surépaisseur (25) appartenant à la troisième paroi de dôme liquide (24) lorsque ladite troisième paroi de dôme liquide (24) comporte une dite couche de surépaisseur, D1 est une dimension de la première paroi (9) de cheminée (8), d1 est une dimension de la membrane étanche (16) de la première paroi de dôme liquide (23), E1 est une épaisseur du massif isolant des parois de cuve et e1 est la plus petite parmi une distance entre la première arête (22) et une dite ondulation (18) continue de la membrane étanche (16) adjacente à la première arête (22) et une distance entre la deuxième arête (22) et une dite ondulation (18) continue de la membrane étanche (16) adjacente à la deuxième arête (22).

2. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1, dans laquelle la deuxième paroi de dôme liquide et la troisième paroi de dôme liquide se développent parallèlement à la direction des ondes.

3. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle les ondulations (18) sont juxtaposées selon un pas d'onde régulier $p1$, et dans laquelle $e1 < p1$.

4. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 3, dans laquelle $S11+S12 < p1$.

5. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle la série d'ondulations de la membrane étanche est une première série d'ondulations et la direction des ondes sur la paroi de plafond est une direction longitudinale de la cheminée,

la membrane étanche de la paroi de plafond (20) comportant en outre une deuxième série d'ondulations (19) parallèles à une direction transversale de la

cheminée (8), la direction longitudinale de la cheminée (8) et la direction transversale de la cheminée (8) étant perpendiculaires,

dans laquelle des ondulations (19) de la deuxième série d'ondulations (19) sont continues entre la paroi de plafond (20) et la deuxième paroi de dôme liquide (24), la deuxième paroi (11) de cheminée (8) interrompant la paroi supérieure (4) de la structure porteuse (1) au droit desdites ondulations (19) continues de la deuxième série d'ondulations (19),

la cuve comportant une quatrième paroi de dôme liquide (23) ancrée sur une quatrième paroi de cheminée (10), la quatrième paroi de dôme liquide étant adjacente aux deuxième et troisième parois de dôme liquide, la membrane étanche (16) formant une troisième arête (22) entre la quatrième paroi de dôme liquide (23) et la deuxième paroi de dôme liquide (24) et une quatrième arête (22) entre la quatrième paroi de dôme liquide (23) et la troisième paroi de dôme liquide (24), au moins l'une parmi la première paroi de dôme liquide et la quatrième paroi de dôme liquide comportant une couche de surépaisseur (25) dimensionnée de sorte que :

$$S21+S22=D2-(d2+2E2) > e2 \quad , \text{ et}$$

$$S21 < E2 \text{ et } S22 < E2$$

dans laquelle, selon la direction longitudinale de la cheminée (8), S21 est une dimension d'une troisième couche de surépaisseur (25) appartenant à la première paroi de dôme liquide (23) lorsque ladite première paroi de dôme liquide comporte une dite couche de surépaisseur (25), S22 est une dimension d'une quatrième couche de surépaisseur (25) appartenant à la quatrième paroi de dôme liquide (23) lorsque ladite quatrième paroi de dôme liquide (23) comporte une dite couche de surépaisseur (25), D2 est une dimension de la deuxième paroi (11) de cheminée (8), d2 est une dimension de la membrane étanche (16) de la deuxième paroi de dôme liquide (24) et e2 est la plus petite parmi une distance entre la première arête et une dite ondulation (19) continue de la deuxième paroi de dôme liquide (24) adjacente à la première arête (22) et une distance entre la quatrième arête (22) et une dite ondulation (19) continue de la deuxième paroi de dôme liquide (24) adjacente à la quatrième arête (22).

6. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 5, dans laquelle la première paroi de dôme liquide et la quatrième paroi de dôme liquide se développent parallèlement à la direction transversale de la cheminée.

7. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 3 ou 5 4 prise en combinaison avec la revendication 5 ou 6, dans laquelle le pas d'onde p_1 séparant deux ondulations adjacentes de la première série d'ondulations est un premier pas d'ondes, les ondulations de la deuxième série d'ondulations (19) étant juxtaposées et espacées d'un deuxième pas d'onde régulier p_2 , et dans laquelle $e_2 < p_2$.

10 8. Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 7, dans laquelle $S_{21} + S_{22} < p_2$.

9. Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle le massif isolant des parois de la cuve comporte une barrière thermiquement isolante primaire (15) et une barrière thermiquement isolante secondaire (13), la membrane étanche étant une membrane étanche 15 primaire (16) reposant sur la barrière thermiquement isolante primaire (15), le massif isolant comportant en outre une membrane étanche secondaire (14) intercalée entre la barrière thermiquement isolante primaire (13) et la barrière thermiquement isolante secondaire (15).

20 10. Procédé d'assemblage de dôme liquide d'une cuve étanche et thermiquement isolante dans une structure porteuse (1), la structure porteuse (1) comportant une paroi supérieure (4) présentant une ouverture (7) de dimensions prédéfinies et des parois (9, 10, 11, 12) de cheminée (8) se développant vers l'extérieur depuis des bords de ladite ouverture (7),

25 la cuve comportant une paroi de plafond (20) ancrée sur la paroi supérieure (4) de la structure porteuse (1), ladite paroi de plafond (20) comportant une ouverture (21) agencée au droit de l'ouverture (7) de la paroi supérieure (4) de la structure porteuse (4),

la paroi de plafond (20) comportant un massif isolant ancré sur la structure 30 porteuse (1) et une membrane étanche (16) ondulée reposant sur le massif isolant,

la membrane étanche (16) comportant une série d'ondulations (18) parallèles à une direction des ondes, le procédé comportant les étapes de

- 5 - isoler le dôme liquide en ancrant des portions de massif isolant sur des parois (9, 10, 11, 12) de la cheminée (8), lesdites portions de massif isolant formant une surface de support jointive d'une surface de support de plafond formée par le massif isolant de la paroi de plafond (20),
- 10 - étanchéifier le dôme liquide en montant des portions de membrane étanche (16) ondulée sur les surfaces de support formées par les portions de massif isolant et en reliant de manière étanche lesdites portions de membrane étanche (16) avec la membrane étanche (16) ondulée de la paroi de plafond (20),

dans laquelle l'étape d'isoler le dôme liquide comporte, pour au moins l'une parmi une deuxième paroi de dôme liquide (24) et une troisième paroi de dôme liquide (24) adjacentes à une première paroi de dôme liquide (23), ancrer une couche de surépaisseur (25) sur une paroi de cheminée correspondante à ladite au moins une paroi de dôme liquide, ladite couche de surépaisseur étant intercalée entre le massif isolant et ladite paroi de cheminée (8), ladite couche de surépaisseur étant dimensionnée de sorte que :

$$S_{11}+S_{12}=D_1-(d_1+2E_1) > e_1, \text{ et}$$

$$20 \quad S_{11} < E_1 \text{ et } S_{12} < E_1$$

dans laquelle, selon une direction perpendiculaire à la direction des ondes et parallèle à la paroi supérieure (4) de la structure porteuse (1), S_{11} est une dimension d'une première couche de surépaisseur (25) appartenant à la deuxième paroi de dôme liquide (24) lorsque ladite deuxième paroi de dôme liquide (24) comporte une couche de surépaisseur, S_{12} est une dimension d'une deuxième couche de surépaisseur (25) appartenant à la troisième paroi de dôme liquide (24) lorsque ladite troisième paroi de dôme liquide (24) comporte une couche de surépaisseur, D_1 est une dimension de la première paroi (9) de cheminée (8) sur laquelle est ancrée la première paroi de dôme liquide, d_1 est une dimension de la membrane étanche (16) de ladite première paroi de dôme liquide (23), E_1 est une épaisseur du massif isolant des parois de cuve et e_1 est une distance entre une dite

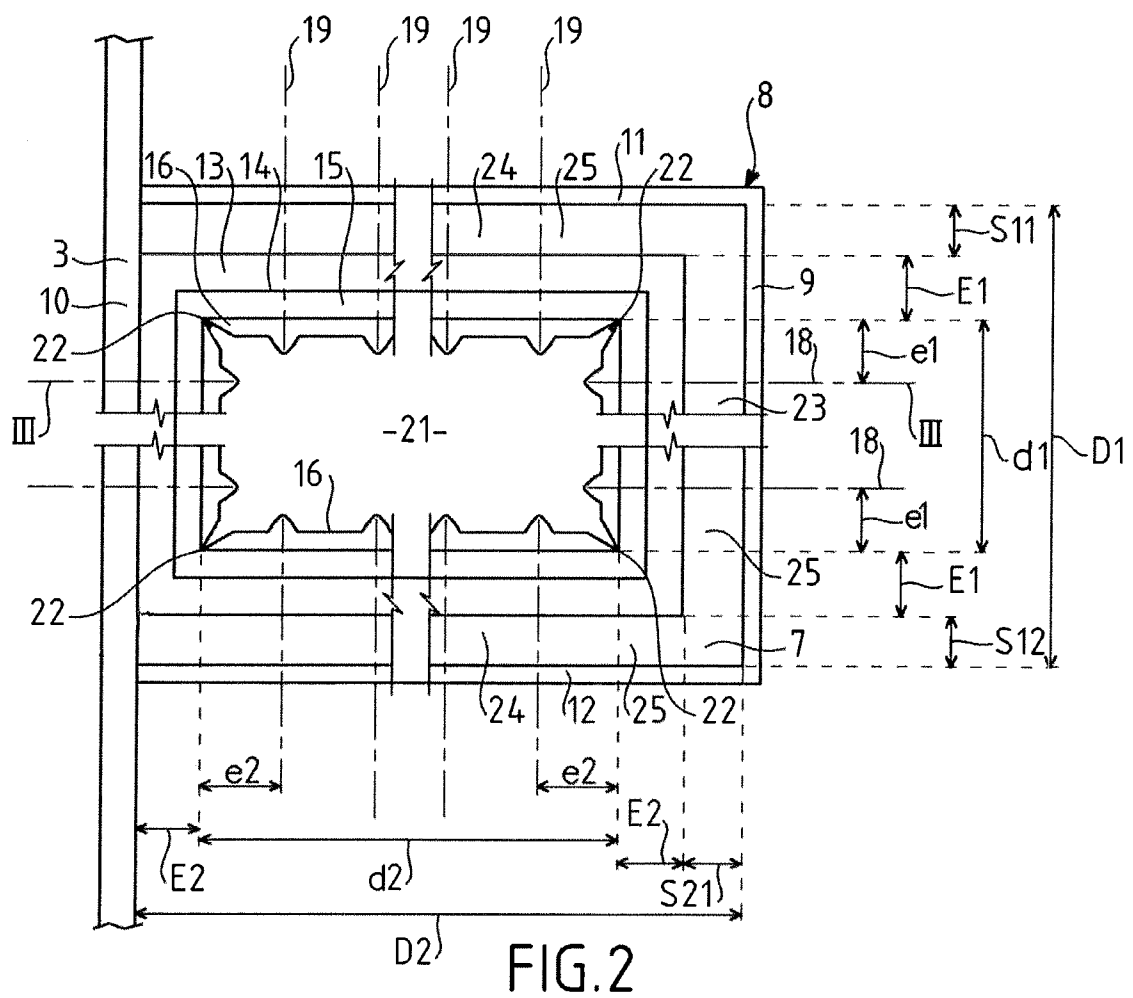
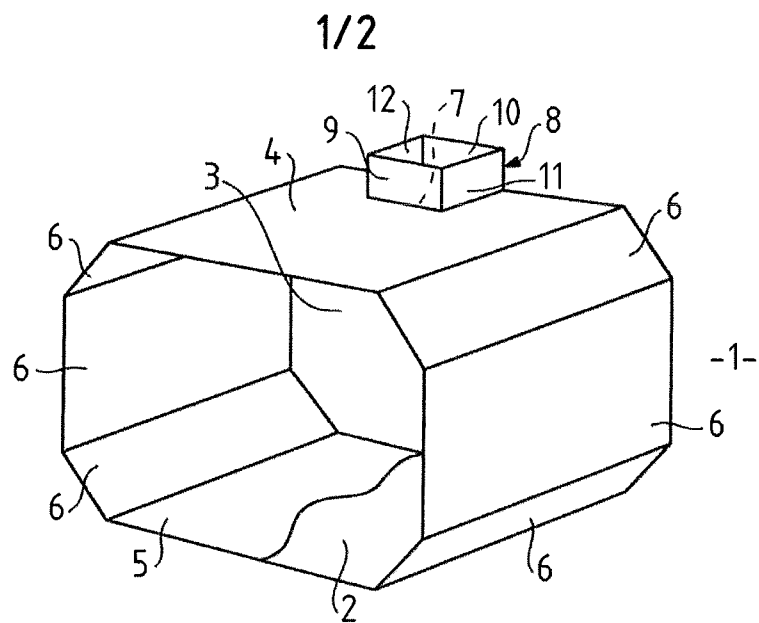
ondulation (18) de la membrane étanche (16) de la première paroi de dôme liquide (23) et une arête (22) adjacente formée par la première de dôme liquide et l'une parmi la deuxième et la troisième paroi de dôme liquide.

et dans laquelle l'étape d'étanchéifier le dôme liquide comporte aligner des
5 ondulations (18) de la membrane étanche (16) de la première paroi de dôme liquide (23) de manière à ce que des ondulations (18) soient continues entre la paroi de plafond (20) et ladite première paroi de dôme liquide (23), ladite première paroi de cheminée (9) interrompant la paroi supérieure (4) de la structure porteuse (1) au droit desdites ondulations (18) continues.

10 11. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une des revendications 1 à 9 disposée dans la double coque.

12. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 11, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des
15 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).

13. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 11, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire
20 à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.



2/2

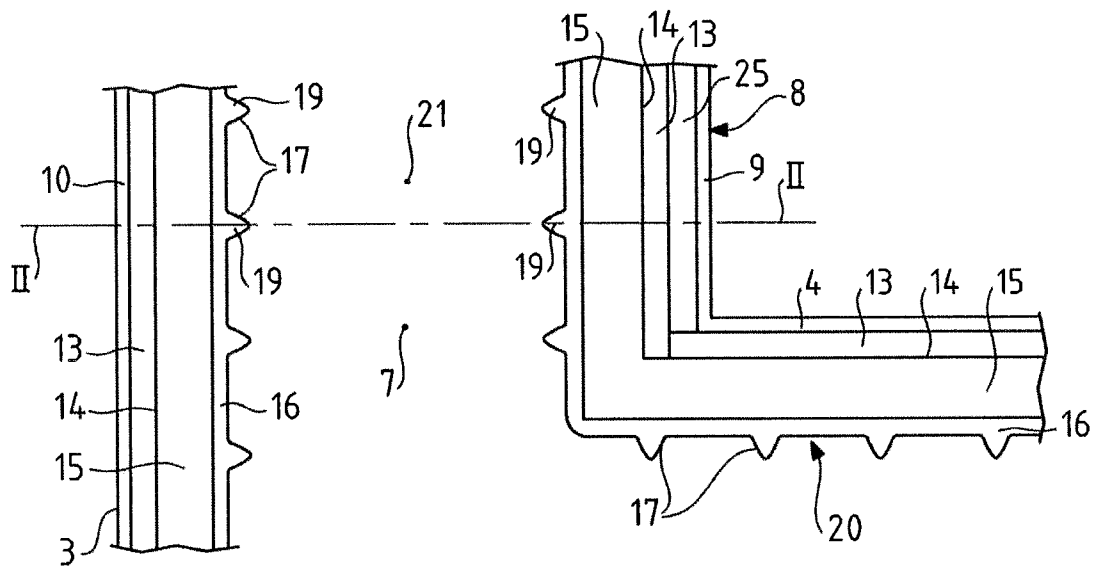


FIG.3

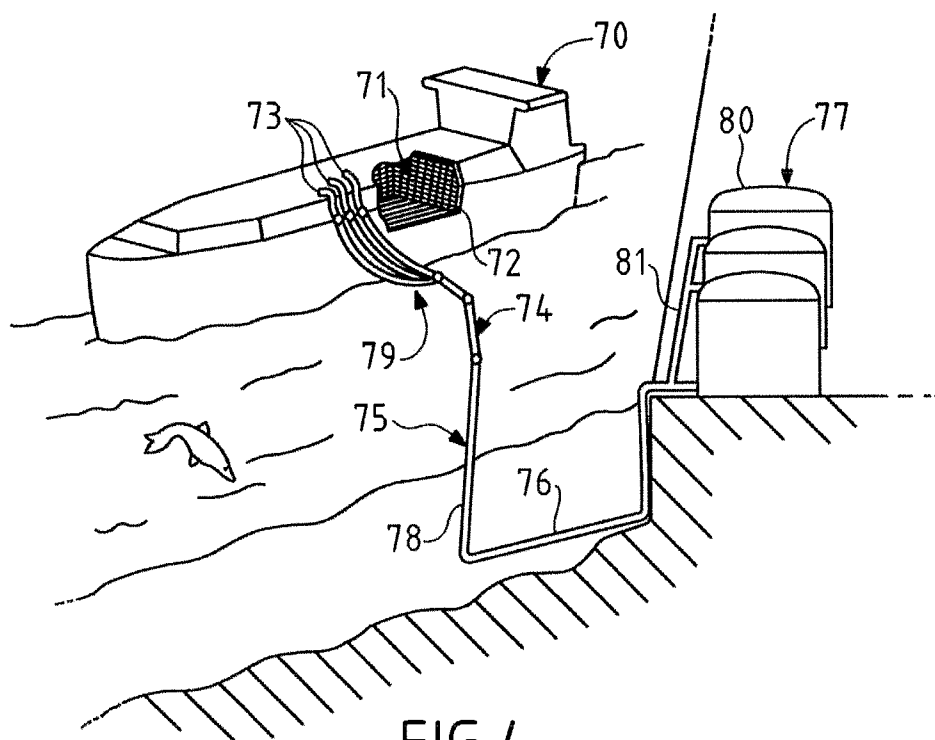


FIG.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/051434

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*F17C 13/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F17C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 20150012664 A (SAMSUNG HEAVY IND CO LTD) 04 February 2015 (2015-02-04) paragraphs [0025] - [0062]; figures 1-12	1-13
A	KR 20150127959 A (KOREA GAS CORP [KR]) 18 November 2015 (2015-11-18) paragraphs [0007], [0023] - [0043]; figures 1-6	1-13
A	FR 3049678 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 06 October 2017 (2017-10-06) figure 19	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 2019

Date of mailing of the international search report

20 September 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Nicol, Boris

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/051434

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	20150012664	A	04 February 2015	NONE			
KR	20150127959	A	18 November 2015	NONE			
FR	3049678	A1	06 October 2017	CN	107270115	A	20 October 2017
				FR	3049678	A1	06 October 2017
				JP	2017197289	A	02 November 2017
				KR	20170113467	A	12 October 2017

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/051434

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F17C13/00
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F17C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	KR 2015 0012664 A (SAMSUNG HEAVY IND CO LTD) 4 février 2015 (2015-02-04) alinéas [0025] - [0062]; figures 1-12 -----	1-13
A	KR 2015 0127959 A (KOREA GAS CORP [KR]) 18 novembre 2015 (2015-11-18) alinéas [0007], [0023] - [0043]; figures 1-6 -----	1-13
A	FR 3 049 678 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 6 octobre 2017 (2017-10-06) figure 19 -----	1



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 septembre 2019

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

20/09/2019

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Nicol, Boris

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/051434

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
KR 20150012664 A	04-02-2015	AUCUN	
KR 20150127959 A	18-11-2015	AUCUN	
FR 3049678 A1	06-10-2017	CN 107270115 A	20-10-2017
		FR 3049678 A1	06-10-2017
		JP 2017197289 A	02-11-2017
		KR 20170113467 A	12-10-2017