

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 035 175

21 N° d'enregistrement national : 15 53496

51 Int Cl⁸ : F 17 C 3/04 (2016.01), B 65 D 90/08, B 63 B 25/16

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.04.15.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.10.16 Bulletin 16/42.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : BOYEAU MARC.

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

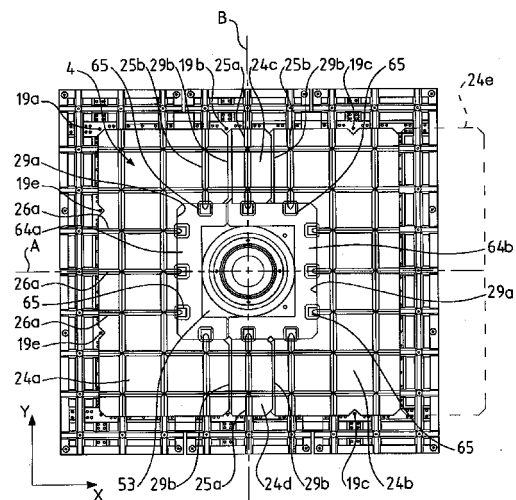
74 Mandataire(s) : LOYER ET ABELLO.

54 CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE EQUIPEE D'UN ELEMENT TRAVERSANT.

57 L'invention concerne une cuve étanche et thermique-
ment isolante dans laquelle la distance entre deux ondula-
tions adjacentes des tôles métalliques ondulées de la
membrane d'étanchéité est égale à un intervalle d'ondula-
tion prédéterminé l_0 , la membrane d'étanchéité comportant
autour d'un élément traversant :

deux plaques métalliques rectangulaires échancrées
(24a, 24b) larges de $3l_0$ selon la première direction et lon-
gues de $7l_0$ selon la deuxième direction, qui sont symé-
triques l'une de l'autre, chaque plaque métallique
rectangulaire échancrée présentant trois bords extérieurs
disposés au droit d'une pluralité de platines d'ancrage et
soudés sur la première pluralité de platines d'ancrage et un
bord intérieur présentant une échancrure (29a) ménagée
pour éviter de couper une fenêtre carrée où passe l'élément
traversant,

et deux plaques métalliques de rattrapage (24c, 24d)
disposées entre les portions non échancrées des bords in-
térieurs des deux plaques métalliques rectangulaires
échancrées.



FR 3 035 175 - A1



Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes, pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique.

- 5 Des cuves étanches et thermiquement isolantes à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est stocké, à pression atmosphérique, à environ -162°C.

Arrière-plan technologique

Le document WO-A-2011/157915 décrit une cuve étanche et
10 thermiquement isolante pour le stockage de gaz naturel liquéfié, du type qui comporte une paroi de cuve fixée à une paroi porteuse plane. La paroi de cuve comporte une membrane d'étanchéité primaire et une barrière thermiquement isolante disposée entre la structure porteuse et la membrane d'étanchéité primaire. La membrane d'étanchéité primaire est essentiellement constituée d'une pluralité de
15 tôles métalliques ondulées soudées les unes aux autres de manière étanche qui forment une première série d'ondulations rectilignes parallèles équidistantes s'étendant selon une première direction du plan de la paroi porteuse et une deuxième série d'ondulations rectilignes parallèles équidistantes s'étendant selon
20 une deuxième direction du plan de la paroi porteuse, la deuxième direction étant perpendiculaire à la première direction, la distance entre deux ondulations adjacentes de la première série et la distance entre deux ondulations adjacentes de la deuxième série étant égales à un intervalle d'ondulation prédéterminé. Les tôles métalliques ondulées présentent des formes rectangulaires dont les côtés sont
25 la paroi porteuse et dont les dimensions sont sensiblement égales à des multiples entiers de l'intervalle d'ondulation, chaque bord d'une tôle métallique ondulée étant situé entre deux ondulations adjacentes parallèles audit bord.

WO-A-2011/157915 propose des structures permettant le passage d'un pied de support à travers la paroi de fond de la cuve. Toutefois, lorsqu'un diamètre
30 du pied de support dépasse deux intervalles d'ondulation, ces structures prévoient de déplacer localement le cheminement des ondulations pour former des réseaux d'ondulations plus complexes. Or une telle complexification du réseau d'ondulations peut s'avérer compliquée à mettre en œuvre, en particulier dans le cas où le

cheminement des ondulations se répercute sur d'autres éléments de la paroi de cuve, qui doivent être alors être adaptés aux réseaux d'ondulations plus complexes. Ces considérations entrent notamment en jeu lorsqu'on cherche à concevoir la membrane secondaire disposée entre la barrière isolante primaire et la barrière
5 isolante secondaire sous la forme d'une membrane métallique ondulée.

De problèmes similaires sont également susceptibles de se poser dans la paroi supérieure de la cuve, par exemple au niveau d'une conduite collectrice de vapeurs ou dans la paroi inférieure de la cuve, par exemple au niveau d'une structure de puisard ou de tout autre élément traversant une zone singulière de la
10 paroi de cuve.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de proposer une paroi de cuve à structure multicouche équipée d'un élément traversant passant au travers d'une zone singulière de la paroi de cuve et dans laquelle la structure de la paroi de cuve
15 dans ladite zone singulière soit simple et se raccorde facilement aux zones adjacentes de la paroi de cuve.

Pour cela, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante, ladite cuve comportant une paroi de cuve fixée à une paroi porteuse plane, la paroi de cuve comportant au moins une membrane d'étanchéité et au moins une barrière
20 thermiquement isolante disposée entre la structure porteuse et la membrane d'étanchéité,

la ou chaque membrane d'étanchéité étant essentiellement constituée d'une pluralité de tôles métalliques ondulées soudées les unes aux autres de manière étanche qui forment une première série d'ondulations rectilignes parallèles
25 équidistantes s'étendant selon une première direction du plan de la paroi porteuse et une deuxième série d'ondulations rectilignes parallèles équidistantes s'étendant selon une deuxième direction du plan de la paroi porteuse, la deuxième direction étant perpendiculaire à la première direction, la distance entre deux ondulations adjacentes de la première série et la distance entre deux ondulations adjacentes de
30 la deuxième série étant égales à un intervalle d'ondulation prédéterminé i_0 , les tôles métalliques ondulées présentant des formes rectangulaires dont les côtés sont parallèles à respectivement la première direction et la deuxième direction du plan de la paroi porteuse et dont les dimensions sont sensiblement égales à des multiples

- entiers de l'intervalle d'ondulation, chaque bord d'une tôle métallique ondulée étant situé entre deux ondulations adjacentes parallèles audit bord,
- la ou chaque barrière thermiquement isolante étant essentiellement constituée d'une pluralité de panneaux isolants juxtaposés présentant chacun une face interne
- 5 qui forme une surface de support pour la membrane d'étanchéité, les panneaux isolants présentant des formes parallélépipédiques rectangles dont les côtés sont parallèles à respectivement la première direction et la deuxième direction du plan de la paroi porteuse et dont les dimensions en projection dans le plan de la paroi porteuse sont sensiblement égales à des multiples entiers de l'intervalle
- 10 d'ondulation,
- des platines d'ancrage métalliques étant fixées sur les faces internes des panneaux isolants et les tôles métalliques ondulées présentant des bords soudés auxdites platines d'ancrage pour retenir la membrane d'étanchéité contre ladite surface de support,
- 15 la cuve étanche étant équipée d'un élément traversant passant à travers la paroi de cuve.

- Selon un mode de réalisation, les ondulations de la membrane d'étanchéité primaire sont décalées d'un demi-intervalle d'ondulation dans chacune des deux directions du plan par rapport aux ondulations de la membrane d'étanchéité
- 20 secondaire,
- les tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité primaire sont interrompues au niveau d'une ouverture, ladite ouverture interrompant deux ondulations de chaque série d'ondulations de la membrane d'étanchéité primaire, ladite ouverture étant centrée à une position située au milieu des deux ondulations
- 25 interrompues de chaque série d'ondulations de la membrane d'étanchéité primaire, et les tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité secondaire sont interrompues au niveau d'une ouverture, ladite ouverture interrompant une séquence de trois ondulations de chaque série d'ondulations de la membrane d'étanchéité secondaire, ladite ouverture de la membrane d'étanchéité secondaire
- 30 étant concentrique avec l'ouverture de la membrane d'étanchéité primaire, ladite ouverture de la membrane d'étanchéité secondaire étant centrée à une position située à l'intersection de la deuxième ondulation de la séquence de trois ondulations appartenant à la première série de la membrane d'étanchéité secondaire et de la

deuxième ondulation de la séquence de trois ondulations appartenant à la deuxième série de la membrane d'étanchéité secondaire.

Selon un mode de réalisation, la ou l'une des barrière(s) thermiquement isolante(s) autour de l'élément traversant comporte une pluralité de panneaux
5 isolants qui forment une couronne de forme carrée autour de l'élément traversant, ladite couronne présentant des côtés extérieurs mesurant sensiblement $9i_0$ qui sont parallèles à respectivement la première direction et la deuxième direction du plan de la paroi porteuse, ladite couronne délimitant en son centre une fenêtre carrée dont les côtés mesurent sensiblement $3i_0$ et qui sont aussi parallèles à respectivement la
10 première direction et la deuxième direction du plan de la paroi porteuse, de sorte que l'élément traversant passe à travers la barrière thermiquement isolante dans ladite fenêtre carrée,
une première pluralité de platines d'ancrage étant disposées sur la face interne de ladite couronne le long des quatre côtés extérieurs de ladite couronne, la distance
15 entre chaque platine d'ancrage de la première pluralité et le côté extérieur qu'elle longe étant égale à l'intervalle d'ondulation,
des pièces de liaison liées de manière étanche à l'élément traversant étant disposées dans la fenêtre carrée autour de l'élément traversant au niveau de la face interne des panneaux isolants qui forment la couronne.

20 Selon un mode de réalisation, les tôles métalliques ondulées de la ou de l'une des membrane(s) d'étanchéité autour de l'élément traversant comportent : deux plaques métalliques rectangulaires échancrées larges de $3i_0$ selon la première direction et longues de $7i_0$ selon la deuxième direction, qui sont symétriques l'une de l'autre par rapport à un axe de symétrie parallèle à la deuxième direction passant
25 par le centre de la fenêtre carrée, dit deuxième axe de symétrie, chaque plaque métallique rectangulaire échancrée présentant trois bords extérieurs disposés au droit de la première pluralité de platines d'ancrage et soudés sur la première pluralité de platines d'ancrage et un bord intérieur présentant une échancrure ménagée pour éviter de couper ladite fenêtre carrée, ladite échancrure présentant
30 une largeur égale à $1i_0$ selon la première direction et une longueur égale à $3i_0$ selon la deuxième direction de manière que la portion échancrée du bord intérieur longe la fenêtre carrée,
et deux plaques métalliques de rattrapage disposées entre les portions non échancrées des bords intérieurs des deux plaques métalliques rectangulaires

échancrées, les deux plaques métalliques de rattrapage étant symétriques l'une de l'autre par rapport à un axe de symétrie parallèle à la première direction passant par le centre de la fenêtre carrée, dit premier axe de symétrie, chaque plaque métallique de rattrapage étant large de $1i_0$ selon la première direction et longue de $2i_0$ selon la

5 deuxième direction et présentant une ondulation alignée sur ledit deuxième axe de symétrie,

les deux bords longitudinaux de chaque plaque métallique de rattrapage étant soudés de manière étanche aux bords intérieurs des deux plaques métalliques rectangulaires échancrées, et le bord latéral extérieur de chaque plaque métallique

10 de rattrapage étant soudé aux platines d'ancrage de la première pluralité,

la portion échancrée du bord intérieur de chaque plaque métallique rectangulaire échancrée et le bord latéral intérieur de chaque plaque métallique de rattrapage étant soudés de manière étanche auxdites pièces de liaison.

Grâce à ces caractéristiques, il est possible de laisser passer un élément

15 traversant relativement encombrant, à savoir présentant un diamètre jusqu'à $3i_0$, tout en évitant les concentrations de contraintes dans la membrane d'étanchéité autour de l'élément traversant. En effet, cette conception très symétrique de la membrane d'étanchéité permet de solliciter de manière assez équilibrée les différentes ondulations pour reprendre les déformations causées par les

20 sollicitations thermiques et mécaniques. De plus, en fournissant une zone de la barrière thermiquement isolante de dimensions $9i_0$ par $9i_0$ symétrique, cette structure est relativement facile à raccorder aux zones adjacentes de la paroi de cuve, notamment lorsque celles-ci sont formées de panneaux isolants de dimensions $3i_0$ par $9i_0$. Enfin, en fournissant une zone de la membrane d'étanchéité

25 de dimensions $7i_0$ par $7i_0$ symétrique et concentrique avec la zone de la barrière thermiquement isolante, cette structure crée un décalage entre les bords des panneaux isolants et les bords des tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité, ce qui facilite également le raccordement aux zones adjacentes de la paroi de cuve, où il est généralement nécessaire qu'une tôle métallique ondulée

30 chevauche plusieurs panneaux isolants.

Selon d'autres modes de réalisation avantageux, une telle cuve étanche et thermiquement isolante peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

Selon un mode de réalisation, ladite barrière thermiquement isolante est une barrière thermiquement isolante secondaire retenue contre la structure porteuse, et ladite membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité secondaire portée par la barrière thermiquement isolante secondaire, la paroi de cuve comportant en outre une barrière thermiquement isolante primaire reposant
5 contre la membrane d'étanchéité secondaire et une membrane d'étanchéité primaire portée par la barrière thermiquement isolante primaire et destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve.

Selon des modes de réalisation, l'élément traversant peut comporter un
10 pied de support pour un équipement destiné à être placé dans la cuve, ou une conduite étanche définissant un passage entre l'espace intérieur de la cuve et l'extérieur de la cuve, ou encore une structure de puisard.

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
15 ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, éthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres.

Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un fluide comporte une double coque et une cuve 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 fluide à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de
25 transfert pour un fluide, 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 fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

30 Certains aspects de l'invention partent de l'idée de fournir une structure de paroi multicouche mettant en œuvre, autant que possible, les principes de constructions suivants :

- Des panneaux isolants et des tôles métalliques ondulées présentent des formes rectangulaires de dimensions égales à des multiples entiers de l'intervalle d'ondulation, ces dimensions étant autant que possible standardisées pour former un motif périodique répétable sur de grandes étendues.
- 5 - Les bords des tôles métalliques ondulées sont décalés par rapport aux bords des panneaux isolants qui supportent ces tôles métalliques ondulées.
- Les bords des tôles métalliques ondulées de la membrane secondaire sont alignés avec les bords des panneaux isolants primaires qui les recouvrent.
- Les ondulations des tôles métalliques ondulées de la membrane secondaire
- 10 sont saillantes vers l'extérieur de la cuve et sont décalées par rapport aux bords des panneaux isolants secondaires qui les supportent.
- Un bord d'une tôle métallique ondulée est à une distance de $0,5i_0$ de l'ondulation adjacente parallèle audit bord, où i_0 désigne l'intervalle d'ondulation.

Brève description des figures

15 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.

20 - **La figure 1** est une vue en coupe d'une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de gaz naturel liquéfié au niveau d'une zone d'angle entre deux parois.

- **La figure 2** est une vue en perspective, écorchée, d'une paroi de la cuve dans une zone standard.

25 - **La figure 3** est une vue plane de la face interne d'une paroi de fond de la cuve dans une zone singulière au travers de laquelle passe un pied de support, montrant la barrière isolante secondaire autour du pied de support sans éléments de pontage.

- **La figure 4** est une demi-vue en perspective et en coupe du pied de support, la coupe étant réalisée selon l'axe IV-IV de la figure 3.

30 - **La figure 5** est une vue analogue à la figure 3, montrant en outre des éléments de pontage de la barrière isolante secondaire.

- **La figure 6** est une vue analogue à la figure 3, montrant en outre une membrane étanche secondaire de la paroi de cuve autour du pied de support.

- **La figure 7** est une vue analogue à la figure 3, montrant en outre la barrière isolante primaire de la paroi de cuve autour du pied de support.

5 - **La figure 8** est une vue en coupe agrandie d'un détail du pied de support et de la barrière isolante primaire selon l'axe VIII-VIII de la figure 4.

- **La figure 9** est une vue analogue à la figure 3, montrant en outre la membrane étanche primaire de la paroi de cuve autour du pied de support.

10 - **La figure 10** est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier comportant une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description détaillée de modes de réalisation

15 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. En outre, on entend par direction longitudinale d'un élément parallélépipédique rectangle, la direction correspondant au côté de plus grande dimension du rectangle.

20 En relation avec les figures 1 et 2, on décrit la structure multicouche d'une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage de gaz naturel liquéfié. Chaque paroi de la cuve comporte, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 1 comportant des panneaux isolants 2 juxtaposés et ancrés à une paroi porteuse 3 par des organes de retenue secondaires 8, une membrane d'étanchéité secondaire 4 portée par les panneaux
25 isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1, une barrière thermiquement isolante primaire 5 comportant des panneaux isolants 6 juxtaposés et ancrés aux panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 par des organes de retenue primaires 19 et une membrane d'étanchéité primaire
30 7, portée par les panneaux isolants 6 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 et destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.

La paroi porteuse 3 peut notamment être une tôle métallique autoporteuse ou, plus généralement, tout type de cloison rigide présentant des propriétés

mécaniques appropriées. La paroi porteuse 3 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. Comme esquissé sur la figure 1, une pluralité de parois porteuses 3 servent typiquement à former une structure porteuse ayant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique.

- 5 La barrière thermiquement isolante secondaire 1 comporte une pluralité de panneaux isolants 2 ancrés sur la paroi porteuse 3 au moyen de cordons de résine, non illustrés, et/ou de goujons 8 soudés sur la paroi porteuse 3. Les panneaux isolants 2 présentent sensiblement une forme de parallélépipède rectangle.

Comme illustré sur la figure 1, les panneaux isolants 2 comportent chacun
10 une couche de mousse polymère isolante 9 prise en sandwich entre une plaque rigide interne 10 et une plaque rigide externe 11. Les plaques rigides, interne 10 et externe 11, sont, par exemple, des plaques de bois contreplaqué collées sur ladite couche de mousse polymère isolante 9. La mousse polymère isolante peut
15 avantageusement renforcée par des fibres de verre contribuant à réduire son coefficient de contraction thermique.

Dans une zone standard d'une paroi, tel que représenté sur la figure 2, les
panneaux isolants 2 sont juxtaposés selon des rangées parallèles et séparés les
uns des autres par des interstices 12 garantissant un jeu fonctionnel de montage.
20 Les interstices 12 sont comblés avec une garniture calorifuge 13, représentée sur
les figures 2, telle que de la laine de verre, de la laine de roche ou de la mousse
synthétique souple à cellules ouvertes par exemple. La garniture calorifuge 13 est
avantageusement réalisée dans un matériau poreux de sorte à ménager des
espaces d'écoulement de gaz dans les interstices 12 entre les panneaux isolants 2.
25 Les interstices 12 présentent par exemple, une largeur de l'ordre de 30 mm.

Comme représentée sur la figure 2, la plaque interne 10 présente deux
séries de rainures 14, 15, perpendiculaires l'une à l'autre, de sorte à former un
réseau de rainures. Chacune des séries de rainures 14, 15 est parallèle à deux
côtés opposés des panneaux isolants 2. Les rainures 14, 15 sont destinées à la
30 réception d'ondulations, faisant saillie vers l'extérieur de la cuve, formées sur les
tôles métalliques de la membrane d'étanchéité secondaire 4. Sur la figure 2, chaque
plaque interne 10 comporte trois rainures 14 s'étendant selon la direction

longitudinale du panneau isolant 2 et neuf rainures 15 s'étendant selon la direction transversale du panneau isolant 2.

Les rainures 14, 15 traversent intégralement l'épaisseur de la plaque interne 10 et débouchent ainsi au niveau de la couche de mousse polymère isolante 9. Par ailleurs, les panneaux isolants 2 comportent dans les zones de croisement entre les rainures 14, 15, des orifices de dégagement 16 ménagés dans la couche de mousse polymère isolante 9. Les orifices de dégagements 16 permettent le logement des zones de nœud, formés aux intersections entre les ondulations des tôles métalliques de la membrane d'étanchéité secondaire 4.

10 Par ailleurs, la plaque interne 10 est équipée de platines métalliques 17, 18 pour l'ancrage du bord des tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité secondaire 4 sur les panneaux isolants 2. Les platines métalliques 17, 18 s'étendent selon deux directions perpendiculaires qui sont chacune parallèles à deux côtés opposés des panneaux isolants 2. Les platines
15 métalliques 17, 18 sont fixées sur la plaque interne 10 du panneau isolant 2, par des vis, des rivets ou des agrafes, par exemple. Les platines métalliques 17, 18 sont mises en place dans des évidements ménagés dans la plaque interne 10 de telle sorte que la surface interne des platines métalliques 17, 18 affleure la surface interne de la plaque interne 10.

20 La plaque interne 10 est également équipée de goujons filetés 19 faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, et destinés à assurer la fixation de la barrière thermiquement isolante primaire 5 sur les panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Sur chaque panneau isolant 2, trois goujons 19 sont placés le long de la ligne longitudinale formée par les platines 17, à savoir
25 un goujon 19 est placé à l'intersection entre la ligne formée par les platines 17 et la ligne formée par les platines 18 et deux goujons sont placés de manière équidistante de part et d'autre de celui-ci.

Afin d'assurer la fixation des panneaux isolants 2 aux goujons 8 fixés à la paroi porteuse 3, les panneaux isolants 2 sont pourvus de puits cylindrique 20,
30 représentés sur la figure 2, traversant les panneaux isolants 2 sur toute leur épaisseur et ménagés au niveau de chacun des quatre coins des panneaux isolants 2. Les puits cylindriques 20 présentent un changement de section, non illustré,

définissant des surfaces d'appui pour des écrous coopérant avec les extrémités filetées des goujons 8.

Par ailleurs, la plaque interne 10 présente le long de ses bords, dans chaque intervalle entre deux rainures successives 14, 15, un décrochement recevant des plaques de pontage 22 qui sont chacune disposées à cheval entre deux panneaux isolants 2 adjacents, en enjambant l'interstice 12 entre les panneaux isolants 2. Chaque plaque de pontage 22 est fixée contre chacun des deux panneaux isolants 2 adjacents de manière à s'opposer à leur écartement mutuel. Les plaques de pontage 22 présentent une forme parallépipédique rectangle et sont par exemple constituées d'une plaque de bois contreplaqué. La face externe des plaques de pontage 22 est fixée contre le fond des décrochements 21. La profondeur des décrochements 21 est sensiblement égale à l'épaisseur des plaques de pontage 22 de telle sorte que la face interne des plaques de pontage 22 parvienne sensiblement au niveau des autres zones planes de la plaque interne 10 du panneau isolant. Ainsi, les plaques de pontage 22 sont en mesure d'assurer une continuité dans le pontage de la membrane d'étanchéité secondaire 4.

De manière à assurer une bonne répartition des efforts de liaison entre les panneaux adjacents, une pluralité de plaques de pontage 22 s'étend le long de chaque bord de la plaque interne 10 des panneaux isolants 2, une plaque de pontage 22 étant disposée dans chaque intervalle entre deux rainures voisines 14, 15 d'une série de rainures parallèles. Les plaques de pontage 22 peuvent être fixées contre la plaque interne 10 des panneaux isolants 2 par tous moyens appropriés. Il a toutefois été constaté que la combinaison de l'application d'une colle entre la face externe des plaques de pontage 22 et la plaque interne 10 des panneaux isolants 2 et de l'utilisation d'organes de fixation mécanique, tels que des agrafes, permettant une mise en pression des plaques de pontage 22 contre les panneaux isolants 2, était particulièrement avantageuse.

La membrane d'étanchéité secondaire 4 comporte une pluralité de tôles métalliques ondulées 24 ayant chacune une forme sensiblement rectangulaire de dimensions égales aux dimensions d'un panneau isolant 2. Les tôles métalliques ondulées 24 sont disposées de manière décalée par rapport aux panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 de telle sorte que chacune desdites tôles métalliques ondulées 24 s'étende conjointement sur quatre panneaux isolants 2 adjacents. Chaque tôle métallique ondulée 24 présente une première

série d'ondulations 25 parallèles s'étendant selon une première direction et une seconde série d'ondulations 26 parallèles s'étendant selon une seconde direction. Les directions des séries d'ondulations 25, 26 sont perpendiculaires. Chacune des séries d'ondulations 25, 26 est parallèle à deux bords opposés de la tôle métallique ondulée 24. Les ondulations 25, 26 font saillie vers l'extérieur de la cuve, c'est-à-dire en direction de la paroi porteuse 3. La tôle métallique ondulée 24 comporte entre les ondulations 25, 26, une pluralité de surfaces planes. Au niveau de chaque croisement entre deux ondulations 25, 26, la tôle métallique comporte une zone de nœud présentant un sommet en saillie vers l'extérieur de la cuve. Les ondulations 25, 26 des tôles métalliques ondulées 24 sont logées dans les rainures 14, 15 ménagées dans la plaque interne 10 des panneaux isolants 2. Les tôles métalliques ondulées 24 adjacentes sont soudées entre elles à recouvrement. L'ancrage des tôles métalliques ondulées 24 sur les platines métalliques 17, 18 est réalisé par des soudures de pointage.

Les tôles métalliques ondulées 24 comportent le long de leur bords longitudinaux et au niveau de leur quatre coins des découpes 28 permettant le passage des goujons 19 destinés à assurer la fixation de la barrière thermiquement isolante primaire 5 sur la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Deux découpes 28 sont situées le long de chaque bord longitudinal, à respectivement un tiers et deux tiers de la longueur de la tôle métallique ondulée 24.

Les tôles métalliques ondulées 24 sont, par exemple, réalisées en Invar® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. De manière alternative, les tôles métalliques ondulées 24 peuvent également être réalisées en acier inoxydable ou en aluminium.

La barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte une pluralité de panneaux isolants 6 de forme sensiblement parallélépipédique rectangle ayant des dimensions égales aux dimensions d'un panneau isolant 2, hormis l'épaisseur qui peut être différente, de préférence plus faible que celle du panneau isolant 2. Les panneaux isolants 6 sont ici décalés par rapport aux panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 de telle sorte que chaque panneau isolant 6 s'étende sur quatre panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1. Dans une zone standard, les panneaux isolants 6 de la

barrière thermiquement isolante primaire 5 et les panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 sont orientés de telle sorte que les directions longitudinales des panneaux isolants 2, 6 soient parallèles les unes aux autres.

Les panneaux isolants 6 comportent une structure analogue à celle des
5 panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1, à savoir une structure sandwich constituée d'une couche de mousse polymère isolante prise en sandwich entre deux plaques rigides, par exemple en bois contreplaqué. La plaque interne 30 d'un panneau isolant 6 de la barrière thermiquement isolante
10 primaire 5 est équipée de platines métalliques 32, 33 pour l'ancrage des tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité primaire 7. Les platines métalliques 32, 33 s'étendent selon deux lignes perpendiculaires qui sont chacune parallèle à deux bords opposés du panneau isolant 6. Les platines métalliques 32, 33 sont fixées dans des évidements ménagés dans la plaque interne 30 du panneau isolant 6 et fixées à celui-ci, par des vis, des rivets ou des agrafes par exemple.

15 Par ailleurs, la plaque interne 30 du panneau isolant 6 est pourvue d'une pluralité de fentes de relaxation 34 permettant à la membrane d'étanchéité primaire 7 de se déformer sans imposer des contraintes mécaniques trop importantes sur les panneaux isolants 6. De telles fentes de relaxation sont notamment décrites dans le document FR 3001945.

20 La fixation des panneaux isolants 6 de la barrière thermiquement isolante primaire sur les panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire est assurée au moyen des goujons filetés 19. Pour ce faire, chaque panneau isolant 6 comporte une pluralité de découpes 35 le long de ses bords et au niveau de ses coins, à l'intérieur desquelles s'étend un goujon fileté 19. La plaque
25 externe des panneaux isolants 2 débordé à l'intérieur des découpes 35 de sorte à former une surface d'appui pour un organe de retenue qui comporte un alésage fileté enfilé sur chaque goujon fileté 19. L'organe de retenue comporte des pattes logées à l'intérieur des découpes 35 et venant en appui contre la portion de la plaque externe débordant à l'intérieur de la découpe 35 de sorte à prendre en
30 sandwich la plaque externe entre une patte de l'organe de retenue et un panneau isolant 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 et assurer ainsi la fixation de chaque panneau isolant 6 sur les panneaux isolants 2 qu'il chevauche.

La barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte une pluralité de plaques de fermeture 38 permettant de compléter la surface d'appui de la membrane d'étanchéité primaire 7 au niveau des découpes 35.

La membrane d'étanchéité primaire 7 est obtenue par assemblage d'une pluralité de tôles métalliques ondulées 39. Chaque tôle métallique ondulée 39 présente une forme sensiblement rectangulaire de dimensions égales aux dimensions d'un panneau isolant 2 ou 6. Chaque tôle métallique ondulée 39 comporte une première série d'ondulations 40 parallèles, dite hautes, s'étendant selon une première direction correspondant à la plus grande dimension de la tôle métallique ondulée, et une seconde série d'ondulations 41 parallèles, dites basses, s'étendant selon une seconde direction perpendiculaire à la première série. Les ondulations 40, 41 font saillie vers l'intérieur de la cuve. Les tôles métalliques ondulées 39 sont, par exemple, réalisées en acier inoxydable ou en aluminium. Dans un mode de réalisation non illustré, la première et la seconde séries d'ondulations présentent des hauteurs identiques.

Chaque tôle métallique ondulée 39 est posée à cheval sur quatre panneaux isolants 6 de sorte que chaque bord de la tôle métallique ondulée 39 recouvre une ligne de platines métalliques 32 ou 33 portée par le panneau 6 sous-jacent. Les tôles métalliques ondulées 39 adjacentes sont soudées entre elles à recouvrement. L'ancrage des tôles métalliques ondulées 39 sur les platines métalliques 32 et 33 est réalisé par des soudures de pointage.

De préférence, chaque bord d'une tôle métallique ondulée 24 ou 39 est situé sensiblement à mi-distance entre deux ondulations adjacentes parallèles de la membrane secondaire, respectivement primaire. Cette position du bord de tôle peut être modifiée localement pour effectuer des réglages fins.

En référence aux figures 3 à 9, on va maintenant décrire une zone singulière de la paroi de fond de la cuve, au travers de laquelle passe un élément traversant, ici un pied de support désigné par 50 dans son ensemble, pour supporter un équipement destiné à être placé dans la cuve. Des éléments analogues ou identiques à ceux de la zone standard décrite ci-dessus portent le même chiffre de référence que dans la zone standard.

La figure 3 montre la barrière thermiquement isolante secondaire 1 dans la zone singulière, qui forme une couronne de forme carrée autour du pied de support

50. Cette couronne présente des côtés extérieurs mesurant sensiblement 9_{io} qui sont parallèles à respectivement la première direction X et la deuxième direction Y du plan de la paroi porteuse. La couronne délimite en son centre une fenêtre carrée 51 dont les côtés mesurent sensiblement 3_{io} et qui sont aussi parallèles à
5 respectivement la direction X et la direction Y du plan de la paroi porteuse. Le pied de support 50 passe à travers la barrière thermiquement isolante 1 dans ladite fenêtre carrée 51.

Plus précisément, la couronne de forme carrée de la barrière thermiquement isolante 1 est constituée de deux panneaux isolants longs 2a et 2b
10. présentant une largeur de 3_{io} selon la première direction X et une longueur de 9_{io} selon la deuxième direction Y et deux panneaux isolants courts 2c et 2d présentant une largeur de 3_{io} selon la première direction et une longueur de 3_{io} selon la deuxième direction. Les panneaux isolants longs 2a et 2b sont disposés dans l'alignement l'un de l'autre selon la première direction X espacés d'une distance de
15 3_{io} dans la première direction X pour délimiter la fenêtre carrée 51 selon la première direction. Les panneaux isolants courts 2c et 2d sont disposés entre les deux panneaux isolants longs 2a et 2b dans l'alignement l'un de l'autre selon la deuxième direction Y et espacés d'une distance de 3_{io} dans la deuxième direction Y pour délimiter la fenêtre carrée 51 selon la deuxième direction Y.

20 Grâce à cette disposition, la barrière thermiquement isolante est entièrement constituée de rangées de panneaux isolants présentant une largeur de 3_{io} selon la première direction, ce qui facilite le raccordement aux zones adjacentes de la paroi de cuve, étant donné que de telles rangées existent aussi dans la zone standard de la paroi de cuve.

25 Le pied de support 50 va maintenant être décrit plus précisément en référence à la figure 4. Le pied de support 50 comporte notamment un corps principal 52 disposé sensiblement au centre de la fenêtre carrée 51 et s'étendant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve, un premier plateau 53 parallèle à la paroi porteuse 3 lié à la périphérie du corps principal et s'étendant autour du
30 corps principal 52 au même niveau que la face interne de la couronne, et un deuxième plateau 54 parallèle à la paroi porteuse 3 lié à la périphérie du corps principal 52 et s'étendant autour du corps principal 52 au même niveau que la face interne de la barrière isolante primaire. Le corps principal 52 forme un pied de support présentant une première portion d'extrémité en appui contre la paroi

porteuse 3 et une deuxième portion d'extrémité faisant saillie dans la cuve pour supporter l'équipement à distance de la paroi de cuve.

Plus précisément, le corps principal 52 présente ici une forme de révolution à section circulaire, avec une partie inférieure tronconique 52a qui se raccorde au
5 niveau de son extrémité de plus petit diamètre 52c à une partie supérieure cylindrique 52b. La base de plus grand diamètre de la partie tronconique 52a est en appui contre la paroi porteuse 3. La partie tronconique 52a s'étend à travers toute l'épaisseur de la paroi de cuve au-delà du niveau de la barrière d'étanchéité primaire 7.

10 Les plateaux 53 et 54 peuvent présenter différentes formes. Ici, le plateau 53 présente une forme carrée ajusté à la fenêtre 51 moyennant un jeu de montage, tandis que le plateau 54 présente une forme circulaire de plus petit diamètre.

Le plateau 53 est prolongé, à l'intérieur de la partie inférieure tronconique 52a, par un plateau interne 53a qui sépare l'espace intérieur de la partie inférieure
15 tronconique 52a en une portion secondaire 55 et une portion primaire 56. De la même manière, le plateau 54 est prolongé, à l'intérieur de la partie inférieure tronconique 52a, par un plateau interne 54a qui sépare la portion primaire 56 d'une portion d'extrémité 57 en communication avec l'espace intérieur de la cuve. Les portions secondaire 55 et primaire 56 de l'espace intérieur du corps principal 52
20 sont remplies de matières isolantes non structurelles telles que de la laine de verre, pour limiter la conduction de chaleur. Une garniture isolante non structurelle 58 est agencée aussi entre le plateau 54 et le plateau 53. De la même manière, pour compléter la barrière isolante secondaire autour du corps principal 52, des blocs isolants à structure sandwich 60, présentant une section plane en forme de triangle
25 rectangle, sont positionnés sous les quatre coins du plateau 53 entre le plateau 53 et la paroi porteuse 3 ainsi que des garnitures isolantes non structurelles 59.

De préférence, comme dans la zone standard de la paroi de cuve, chacun de ces panneaux isolants secondaires 2a, 2b, 2c, 2d est associé aux panneaux isolants secondaires adjacents par l'intermédiaire d'une pluralité d'éléments de
30 pontage 22, représentés sur la figure 5. Chaque élément de pontage 22 est disposé à cheval entre le panneau isolant secondaire long 2a ou 2b et le panneau isolant secondaire court adjacent 2c ou 2d et est fixé à la face interne des deux panneaux

isolants secondaires de manière à s'opposer à un écartement mutuel desdits panneaux isolants secondaires.

Le plateau 53 de l'élément traversant présentant une forme carrée présente un décrochement 61 le long des bords extérieurs de ses quatre côtés. Les
5 panneaux isolants 2a, 2b, 2c et 2d présentant des décrochements 62 le long des quatre bords intérieurs de la couronne carrée. Des éléments de pontage 63 sont disposés à cheval sur les panneaux isolants 2a, 2b, 2c et 2d et le plateau 53, les éléments de pontage 63 étant posés sur le fond des décrochements 61 du plateau
10 53 d'une part et des décrochements 62 des panneaux isolants 2a, 2b, 2c et 2d d'autre part. L'épaisseur des éléments de pontage 63 est sensiblement égale à la profondeur desdits décrochements de manière à offrir une surface de support plane pour des plaques de fermeture, appartenant à la membrane étanche secondaire comme il sera décrit plus bas.

Les éléments de pontage 63 sont de préférence simplement posés sans
15 être liés au plateau 53 ni aux panneaux isolants 2a, 2b, 2c et 2d. Cette absence de liaison autorise une légère mobilité des éléments de pontage 63 en réponse aux écarts de déformation thermique entre les panneaux isolants 2a, 2b, 2c et 2d et le pied de support 50.

Comme visible sur les figures 3 et 5, une première pluralité de platines
20 d'ancrage 17a, 18a, 17b et 18b sont disposées sur la face interne de la couronne le long des quatre côtés extérieurs de ladite couronne. La distance entre chaque platine d'ancrage 17a, 18a, 17b et 18b de la première pluralité et le côté extérieur qu'elle longe étant égale à l'intervalle d'ondulation.

En référence à la figure 6, on va maintenant décrire la membrane
25 d'étanchéité secondaire 4 autour du pied de support 50. Les tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité secondaire 4 comportent deux plaques métalliques rectangulaires échanquées 24a et 24b larges de $3i_0$ selon la première direction X et longues de $7i_0$ selon la deuxième direction Y, qui sont symétriques l'une de l'autre par rapport à un axe de symétrie B parallèle à la deuxième direction
30 passant par le centre de la fenêtre carrée, dit deuxième axe de symétrie. Chaque plaque métallique rectangulaire échanquée 24a, 24b présente trois bords extérieurs disposés au droit de la première pluralité de platines d'ancrage 17a, 18a, 17b et 18b et soudés sur la première pluralité de platines d'ancrage ; et un bord intérieur 29a,

29b présentant une échancrure ménagée pour éviter de couper la fenêtre carrée 51. L'échancrure présente une largeur égale à $1i_0$ selon la première direction X et une longueur égale à $3i_0$ selon la deuxième direction Y de manière que la portion échancrée du bord intérieur longe la fenêtre carrée 51.

5 Les tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité secondaire 4 comportent aussi deux plaques métalliques de rattrapage 24c et 24d disposées entre les portions non échancrées 29b des bords intérieurs des deux plaques métalliques rectangulaires échancrées 24a et 24b. Les deux plaques métalliques de rattrapage 24c et 24d sont symétriques l'une de l'autre par rapport à un axe de
10 symétrie A parallèle à la première direction passant par le centre de la fenêtre carrée, dit premier axe de symétrie. Chaque plaque métallique de rattrapage 24c, 24d est large de $1i_0$ selon la première direction X et longue de $2i_0$ selon la deuxième direction Y et présente une ondulation 25a alignée sur ledit deuxième axe de symétrie B.

15 Les deux bords longitudinaux de chaque plaque métallique de rattrapage 24c, 24d sont soudés de manière étanche aux bords intérieurs 29b des deux plaques métalliques rectangulaires échancrées 24a et 24b et le bord latéral extérieur de chaque plaque métallique de rattrapage 24c, 24d est soudé aux platines d'ancrage de la première pluralité 18a et 18b.

20 Enfin, la portion échancrée 29a du bord intérieur de chaque plaque métallique rectangulaire échancrée 24a et 24b et le bord latéral intérieur de chaque plaque métallique de rattrapage 24c et 24d sont soudés de manière étanche à des pièces de liaison qui seront décrites plus bas.

Comme visible sur les figures 3 et 5, la face interne de la couronne formant
25 la barrière isolante secondaire porte en outre une ligne de platines d'ancrage 17c parallèle à la deuxième direction Y qui s'étend de part et d'autre de la fenêtre carrée 51 et qui est décalée du côté gauche du deuxième axe de symétrie B d'une distance inférieure à $1i_0$, ici $\frac{1}{2}i_0$.

De retour à la figure 6, un premier des bords longitudinaux de chaque
30 plaque métallique de rattrapage 24c et 24d, en plus d'être soudé au bord intérieur 29b d'une première des deux plaques métalliques rectangulaires échancrées 24a est soudé à la ligne de platines d'ancrage 17c pour être retenu sur la face interne de la couronne, tandis que le deuxième bord longitudinal de chaque plaque métallique

de rattrapage 24c et 24d est soudé au bord intérieur 29b de la deuxième plaque métallique rectangulaire échançrée 24b sans être retenu sur la face interne de la couronne.

Grâce à ces caractéristiques, l'ondulation portée par chaque plaque
5 métallique de rattrapage 24c, 24d le long du deuxième axe de symétrie B n'est pas bloquée des deux côtés et peut donc travailler en réponse aux sollicitations thermiques et mécaniques. Les plaques métalliques de rattrapage 24c et 24d viennent ainsi prolonger la deuxième plaque métallique rectangulaire échançrée 24b dans la première direction. La ligne de platines d'ancrage 17c est symétrique par
10 rapport au premier axe de symétrie A.

Comme visible sur les figures 3 et 5, un revêtement de protection thermique 91 est disposé sur la face interne de ladite couronne à une position symétrique de la ligne de platines d'ancrage 17c par rapport au deuxième axe de symétrie B, pour éviter de dégrader la face interne en réalisant la soudure entre
15 chaque plaque métallique de rattrapage 24c, 24d et la deuxième plaque métallique rectangulaire échançrée 24b.

De retour à la figure 6, les pièces de liaison de la membrane étanche secondaire 4 comportent des plaques de fermeture 64a, 64b disposées dans la fenêtre 51 entre le plateau 53 et les tôles métalliques ondulées 24a, 24b 24c, 24d.
20 Chaque plaque de fermeture 64a, 64b présente un premier bord soudé sur le plateau 53 autour du corps principal 52 et un deuxième bord soudé sur une deuxième pluralité de platines d'ancrage autour de la fenêtre carrée. La deuxième pluralité de platines d'ancrage 17d, 18d, visible sur la Figure 3 ou 5, est disposée sur la face interne de ladite couronne le long des quatre côtés intérieurs de la
25 couronne, de manière à longer les bords de la fenêtre carrée 51. La portion échançrée 29a du bord intérieur de chaque plaque métallique rectangulaire échançrée 24a et 24b et le bord latéral intérieur de chaque plaque métallique de rattrapage 24c et 24d sont soudés de manière étanche sur les plaques de fermeture 64a et 64b.

30 Les plaques de fermeture 64a et 64b présentent ici des formes respectives en C et en D dissymétriques. Les plaques de fermeture peuvent être découpées de différentes manières pour relier de manière étanche les tôles métalliques ondulées 24a, 24b 24c, 24d au plateau 53 tout autour du corps principal 52.

Une pluralité de pièces de bout métalliques 65 sont soudées aux plaques de fermeture 64a et 64b et disposées au niveau des intersections entre le deuxième bord de chaque plaque de fermeture et chacune des trois ondulations 25a, 25b de la première série et des trois ondulations 26a de la deuxième série qui se terminent
5 sur la portion échancrée 29a du bord intérieur de chaque plaque métallique rectangulaire échancrée 24a et 24b et sur le bord latéral intérieur de chaque plaque métallique de rattrapage 24c, 24d tout autour de la fenêtre carrée 51, de manière à fermer les terminaisons desdites ondulations.

En d'autres termes, les ondulations 25a, 25b et 26a rencontrant les
10 plaques de fermeture 64a, 64b sont fermées de manière étanche avec les pièces de bout 65. Les pièces de bout 65 comportent chacune une semelle en deux parties soudée de manière étanche sur la plaque de fermeture et une coque soudée de manière étanche à l'ondulation au niveau de son interruption.

Comme visible sur la figure 6, les tôles métalliques ondulées de la
15 membrane d'étanchéité comportent en outre une plaque métallique rectangulaire 24e large de $2i_0$ selon la première direction X et longue de $7i_0$ selon la deuxième direction Y, qui est juxtaposée à la deuxième plaque métallique rectangulaire échancrée 24b en s'éloignant du pied de support 50 selon la première direction X et disposée dans l'alignement de la deuxième plaque métallique rectangulaire
20 échancrée 24b selon la première direction X. Alternativement, cette plaque 24e pourrait aussi être placée de l'autre côté, à savoir juxtaposée à la première plaque métallique rectangulaire échancrée 24a.

Grâce à cette disposition, les tôles métalliques ondulées 24a, 24b, 24c, 24d et 24e de la membrane d'étanchéité secondaire 4 forment un motif de dimensions
25 $9i_0$ dans la première direction X, ce qui facilite le raccordement aux zones adjacentes de la paroi de cuve, notamment lorsque celles-ci sont formées de panneaux isolants 2 et tôles rectangulaires 24 de dimensions $3i_0$ selon la première direction X.

Les ondulations des tôles métalliques 24a, 24b, 24c, 24d et 24e font saillie
30 vers l'extérieur de la cuve en direction de la structure porteuse, la face interne des panneaux isolants secondaires 2a, 2b, 2c, 2d présentant des rainures 14 et 15 perpendiculaires recevant les ondulations 25 et 26 des tôles métalliques 24a, 24b, 24c, 24d et 24e.

Comme visible sur les figures 5 et 6, les panneaux isolants secondaires 2a, 2b, 2c, 2d formant la couronne carrée portent deux séries de trois organes d'ancrage 19a, 19b, 19c disposés sur les platines 18a, 18b de la première pluralité le long des deux bords de la couronne carrée parallèles à la première direction X.

5 Les deux séries de trois organes d'ancrage 19a, 19b, 19c sont espacées de $7i_o$ et symétriques l'une de l'autre par rapport au premier axe de symétrie X. Les trois organes d'ancrage 19a, 19b, 19c de chaque série sont disposés à respectivement $1i_o$, $4i_o$ et $7i_o$ d'un bord de la couronne carrée parallèle à la deuxième direction Y, de sorte que la série de trois organes d'ancrage est dissymétrique par rapport au

10 deuxième axe de symétrie B.

Il est à noter sur la figure 6 que les organes d'ancrage 19c ne coïncident pas avec les coins de la tôle métallique 24b. Ceci est dû à la construction symétrique de la barrière isolante secondaire 1 et de la membrane secondaire 4 autour du pied de support 50, qui ne permettent pas de placer des panneaux

15 isolants primaires de manière que leurs bords soient à la fois en alignement avec tous les bords des tôles métalliques secondaires qu'ils recouvrent et en décalage avec tous les bords des panneaux isolants secondaires auxquels ils sont ancrés. Ceci est résolu en dérogeant localement aux principes de construction de la zone standard. L'alignement des coins entre les panneaux isolants primaires et les tôles

20 métalliques secondaires peut cependant être rétabli sur le bord longitudinal extérieur de la tôle métallique 24e, comme visible sur la figure 7.

En référence à la figure 7, on va décrire maintenant la barrière thermiquement isolante primaire 5 autour du pied de support 50.

La barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte deux panneaux

25 isolants primaires 6a, 6b de forme parallélépipédique rectangle présentant une largeur de $3i_o$ selon la première direction X et une longueur de $7i_o$ selon la deuxième direction Y. Un premier desdits panneaux isolants primaires 6a a ses quatre coins coïncidant avec le premier 19a et le deuxième 19b organes d'ancrage de chaque série et est ancré auxdits premier et deuxième organes d'ancrage 19a,

30 19b de chaque série. Un deuxième desdits panneaux isolants primaires 6b a ses quatre coins coïncidant avec le deuxième 19b et le troisième 19c organes d'ancrage de chaque série et est ancré auxdits deuxième et troisième organes d'ancrage 19b, 19c de chaque série.

Grâce à cette disposition, la barrière thermiquement isolante primaire 5 peut être réalisée avec des panneaux isolants de largeur $3i_o$, ce qui facilite le raccordement avec les zones adjacentes de la paroi de cuve. De plus, un grand nombre des bords des panneaux isolants primaires coïncident avec les platines d'ancrage 17a, 18a, 17b, 18b de la première pluralité, ce qui permet d'utiliser des organes d'ancrage 19a, 19b, 19c solidement attachés auxdites platines pour ancrer les panneaux isolants primaires. Néanmoins, l'ancrage des panneaux primaire 6a, 6b uniquement par les quatre coins pourrait être insuffisant, selon les sollicitations mécaniques devant être endurées.

10 Chacun des deux panneaux isolants primaires 6a, 6b présente une découpe respective 23a, 23b dans son bord tourné du côté de l'élément traversant, la découpe 23a du premier panneau isolant primaire 6a présentant une largeur inférieure ou égale à $1i_o$ selon la première direction X, et la découpe 23b du deuxième panneau isolant primaire 6b présentant une largeur inférieure ou égale à 15 $2i_o$ selon la première direction X. Chacune des deux découpes 23a, 23b présente une longueur inférieure ou égale à $3i_o$ selon la deuxième direction et est symétrique par rapport au premier axe de symétrie A.

Comme les découpes 23a, 23b des panneaux isolants primaires 6a, 6b ne dépassent pas les limites de la fenêtre carrée 51 sous-jacente, il est possible de 20 fabriquer la membrane primaire avec des ondulations dont les interruptions au niveau desdites découpes sont de longueur inférieure aux interruptions des ondulations de la membrane secondaire au niveau de la fenêtre carrée.

Plus précisément, dans le mode de réalisation représenté, les découpes 23a, 23b présentent des formes d'arcs de cercle concentriques avec le corps principal 52 et présentant un même rayon correspondant au rayon extérieur du plateau circulaire 54 moyennant un jeu de montage.

Les platines 17a de la première pluralité portent en outre une série d'organes d'ancrage 19e disposée le long du bord longitudinal extérieur, opposé à ladite découpe 23a, du premier panneau isolant primaire 6a, par exemple deux 30 organes d'ancrage 19e espacés respectivement de $2i_o$ des coins du premier panneau isolant primaire 6a et symétriques l'un de l'autre par rapport au premier axe de symétrie A. Le bord longitudinal extérieur du premier panneau isolant primaire 6a est également ancré à la série d'organes d'ancrage 19e.

Par ailleurs, pour offrir également cinq ou six points d'ancrage au deuxième panneau isolant primaire 6b, au moins un organe d'ancrage 19f est fixé sur le plateau 53 du pied de support 50 du côté du deuxième panneau isolant primaire 6b, à l'intérieur de la découpe 23b du bord longitudinal intérieur du deuxième panneau isolant primaire 6b. Deux organes d'ancrage 19 f sont visibles sur les figures 5 et 7. Le deuxième panneau isolant primaire 6b est ainsi ancré aux deux organes d'ancrage 19f.

La structure détaillée de l'attache permettant d'ancrer le deuxième panneau isolant primaire 6b à l'organe d'ancrage 19f est montrée sur la figure 8. Les panneaux isolants primaires 6a, 6b présentent une structure sandwich constituée d'une couche de mousse polymère isolante 101 prise en sandwich entre deux plaques rigides 102, 103. Le deuxième panneau isolant primaire 6b comporte un puit oblong 66 traversant la plaque rigide interne 102 et la couche de mousse polymère isolante 101 du deuxième panneau isolant primaire pour découvrir une zone de surface interne 67 de la plaque rigide externe 103. Une pièce d'ancrage 104 est d'une part fixée à l'organe d'ancrage 19f du plateau 53 de l'élément traversant et d'autre part en appui sur la zone de surface interne 67 de la plaque rigide interne pour ancrer le deuxième panneau isolant primaire 6b.

Plus précisément, la pièce d'ancrage 104 comporte ici :

- une patte horizontale 104a traversée par l'organe d'ancrage 19f,
- une patte verticale 104b liée à l'extrémité de la patte horizontale 104a tournée vers le corps principal 52, la patte verticale 104b étant en appui sur le plateau 53
- et une portion d'appui 104c liée à l'autre extrémité de la patte horizontale 104a et prolongeant celle-ci en étant déviée vers la plaque rigide externe 103.

Un écrou 105 appuie sur la patte horizontale 104a par l'intermédiaire de rondelles Belleville 106.

En référence à la figure 9, on va décrire maintenant la membrane primaire 7 autour du pied de support 50.

Les tôles métalliques ondulées de la membrane étanche primaire 7 autour du pied de support 50 comportent deux plaques rectangulaires échancrées primaires 39a et 39b présentant une largeur de $3i_0$ selon la première direction X et une longueur de $9i_0$ selon la deuxième direction Y et globalement symétriques l'une

de l'autre par rapport au deuxième axe de symétrie B. Chacune des deux plaques rectangulaires échancrées primaires 39a et 39b est globalement symétrique par rapport au premier axe de symétrie A. En fait, les bords des plaques 39a et 39b destinées à être soudés à recouvrement sont légèrement dissymétriques en raison
5 justement des recouvrements effectués.

Chacune des deux plaques rectangulaires échancrées primaires 39a et 39b présentant un bord longitudinal intérieur 68 présentant une échancrure pour contourner l'élément traversant, ladite échancrure présentant une largeur inférieure à $1,5i_o$ selon la première direction X et une longueur inférieure à $3i_o$ selon la
10 deuxième direction Y de manière que la portion échancrée 68a du bord longitudinal intérieur 68 interrompt deux ondulations 41a de la première série et une ondulation 40a de la deuxième série de chacune des deux plaques rectangulaires échancrées primaires 39a et 39b.

La portion échancrée 68a du bord longitudinal intérieur de chaque plaque
15 rectangulaire échancrée primaires 39a et 39b est soudée de manière étanche à des pièces de liaison liées de manière étanche à l'élément traversant autour du pied de support 50 au niveau de la face interne des panneaux isolants primaires 6a, 6b.

Pour l'essentiel, la liaison étanche entre les plaques rectangulaires échancrées primaires 39a et 39b et le plateau circulaire 54 peut être réalisée
20 similairement à l'enseignement de WO-A-2011/157915, avec deux plaques de fermeture primaires 82 et huit pièces de bout 83.

Comme visible sur la figure 7, un troisième panneau isolant primaire 6c de forme parallélépipédique rectangle présentant une largeur de $3i_o$ selon la première direction X et une longueur de $7i_o$ selon la deuxième direction Y est juxtaposé au
25 deuxième panneau isolant primaire 6b à l'opposé du premier panneau isolant primaire 6a.

La face interne des premier, deuxième et troisième panneaux isolants primaires 6a, 6b, 6c porte des platines métalliques d'ancrage pour ancrer les plaques rectangulaires échancrées primaires 6a et 6b, les platines métalliques
30 d'ancrage comportant :

- des premières platines métalliques d'ancrage 32a disposées sur le deuxième panneau isolant primaire le long du deuxième axe de symétrie B pour ancrer les

portions non échancrées du bord longitudinal intérieur 68 des deux plaques rectangulaires échancrées primaires 6a, 6b,

- 5 - des deuxièmes platines métalliques d'ancrage 32b disposées sur le premier panneau isolant primaire 6a le long d'une ligne parallèle au deuxième axe de symétrie B à une distance de $3i_o$ des premières platines métalliques d'ancrage 32a pour ancrer le bord longitudinal extérieur d'une première des deux plaques rectangulaires échancrées primaires 39a,
- 10 - des troisièmes platines métalliques d'ancrage 32c disposées sur le troisième panneau isolant primaire 6c le long d'une ligne parallèle au deuxième axe de symétrie B à une distance de $3i_o$ des premières platines métalliques d'ancrage 32a pour ancrer le bord longitudinal extérieur de la deuxième plaque rectangulaire échancrée primaire 39b,
- 15 - et des quatrièmes platines métalliques d'ancrage 32d disposées sur les premier et deuxième panneaux isolants primaires 6a, 6b sous la forme d'un cadre carré concentrique avec la fenêtre carrée 51 accueillant le pied de support 50, pour ancrer les portions échancrées 68a du bord longitudinal intérieur des deux plaques rectangulaires échancrées primaires 39a, 39b.

Le haut de la figure 7 montre aussi partiellement trois panneaux isolants primaires 6f d'une zone adjacente à la zone singulière.

- 20 Comme visible sur la figure 9, les tôles métalliques ondulées de la membrane étanche primaire comportent en outre une plaque rectangulaire étroite 39c présentant une largeur de $1i_o$ selon la première direction X et une longueur de $9i_o$ selon la deuxième direction Y juxtaposée à la deuxième plaque rectangulaire échancrée primaire 39b à l'opposé de la première plaque rectangulaire échancrée
- 25 primaire 39a.

Des cinquièmes platines métalliques d'ancrage 32e sont disposées sur le troisième panneau isolant primaire 6c le long d'une ligne parallèle au deuxième axe de symétrie B à une distance de $1i_o$ des troisièmes platines métalliques d'ancrage 32c pour ancrer le bord longitudinal extérieur de la plaque rectangulaire étroite 39c.

- 30 Grâce à cette disposition, les tôles métalliques ondulées 39a, 39b, 39c et 24e de la membrane d'étanchéité secondaire 4 forment autour du pied de support 50 un réseau d'ondulations 40, 41 régulier et symétrique par rapport aux deux axes

de symétrie A et B. De plus, la plaque rectangulaire étroite 39c permet de réaligner, dans la première direction X, le bord longitudinal extérieur avec les bords des tôles métalliques ondulées primaires d'une zone standard adjacente, ce qui facilite le raccordement de la zone singulière aux zones adjacentes de la paroi de cuve, qui
5 sont formées de panneaux isolants 6 et tôles rectangulaires 39 de dimensions 3io selon la première direction X.

Comme visible sur les figures 6 et 9, les ondulations de la membrane d'étanchéité primaire 7 sont décalées d'un demi-intervalle d'ondulation dans chacune des deux directions X et Y par rapport aux ondulations de la membrane
10 d'étanchéité secondaire 4. Les tôles métalliques ondulées 39a, 39b de la membrane d'étanchéité primaire sont interrompues au niveau d'une ouverture formée par les portions échancrées 68a, ladite ouverture interrompant deux ondulations 40a, 41a de chaque série d'ondulations de la membrane d'étanchéité primaire 7, ladite
15 ouverture étant centrée à une position située au milieu des deux ondulations interrompues 40a, 41a de chaque série d'ondulations de la membrane d'étanchéité primaire. Par comparaison, les tôles métalliques ondulées 24a, 24b, 24c, 24d de la membrane d'étanchéité secondaire 4 sont interrompues au niveau d'une ouverture, formée notamment par les portions échancrées 29a et les bords intérieurs des
20 plaques de rattrapage 24c et 24d. Ladite ouverture interrompt une séquence de trois ondulations 25a, 25b, 26a de chaque série d'ondulations de la membrane d'étanchéité secondaire 4. L'ouverture de la membrane d'étanchéité secondaire est ainsi concentrique avec l'ouverture de la membrane d'étanchéité primaire, et avec le pied de support 50. L'ouverture de la membrane d'étanchéité secondaire 4 est centrée à une position située à l'intersection de la deuxième ondulation de la
25 séquence de trois ondulations 26a appartenant à la première série de la membrane d'étanchéité secondaire et de la deuxième ondulation 25a de la séquence de trois ondulations 25a, 25b appartenant à la deuxième série de la membrane d'étanchéité secondaire 4.

Dans un autre mode de réalisation, les ondulations des tôles métalliques
30 secondaires 24, 24a, 24b, 24c font saillie vers l'intérieur de la cuve, contrairement aux ondulations du mode de réalisation précédent, et les panneaux isolants primaires 6, 6a, 6b, 6c présentent chacun une plaque externe 31 présentant des rainures perpendiculaires recevant les ondulations des tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité secondaire 4. Dans cet autre mode de réalisation, non

représenté, les tôles métalliques ondulées 24, 24a, 24b, 24c de la membrane d'étanchéité secondaire 4 comportent également deux séries d'ondulations perpendiculaires 25, 26. Comme dans les modes de réalisation précédents, les tôles métalliques ondulées 24, 24a, 24b, 24c sont fixées sur la plaque interne 10
5 des panneaux isolants 2 de la barrière thermiquement isolante secondaire 1 par l'intermédiaire de platines métalliques.

Toutefois, dans ce mode de réalisation, la plaque externe 31 des panneaux isolants 6 de la barrière thermiquement isolante primaire 5 présentent deux séries de rainures perpendiculaires l'une à l'autre de sorte à former un réseau de rainures.
10 Les rainures sont ainsi destinées à la réception des ondulations 25, 26, faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, formées sur les tôles métalliques ondulées 24 de la membrane d'étanchéité secondaire 4.

Dans un tel mode de réalisation, la membrane d'étanchéité secondaire comprend une structure générale identique à celle représentée sur la figure 6, la
15 seule différence résidant dans l'orientation des ondulations vers l'intérieur de la cuve.

Par ailleurs, il convient de noter que si l'invention a été décrite ci-dessus en relation avec un élément traversant qui est un pied de support, elle n'est pas pour autant limitée à une telle réalisation. Un agencement similaire peut être employé
20 pour d'autres éléments traversant.

De préférence, l'élément traversant est centré sur une position correspondant à l'intersection entre les lignes directrices de deux ondulations perpendiculaires l'une à l'autre des tôles métalliques secondaires et présente une symétrie de révolution ou une symétrie d'ordre N, où N est un nombre entier pair,
25 autour d'un axe perpendiculaire à la paroi porteuse.

Dans des modes de réalisation non représentés, le corps principal de l'élément traversant est une conduite étanche passant au travers de la paroi pour définir un passage entre l'espace intérieur de la cuve et l'extérieur de la cuve, ou une structure de puisard passant au travers de la paroi de cuve au fond de la cuve
30 et destinée à accueillir un organe d'aspiration, par exemple une pompe.

La structure de puisard peut comporter :

- une cuvette primaire raccordée à la membrane d'étanchéité primaire,
- une cuvette secondaire, concentrique à la cuvette primaire, et raccordée à la

membrane d'étanchéité secondaire,

- des matières isolantes primaires logées entre les cuvettes primaires et secondaires ;

- des matières isolantes secondaires interposées entre la cuvette secondaire et la structure porteuse.

Dans un mode de réalisation simplifié, la structure multicouche de la paroi de cuve se limite à la membrane étanche secondaire et la barrière isolante secondaire, tandis que tous les éléments primaires sont supprimés.

La cuve décrite ci-dessus peut être utilisée dans différents types d'installation, notamment 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 telle cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire.

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

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

Pour engendrer la pression nécessaire au transfert du gaz liquéfié, on met en œuvre des pompes embarquées dans le navire 70 et/ou des pompes équipant
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.

REVENDEICATIONS

1. Cuve étanche et thermiquement isolante destinée au stockage d'un fluide, ladite cuve comportant une paroi de cuve fixée à une paroi porteuse plane (3), la paroi de cuve comportant une membrane d'étanchéité (4) et une
- 5 barrière thermiquement isolante (1) disposée entre la paroi porteuse (3) et la membrane d'étanchéité (4),
- la membrane d'étanchéité (4) étant essentiellement constituée d'une pluralité de tôles métalliques ondulées soudées les unes aux autres de manière étanche qui forment une première série (26) d'ondulations rectilignes parallèles équidistantes
- 10 s'étendant selon une première direction (X) du plan de la paroi porteuse et une deuxième série (25) d'ondulations rectilignes parallèles équidistantes s'étendant selon une deuxième direction (Y) du plan de la paroi porteuse, la deuxième direction étant perpendiculaire à la première direction, la distance entre deux ondulations adjacentes de la première série (26) et la distance entre deux ondulations
- 15 adjacentes de la deuxième série (25) étant égales à un intervalle d'ondulation prédéterminé i_0 , les tôles métalliques ondulées présentant des formes rectangulaires dont les côtés sont parallèles à respectivement la première direction et la deuxième direction du plan de la paroi porteuse et dont les dimensions sont sensiblement égales à des multiples entiers de l'intervalle d'ondulation, chaque bord
- 20 d'une tôle métallique ondulée étant situé entre deux ondulations adjacentes parallèles audit bord,
- la barrière thermiquement isolante (1) étant essentiellement constituée d'une pluralité de panneaux isolants (2) juxtaposés présentant chacun une face interne qui forme une surface de support pour la membrane d'étanchéité (4), les panneaux
- 25 isolants présentant des formes parallélépipédiques rectangles dont les côtés sont parallèles à respectivement la première direction (X) et la deuxième direction (Y) du plan de la paroi porteuse et dont les dimensions en projection dans le plan de la paroi porteuse sont sensiblement égales à des multiples entiers de l'intervalle d'ondulation,
- 30 des platines d'ancrage métalliques (17, 18) étant fixées sur les faces internes des panneaux isolants (2) et les tôles métalliques ondulées présentant des bords soudés auxdites platines d'ancrage pour retenir la membrane d'étanchéité contre ladite surface de support,
- la cuve étanche étant équipée d'un élément traversant (50) passant à travers la

paroi de cuve,
dans laquelle la barrière thermiquement isolante autour de l'élément traversant
comporte une pluralité de panneaux isolants (2a, 2b, 2c, 2d) qui forment une
couronne de forme carrée autour de l'élément traversant, ladite couronne
5 présentant des côtés extérieurs mesurant sensiblement $9i_0$ qui sont parallèles à
respectivement la première direction (X) et la deuxième direction (Y) du plan de la
paroi porteuse, ladite couronne délimitant en son centre une fenêtre carrée (51)
dont les côtés mesurent sensiblement $3i_0$ et qui sont aussi parallèles à
respectivement la première direction (X) et la deuxième direction (Y) du plan de la
10 paroi porteuse, de sorte que l'élément traversant (50) passe à travers la barrière
thermiquement isolante dans ladite fenêtre carrée (51),
une première pluralité de platines d'ancrage (17a, 17b, 18a, 18b) étant disposées
sur la face interne de ladite couronne le long des quatre côtés extérieurs de ladite
couronne, la distance entre chaque platine d'ancrage de la première pluralité et le
15 côté extérieur qu'elle longe étant égale à l'intervalle d'ondulation,
des pièces de liaison (53, 64a, 64b) liées de manière étanche à l'élément traversant
étant disposées dans la fenêtre carrée autour de l'élément traversant au niveau de
la face interne des panneaux isolants (2a, 2b, 2c, 2d) qui forment la couronne,
et dans laquelle les tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité autour
20 de l'élément traversant comportent :
deux plaques métalliques rectangulaires échancrées (24a, 24b) larges de $3i_0$ selon
la première direction et longues de $7i_0$ selon la deuxième direction, qui sont
symétriques l'une de l'autre par rapport à un axe de symétrie (B) parallèle à la
deuxième direction (Y) passant par le centre de la fenêtre carrée, dit deuxième axe
25 de symétrie, chaque plaque métallique rectangulaire échancrée (24a, 24b)
présentant trois bords extérieurs disposés au droit de la première pluralité de
platines d'ancrage et soudés sur la première pluralité de platines d'ancrage (17a,
18a, 17b, 18b) et un bord intérieur (29a, 29b) présentant une échancrure ménagée
pour éviter de couper ladite fenêtre carrée (51), ladite échancrure présentant une
30 largeur égale à $1i_0$ selon la première direction (X) et une longueur égale à $3i_0$ selon
la deuxième direction (Y) de manière que la portion échancrée du bord intérieur
longe la fenêtre carrée,
et deux plaques métalliques de rattrapage (24c, 24d) disposées entre les portions
non échancrées (29b) des bords intérieurs des deux plaques métalliques

rectangulaires échancrées (24a, 24b), les deux plaques métalliques de rattrapage (24c, 24d) étant symétriques l'une de l'autre par rapport à un axe de symétrie (A) parallèle à la première direction (X) passant par le centre de la fenêtre carrée, dit premier axe de symétrie, chaque plaque métallique de rattrapage (24c, 24d) étant
5 large de $1i_0$ selon la première direction et longue de $2i_0$ selon la deuxième direction et présentant une ondulation alignée sur ledit deuxième axe de symétrie (B), les deux bords longitudinaux de chaque plaque métallique de rattrapage (24c, 24d) étant soudés de manière étanche aux bords intérieurs (29b) des deux plaques métalliques rectangulaires échancrées, et le bord latéral extérieur de chaque plaque
10 métallique de rattrapage étant soudé aux platines d'ancrage (18a, 18b) de la première pluralité, la portion échancrée (29a) du bord intérieur de chaque plaque métallique rectangulaire échancrée (24a, 24b) et le bord latéral intérieur de chaque plaque métallique de rattrapage (24c, 24d) étant soudés de manière étanche auxdites
15 pièces de liaison.

2. Cuve selon la revendication 1, dans laquelle la face interne de ladite couronne porte en outre une ligne de platines d'ancrage (17c) parallèle à la deuxième direction qui s'étend de part et d'autre de la fenêtre carrée (51) et qui est décalée d'un côté du deuxième axe de symétrie (B) d'une distance inférieure à $1i_0$, et
20 dans laquelle un premier des bords longitudinaux de chaque plaque métallique de rattrapage (24c, 24d), en plus d'être soudé au bord intérieur d'une première des deux plaques métalliques rectangulaires échancrées (24a), est soudé à la ligne de platines d'ancrage (17c) pour être retenu sur la face interne de ladite couronne, tandis que le deuxième bord longitudinal de chaque plaque métallique de rattrapage
25 (24c, 24d) est soudé au bord intérieur de la deuxième plaque métallique rectangulaire échancrée (29b) sans être retenu sur la face interne de ladite couronne.

3. Cuve selon la revendication 2, dans laquelle un revêtement de protection thermique (91) est disposé sur la face interne de ladite couronne à une
30 position symétrique de la ligne de platines d'ancrage (17c) par rapport au deuxième axe de symétrie (B), pour éviter de dégrader la face interne en réalisant la soudure entre chaque plaque métallique de rattrapage (24c, 24d) et la deuxième plaque métallique rectangulaire échancrée (24b).

4. Cuve selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle l'élément traversant comporte un corps principal (52) disposé sensiblement au centre de la fenêtre carrée (51) et s'étendant selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve et un plateau (53) parallèle à la paroi porteuse (3) lié à la périphérie du corps principal (52) et s'étendant autour du corps principal au même niveau que la face interne de la couronne, les pièces de liaison comportant des plaques de fermeture (64a, 64b) disposées dans la fenêtre entre le plateau (53) et les tôles métalliques ondulées (24a, 24b, 24c, 24d), chaque plaque de fermeture présentant un premier bord soudé sur le plateau autour du corps principal (52) et un deuxième bord soudé sur une deuxième pluralité de platines d'ancrage (17d, 18d) autour de la fenêtre carrée, la deuxième pluralité de platines d'ancrage étant disposée sur la face interne de ladite couronne le long des quatre côtés intérieurs de ladite couronne, de manière à longer les bords de la fenêtre carrée (51), et dans laquelle la portion échancrée (29a) du bord intérieur de chaque plaque métallique rectangulaire échancrée (24a, 24b) et le bord latéral intérieur de chaque plaque métallique de rattrapage sont soudés de manière étanche sur les plaques de fermeture (64a, 64b).

5. Cuve selon la revendication 4, dans laquelle le plateau (53) de l'élément traversant (50) présente une forme carrée, le plateau présente un décrochement (61) long des bords extérieurs de ses quatre côtés, les panneaux isolants présentant des décrochements (62) le long des quatre bords intérieurs de la couronne carrée, des éléments de pontage (63) étant disposés à cheval sur les panneaux isolants et le plateau (53), les éléments de pontage étant posés sur le fond des décrochements (61, 62) du plateau d'une part et des panneaux isolants d'autre part, l'épaisseur des éléments de pontage (63) étant sensiblement égale à la profondeur desdits décrochements (61, 62) de manière à offrir une surface de support plane pour les plaques de fermeture (64a, 64b).

6. Cuve selon la revendication 4 ou 5, comportant en outre une pluralité de pièces de bout métalliques (65) soudées aux plaques de fermeture (64a, 64b) et disposées au niveau des intersections entre le deuxième bord de chaque plaque de fermeture et chacune des ondulations (25a, 25b, 26a) de la première et de la deuxième séries qui se terminent sur la portion échancrée (29a) du bord intérieur de chaque plaque métallique rectangulaire échancrée (24a, 24b) et sur le bord latéral intérieur de chaque plaque métallique de rattrapage (24c, 24d) tout

autour de la fenêtre carrée (51), de manière à fermer les terminaisons desdites ondulations.

7. Cuve selon l'une des revendications 4 à 6, dans laquelle le corps principal de l'élément traversant est un pied de support pour un équipement destiné à être placé dans la cuve, le pied de support présentant une première portion d'extrémité en appui contre la paroi porteuse et une deuxième portion d'extrémité faisant saillie dans la cuve pour supporter l'équipement à distance de la paroi de cuve.

8. Cuve selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle les tôles métalliques ondulées de la membrane d'étanchéité comportent en outre une plaque métallique rectangulaire (24e) large de $2i_0$ selon la première direction (X) et longue de $7i_0$ selon la deuxième direction (Y), qui est juxtaposée à la première ou deuxième plaque métallique rectangulaire échancrée (24a, 24b) en s'éloignant de l'élément traversant selon la première direction (X) et disposée dans l'alignement de la première ou deuxième plaque métallique rectangulaire échancrée selon la première direction.

9. Cuve selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle la couronne de forme carrée de la barrière thermiquement isolante (1) est constituée de deux panneaux isolants longs (2a, 2b) présentant une largeur de $3i_0$ selon la première direction (X) et une longueur de $9i_0$ selon la deuxième direction (Y) et deux panneaux isolants courts (2c, 2d) présentant une largeur de $3i_0$ selon la première direction et une longueur de $3i_0$ selon la deuxième direction, les panneaux isolants longs (2a, 2b) étant disposés dans l'alignement l'un de l'autre selon la première direction (X) espacés d'une distance de $3i_0$ dans la première direction pour délimiter la fenêtre carrée (51) selon la première direction, les panneaux isolants courts (2c, 2d) étant disposés entre les deux panneaux isolants longs dans l'alignement l'un de l'autre selon la deuxième direction (Y) et espacés d'une distance de $3i_0$ dans la deuxième direction pour délimiter la fenêtre carrée selon la deuxième direction.

10. Cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle les ondulations (25, 26) des tôles métalliques (24a, 24b, 24c, 24d, 24e) font saillie vers l'extérieur de la cuve en direction de la paroi porteuse, la face interne

des panneaux isolants secondaires (2a, 2b, 2c, 2d) présentant des rainures (14, 15) perpendiculaires recevant les ondulations (25, 26) des tôles métalliques.

11. Cuve selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle ladite barrière thermiquement isolante (1) est une barrière thermiquement isolante
5 secondaire retenue contre la paroi porteuse (3), et ladite membrane d'étanchéité (4) est une membrane d'étanchéité secondaire portée par la barrière thermiquement isolante secondaire (1), la paroi de cuve comportant en outre une barrière thermiquement isolante primaire (5) reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire (4) et une membrane d'étanchéité primaire (7) portée par la barrière
10 thermiquement isolante primaire (5) et destinée à être en contact avec le fluide contenu dans la cuve,
et dans laquelle les panneaux isolants (2a, 2b, 2c, 2d) formant la couronne carrée portent deux séries de trois organes d'ancrage (19a, 19b, 19c) disposés sur les platines (18a, 18b) de la première pluralité le long des deux bords de la couronne
15 carrée parallèles à la première direction (X), les deux séries de trois organes d'ancrage étant espacées de $7i_o$ et symétriques l'une de l'autre par rapport au premier axe de symétrie (A), les trois organes d'ancrage de chaque série étant disposés à respectivement $1i_o$, $4i_o$ et $7i_o$ d'un bord de la couronne carrée parallèle à la deuxième direction (Y) de sorte que la série de trois organes d'ancrage est
20 dissymétrique par rapport au deuxième axe de symétrie (B),
la barrière thermiquement isolante primaire autour de l'élément traversant (50) comportant deux panneaux isolants primaires (6a, 6b) de forme parallélépipédique rectangle présentant une largeur de $3i_o$ selon la première direction (X) et une longueur de $7i_o$ selon la deuxième direction (Y), un premier desdits panneaux
25 isolants primaires (6a) ayant ses quatre coins coïncidant avec le premier (19a) et le deuxième (19b) organes d'ancrage de chaque série et étant ancré auxdits premier et deuxième organes d'ancrage de chaque série, un deuxième desdits panneaux isolants primaires (6b) ayant ses quatre coins coïncidant avec le deuxième (19b) et le troisième (19c) organes d'ancrage de chaque série et étant ancré auxdits
30 deuxième et troisième organes d'ancrage de chaque série, chacun des deux panneaux isolants primaires (6a, 6b) présentant une découpe respective (23a, 23b) dans son bord tourné du côté de l'élément traversant, la découpe (23a) du premier panneau isolant primaire (6a) présentant une largeur inférieure ou égale à $1i_o$ selon la première direction, la découpe (23b) du deuxième panneau isolant primaire (6b)

présentant une largeur inférieure ou égale à $2i_0$ selon la première direction, chacune des deux découpes présentant une longueur inférieure ou égale à $3i_0$ selon la deuxième direction étant symétrique part rapport au premier axe de symétrie (A).

5 12. Cuve selon la revendication 11 prise en combinaison avec la revendication 4, dans laquelle les platines (17a) de la première pluralité portent en outre une série d'organes d'ancrage (19e) disposée le long du bord longitudinal extérieur, opposé à ladite découpe (23a), du premier panneau isolant primaire (6a), le bord longitudinal extérieur du premier panneau isolant primaire étant ancré à la
10 série d'organes d'ancrage (19e),
et dans laquelle au moins un organe d'ancrage (19f) est fixé sur le plateau (53) de l'élément traversant (50) du côté du deuxième panneau isolant primaire (6b), à l'intérieur de la découpe (23b) du bord longitudinal intérieur du deuxième panneau isolant primaire, le deuxième panneau isolant primaire (6b) étant ancré audit au
15 moins un organe d'ancrage (19f).

 13. Cuve selon la revendication 12, dans laquelle les panneaux isolants primaires (6a, 6b) présentent une structure sandwich constituée d'une couche de mousse polymère isolante (101) prise en sandwich entre deux plaques rigides (102, 103), le deuxième panneau isolant primaire comportant un puit oblong
20 (66) traversant la plaque rigide interne (102) et la couche de mousse polymère isolante du deuxième panneau isolant primaire pour découvrir une zone de surface interne (67) de la plaque rigide externe (103), une pièce d'ancrage (104) étant d'une part fixée à l'organe d'ancrage (19f) du plateau (53) de l'élément traversant et d'autre part en appui sur la zone de surface interne (67) de la plaque rigide interne
25 pour ancrer le deuxième panneau isolant primaire (6b).

 14. Cuve selon l'une des revendications 11 à 13, dans laquelle les tôles métalliques ondulées de la membrane étanche primaire (7) autour de l'élément traversant (50) comportent deux plaques rectangulaires échancrées primaires (39a, 39b) présentant une largeur de $3i_0$ selon la première direction (X) et une longueur
30 de $9i_0$ selon la deuxième direction (Y) et symétriques l'une de l'autre par rapport au deuxième axe de symétrie (B), chacune des deux plaques rectangulaires échancrées primaires étant symétrique par rapport au premier axe de symétrie (A), chacune des deux plaques rectangulaires échancrées primaires (39a, 39b) présentant un bord longitudinal intérieur (68) présentant une échancrure pour

contourner l'élément traversant, ladite échancrure présentant une largeur inférieure à $1,5i_0$ selon la première direction et une longueur inférieure à $3i_0$ selon la deuxième direction de manière que la portion échancrée (68a) du bord longitudinal intérieur interrompt deux ondulations (41a) de la première série et une ondulation
5 (40a) de la deuxième série de chacune des deux plaques rectangulaires échancrées primaires (39a, 39b),
la portion échancrée (68a) du bord longitudinal intérieur de chaque plaque rectangulaire échancrée primaires étant soudée de manière étanche à des pièces de liaison (82, 54) liées de manière étanche à l'élément traversant (50) autour de
10 l'élément traversant au niveau de la face interne des panneaux isolants primaires.

15. Cuve selon la revendication 14, dans laquelle un troisième panneau isolant primaire (6c) de forme parallélépipédique rectangle présentant une largeur de $3i_0$ selon la première direction (X) et une longueur de $7i_0$ selon la deuxième direction (Y) est juxtaposé au deuxième panneau isolant primaire (6b) à
15 l'opposé du premier panneau isolant primaire (6a),
et dans laquelle la face interne des premier, deuxième et troisième panneaux isolants primaires (6a, 6b, 6c) porte des platines métalliques d'ancrage pour ancrer les plaques rectangulaires échancrées primaires, les platines métalliques d'ancrage comportant :
20 des premières platines métalliques d'ancrage (32a) disposées sur le deuxième panneau isolant primaire le long du deuxième axe de symétrie B pour ancrer les portions non échancrées du bord longitudinal intérieur (68) des deux plaques rectangulaires échancrées primaires (6a, 6b),
des deuxièmes platines métalliques d'ancrage (32b) disposées sur le premier
25 panneau isolant primaire (6a) le long d'une ligne parallèle au deuxième axe de symétrie B à une distance de $3i_0$ des premières platines métalliques d'ancrage (32a) pour ancrer le bord longitudinal extérieur d'une première des deux plaques rectangulaires échancrées primaires (39a),
des troisièmes platines métalliques d'ancrage (32c) disposées sur le troisième
30 panneau isolant primaire (6c) le long d'une ligne parallèle au deuxième axe de symétrie (B) à une distance de $3i_0$ des premières platines métalliques d'ancrage (32a) pour ancrer le bord longitudinal extérieur de la deuxième plaque rectangulaire échancrée primaire (39b),
et des quatrièmes platines métalliques d'ancrage (32d) disposées sur les premier et

deuxième panneaux isolants primaires (6a, 6b) sous la forme d'un cadre carré concentrique avec la fenêtre carrée (51) accueillant l'élément traversant pour ancrer les portions échancrées (68a) du bord longitudinal intérieur des deux plaques rectangulaires échancrées primaires.

5 16. Cuve selon la revendication 15, dans laquelle les tôles métalliques ondulées de la membrane étanche primaire (7) comportent en outre une plaque rectangulaire étroite (39c) présentant une largeur de $1i_0$ selon la première direction (X) et une longueur de $9i_0$ selon la deuxième direction (Y) juxtaposée à la deuxième plaque rectangulaire échancrée primaire (39b) à l'opposé de la première plaque
10 rectangulaire échancrée primaire (39a), des cinquièmes platines métalliques d'ancrage (32e) étant disposées sur le troisième panneau isolant primaire (6c) le long d'une ligne parallèle au deuxième axe de symétrie (B) à une distance de $1i_0$ des troisièmes platines métalliques d'ancrage (32c) pour ancrer le bord longitudinal extérieur de la plaque rectangulaire étroite (39c).

15 17. Navire (70) pour le transport d'un fluide, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16 disposée dans la double coque.

 18. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 17, dans lequel on achemine un fluide à travers des canalisations
20 isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71).

 19. Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (70) selon la revendication 17, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une
25 installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

1/10

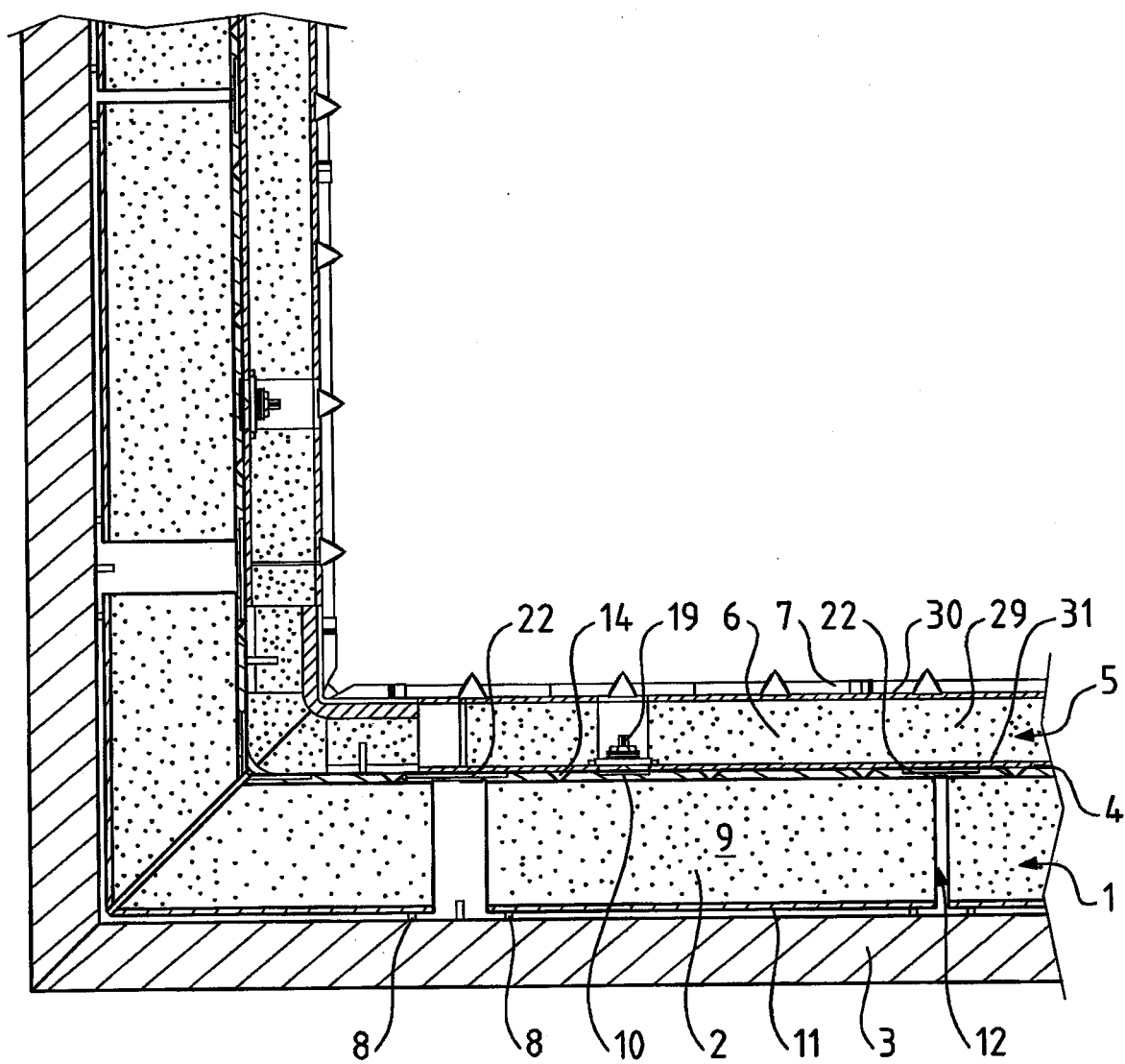


FIG. 1

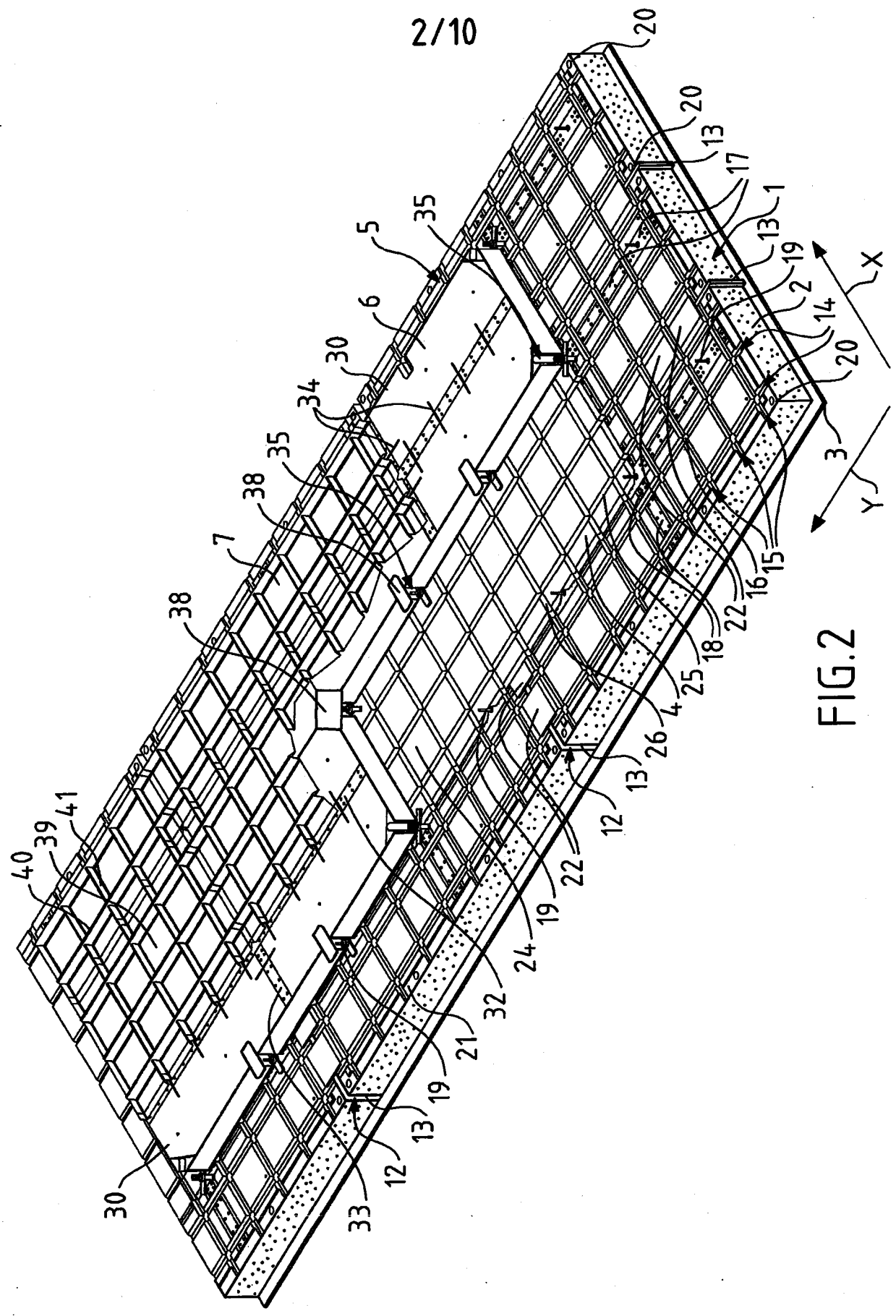


FIG.2

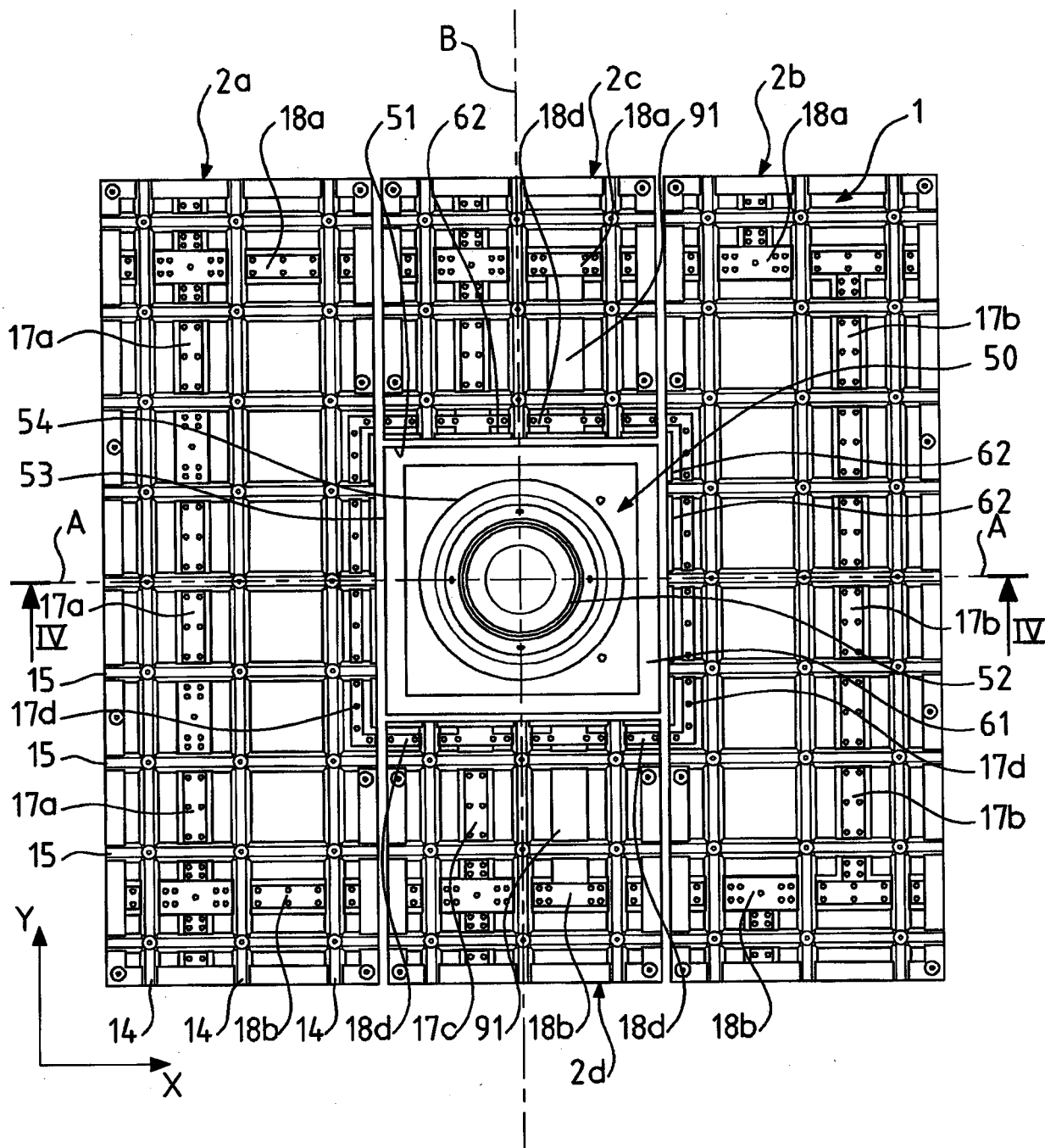


FIG.3

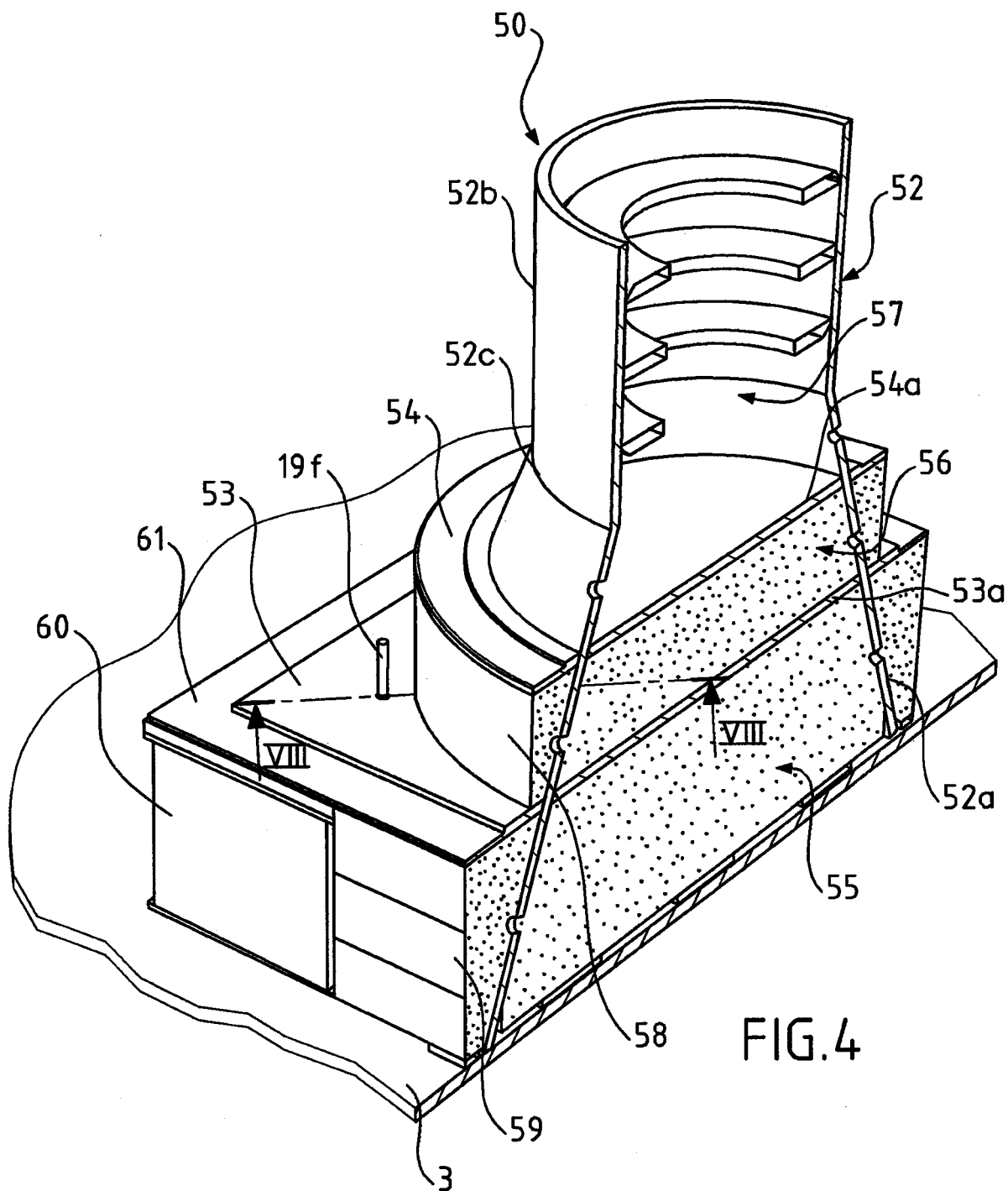


FIG. 4

5/10

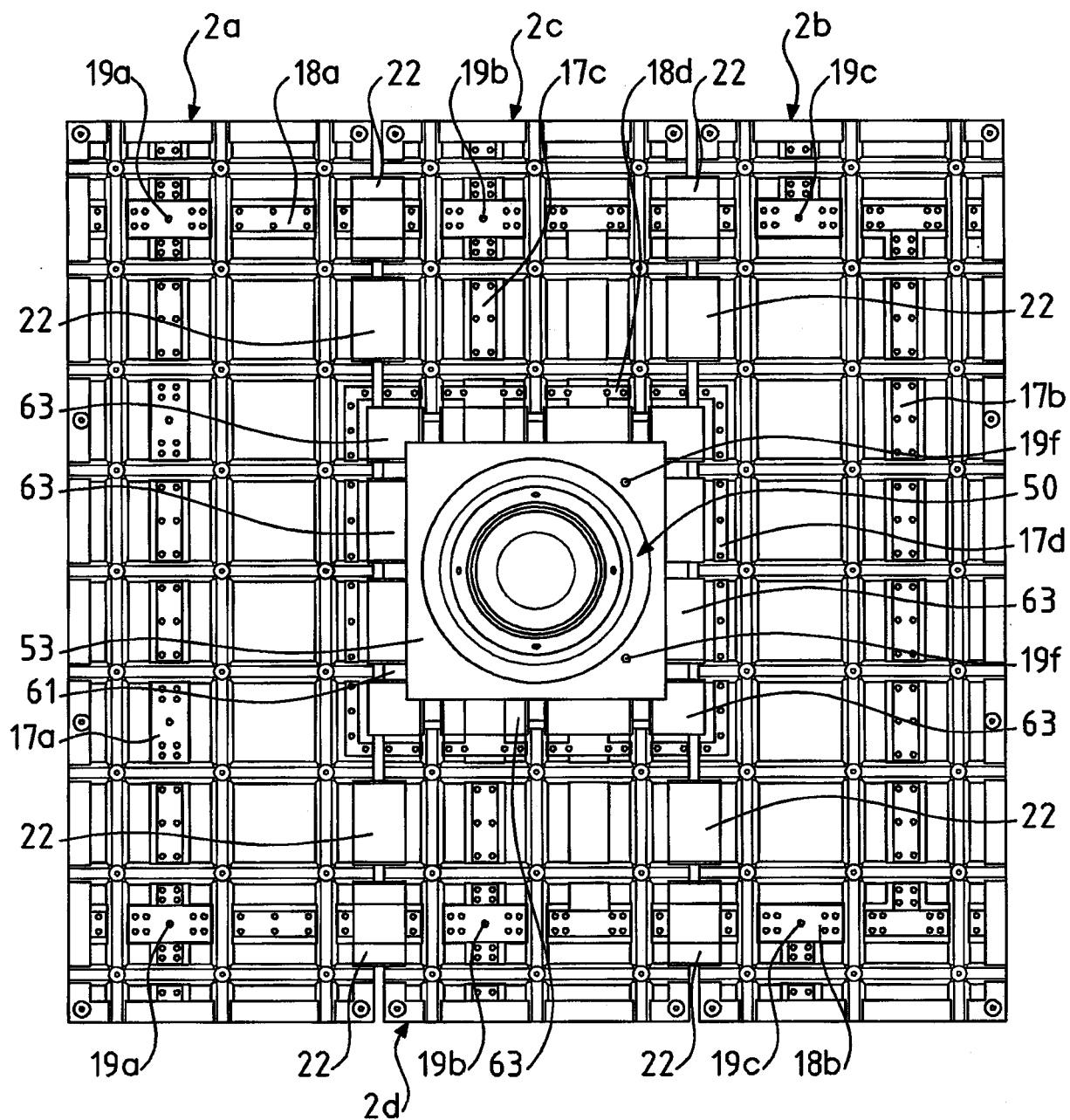


FIG. 5

6/10

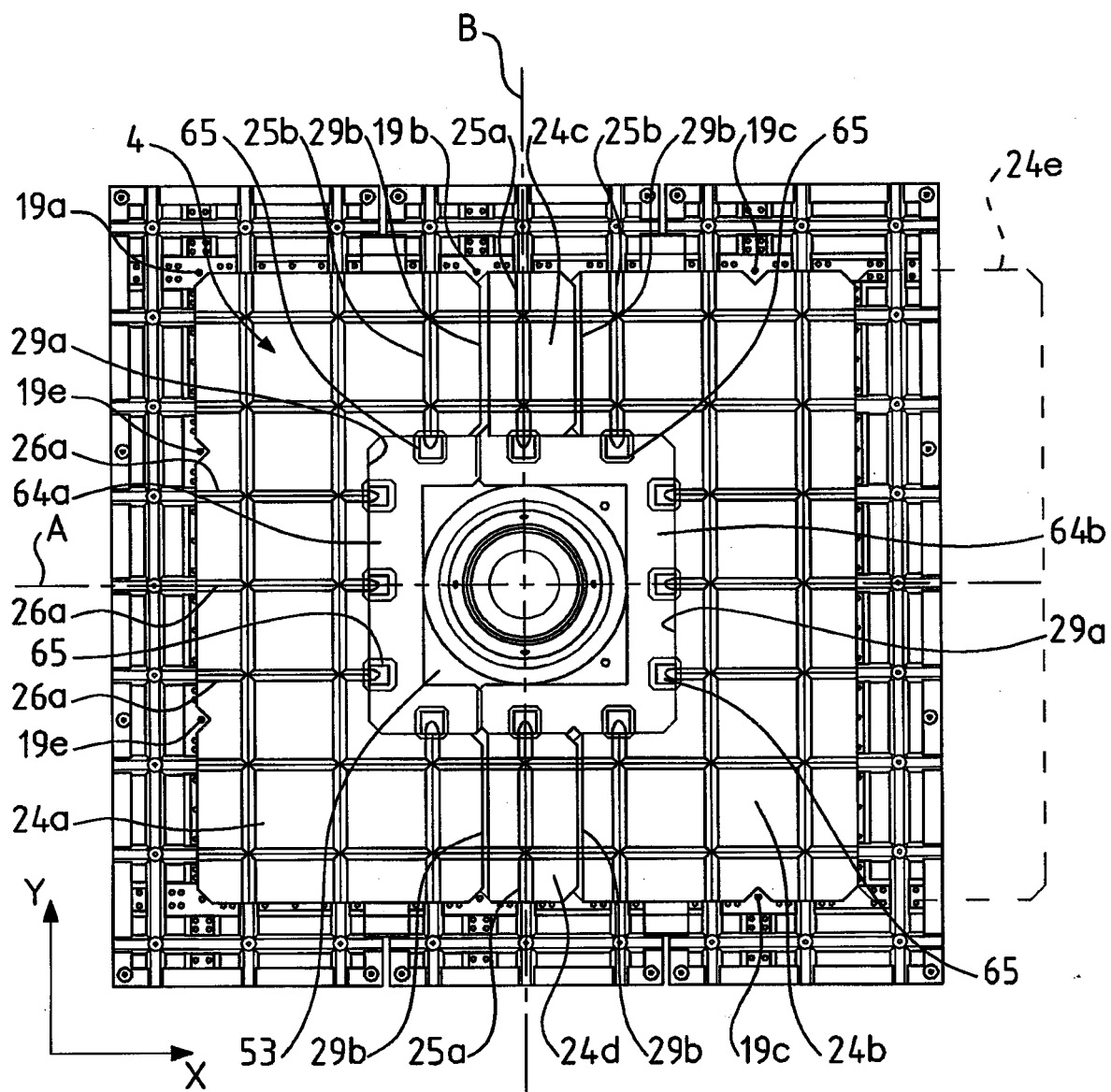


FIG. 6

7/10

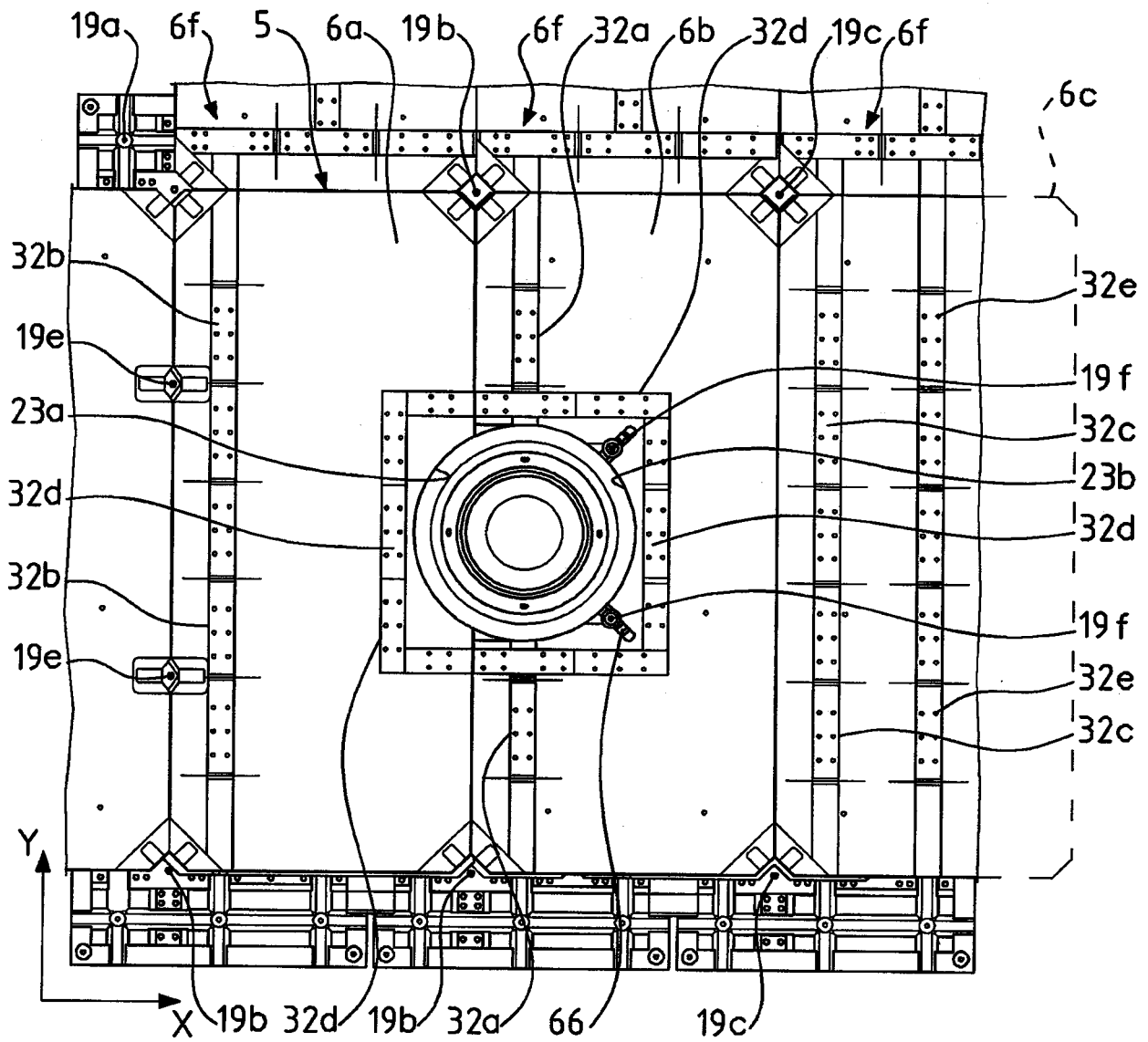


FIG. 7

8/10

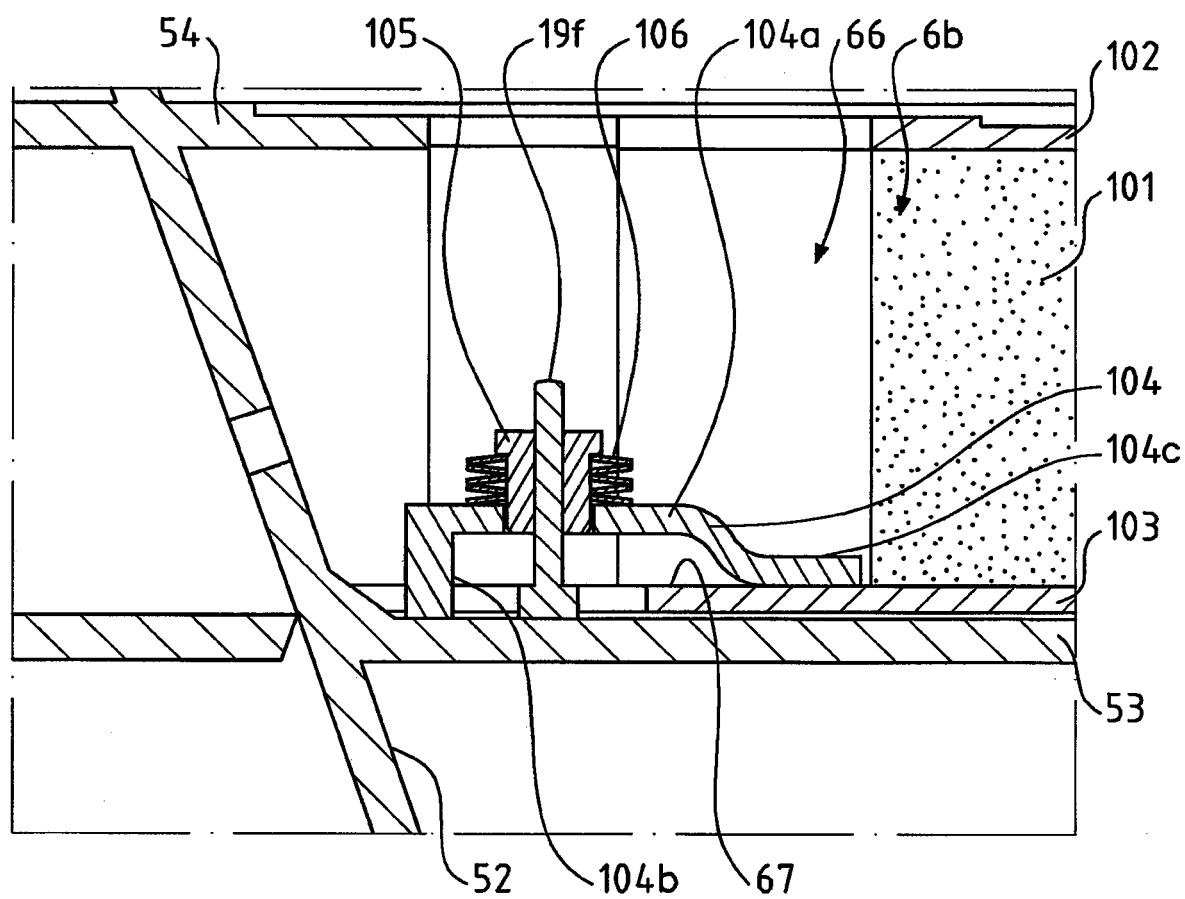


FIG. 8

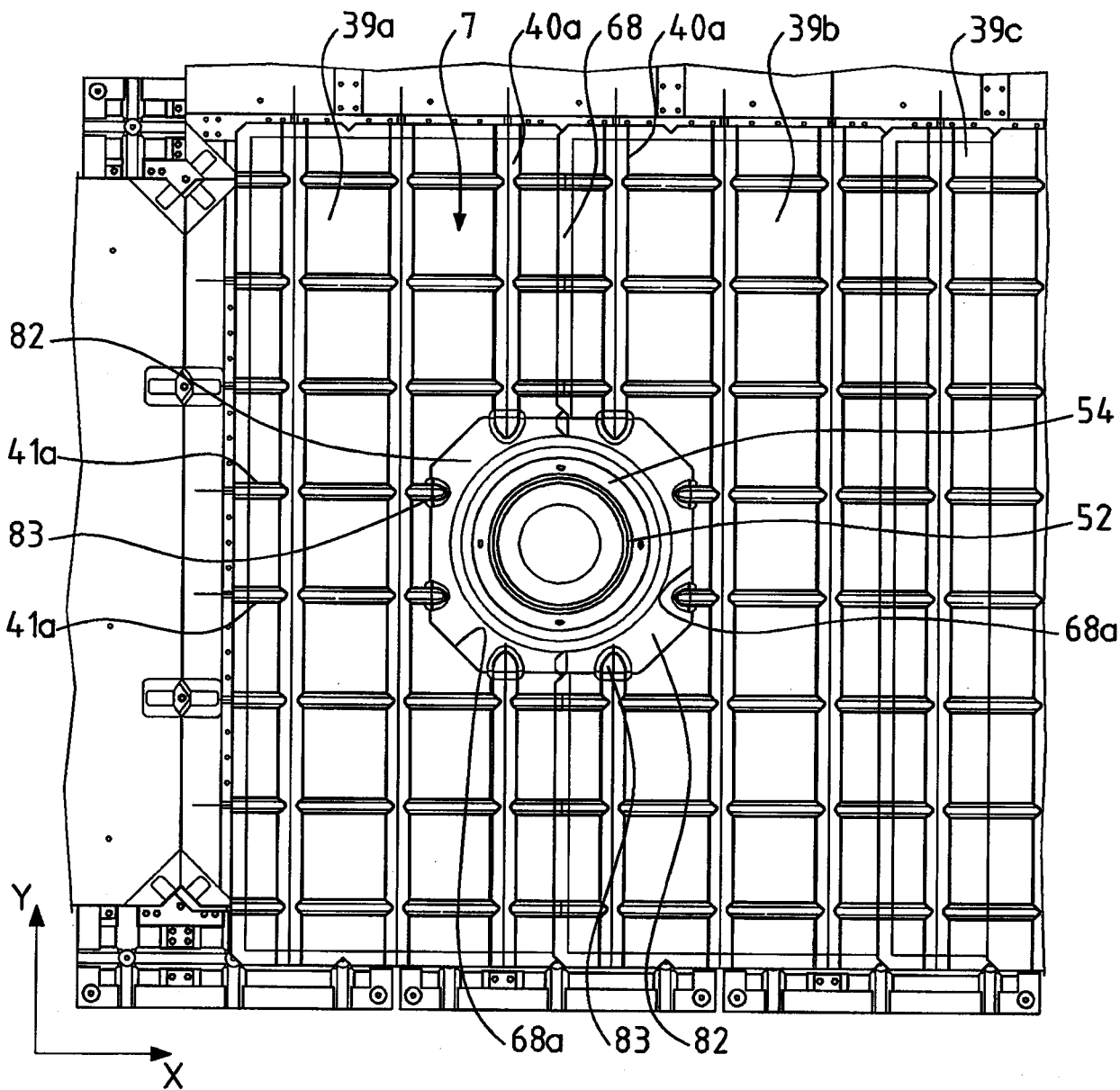


FIG.9

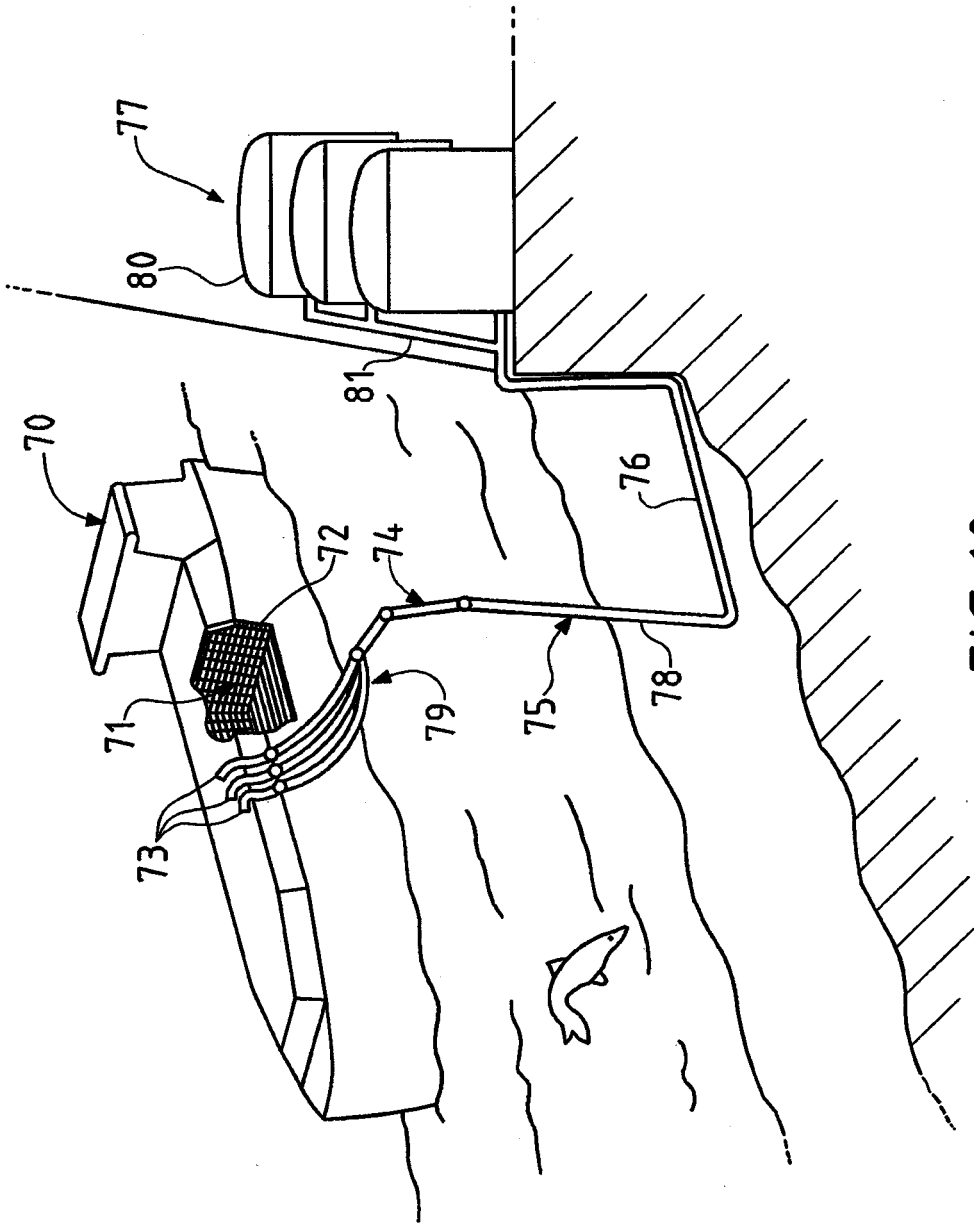


FIG.10



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 810055
FR 1553496

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A,D	WO 2011/157915 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]; LAHRACH SAID [FR]; BOUGAULT JOHAN [FR]; S) 22 décembre 2011 (2011-12-22) * figures 1-9 *	1-19	F17C3/04 B65D90/08 B63B25/16
A	FR 2 984 454 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 21 juin 2013 (2013-06-21) * figures 1-7 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F17C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 mars 2016		Nicol, Boris	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1553496 FA 810055**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-03-2016**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2011157915 A1	22-12-2011	AU 2011266930 A1	10-01-2013
		CN 102933888 A	13-02-2013
		CN 103899912 A	02-07-2014
		EP 2583021 A1	24-04-2013
		EP 2740987 A2	11-06-2014
		ES 2509715 T3	17-10-2014
		FR 2961580 A1	23-12-2011
		JP 5530030 B2	25-06-2014
		JP 5746778 B2	08-07-2015
		JP 2013528541 A	11-07-2013
		JP 2014141308 A	07-08-2014
		KR 20130081276 A	16-07-2013
		KR 20140046490 A	18-04-2014
		RU 2012154217 A	27-07-2014
		RU 2014112235 A	10-10-2015
		SG 185001 A1	29-11-2012
		SG 10201400698T A	29-05-2014
		TW 201206793 A	16-02-2012
		TW 201427879 A	16-07-2014
		WO 2011157915 A1	22-12-2011
FR 2984454 A1	21-06-2013	CN 103998852 A	20-08-2014
		FR 2984454 A1	21-06-2013
		KR 20140105023 A	29-08-2014
		WO 2013093261 A1	27-06-2013



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 810055
FR 1553496

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A,D	WO 2011/157915 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]; LAHRACH SAID [FR]; BOUGAULT JOHAN [FR]; S) 22 décembre 2011 (2011-12-22) * figures 1-9 *	1-19	F17C3/04 B65D90/08 B63B25/16
A	FR 2 984 454 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 21 juin 2013 (2013-06-21) * figures 1-7 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F17C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 mars 2016		Nicol, Boris	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1553496 FA 810055**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-03-2016**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2011157915 A1	22-12-2011	AU 2011266930 A1	10-01-2013
		CN 102933888 A	13-02-2013
		CN 103899912 A	02-07-2014
		EP 2583021 A1	24-04-2013
		EP 2740987 A2	11-06-2014
		ES 2509715 T3	17-10-2014
		FR 2961580 A1	23-12-2011
		JP 5530030 B2	25-06-2014
		JP 5746778 B2	08-07-2015
		JP 2013528541 A	11-07-2013
		JP 2014141308 A	07-08-2014
		KR 20130081276 A	16-07-2013
		KR 20140046490 A	18-04-2014
		RU 2012154217 A	27-07-2014
		RU 2014112235 A	10-10-2015
		SG 185001 A1	29-11-2012
		SG 10201400698T A	29-05-2014
		TW 201206793 A	16-02-2012
		TW 201427879 A	16-07-2014
		WO 2011157915 A1	22-12-2011
FR 2984454 A1	21-06-2013	CN 103998852 A	20-08-2014
		FR 2984454 A1	21-06-2013
		KR 20140105023 A	29-08-2014
		WO 2013093261 A1	27-06-2013