

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/207938 A1

(43) Date de la publication internationale
07 décembre 2017 (07.12.2017)

(51) Classification internationale des brevets :
F17C 3/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/051376

(22) Date de dépôt international :
01 juin 2017 (01.06.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1654962 01 juin 2016 (01.06.2016) FR

(71) Déposant : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
[FR/FR] ; 1 route de Versailles, 78470 Saint Remy Les Chevreuse (FR).

(72) Inventeurs : DELANOE, Sébastien ; 1 route de Versailles, 78470 Saint Remy Les Chevreuse (FR). MOREL, Cédric ; 1 route de Versailles, 78470 Saint Remy Les Chevreuse (FR). CREMIERE, Thomas ; 1 route de Versailles, 78470 Saint Remy Les Chevreuse (FR).

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

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

(54) Title: INSULATING BLOCK AND THERMALLY-INSULATING SEALED TANK BUILT INTO A POLYHEDRAL LOAD-BEARING STRUCTURE

(54) Titre : BLOC ISOLANT ET CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE INTEGREE DANS UNE STRUCTURE PORTEUSE POLYEDRIQUE

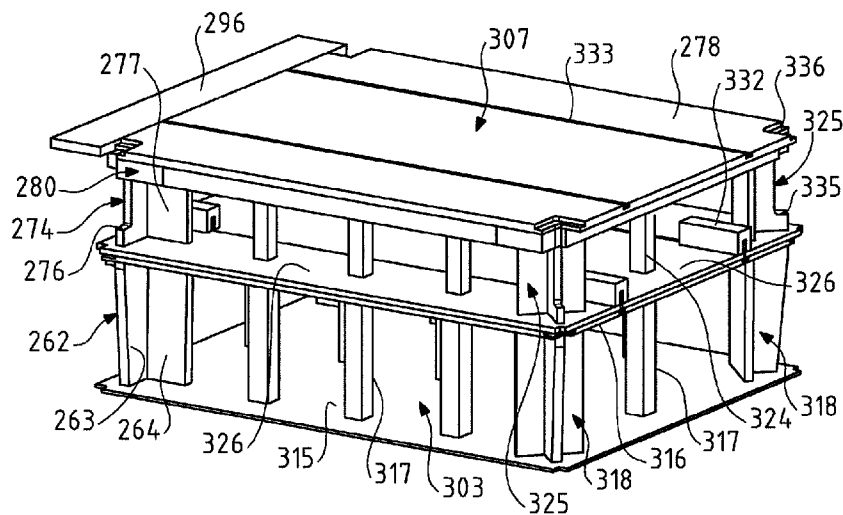


FIG. 20

(57) Abstract: The invention relates to a parallelepiped insulating block (307) including a rectangular bottom plate (326) and a rectangular cover plate parallel to the bottom plate and spaced apart from the bottom plate in the direction of the thickness of the insulating block by supporting pillars (324, 325, 274), in which the cover plate of an insulating block includes a network of beams attached to the upper ends of the supporting pillars, each beam resting on a plurality of said supporting pillars in order to distribute the pressure forces on said supporting pillars, and a continuous covering web (278) arranged on the network of beams which is less thick than the beams, the network of beams including an edge beam (280) arranged along one edge of the insulating block and resting on the two main supporting pillars (274) arranged at the ends of said edge.

(57) Abrégé : Un bloc isolant (307) présente une forme parallélépipédique et comporte une plaque de fond (326) de forme rectangulaire et une plaque de couvercle de forme rectangulaire parallèle à la plaque de fond et espacée de la plaque de fond dans une direction d'épaisseur du bloc isolant par des piliers porteurs (324, 325, 274), dans lequel la plaque de couvercle d'un bloc isolant comporte un réseau de poutres fixées sur les extrémités supérieures des piliers porteurs, chaque poutre reposant sur plusieurs desdits piliers porteurs



WO 2017/207938 A1

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

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

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

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

Publiée:

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

pour répartir les efforts de pression sur lesdits piliers porteurs, et un voile de couverture (278) continu disposé sur le réseau de poutres et présentant une épaisseur plus faible que les poutres, le réseau de poutre comportant une poutre de bordure (280) disposée le long d'un bord du bloc isolant et reposant sur les deux piliers porteurs principaux (274) disposés aux extrémités dudit bord.

BLOC ISOLANT ET CUVE ETANCHE ET THERMIQUEMENT ISOLANTE INTEGREE DANS UNE STRUCTURE PORTEUSE POLYEDRIQUE

Domaine technique

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

Des cuves étanches et thermiquement isolées à membranes sont
notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est
stocké, à pression atmosphérique, à environ -162°C . Ces cuves peuvent être
10 installées à terre ou sur un ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

Dans une cuve de stockage de gaz liquéfié à basse température, une
fonction essentielle de la paroi de cuve est d'isoler la cargaison pour limiter le flux
thermique entraînant l'évaporation de la cargaison, et aussi pour protéger la coque
15 des températures cryogéniques dans le cas d'une cuve de navire. Mais la paroi de
cuve doit aussi supporter le chargement hydrodynamique de la cargaison, ce qui
implique donc une résistance à la compression.

Une option possible pour assurer ces fonctions est de réaliser la paroi de
cuve avec une couche de matière homogène qui soit à la fois isolante et
20 structurellement résistante à la compression. Des exemples de telles cuves sont
disponibles dans la littérature, par exemple les publications US-A-4116150 et WO-
A-2013124573. Toutefois, la matière isolante employée dans ces exemples, à
savoir de la mousse de polyuréthane renforcée, présente un coût élevé. De plus, il
est difficile de trouver un matériau isolant structurel optimisant à la fois la résistance
25 mécanique et l'isolation thermique.

Une autre option possible est de réaliser la paroi de cuve avec des blocs
isolants hétérogènes comportant des parties porteuses mécaniquement résistantes
et des matières isolantes agencées entre les parties porteuses. Comme les

matières isolantes sont au moins partiellement libérées du chargement hydrodynamique dans ce cas, il existe un plus grand choix possible de matériaux d'isolation. Des exemples de telles cuves sont disponibles dans la littérature, par exemple les publications FR-A-2867831, FR-A-2989291 et WO-A-2013182776.

5 Dans FR-A-2867831, le bloc isolant est une caisse présentant des cloisons intérieures parallèles délimitant des compartiments remplis de perlite expansée ou aérogels. FR-A-2989291 le bloc isolant est une caisse similaire remplie de matières fibreuses. Dans un mode de réalisation, des piliers de petite section sont employés à la place des cloisons parallèles. Dans WO-A-2013182776, il est prévu de couler
10 une mousse isolante entre des piliers porteurs. Dans tous les cas, le flux thermique global transmis par un tel bloc isolant résulte à la fois des flux transmis par les parties porteuses et des flux transmis par les matières isolantes intercalaires.

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de fournir un agencement de la paroi
15 de cuve au voisinage d'une arête joignant deux parois porteuses formant un angle, notamment un angle obtus.

Une autre idée à la base de l'invention est de fournir un bloc isolant dont au moins certaines parties porteuses soient fabriquées dans des matériaux minces ayant une bonne résistance mécanique, afin de maximiser le volume occupé par
20 des matériaux isolants non structurels.

Pour cela, selon un premier objet, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse polyédrique comportant une pluralité de parois porteuses sensiblement planes, la cuve comportant une pluralité de parois de cuve disposées sur les parois porteuses,
25 dans laquelle la paroi de cuve disposée sur une paroi porteuse comporte, successivement dans une direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière d'isolation secondaire, une barrière d'étanchéité secondaire, une barrière d'isolation primaire, et une barrière d'étanchéité primaire destinée à
30 être en contact avec un produit contenu dans la cuve, dans laquelle la barrière d'isolation secondaire est essentiellement constituée de blocs isolants secondaires parallélépipédiques juxtaposés selon un motif répété sur

la paroi porteuse et la barrière d'isolation primaire est essentiellement constituée de blocs isolants primaires parallélépipédiques superposés aux blocs isolants secondaires,

dans laquelle un bloc isolant secondaire et un bloc isolant primaire qui est
5 superposé audit bloc isolant secondaire sont retenus sur la paroi porteuse par des organes de retenue disposés autour des blocs isolants secondaire et primaire superposés, chaque organe de retenue comportant une portion inférieure solidaire de la paroi porteuse, une portion d'attache secondaire surmontant la portion inférieure et coopérant avec plusieurs blocs isolants secondaires adjacents à
10 l'organe de retenue et une portion d'attache primaire surmontant la portion d'attache secondaire et coopérant avec plusieurs blocs isolants primaires adjacents à l'organe de retenue,

dans laquelle la barrière d'étanchéité secondaire comporte une membrane métallique essentiellement constituée d'éléments métalliques juxtaposés sur les
15 blocs isolants secondaires et soudés les uns aux autres de manière étanche et la barrière d'étanchéité primaire comporte une membrane métallique essentiellement constituée d'éléments métalliques juxtaposés sur les blocs isolants primaires et soudés les uns aux autres de manière étanche.

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

Selon un mode de réalisation de la cuve, le long d'une arête de la structure porteuse joignant deux parois porteuses adjacentes formant un angle entre elles, la barrière d'isolation secondaire de chaque paroi de cuve comporte une rangée longitudinale de blocs isolants de bordure secondaires et la barrière d'isolation
25 primaire de chaque paroi de cuve comporte une rangée longitudinale de blocs isolants de bordure primaires superposés aux blocs isolants de bordure secondaires,

dans laquelle chaque bloc isolant de bordure secondaire et chaque bloc isolant de bordure primaire comporte un premier bord longitudinal parallèle à l'arête et situé du
30 côté opposé à l'arête et un deuxième bord longitudinal parallèle à l'arête et situé du côté de l'arête,

dans laquelle le premier bord longitudinal du bloc isolant de bordure primaire est aligné au premier bord longitudinal du bloc isolant de bordure secondaire tandis que le deuxième bord longitudinal du bloc isolant de bordure primaire est en retrait du

deuxième bord longitudinal du bloc isolant de bordure secondaire, le bloc isolant de bordure primaire étant moins large que le bloc isolant de bordure secondaire, dans laquelle les organes de retenue qui retiennent les blocs isolants de bordure primaires et secondaires sur la paroi porteuse comportent une première rangée

5 d'organes de retenue disposés au niveau de chaque coin terminant le premier bord longitudinal des blocs isolants de bordure primaires et secondaires, la portion d'attache secondaire de chaque organe de retenue de la première rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure secondaires et deux autres blocs isolants secondaires adjacents à l'organe de retenue, notamment deux blocs

10 isolants secondaires de point courant, et la portion d'attache primaire de chaque organe de retenue de la première rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure primaires et deux autres blocs isolants primaires adjacents à l'organe de retenue superposés auxdits deux autres blocs isolants secondaires, notamment deux blocs isolants primaires de point courant, et

15 dans laquelle les organes de retenue qui retiennent les blocs isolants de bordure primaires et secondaires sur la paroi porteuse comportent une deuxième rangée d'organes de retenue disposés entre les bords transversaux des blocs isolants de bordure secondaires à distance du deuxième bord longitudinal des blocs isolants de bordure secondaires, la portion d'attache secondaire de chaque organe de retenue

20 de la deuxième rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure secondaires situés de part et d'autre de l'organe de retenue dans la direction longitudinale et la portion d'attache primaire de chaque organe de retenue de la deuxième rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure primaires situés de part et d'autre de l'organe de retenue dans la direction longitudinale.

25 Selon un mode de réalisation, chaque bloc isolant de bordure secondaire et/ou chaque bloc isolant de point courant secondaire comporte :

une plaque de fond de forme rectangulaire,

une plaque de couvercle de forme rectangulaire parallèle à la plaque de fond et espacée de la plaque de fond dans une direction d'épaisseur du bloc isolant de

30 bordure secondaire, la plaque de couvercle du bloc isolant de bordure secondaire comportant une pluralité de zones d'attache situées sur les bords de la plaque de couvercle pour coopérer avec des organes d'ancrage disposés autour du bloc isolant de bordure secondaire,

une garniture thermiquement isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque

de couvercle,
et des piliers porteurs en matière plus rigide que la garniture isolante s'étendant dans la direction d'épaisseur entre la plaque de fond et la plaque de couvercle pour reprendre des efforts de pression, chaque pilier porteur présentant une section de
5 petite dimension par rapport à une dimension longitudinale et une dimension transversale du bloc isolant de bordure secondaire, lesdits piliers porteurs comportant des piliers porteurs principaux disposés à l'aplomb de chacune desdites zones d'attache,
dans laquelle chaque pilier porteur principal comporte au moins deux voiles minces
10 se croisant à angle droit.

Selon un mode de réalisation, chaque bloc isolant de bordure primaire et/ou chaque bloc isolant de point courant primaire comporte :

une plaque de fond de forme rectangulaire,
une plaque de couvercle de forme rectangulaire parallèle à la plaque de fond et
15 espacée de la plaque de fond dans une direction d'épaisseur du bloc isolant de bordure primaire,
une garniture thermiquement isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle,
et des piliers porteurs en matière plus rigide que la garniture isolante s'étendant
20 dans la direction d'épaisseur entre la plaque de fond et la plaque de couvercle pour reprendre des efforts de pression, chaque pilier porteur présentant une section de petite dimension par rapport à une dimension longitudinale et une dimension transversale du bloc isolant de bordure primaire, lesdits piliers porteurs comportant des piliers porteurs principaux disposés au niveau des quatre coins du bloc isolant
25 de bordure primaire pour coopérer avec les organes de retenue,
chaque pilier porteur principal comporte au moins deux voiles minces se croisant à angle droit dont un voile mince d'appui présentant, successivement le long de la direction d'épaisseur du bloc isolant, une portion inférieure plus large en contact avec la plaque de fond et une portion supérieure plus étroite en contact avec la
30 plaque de couvercle, de sorte qu'un bord libre du voile mince d'appui tourné vers l'extérieur du bloc isolant de bordure primaire présente une surface d'épaulement placée entre la portion inférieure plus large et la portion supérieure plus étroite et perpendiculaire ou oblique à la direction d'épaisseur du bloc isolant,
la zone de coin de la plaque de couvercle comporte une découpe située à l'aplomb

de la surface d'épaulement du voile mince d'appui pour réaliser une fenêtre d'accès permettant d'accéder à la surface d'épaulement, et la portion d'attache primaire de chaque organe de retenue comporte un élément d'appui primaire maintenu en appui sur la surface d'épaulement du voile mince
5 d'appui de chacun des deux blocs isolants de bordure primaires.

Selon un mode de réalisation, les zones d'attache du bloc isolant de bordure secondaire sont constituées de deux zones d'attache de coin disposées respectivement au niveau de deux coins de la plaque de couvercle situés aux extrémités du premier bord longitudinal du bloc isolant de bordure secondaire et
10 deux zones d'attache intermédiaires disposées respectivement le long des deux bords transversaux de la plaque de couvercle,

De préférence dans ce cas, les deux zones d'attache intermédiaires sont à distance des coins de la plaque de couvercle, de sorte que les zones d'attache du bloc isolant de bordure secondaire sont entièrement situées sur la plaque de
15 couvercle à distance d'un deuxième bord longitudinal du bloc isolant de bordure secondaire. Grâce à ces caractéristiques, il est possible de prolonger le bloc isolant de bordure secondaire en direction de l'arête au-delà de la deuxième rangée d'organes de retenue, de manière à minimiser l'interstice entre les blocs isolants de bordure secondaires situé sur les deux parois porteuse de chaque côté de l'arête.

20 Différents matériaux présentant une résistance adaptée peuvent être utilisés pour la plaque de couvercle, la plaque de fond et les piliers porteurs, par exemple des bois contreplaqués de différents types ou des matériaux composites. De préférence, la plaque de couvercle est réalisée en bois contreplaqué densifié. Le bois contreplaqué densifié peut être obtenu avec des feuillets de bois imprégnés
25 d'une forte quantité de résines thermodurcissables, par exemple avec des bois de hêtre, sapin ou bouleau. De préférence, la densité du bois contreplaqué densifié est supérieure ou égale à 0,9. Par comparaison, la densité typique d'un bois contreplaqué ordinaire est de l'ordre de 0,7. Un tel bois contreplaqué densifié offre des propriétés satisfaisantes en termes de prix de revient, résistance mécanique et
30 d'isolation thermique. Par exemple l'épaisseur de la plaque de couvercle peut être de l'ordre de 5mm. Des considérations similaires peuvent être appliquées à la plaque de fond, laquelle est cependant moins sollicitée en général.

Pour minimiser le flux thermique par conduction, il est préférable de limiter la section des piliers porteurs. Toutefois, étant donné que les piliers porteurs sont destinés à reprendre une charge hydrostatique et hydrodynamique pour la transmettre depuis la plaque de couvercle vers la paroi porteuse, un risque de poinçonnement de la plaque de couvercle et/ou de fond peut exister en cas de concentration excessive des contraintes de compression. De plus, les piliers porteurs sont susceptibles de créer des contraintes de flexion dans la plaque de couvercle et/ou de fond. Pour réduire les contraintes et le risque de poinçonnement, différents éléments de répartition de charge peuvent être employés au niveau de la liaison entre les piliers porteurs et la plaque de couvercle et/ou de fond.

Selon un mode de réalisation, le bloc isolant de bordure primaire et/ou le bloc isolant de point courant primaire comporte en outre des pièces de répartition de charge de forme évasée disposées entre les piliers porteurs et la plaque de couvercle ou de fond, la pièce de répartition de charge comportant à chaque fois une surface de plus petite section tournée vers le pilier porteur et une surface de plus grande section tournée vers la plaque de couvercle ou de fond.

Selon un mode de réalisation, les piliers porteurs sont agencées en une pluralité de rangées s'étendant dans la direction de longueur du bloc isolant, le bloc isolant comportant en outre des poutres de répartition de charge disposées entre les piliers porteurs et la plaque de couvercle, la poutre de répartition de charge étant orientée dans la direction de longueur du bloc isolant et reposant à chaque fois sur une des rangées de piliers porteurs.

Selon un mode de réalisation, la poutre de répartition de charge comporte à chaque fois une surface de plus petite section tournée vers les piliers porteurs et une surface de plus grande section tournée vers la plaque de couvercle.

Des poutres peuvent être employées similairement au niveau de la plaque de fond, laquelle est cependant moins sollicitée en général.

En outre, différentes structures peuvent être prévues en tant que pilier porteur principal du bloc isolant de bordure primaire ou secondaire et/ou en tant que pilier porteur principal du bloc isolant de point courant primaire ou secondaire.

De préférence, chaque pilier porteur principal comporte au moins deux voiles minces se croisant à angle droit et s'étendant dans la direction d'épaisseur entre la plaque de fond et la plaque de couvercle. Grâce à ces caractéristiques, un

tel pilier porteur principal présente un moment d'inertie relativement élevé dans la direction de longueur et la direction de largeur du bloc isolant, ce qui est utile pour résister aux éventuelles sollicitations de cisaillement du bloc isolant parallèlement aux plaques de couvercle et de fond, de sorte qu'il s'oppose efficacement à un effort
5 de cisaillement ou de déversement. Un tel pilier porteur principal peut être réalisé avec différentes formes en section, par exemple une forme de T, une forme de U, une forme de L, une forme de F, une forme de H ou une forme de μ (lettre grecque mu).

Pour une forme de U, le voile transversal s'étend uniquement entre les
10 deux voiles longitudinaux. Pour la forme de F, le voile transversal s'étend entre les deux voiles longitudinaux et se prolonge au-delà de l'un des deux voiles longitudinaux. Pour une forme en H, le voile transversal est placé entre les deux voiles longitudinaux dans une zone intermédiaire en dehors des zones d'extrémités de ces derniers. Pour la forme de μ , le voile transversal s'étend entre les deux
15 voiles longitudinaux et l'un des deux voiles longitudinaux se prolonge au-delà du voile transversal.

Selon un mode de réalisation, le pilier porteur principal comporte un voile longitudinal s'étendant sur une portion de la longueur du bloc isolant et un voile transversal s'étendant sur une portion de la largeur du bloc isolant.

20 Selon un mode de réalisation, le pilier porteur principal est un pilier de coin disposé entre une zone de coin de la plaque de fond et une zone de coin correspondante de la plaque de couvercle et comporte un voile bissecteur s'étendant depuis le coin le long d'une bissectrice du coin de la plaque de fond et de la plaque de couvercle jusqu'à une extrémité interne située à l'intérieur du bloc
25 isolant et un voile contre-bissecteur perpendiculaire au voile bissecteur, le voile contre-bissecteur étant fixé à l'extrémité interne du voile bissecteur et s'étendant obliquement entre un bord transversal et un bord longitudinal de la plaque de couvercle et de la plaque de fond. Grâce à ces caractéristiques, le pilier de coin présente une excellente tenue au flambement. De plus, le voile bissecteur étant
30 orienté vers l'extérieur du bloc isolant le long de la bissectrice, il permet de se rapprocher au plus près de l'organe de retenue lors que celui-ci est agencé entre les coins de quatre blocs isolants adjacents. Il en résulte une assise fiable pour la portion d'attache primaire ou secondaire de l'organe de retenue coopérant avec les quatre blocs isolants primaires ou secondaires adjacents.

De préférence, le pilier porteur principal des blocs isolants de bordure secondaires disposé à l'aplomb de chaque zone d'attache de coin est réalisé de cette manière.

Avantageusement dans le cas des blocs isolants de bordure ou de point
5 courant primaires, chaque voile bissecteur comporte, successivement le long de la direction d'épaisseur du bloc isolant, une portion inférieure plus large en contact avec la plaque de fond et une portion supérieure plus étroite en contact avec la plaque de couvercle, de sorte qu'un bord externe du voile bissecteur tourné vers le coin de la plaque de fond présente une surface d'épaulement placée entre la portion
10 inférieure plus large et la portion supérieure plus étroite et perpendiculaire ou oblique à la direction d'épaisseur du bloc isolant.

De préférence dans ce cas, la zone de coin de la plaque de couvercle comporte une découpe située à l'aplomb de la surface d'épaulement du voile bissecteur pour réaliser une fenêtre d'accès permettant d'accéder à la surface
15 d'épaulement. Ainsi, il est possible d'accéder à un organe de retenue coopérant avec la surface d'épaulement pour réaliser la fixation du bloc isolant primaire dans une paroi de cuve.

Selon un mode de réalisation préféré des blocs isolants de bordure ou de point courant secondaires, chaque voile bissecteur comporte une surface
20 supérieure qui est perpendiculaire à la direction d'épaisseur du bloc isolant et fixée contre la plaque de couvercle, et la zone de coin de la plaque de couvercle comporte un lamage situé au droit de la surface supérieure du voile bissecteur, la portion d'attache secondaire de l'organe de retenue comportant un élément d'appui secondaire prenant appui sur la plaque de couvercle dans le lamage.

De préférence dans le cas des blocs isolants de bordure ou de point
25 courant secondaires, chaque voile bissecteur présente une forme trapézoïdale avec une extrémité supérieure plus large dans la direction de la bissectrice du coin de la plaque de couvercle et une extrémité inférieure plus étroite dans la direction de la bissectrice du coin de la plaque de fond. Grâce à ce rétrécissement progressif du
30 voile bissecteur, le pont thermique correspondant peut être réduit.

Selon un mode de réalisation, le pilier porteur principal des blocs isolants de bordure secondaires disposé à l'aplomb de chaque zone d'attache intermédiaire présente une section en forme de U, de F, de H ou de μ dans un plan

perpendiculaire à la direction d'épaisseur, le pilier porteur principal comportant deux voiles longitudinaux parallèles mutuellement espacés dans la direction transversale qui présentent un bord libre tourné vers l'extérieur du bloc isolant de bordure secondaire et un voile transversal reliant les deux voiles longitudinaux, par exemple
5 en étant fixé contre les bords des deux voiles longitudinaux tournés vers l'intérieur du bloc isolant de bordure secondaire pour la section en forme de U ou de F.

Selon un mode de réalisation, la plaque de couvercle du bloc isolant de bordure secondaire présente un lamage longitudinal s'étendant sur toute la longueur du bloc isolant de bordure secondaire entre le deuxième bord longitudinal et chaque
10 zone d'attache intermédiaire,

la cuve comportant en outre une poutre d'angle secondaire disposée au droit de l'arête pour supporter la barrière d'étanchéité secondaire, la poutre d'angle secondaire comportant deux ailes allongées parallèles à l'arête disposées de part et d'autre d'un plan bissecteur de l'angle formé par les deux paroi porteuses et
15 reposant chacune sur la plaque de couvercle du bloc isolant de bordure secondaire dans ledit lamage longitudinal, la poutre d'angle secondaire comportant une cornière métallique disposée à cheval sur les deux ailes allongées et vissée à celles-ci de part et d'autre dudit plan bissecteur.

De préférence dans ce cas, la barrière d'isolation secondaire comporte en
20 outre un bloc de matière isolante fibreuse ou alvéolaire inséré entre les deux rangées de blocs isolants de bordure secondaires entre la structure porteuse et la poutre d'angle secondaire.

Pour la garniture isolante des blocs isolants primaires et secondaires, différent matériaux peuvent être employés, notamment laine de verre, laine de
25 roche, ouate, matières fibreuses, perlite, perlite expansée, mousses polymère à basse densité, aérogels et autres. De préférence, on emploie des matériaux isolants fibreux cohésifs, tels des mats de laine de verre, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de prévoir des parois latérales pour fermer les quatre côtés latéraux du bloc isolant. Il en résulte une économie de matière et une diminution du pont thermique.

30 Selon un mode de réalisation, la membrane étanche secondaire comporte des bandes métalliques pliées à angle droit disposées dans des logements des plaques de couvercle des blocs isolants de bordure secondaires et des blocs isolants de point courant secondaires, chaque bande métallique comportant une aile

faisant saillie au-dessus de la plaque de couvercle, la membrane étanche secondaire comportant des virures en acier à faible coefficient de dilatation qui sont posées à plat sur les plaques de couvercle des blocs isolants secondaires entre les bandes métalliques, chaque virure comportant deux bords latéraux relevés
5 parallèles qui sont soudés de manière étanche sur les ailes saillantes des bandes métalliques.

La membrane étanche primaire peut être réalisée de manière similaire ou différemment.

Selon un mode de réalisation, la plaque de fond du bloc isolant de bordure
10 ou de point courant primaire est divisée en une pluralité de portions de fond rectangulaires, les portions de fond étant juxtaposées le long d'une direction de largeur du bloc isolant, un interstice étant ménagé à chaque fois entre deux des portions de fond juxtaposées le long de toute la longueur du bloc isolant,
le bloc isolant comportant en outre une pièce de liaison fixée à une surface interne
15 de la plaque de fond tournée vers la plaque de couvercle pour relier les deux portions de fond juxtaposées, la pièce de liaison présentant successivement le long de la direction de largeur du bloc isolant une première portion d'extrémité fixée à la surface interne d'une première des deux portions de fond juxtaposées, une portion intermédiaire enjambant l'interstice entre les deux portions de fond juxtaposées et
20 une deuxième portion d'extrémité fixée à la surface interne d'une deuxième des deux portions de fond juxtaposées,
la pièce de liaison présentant un logement dans le prolongement de l'interstice entre les deux portions de fond juxtaposées, la portion intermédiaire de la pièce de liaison fermant le logement dans la direction d'épaisseur à l'opposé de l'interstice,
25 et l'interstice entre les deux portions de fond juxtaposées et le logement correspondant sont aptes à recevoir la partie saillante d'une membrane étanche incluant l'aile saillante d'une bande métallique de la membrane étanche et les bords latéraux relevés de virures qui lui sont soudés.

Différents matériaux présentant une résistance adaptée peuvent être
30 utilisés pour la pièce de liaison de la plaque de fond, par exemple des bois contreplaqués de différents types ou des matériaux composites. De préférence, la pièce de liaison est réalisée dans un matériau ayant un coefficient de contraction thermique proche de celui de la plaque de fond, notamment le même matériau que

celui utilisé dans la plaque de fond. Selon un mode de réalisation, la pièce de liaison est en bois contreplaqué densifié.

Selon un mode de réalisation, des supports en mastic sont insérés entre les plaques de fond des blocs isolants de bordure ou de point courant secondaires
5 et la structure porteuse, les supports en mastic comportant des plots de mastic de petite section disposés à l'aplomb des piliers porteurs des blocs isolants secondaires.

De nombreuses configurations sont possibles pour placer les piliers porteurs des blocs isolants. De préférence, les piliers porteurs d'un bloc isolant de
10 bordure ou de point courant primaire sont situés à l'aplomb des piliers porteurs d'un bloc isolant de bordure ou de point courant secondaire sous-jacent. Une telle configuration permet de minimiser les contraintes de flexion dans les plaques de couvercle des blocs isolants de bordure ou de point courant secondaires.

15 Selon un mode de réalisation, chacun des deux piliers porteurs principaux disposés aux extrémités du deuxième bord longitudinal du bloc isolant de bordure primaire présente une section en forme de U, de F ou de μ dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, le pilier porteur principal comportant deux
20 voiles longitudinaux parallèles mutuellement espacés dans la direction transversale qui présentent ledit bord libre tourné vers l'extérieur du bloc isolant de bordure primaire et constituent deux voiles mince d'appui, et un voile transversal reliant les deux voiles longitudinaux, par exemple en étant fixé contre les bords des deux voiles longitudinaux tournés vers l'intérieur du bloc isolant de bordure primaire pour la section en forme de U ou de F.

25 Selon un mode de réalisation, chacun des deux piliers porteurs principaux disposés aux extrémités du deuxième bord longitudinal du bloc isolant de bordure primaire présente une section en forme de L dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, le pilier porteur principal comportant un voile longitudinal qui
30 présente ledit bord libre tourné vers l'extérieur du bloc isolant de bordure primaire et constitue un voile mince d'appui, et un voile transversal fixé contre le bord du voile longitudinal tourné vers l'intérieur du bloc isolant de bordure primaire, le voile transversal s'étendant vers l'intérieur du bloc isolant de bordure primaire à partir du voile longitudinal.

Selon un mode de réalisation, chacun des deux piliers porteurs principaux disposés aux extrémités du premier bord longitudinal du bloc isolant de bordure primaire présente une section en forme de T dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, le pilier porteur principal comportant un voile bissecteur s'étendant depuis le coin le long d'une bissectrice du coin de la plaque de fond et de la plaque de couvercle jusqu'à une extrémité interne située à l'intérieur du bloc isolant et un voile contre-bissecteur perpendiculaire au voile bissecteur, le voile contre-bissecteur étant fixé à l'extrémité interne du voile bissecteur et s'étendant obliquement entre un bord transversal et un bord longitudinal de la plaque de couvercle et de la plaque de fond.

Selon un mode de réalisation, la plaque de couvercle d'un bloc isolant de bordure primaire comporte un réseau de poutres fixées sur les extrémités supérieures des piliers porteurs, chaque poutre reposant sur plusieurs desdits piliers porteurs pour répartir les efforts de pression sur lesdits piliers porteurs, et un voile de couverture continu disposé sur le réseau de poutres et présentant une épaisseur plus faible que les poutres,

le réseau de poutre comportant une poutre longitudinale, pouvant être large, disposée le long du deuxième bord longitudinal du bloc isolant de bordure primaire et reposant sur les deux piliers porteurs principaux disposés aux extrémités du deuxième bord longitudinal, ladite poutre longitudinale présentant une portion transversale intérieure, présentant éventuellement la même longueur que la plaque de fond, recouverte par le voile de couverture, ladite poutre longitudinale présentant une portion transversale extérieure adjacente à la portion transversale intérieure, et éventuellement raccourcie par deux embrèvements ménagés aux deux extrémités longitudinales de ladite portion transversale extérieure pour former lesdites fenêtres d'accès permettant d'accéder à la surface d'épaulement de chacun des deux piliers porteurs principaux disposés aux extrémités du deuxième bord longitudinal, et la surface supérieure de la portion transversale extérieure de la poutre longitudinale n'est pas recouverte par le voile de couverture et forme un lamage longitudinal en retrait dans la direction d'épaisseur par rapport à la surface supérieure du voile de couverture.

Selon un mode de réalisation, la cuve comporte en outre une poutre d'angle primaire disposée au droit de l'arête pour supporter la barrière d'étanchéité primaire, la poutre d'angle primaire comportant deux ailes allongées parallèles à

l'arête disposées de part et d'autre d'un plan bissecteur de l'angle formé par les deux parois porteuses et reposant chacune sur la portion transversale extérieure de la poutre longitudinale du bloc isolant de bordure primaire dans ledit lamage longitudinal, la poutre d'angle primaire comportant une cornière métallique disposée à cheval sur les deux ailes allongées et vissée à celles-ci de part et d'autre dudit plan bissecteur.

De préférence dans ce cas, la barrière d'isolation primaire comporte en outre un bloc de matière isolante fibreuse ou alvéolaire inséré entre les deux rangées de blocs isolants de bordure primaires sous la poutre d'angle primaire.

- 10 Selon un deuxième objet, l'invention fournit également un bloc isolant convenant pour réaliser une paroi isolante dans une cuve de stockage d'un liquide froid, le bloc isolant présentant une forme parallélépipédique et comportant :
- une plaque de fond de forme rectangulaire,
 - une plaque de couvercle de forme rectangulaire parallèle à la plaque de fond et
 - 15 espacée de la plaque de fond dans une direction d'épaisseur du bloc isolant,
 - une garniture thermiquement isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle,
 - et des piliers porteurs en matière plus rigide que la garniture isolante s'étendant dans la direction d'épaisseur entre la plaque de fond et la plaque de couvercle pour
 - 20 reprendre des efforts de pression, chaque pilier porteur présentant une section de petite dimension par rapport à une dimension longitudinale et une dimension transversale du bloc isolant, lesdits piliers porteurs comportant des piliers porteurs principaux disposés au niveau des quatre coins du bloc isolant pour coopérer avec des organes de retenue,
 - 25 dans lequel chaque pilier porteur principal comporte au moins deux voiles minces se croisant à angle droit dont un voile mince d'appui présentant, successivement le long de la direction d'épaisseur du bloc isolant, une portion inférieure plus large en contact avec la plaque de fond et une portion supérieure plus étroite en contact avec la plaque de couvercle, de sorte qu'un bord libre du voile mince d'appui tourné
 - 30 vers l'extérieur du bloc isolant présente une surface d'épaulement placée entre la portion inférieure plus large et la portion supérieure plus étroite et perpendiculaire ou oblique à la direction d'épaisseur du bloc isolant,
 - dans lequel la zone de coin de la plaque de couvercle comporte une découpe située à l'aplomb de la surface d'épaulement du voile mince d'appui pour réaliser une

fenêtre d'accès permettant d'accéder à la surface d'épaulement,
dans lequel la plaque de couvercle d'un bloc isolant comporte un réseau de poutres
fixées sur les extrémités supérieures des piliers porteurs, chaque poutre reposant
sur plusieurs desdits piliers porteurs pour répartir les efforts de pression sur lesdits
5 piliers porteurs, et un voile de couverture continu disposé sur le réseau de poutres
et présentant une épaisseur plus faible que les poutres,
le réseau de poutre comportant une poutre de bordure disposée le long d'un bord
du bloc isolant et reposant sur les deux piliers porteurs principaux disposés aux
extrémités dudit bord, la poutre de bordure présentant une portion intérieure
10 recouverte par le voile de couverture et une portion extérieure adjacente à la portion
intérieure qui n'est pas recouverte par le voile de couverture, la surface supérieure
de la portion extérieure formant un lamage situé le long du bord du bloc isolant et en
retrait dans la direction d'épaisseur par rapport à la surface supérieure du voile de
couverture,
15 et dans lequel la poutre de bordure est raccourcie par deux embrèvements
ménagés à deux extrémités pour former les fenêtres d'accès permettant d'accéder à
la surface d'épaulement de chacun des deux piliers porteurs principaux disposés
aux extrémités du bord du bloc isolant.

Selon des modes de réalisation, un tel bloc isolant peut comporter une ou
20 plusieurs des caractéristiques suivantes.

Selon un mode de réalisation, chacun des deux piliers porteurs principaux
disposés aux extrémités du bord du bloc isolant présente une section en forme de
U, de F ou de μ dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, le pilier
porteur principal comportant deux voiles minces d'appui mutuellement espacés et
25 parallèles au bord du bloc isolant et un voile mince perpendiculaire au bord du bloc
isolant qui relie les deux voiles minces d'appui, par exemple en étant fixé contre les
bords des deux voiles minces d'appui tournés vers l'intérieur du bloc isolant pour la
section en forme de U ou de F.

Selon un mode de réalisation, chacun des deux piliers porteurs principaux
30 disposés aux extrémités du bord du bloc isolant présente une section en forme de L
dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, le pilier porteur principal
comportant un voile mince d'appui parallèle au bord du bloc isolant et un voile mince
perpendiculaire au bord du bloc isolant fixé contre le bord du voile mince d'appui

tourné vers l'intérieur du bloc isolant, le voile mince perpendiculaire au bord du bloc isolant s'étendant vers l'intérieur du bloc isolant à partir du voile mince d'appui.

- Ce bloc isolant est de préférence utilisé pour réaliser la barrière isolante primaire dans une paroi de cuve, notamment en tant que bloc isolant de bordure
- 5 primaire. Selon un mode de réalisation correspondant, l'invention selon le deuxième objet fournit également une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse polyédrique comportant une pluralité de parois porteuses sensiblement planes, la cuve comportant une pluralité de parois de cuve disposées sur les parois porteuses,
- 10 dans laquelle la paroi de cuve disposée sur une paroi porteuse comporte, successivement dans une direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière d'isolation secondaire, une barrière d'étanchéité secondaire, une barrière d'isolation primaire, et une barrière d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec un produit contenu dans la cuve,
- 15 dans laquelle la barrière d'isolation secondaire est essentiellement constituée de blocs isolants secondaires parallélépipédiques juxtaposés selon un motif répété sur la paroi porteuse et la barrière d'isolation primaire est essentiellement constituée de blocs isolants primaires parallélépipédiques superposés aux blocs isolants secondaires,
- 20 dans laquelle un bloc isolant secondaire et un bloc isolant primaire qui est superposé audit bloc isolant secondaire sont retenus sur la paroi porteuse par des organes de retenue disposés autour des blocs isolants secondaire et primaire superposés, chaque organe de retenue comportant une portion inférieure solidaire de la paroi porteuse, une portion d'attache secondaire surmontant la portion
- 25 inférieure et coopérant avec plusieurs blocs isolants secondaires adjacents à l'organe de retenue et une portion d'attache primaire surmontant la portion d'attache secondaire et coopérant avec plusieurs blocs isolants primaires adjacents à l'organe de retenue,
- 30 dans laquelle la barrière d'étanchéité secondaire comporte une membrane métallique essentiellement constituée d'éléments métalliques juxtaposés sur les blocs isolants secondaires et soudés les uns aux autres de manière étanche et la barrière d'étanchéité primaire comporte une membrane métallique essentiellement constituée d'éléments métalliques juxtaposés sur les blocs isolants primaires et soudés les uns aux autres de manière étanche,

dans laquelle, le long d'une arête de la structure porteuse joignant deux parois porteuses adjacentes formant un angle droit entre elles, la barrière d'isolation secondaire de chaque paroi de cuve comporte une rangée longitudinale de blocs isolants de bordure secondaires et la barrière d'isolation primaire de chaque paroi

5 de cuve comporte une rangée longitudinale de blocs isolants de bordure primaires superposés aux blocs isolants de bordure secondaires, les blocs isolants de bordure primaires étant comme ci-dessus,

dans laquelle chaque bloc isolant de bordure secondaire et chaque bloc isolant de bordure primaire comporte un premier bord parallèle à l'arête et situé du côté

10 opposé à l'arête et un deuxième bord parallèle à l'arête et situé du côté de l'arête,

la barrière d'isolation secondaire de chaque paroi de cuve comportant une rangée de caissons isolants parallélépipédiques secondaires agencée entre les blocs de bordure secondaires et l'arête et la barrière d'isolation primaire de chaque paroi de

15 cuve comportant une rangée de caissons isolants parallélépipédiques primaires agencée entre les blocs de bordure primaires et l'arête, les caissons isolants parallélépipédiques primaires étant superposés aux caissons isolants parallélépipédiques secondaires,

dans laquelle les organes de retenue qui retiennent les blocs isolants de bordure

20 primaires et secondaires sur la paroi porteuse comportent une première rangée d'organes de retenue disposés au niveau de chaque coin terminant le premier bord des blocs isolants de bordure primaires et secondaires, la portion d'attache secondaire de chaque organe de retenue de la première rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure secondaires et deux autres blocs isolants

25 secondaires adjacents à l'organe de retenue et la portion d'attache primaire de chaque organe de retenue de la première rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure primaires et deux autres blocs isolants primaires adjacents à l'organe de retenue superposés auxdits deux autres blocs isolants secondaires, et

dans laquelle les organes de retenue qui retiennent les blocs isolants de bordure

30 primaires et secondaires sur la paroi porteuse comportent une deuxième rangée d'organes de retenue disposés au niveau de chaque coin terminant le deuxième bord des blocs isolants de bordure primaires et secondaires, la portion d'attache secondaire de chaque organe de retenue de la deuxième rangée coopérant avec

deux blocs isolants de bordure secondaires et deux caissons isolants parallélépipédiques secondaires et la portion d'attache primaire de chaque organe de retenue de la deuxième rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure primaires et deux caissons isolants parallélépipédiques primaires,

- 5 dans laquelle une rangée de plaques de pontage primaires est disposée en appui sur les caissons isolants parallélépipédiques primaires et les blocs isolants de bordure primaires pour supporter la barrière d'étanchéité primaire entre les caissons isolants parallélépipédiques primaires et les blocs isolants de bordure primaires, chaque plaque de pontage primaire étant en appui sur le lamage de la poutre de
- 10 bordure située le long du bord du bloc isolant de bordure primaire.

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

- Selon un mode de réalisation, une rangée de plaques de pontage secondaires est disposée en appui sur les caissons isolants parallélépipédiques
- 15 secondaires et les blocs isolants de bordure secondaires pour supporter la barrière d'étanchéité secondaire entre les caissons isolants parallélépipédiques secondaires et les blocs isolants de bordure secondaires.

- Selon un mode de réalisation, les caissons isolants parallélépipédiques secondaires et les caissons isolants parallélépipédiques primaires supportent un
- 20 anneau de raccordement comportant une armature métallique à section transversale carrée, dont une aile primaire sert à relier la barrière d'étanchéité primaire à la structure porteuse et une aile secondaire sert à relier la barrière d'étanchéité secondaire à la structure porteuse.

- Par ailleurs, bien d'autres caractéristiques de la cuve selon le premier objet
- 25 de l'invention sont aussi applicables au deuxième objet de l'invention, comme il ressortira de la description des modes de réalisation détaillés.

- Selon un mode de réalisation de la cuve étanche et isolante, la barrière isolante secondaire est essentiellement constituée d'une pluralité de blocs isolants de point courant secondaires qui sont juxtaposés selon un motif répété et la barrière
- 30 isolante primaire est essentiellement constituée d'une pluralité de blocs isolants de point courant primaires qui sont juxtaposés selon le motif répété, les blocs isolants de point courant primaires étant alignés aux blocs isolants de point courant secondaires dans le sens de l'épaisseur de la paroi de cuve.

Selon un mode de réalisation, chaque bloc isolant de point courant primaire ou secondaire comporte :

- une plaque de fond de forme rectangulaire,
- une plaque de couvercle de forme rectangulaire parallèle à la plaque de fond et
5 espacée de la plaque de fond dans une direction d'épaisseur du bloc isolant,
- une pluralité de piliers porteurs disposés entre la plaque de fond et la plaque de
couvercle, les piliers porteurs s'étendant longitudinalement dans la direction
d'épaisseur et présentant une section de petite dimension par rapport à une
longueur et une largeur du bloc isolant, et
- 10 une garniture isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et
entre les piliers porteurs.

De préférence dans ce cas, la paroi de cuve comporte en outre des organes de fixation attachés à la structure porteuse au niveau des coins des blocs isolants de point courant secondaires, un organe de retenue coopérant à chaque
15 fois avec quatre blocs isolants secondaires de point courant adjacents pour retenir
les blocs isolants secondaires de point courant adjacents sur la structure porteuse
et avec quatre blocs isolants de point courant primaires superposés auxdits blocs
isolants secondaires adjacents pour retenir les blocs isolants de point courant
primaires sur la membrane étanche secondaire.

20 Selon un mode de réalisation, l'organe de retenue comporte à chaque fois
un élément d'appui primaire maintenu en appui sur la surface d'épaulement d'un
voile bissecteur de chacun des quatre blocs isolants de point courant primaires.
Selon un mode de réalisation, l'organe de retenue comporte à chaque fois un
élément d'appui secondaire maintenu en appui sur une surface de lamage de la
25 plaque de couvercle de chacun des quatre blocs isolants de point courant
secondaires, la surface de lamage étant située au droit de la surface supérieure
d'un voile bissecteur.

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

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

5 Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un produit fluide à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

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

15 **Brève description des figures**

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- 20
- La figure 1 est une vue partielle écorchée en perspective d'une paroi de cuve étanche et isolante plane.
 - La figure 2 est une représentation schématique en perspective éclatée d'un organe de retenue pouvant être employé dans la paroi de cuve de la figure 1.
- 25
- Les figures 3, 6 et 7 sont des vues schématiques en perspective d'une zone d'arête à 135° de la cuve étanche et isolante selon un premier mode de réalisation à différentes étapes de sa construction.
 - La figure 4 est une vue schématique en perspective d'un bloc isolant de bordure secondaire utilisé dans la zone d'arête de la cuve
- 30
- étanche et isolante.

- La figure 5 est une vue de dessus du bloc isolant de bordure secondaire de la figure 4.
- 5 • La figure 8 est une vue schématique en perspective d'un bloc isolant de bordure primaire utilisé dans la zone d'arête de la cuve étanche et isolante.
- La figure 9 est une vue analogue à la figure 8 dans laquelle une plaque de couvercle du bloc isolant de bordure primaire a été omise.
- 10 • La figure 10 est une vue de dessus du bloc isolant de bordure primaire de la figure 8.
- La figure 11 est une vue agrandie de la zone XI de la figure 7 montrant partiellement la membrane d'étanchéité primaire dans la zone d'arête de la cuve étanche et isolante.
- 15 • Les figures 12 et 13 sont deux vues en coupe transversale de la zone d'arête de la cuve étanche et isolante selon le premier mode de réalisation montrant l'influence des tolérances de fabrication de la structure porteuse.
- La figure 14 est une vue en coupe transversale de la zone d'arête à 135° de la cuve étanche et isolante selon un deuxième mode de réalisation.
- 20 • La figure 15 est une vue en perspective agrandie de la zone d'arête de la figure 14 montrant principalement la barrière d'isolation primaire.
- La figure 16 est une vue schématique en perspective d'un bloc isolant de bordure secondaire et d'un bloc isolant de bordure primaire employés dans la zone d'arête de la figure 14.
- 25 • La figure 17 est une vue en coupe transversale d'une zone d'arête à 90° de la cuve étanche et isolante selon un mode de réalisation.
- La figure 18 est une vue schématique en perspective d'une poutre d'extrémité du bloc isolant de bordure primaire employé dans la zone d'arête de la figure 17.
- 30

- La figure 19 est une représentation schématique en perspective de la zone d'arête de la figure 18.
- La figure 20 est une vue schématique en perspective d'un bloc isolant de bordure secondaire et d'un bloc isolant de bordure primaire employés dans la zone d'arête de la figure 18.
- La figure 21 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description détaillée de modes de réalisation

10 Sur la figure 1, une paroi d'une cuve étanche et thermiquement isolante est représentée. La structure générale d'une telle cuve est bien connue et présente une forme polyédrique. On ne s'attachera donc qu'à décrire une zone de paroi de la cuve, étant entendu que toutes les parois planes de la cuve peuvent présenter une structure générale similaire.

15 De ce fait, indépendamment de l'orientation effective de la paroi de cuve dans le champ de gravité terrestre, on emploiera les termes « sur » et « au-dessus » pour désigner une position située vers l'intérieur de la cuve dans la direction d'épaisseur de la paroi de cuve et les termes « sous » et « au-dessous » pour désigner une position située vers l'extérieur de la cuve, c'est-à-dire vers la
20 structure porteuse.

La paroi de la cuve comporte, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une paroi porteuse 1, une barrière thermiquement isolante secondaire 2 qui est formée de blocs isolants secondaires 3 juxtaposés sur la paroi porteuse 1 et ancrés à celle-ci par des organes de retenue 4, une membrane d'étanchéité secondaire 5
25 portée par les blocs isolants 3, une barrière thermiquement isolante primaire 6 formée de blocs isolants primaires 7 juxtaposés sur la membrane d'étanchéité secondaire 5 et ancrés à la paroi porteuse 1 par les organes de retenue 4 et une membrane d'étanchéité primaire 9, portée par les blocs isolants primaires 7 et destinée à être en contact avec le fluide cryogénique contenu dans la cuve.

30 La figure 1 représente les emplacements de quatre blocs isolants secondaires 3 mutuellement adjacents au niveau d'un coin. La paroi de cuve est montrée dans différents stades de fabrication sur chacun des emplacements.

Successivement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, le premier emplacement ne comporte aucun bloc isolant, le deuxième emplacement comporte un bloc isolant secondaire 3 entier et un écorché de la membrane d'étanchéité secondaire 5, le troisième emplacement comporte un bloc isolant secondaire 3 5 entier, un bloc isolant primaire 7 entier et un écorché de la membrane d'étanchéité primaire 9, et le quatrième emplacement comporte un écorché du bloc isolant secondaire 3 et un écorché du bloc isolant primaire 7.

La structure porteuse comporte une pluralité de parois porteuses définissant la forme générale de la cuve. La structure porteuse peut notamment être 10 formée par la coque ou la double coque d'un navire. La paroi porteuse 1 peut notamment être une tôle métallique autoporteuse ou, plus généralement, tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées.

Les membranes d'étanchéité primaire 9 et secondaire 5 sont, par exemple, constituées d'une nappe continue de virures métalliques à bords relevés, lesdites 15 virures étant soudées par leurs bords relevés sur des supports de soudure parallèles maintenus sur les blocs isolants 3, 7. Les virures métalliques 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 20 typiquement de l'ordre de $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Dans le cas d'une cuve de navire, les virures sont de préférence orientées parallèlement à la direction longitudinale 10 du navire.

Les blocs isolants secondaires 3 et les blocs isolants primaires 7 présentent des structures ressemblantes. Chacun des blocs isolants 3 et 7 comporte une forme de parallélépipède rectangle. Les deux blocs isolants ont la 25 même longueur et la même largeur. Le bloc isolant secondaire 3 est plus épais que le bloc isolant primaire 7.

Le bloc isolant secondaire 3 comporte une plaque de fond 15 et une plaque de couvercle 16 parallèles, espacées selon la direction d'épaisseur. La plaque de couvercle 16 présente une surface extérieure de support permettant de recevoir la 30 membrane d'étanchéité secondaire 5. La plaque de couvercle 16 présente en outre des rainures 8 à section en forme de L qui y sont creusées pour recevoir des supports de soudure 11 permettant de souder les virures métalliques 12 de la membrane d'étanchéité secondaire 5.

Par convention, la direction longitudinale du bloc isolant secondaire 3 ou de tout bloc isolant décrit ci-dessous est la direction parallèle aux supports de soudure 11.

Des piliers porteurs 17 s'étendent dans la direction d'épaisseur du bloc isolant secondaire 3 et sont fixés, d'une part, à la plaque de fond 15 et, d'autre part, à la plaque de couvercle 16. Les piliers porteurs 17 permettent de reprendre les efforts de compression. Les piliers porteurs 17 sont alignés selon une pluralité de rangés et répartis en quinconce, ici pour un nombre total de sept piliers porteurs. La distance entre les piliers porteurs 17 est déterminée de sorte à permettre une bonne répartition des efforts de compression. Dans un mode de réalisation, les piliers porteurs 17 sont répartis de manière sensiblement équidistante. Les piliers porteurs 17 sont fixés à la plaque de fond 15 et à la plaque de couvercle 16 par tout moyen approprié, par vissage, agrafage et/ou collage par exemple.

Dans le mode de réalisation représenté à la figure 1, les piliers porteurs 17 présentent une section pleine, de forme carrée. Au niveau des quatre coins de la plaque de fond 15 et de la plaque de couvercle 16, un pilier de coin 18 est également prévu.

Le pilier de coin 18 comporte une section en T formée de deux voiles perpendiculaires :

- 20 - un voile bissecteur 19 orienté à 45° entre le côté longitudinal et le côté transversal de la plaque de fond 15,
- un voile contre-bissecteur 20 orienté perpendiculairement au voile bissecteur 19 et s'étendant tangentiellement à l'extrémité interne du voile bissecteur 19.

25 Dans un mode de réalisation, le voile bissecteur 19 est réalisé dans un contreplaqué de 9 à 10mm d'épaisseur avec une longueur de 100mm et une hauteur adaptée à l'épaisseur de la barrière isolante. Le voile contre-bissecteur 20 est réalisé dans un contreplaqué de 12mm d'épaisseur avec une longueur de 200mm. De telles épaisseurs de contreplaqué sont standards et donc facilement disponibles. Alternativement, un bois contreplaqué densifié peut aussi être employé.

30 Dans le bloc isolant secondaire 3 de la figure 1, on voit que le voile bissecteur 19 du pilier de coin 18 présente une forme de trapèze avec une extrémité supérieure plus large et une extrémité inférieure plus étroite, de sorte que le bord

externe du voile bissecteur est oblique. Une découpe rectangulaire 21 est formée dans chaque coin de la plaque de couvercle 16 dans une portion de l'épaisseur de la plaque de couvercle 16 de manière à former une surface de lamage dans la plaque de couvercle. L'extrémité supérieure horizontale du voile bissecteur est recouverte par la plaque de couvercle 16. L'extrémité supérieure horizontale du voile bissecteur 19 est située sous la surface de lamage 50. Cette surface de lamage permet de recevoir l'appui d'une platine métallique secondaire 22 de l'organe de retenue 4.

Les piliers porteurs 17 et les piliers de coin 18 peuvent être réalisés dans de nombreuses matières. Ils peuvent notamment être réalisés en bois contreplaqué ordinaire ou densifié, ou en une matière plastique, telle que le polychlorure de vinyle (PVC), le polyéthylène téréphtalate (PET), le polyéthylène (PE), le copolymère acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), le polyuréthane (PU) ou le polypropylène (PP), optionnellement renforcée par des fibres.

Une garniture calorifuge 13 s'étend dans les espaces ménagés entre les piliers porteurs 17. La garniture calorifuge est par exemple de la laine de verre, de la ouate, une mousse polymère, telle que de la mousse de polyuréthane, de la mousse de polyéthylène ou de la mousse de polychlorure de vinyle. Une telle mousse polymère peut être disposée entre les piliers porteurs 17 par une opération d'injection lors de la fabrication du bloc isolant secondaire 3. De manière alternative, il est possible de réaliser la garniture calorifuge en ménageant, dans un bloc prédécoupé de mousse polymère, de laine de verre ou d'ouate, des orifices pour accueillir les piliers porteurs 17.

Le bloc isolant primaire 7 présente une structure générale analogue au bloc isolant secondaire 3, moyennant quelques différences qui seront expliqués plus bas.

Dans une configuration telle que sur la figure 1 où les piliers porteurs 24 et piliers de coin 25 du bloc isolant primaire 7 sont superposés aux piliers porteurs 17 et piliers de coin 18 du bloc isolant secondaire 3, la plaque de fond primaire 26 ainsi que la plaque de couvercle secondaire 16 ne sont sollicitées substantiellement ni en flexion, ni en cisaillement. Pour l'essentiel, sous un chargement hydrodynamique, c'est donc la plaque de couvercle primaire 27 qui travaille en flexion alors que les piliers porteurs 17 et 24 et les piliers de coin 18 et 25 travaillent en compression.

Par contraste, la plaque de fond primaire 26, la plaque de couvercle secondaire 16 ainsi que la plaque de fond secondaire 15 sont moins sollicitées, à savoir essentiellement par des chargements du ballast du navire, qui causent toutefois des sollicitations plus faibles par rapport à celles liées au poids de la cargaison. L'épaisseur utile de ces éléments de structure peut donc être réduite afin de laisser un volume plus important pour la garniture isolante et améliorer ainsi les performances thermiques de la paroi.

Pour la plaque de fond primaire 26, la plaque de couvercle secondaire 16 ainsi que la plaque de fond secondaire 15, il est donc particulièrement avantageux d'utiliser des matériaux minces structurellement résistants, tels que les bois contreplaqués densifiés ou des matériaux composites.

Des exemples de bois contreplaqués densifiés appropriés sont notamment les matériaux commercialisés par la société RANCAN srl sous la marque RANPREX®, par exemple les références ML15 et ML20. Ces matériaux peuvent notamment être employés dans des épaisseurs comprises entre 4 et 24 mm, sans dépasser 12 mm dans les zones où les efforts de pression sont moins élevés. Dans tous les cas, l'épaisseur de bois contreplaqué densifié reste inférieure à l'épaisseur qui aurait été nécessaire avec du contreplaqué non-densifié pour obtenir une rigidité équivalente.

Sur la figure 1, les piliers porteurs 17 du bloc isolant secondaire 3 sont directement en appui sur la plaque de fond 15 et la plaque de couvercle 16.

Pour améliorer la répartition de la charge des piliers porteurs 24 dans le bloc isolant primaire 7, des structures sont prévues au niveau de la liaison entre les piliers porteurs 24 et la plaque de couvercle 27. Sur la figure 1, une poutre longitudinale 28 est placée au sommet de chaque rangée de piliers porteurs 24.

La fabrication d'une paroi porteuse 1 de grande dimension comme la coque d'un navire ne permet pas d'obtenir des surfaces parfaitement planes. Il est donc généralement nécessaire de prévoir des cales d'épaisseur 29 et des supports de mastic polymérisable sous la plaque de fond 15 d'un bloc isolant secondaire 3 pour pouvoir rattraper les défauts de planéité de la paroi porteuse 1 et aligner ainsi les blocs isolants secondaires 3 avec une faible tolérance, de manière à obtenir une surface de support très uniforme pour la membrane secondaire 5.

Ces supports de mastic polymérisable peuvent prendre différentes configurations. La figure 1 illustre un exemple de réalisation dans lequel les supports de mastic polymérisable comportent des plots 30 situés à l'aplomb des piliers porteurs 17 et des bandes d'angle 31 en forme de T situés à l'aplomb des piliers de coin 18. Il est ainsi possible de minimiser les efforts de flexion dans la plaque de fond 15 tout en offrant une section totale des supports de mastic qui est assez réduite, ce qui limite la conduction thermique à travers les supports de mastic. La section des plots de mastic 30 est par exemple circulaire.

Une feuille antiadhésive 14, par exemple en papier kraft, est posée sur la surface interne de la paroi porteuse 1 pour empêcher l'adhésion du mastic à la paroi porteuse 1.

Toute la description qui précède relative aux blocs isolants secondaires 3 est aussi applicable aux blocs isolants primaires 7. Néanmoins, le bloc isolant primaire 7 présente certaines différences avec le bloc isolant secondaire 3, notamment au niveau de la plaque de fond 26. Ainsi, il n'est pas nécessaire que la plaque de fond 26 comporte des supports de mastic. En revanche, il est nécessaire d'adapter la plaque de fond 26 aux parties saillantes de la membrane secondaire 5, à savoir les bords relevés des virures 12 et l'aile verticale des supports de soudure 11.

Pour cela, comme illustré sur la figure 1, il est possible de subdiviser la plaque de fond 26 pour laisser passer les parties saillantes de la membrane secondaire 5 dans des interstices. Pour conserver une certaine résistance en flexion de la plaque de fond 26, des pièces de liaison 32 sont utilisées. La pièce de liaison 32 de la plaque de fond est par exemple une baguette profilée fixée à cheval sur deux portions successives de la plaque de fond 26 au droit de l'interstice et présentant une rainure longitudinale dans le prolongement de l'interstice.

Les efforts de flexion étant généralement plus élevés au niveau de la plaque de couvercle primaire 27, il est préférable de la réaliser dans un matériau plus résistant et/ou plus épais que la plaque de couvercle secondaire 16. Les rainures 33 des supports de soudure pour la membrane étanche primaire 9 peuvent être usinées dans son épaisseur de la manière connue.

Au centre de la figure 1, l'organe de retenue 4 situé au niveau des coins adjacents des quatre blocs isolants secondaires 3, dont l'un est omis, coopère

simultanément avec chacun d'entre eux pour les retenir sur la structure porteuse. Il en va de même des quatre blocs isolants primaires 7, dont deux sont omis.

Dans le bloc isolant primaire 7 de la figure 1, le pilier de coin 25 comporte un voile bissecteur 34 et un voile contre-bissecteur 37. On voit que le voile bissecteur 34 présente une forme différente, avec une portion inférieure plus large et une portion supérieure plus étroite, de sorte que le bord externe du voile bissecteur présente une surface d'épaulement horizontale 35. Une découpe rectangulaire 36 est formée dans chaque coin de la plaque de couvercle 27 de manière à découvrir la surface d'épaulement horizontale 35 du voile bissecteur 34. Cette surface d'épaulement horizontale découverte permet de recevoir l'appui d'une platine métallique primaire 38 de l'organe de retenue 4. La surface d'épaulement 35 pourrait remplir la même fonction en étant oblique.

Les découpes rectangulaires 36 formées dans les coins des plaques de couvercle 27 permettent d'accéder aux organes de retenue 4 pour faciliter leur mise en place. Après cette mise en place, ces fenêtres peuvent être bouchées, par exemple en utilisant l'enseignement de la publication FR-A-2973097.

En référence à la figure 2, on décrit maintenant un mode de réalisation de l'organe de retenue 4. Une tige principale 39 présente une extrémité inférieure filetée 40 à laquelle est vissée un écrou 41 logé dans une embase creuse 42 qui est soudée sur la paroi porteuse. L'écrou 41 logé dans l'embase creuse 42 retient ainsi l'extrémité inférieure de la tige principale 39 à la paroi porteuse et fournit une première liaison rotule avec un débattement angulaire d'environ 10°.

La platine métallique secondaire 22 est attachée à l'extrémité supérieure 43 de la tige principale 39 par l'intermédiaire d'une cage de fixation constituée d'une platine inférieure 44 fixée parallèlement sous la platine métallique secondaire 22 par quatre tubes d'entretoise 45 disposés aux coins de la platine inférieure 44. La platine métallique secondaire 22, les tubes d'entretoise 45 et la platine inférieure 44 sont fixés par quatre vis de fixation 46 engagées dans les tubes d'entretoise 45.

La cage de fixation est retenue sur l'extrémité supérieure 43 de la tige principale 39 par la platine inférieure 44 qui présente un perçage central 47 traversé par la tige principale 39 et un écrou 48 vissé sur l'extrémité supérieure 43 de la tige principale 39 entre la platine inférieure 44 et la platine métallique secondaire 22.

Un empilement de rondelles Belleville 49 est engagé sur la tige principale 39 entre la platine inférieure 44 et l'écrou 48 pour permettre un débattement élastique de la cage de fixation par rapport à la tige principale 39. La platine métallique secondaire 22 présente une ouverture centrale 51 pour la mise en place 5 de l'empilement de rondelles Belleville 49 et de l'écrou 48.

Le perçage central 47 traversé par la tige principale 39 fournit une deuxième liaison rotule entre La platine métallique secondaire 22 et la tige principale 39 avec un débattement angulaire d'environ 10°. Grâce aux deux liaisons rotules précitées, la platine métallique secondaire 22 peut être disposée 10 horizontalement sur les plaques de couvercle 16 des quatre blocs isolants secondaires 3 mutuellement adjacents tout en rattrapant les tolérances de positionnement des blocs isolants secondaires 3, de sorte que l'ancrage des blocs isolants secondaires 3 peut être réalisé de manière fiable.

Pour empêcher une rotation incontrôlée de l'écrou 8 autour de la tige 15 principale 39, qui modifierait le couple de serrage, une languette d'arrêt 50 fixée à l'écrou 8 est bloquée entre deux des tubes d'entretoise 45.

Pour la coopération avec les blocs isolants primaires 7, l'organe de retenue 4 comporte encore un capot 52 fermant l'ouverture centrale 51 et présentant un trou taraudé 53 en son centre. En service, la membrane secondaire 5 passe sur la 20 platine métallique secondaire 22 et le capot 52. Un goujon à collerette 54 est ensuite vissé dans le trou taraudé 53 en perçant localement la membrane secondaire 5, la collerette pouvant ensuite être soudée à la membrane secondaire 5 tout autour du perçage pour rétablir l'étanchéité.

La platine métallique primaire 38 est engagée sur le goujon à collerette 54 25 et retenue sur celui-ci par un écrou 55 et une rondelle Belleville 56.

Pour empêcher une rotation incontrôlée de la platine métallique primaire 38 autour du goujon à collerette 54, deux goupilles d'arrêt 57 sont engagées à travers des perçages de la platine métallique primaire 38 et permettent de mettre en prise un des voiles bissecteurs 34 des blocs isolants primaires 7.

30 La configuration décrite en référence à la figure 1 se rapporte à une zone plane de la paroi de cuve et met en œuvre des blocs isolants de point courant, à savoir le bloc isolant de point courant secondaire 7 et le bloc isolant de point courant primaire 3.

En référence aux figures 3 à 13, on va maintenant décrire une zone d'angle de la paroi de cuve, le long d'une arête 58 de la structure porteuse joignant deux parois porteuses 1 adjacentes formant un angle entre elles. Etant donné que la zone d'angle de la paroi de cuve est essentiellement symétrique par rapport à un plan bissecteur de l'angle, il sera suffisant de décrire une seule paroi de cuve dans la zone d'angle.

La barrière d'isolation secondaire de la paroi de cuve comporte une rangée longitudinale de blocs isolants de bordure secondaires 103 visibles sur la figure 3 et la barrière d'isolation primaire de la paroi de cuve comporte une rangée longitudinale de blocs isolants de bordure primaires 107 superposés aux blocs isolants de bordure secondaires 103 et visibles sur la figure 7. Les éléments des blocs isolants de bordure qui sont analogues aux blocs isolants de point courant portent le même chiffre de référence augmenté de 100 et ne seront décrits que dans la mesure où ils diffèrent des blocs isolants de point courant.

En référence à la figure 3, la rangée de blocs isolants de bordure secondaires 103 est fixée sur la paroi porteuse 1 par deux rangées des organes de retenue 4 décrits plus haut.

Une première rangée d'organes de retenue, non représentés, dont les emplacements sont marqués par le chiffre 59, est située le long du bord longitudinal des blocs isolants de bordure secondaires 103 éloigné de l'arête 58. Chacun de ces organes de retenue coopère avec deux blocs isolants de bordure secondaires 103 et deux blocs isolants de point courant secondaires 3, non représentés, dont les emplacements sont indiqués en traits interrompus. Une deuxième rangée 60 des organes de retenue, représentée, est située entre les bords transversaux des blocs isolants de bordure secondaires 103, à une certaine distance du bord longitudinal tourné vers l'arête 58.

Le bloc isolant de bordure secondaire 103 va maintenant être décrit en référence aux figures 4 et 5.

Sur une partie tournée à l'opposé de l'arête 58, le bloc isolant de bordure secondaire 103 est semblable au bloc isolant de point courant secondaire 3, avec deux piliers de coin 118 et les découpes rectangulaires 121 à l'aplomb des voiles bissecteurs 119, une rangée de piliers porteurs 117 entre les deux piliers de coin 118 et une rangée médiane de piliers porteurs 117 entre les deux rainures 108.

Cependant la partie du bloc isolant de bordure secondaire 103 tournée vers l'arête 58 est différente. En particulier, les zones d'attaches destinées à recevoir les platines métalliques secondaires des organes de retenue de la deuxième rangée 60 ne sont pas au niveau des coins de la plaque de couvercle 116, mais à distance de 5 ceux-ci le long des bords transversaux de la plaque de couvercle 116. Ces deux zones d'attaches intermédiaires correspondent à des lamages rectangulaires 61 ménagés dans l'épaisseur la plaque de couvercle 116.

Les piliers porteurs principaux 62 agencés à l'aplomb de ces deux zones d'attaches présentent ici une section en forme de U dans un plan perpendiculaire à 10 la direction d'épaisseur. Plus précisément, le pilier porteur principal 62 comporte deux voiles longitudinaux 63 parallèles mutuellement espacés dans la direction transversale qui présentent un bord libre tourné vers l'extérieur et un voile transversal 64 reliant les deux voiles longitudinaux 63 en étant fixé contre les bords des deux voiles longitudinaux 63 tournés vers l'intérieur du bloc isolant de bordure 15 secondaire 103. De façon non représentée, la forme de U peut être modifié en forme de F ou de H ou de μ en utilisant un voile longitudinal 63 ou transversal 64 de plus grande taille, ce qui permet de renforcer le pilier contre certaines sollicitations.

Une rangée de piliers porteurs 117 est agencée entre les deux piliers porteurs principaux 62 de coin 118 et une dernière rangée de piliers porteurs 117 20 est agencée dans une zone marginale du bloc isolant de bordure secondaire 103 entre les deux piliers porteurs principaux 62 et le bord longitudinal tourné vers l'arête 58. Cette zone marginale correspond à un lamage longitudinal 65 s'étendant sur toute la longueur du bloc isolant de bordure secondaire et délimité par un décrochement 66 sur la plaque de couvercle 116.

25 Comme visible toujours sur la figure 3, la fonction du lamage longitudinal 65 est de recevoir une poutre d'angle secondaire 67 disposée au droit de l'arête 58 pour supporter la barrière d'étanchéité secondaire. La poutre d'angle secondaire 67 comporte deux ailes allongées 69 parallèles à l'arête 58 disposées de part et d'autre du plan bissecteur des deux paroi porteuses 1 et reposant chacune sur la plaque de 30 couvercle du bloc isolant de bordure secondaire 103 dans le lamage longitudinal 65. La poutre d'angle secondaire 67 comporte une cornière métallique 68, par exemple en Invar ®, disposée à cheval sur les deux ailes allongées 69 et vissée à celles-ci de part et d'autre dudit plan bissecteur par deux rangée de vis de fixation 73.

Pour limiter les interstices susceptibles de faciliter le transfert thermique par convection naturelle dans la barrière d'isolation secondaire, un bloc de matière isolante 70, par exemple en laine de verre, inséré entre les deux rangées de blocs isolants de bordure secondaires 103 sous la poutre d'angle secondaire 67. Le bloc
5 de matière isolante 70 présente par exemple une section en forme de coin, comme mieux visible sur la figure 12.

La figure 6 montre la réalisation de la membrane d'étanchéité secondaire 5 dans la zone d'angle. D'une part des supports de soudure 11 sont insérés dans les rainures 108 du bloc isolant de bordure secondaire 103 pour souder des virures
10 métalliques 12 à bords relevés selon la technique connue. D'autre part, une demi-virure 71 est disposée entre la cornière métallique 68 et le support de soudure 11 le plus proche de l'arête 58 avec un bord relevé soudé de manière étanche au bord relevé adjacent de la virure 12 et un bord longitudinal plat 72 soudé de manière étanche sur la cornière métallique 68 en recouvrant une rangée de vis de fixation
15 73. Dans les organes de retenue de la rangée 60, le goujon à collerette 54 est disposé à travers la demi-virure 71 à peu près à la moitié de sa largeur.

Les goujons à collerette 54 permettent de retenir les blocs isolants de bordure primaire 107 qui sont superposés aux blocs isolants de bordure secondaires 103, comme visible sur la figure 7.

20 Le bloc isolant de bordure primaire 107 va maintenant être décrit en référence aux figures 8 à 10. Sur une partie tournée à l'opposé de l'arête 58, le bloc isolant de bordure primaire 107 est semblable au bloc isolant de point courant primaire 7, avec deux piliers de coin 125 et les découpes rectangulaires 136 à l'aplomb des surfaces d'épaulement 135. Une rangée de piliers porteurs 124 entre
25 les deux piliers de coin 125 et une rangée médiane de piliers porteurs 124 entre les deux rainures 133. De plus, la plaque de fond 126 est subdivisée en trois parties pour ménager des interstices pour accueillir les parties saillantes de la membrane d'étanchéité secondaire 5. Des pièces de liaison 132 attachent les trois parties les unes aux autres.

30 Cependant la partie du bloc isolant de bordure primaire 107 tournée vers l'arête 58 est différente. En particulier, les piliers porteurs principaux 74 destinés à recevoir les platines métalliques primaires 38 sont disposés à l'extrémité tournée vers l'arête des deux bords transversaux de la plaque de fond 126. Ils présentent ici

une section en forme de U dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur. Plus précisément, le pilier porteur principal 74 comporte deux voiles longitudinaux 75 parallèles mutuellement espacés dans la direction transversale qui présentent une surface d'épaulement horizontale 76 sur le bord libre tourné vers l'extérieur et
5 un voile transversal 77 reliant les deux voiles longitudinaux 75 en étant fixé contre les bords des deux voiles longitudinaux 75 tournés vers l'intérieur du bloc isolant de bordure primaire 107. Les deux surfaces d'épaulement horizontales 76 d'un pilier porteur principal 74 permettent de recevoir l'appui de la platine métallique primaire 38 de l'organe de retenue de la rangée 60 de manière stable.

10 De façon non représentée, la forme de U peut être modifiée en forme de F ou de H ou de μ en utilisant un ou deux voiles longitudinaux 75 ou un voile transversal 77 de plus grande taille, ce qui permet de renforcer le pilier contre certaines sollicitations.

La plaque de couvercle du bloc isolant de bordure primaire 107 comporte
15 un voile de couverture 78 continu dans lequel sont creusées les rainures 133 disposé sur un réseau de poutres présentant une épaisseur plus forte que le voile de couverture 78. Ce réseau de poutres fixées sur les extrémités supérieures des piliers porteurs 124, des piliers de coins 125 et des piliers porteurs principaux 74 est mieux visible sur la figure 9 où le voile de couverture 78 a été omis.

20 En référence à la figure 9, le réseau de poutre comporte une série de cinq poutres transversales 79 s'étendant sur une partie de la largeur du bloc isolant de bordure primaire 107 depuis le bord longitudinal du côté éloigné de l'arête 58. Deux poutres transversales 79 reposent sur un pilier porteur 124 de la rangée médiane et un pilier de coin 125 et s'étendent jusqu'au bord longitudinal du bloc isolant de
25 bordure primaire 107. Trois poutres transversales 79 situées entre celles-ci reposent sur un pilier porteur 124 de la rangée médiane et un pilier porteur 124 disposé entre les piliers de coin 125 et se terminent en retrait du bord longitudinal du bloc isolant de bordure primaire 107. Une poutre longitudinale étroite 85 s'étend à l'extrémité de celles-ci entre les deux piliers de coin 125.

30 A l'extrémité des poutres transversales 79 tournée vers l'arête 58, une large poutre de bordure 80 s'étend dans la direction longitudinale et occupe la partie restante de la largeur du bloc isolant de bordure primaire 107 jusqu'au deuxième bord longitudinal et repose sur les deux piliers porteurs principaux 74.

La large poutre de bordure 80 présente une portion transversale intérieure 81 ayant une longueur légèrement inférieure à la plaque de fond 126 et recouverte par le voile de couverture 78 ayant une longueur légèrement supérieure à la plaque de fond 126. La large poutre de bordure 80 présente aussi une portion transversale
5 extérieure 82 raccourcie par deux embrèvements 84 ménagés aux deux extrémités longitudinales pour former des fenêtres d'accès permettant d'accéder aux surfaces d'épaulement 76 de chacun des deux piliers porteurs principaux 74, afin de mettre en place la rangée 60 des organes de retenue.

La surface supérieure de la portion transversale extérieure 82 n'est pas
10 recouverte par le voile de couverture 78, qui se termine au niveau du bord 83. Elle forme ainsi un lamage longitudinal en retrait dans la direction d'épaisseur par rapport à la surface supérieure du voile de couverture 78.

Comme mieux visible sur la figure 8, le voile de couverture 78 peut être constitué de deux feuilles superposées. Au niveau des découpes 136, la feuille
15 supérieure présente alors une découpe légèrement plus large pour définir un rebord autour de la fenêtre d'accès. Alternativement ce rebord pourrait être usiné dans l'épaisseur d'une seule et même feuille. Sur la fonction d'un tel rebord, on se référera à la publication FR-A-2973097.

Comme visible toujours sur la figure 7, la fonction du lamage formé par la
20 portion longitudinale 82 du bloc isolant de bordure primaire 107 est de recevoir une poutre d'angle primaire 86, identique à la poutre d'angle secondaire 67, également disposée au droit de l'arête 58 pour supporter la barrière d'étanchéité primaire. La poutre d'angle primaire 86 comporte deux ailes allongées 87 parallèles à l'arête 58 disposées de part et d'autre du plan bissecteur des deux paroi porteuses 1 et
25 reposant chacune sur la plaque de couvercle du bloc isolant de bordure primaire 107 sur la portion 82. La poutre d'angle primaire 86 comporte une cornière métallique 88, par exemple en Invar ®, disposée à cheval sur les deux ailes allongées 87 et vissée à celles-ci de part et d'autre dudit plan bissecteur.

Pour limiter les interstices susceptibles de faciliter le transfert thermique par
30 convection naturelle dans la barrière d'isolation primaire, un bloc de matière isolante 89, par exemple en laine de verre, inséré entre les deux rangées de blocs isolants de bordure primaires 107 sous la poutre d'angle primaire 86. Le bloc de matière

isolante 89 présente par exemple une section en forme de coin, comme mieux visible sur la figure 12.

La figure 11 montre la réalisation de la membrane d'étanchéité primaire 9 dans la zone d'angle, qui est essentiellement identique à la membrane d'étanchéité 5 secondaire 5. D'une part des supports de soudure sont insérés dans les rainures 133 du bloc isolant de bordure primaire 107 pour souder des virures métalliques à bords relevés selon la technique connue. D'autre part, une demi-virure 71 est disposée entre la cornière métallique 88 et le support de soudure le plus proche de l'arête 58 avec un bord relevé soudé de manière étanche au bord relevé adjacent 10 de la virure et un bord longitudinal plat 72 soudé de manière étanche sur la cornière métallique 88 en recouvrant une rangée de vis de fixation.

Les figures 12 et 13 sont des vues en coupe de la zone d'angle de la paroi de cuve qui vient d'être décrite. Il est apparent que le bloc isolant de bordure primaire 107 est moins large que le bloc isolant de bordure secondaire 103. Ainsi, 15 alors que les bords longitudinaux des deux blocs de bordure superposés sont alignés du côté éloigné de l'arête 58, le bloc isolant de bordure secondaire 103 s'étend plus loin que le bloc isolant de bordure primaire 107 en direction de l'arête 58,

De plus, il est apparent que les piliers porteurs des deux blocs de bordure 20 superposés sont alignés. En particulier, les piliers porteurs principaux 74 sont précisément superposés aux piliers porteurs principaux 62 et les piliers de coin 125 sont précisément superposés aux piliers de coin 118. Ces alignements permettent d'utiliser les mêmes organes de retenue 4 pour ancrer les blocs isolants de bordure secondaires 103 et les blocs isolants de bordure primaires 107 aux parois porteuses 25 1, tout en utilisant une structure simple et équilibrée pour ces organes de retenue 4, notamment une orientation perpendiculaire à la paroi porteuse 1.

En raison de la construction symétrique des parois de cuve par rapport au plan bissecteur B, il existe une certaine zone d'exclusion au voisinage du plan bissecteur B, dans laquelle les organes de retenue 4 ne peuvent pas être 30 positionnés. Cette zone d'exclusion est d'autant plus étendue que la hauteur de l'organe de retenue dans la direction d'épaisseur de la paroi de cuve est élevée. Toutefois, malgré la distance entre l'arête 58 et la rangée 60, le bloc isolant de bordure secondaire 103 peut se rapprocher suffisamment du plan bissecteur B

grâce à sa portion de largeur L qui s'étend en direction de l'arête 58 au-delà de la rangée d'organe de retenue 60, Ceci permet une constriction relativement simple de la membrane d'étanchéité secondaire 5 dans l'angle, à savoir simplement au moyen de la poutre d'angle 67 qui repose directement sur les blocs isolants de bordure secondaires 103 de part et d'autre du plan bissecteur B. La même simplicité se manifeste dans la réalisation de la membrane d'étanchéité primaire 9 dans la zone d'angle.

Pour optimiser la réalisation d'une paroi de cuve de grandes dimensions, il est souhaitable d'utiliser des blocs isolants standardisés avec un inventaire aussi limité que possible de dimensions différentes. Il y a lieu de tenir compte cependant des tolérances de fabrication de la paroi porteuse 1, qui atteignent typiquement quelques centimètres à dizaines de centimètres dans une coque de navire, soit par exemple environ 50 mm par cuve d'un navire méthanier.

Une possibilité pour cela est de créer un maillage rectangulaire régulier avec les organes de retenue 4, en plaçant une première rangée longitudinale à la mi-largeur de la paroi porteuse 1 et en ajoutant des rangées parallèles successives équidistantes des organes de retenue 4, en se rapprochant de l'arête 58. Les chiffres 59 correspondent à la dernière de ces rangées parallèles successives équidistantes. La distance entre deux rangées est la largeur des blocs isolant de point courant décrits en référence à la figure 1. La dernière rangée 60 est placée en fonction du dimensionnement des blocs isolants de bordure 103 et 107.

Lorsqu'on connaît la dimension théorique de la paroi porteuse 1, il est possible de concevoir à l'avance, le nombre et le positionnement de ces rangées d'organes de retenue 4, et donc le nombre correspondant des rangées de blocs isolants de point courant. En raison des tolérances de fabrication de la paroi porteuse 1, il subsiste cependant une marge d'incertitude sur la distance restante D entre la dernière rangée 60 et l'arête 58 (voir Figure 3).

Les figures 12 et 13 illustrent deux exemples, où la distance restante est respectivement plus longue et plus courte que la distance nominale prévue. On voit que la largeur relativement élevée du lamage 65 recevant la poutre d'angle secondaire 67, respectivement la largeur relativement élevée de la portion 82 recevant la poutre d'angle primaire 86 permettent d'absorber cette marge d'incertitude en changeant le positionnement relatif des poutres d'angle sur les

blocs isolants de bordure, sans changer substantiellement la conception de la paroi de cuve.

Dans le cas de la figure 12, la poutre d'angle secondaire 67, respectivement la poutre d'angle primaire 86, est décalée vers le bord du bloc isolant de bordure de sorte qu'elle recouvre une zone plus restreinte du lamage 65, respectivement de la portion 82 de la plaque de couvercle. Pour recouvrir la portion restante du lamage 65, respectivement de la portion 82, une bande additionnelle 90 peut être à chaque fois ajoutée, de même épaisseur que les ailes de la poutre d'angle. La bande additionnelle 90 peut être découpée sur mesure en fonction des dimensions précises de la paroi porteuse 1 considérée.

Cette bande additionnelle 90 n'est pas présente dans le cas de la figure 13 où le recouvrement entre les poutres d'angle et les blocs isolants de bordure est maximal.

La largeur du lamage 65 et la largeur de la portion transversale extérieure 82 de la poutre de bordure 80 sont de préférence supérieures à 100 mm et par exemple égales à environ 140 mm ou plus. De manière correspondante, les largeurs des ailes allongées 69 et 87 sont de préférence supérieures à 100 mm, et par exemple égales à environ 140 mm ou plus. Ainsi, l'écart dimensionnel de la paroi porteuse 1 entre la configuration de recouvrement minimal entre les poutres d'angle et les blocs isolants de bordure (par ex. la figure 12) et la configuration de recouvrement maximal entre les poutres d'angle et les blocs isolants de bordure (par ex. la figure 13) atteint au maximum environ 70 mm. La structure de paroi de cuve décrite permet donc un ajustement facile de la paroi de cuve aux dimensions réelles de la paroi porteuse sur une plage relativement étendue. Ces largeurs peuvent être augmentées pour absorber des tolérances dimensionnelles de la paroi de cuve encore plus élevées. De préférence, le recouvrement minimal entre l'aile allongée 69 ou 87 de la poutre d'angle et le bloc isolant de bordure ne doit pas être inférieur à 50% de la largeur de l'aile allongée 69 ou 87.

Les dimensions des blocs isolants de bordure et le nombre de piliers porteurs dans chaque bloc isolant de bordure primaire ou secondaire peuvent être modifiés en fonction de l'intensité des charges à reprendre et des dimensions de la cuve. Dans un autre mode de réalisation de la paroi de cuve dans la zone d'angle, non représenté, les blocs isolants de bordure 103 et 107 sont environ deux fois plus

étroits que précédemment. Les deux rangées d'organes de retenue doivent également satisfaire cet espacement réduit. La plaque de fond 126 est subdivisée en seulement deux parties.

Dans une variante de réalisation non représentée de la plaque de couvercle 116 du bloc isolant de bordure secondaire 103 et/ou du bloc isolant de bordure primaire 107, chaque plaque de couvercle est réalisée d'une seule pièce dans une feuille de contreplaqué de plus forte épaisseur que précédemment.

En référence aux figures 14 à 16, on va maintenant décrire un deuxième mode de réalisation de la paroi de cuve dans la zone d'angle à 135°. Les éléments analogues aux éléments des figures 3 à 13 portent le même chiffre de référence et ne seront décrits que dans la mesure où ils diffèrent du premier mode réalisation.

Comme visible sur la figure 14, dans le deuxième mode de réalisation, il est également prévu une rangée de blocs de bordure secondaires 103 et une rangée de blocs de bordure primaires 107 superposés à ceux-ci, mais disposés à une plus grande distance de l'arête 58 et du plan bissecteur B. Dans la mesure où il n'est pas recherché de rapprocher autant le bloc de bordure secondaire 103 de l'arête 58, les piliers porteurs principaux 62 du bloc de bordure secondaire 103 sont placés ici aux extrémités des deux bords transversaux tournées vers l'arête 58 et la portion de largeur L qui prolongeait le bloc de bordure secondaire 103 du premier mode de réalisation en direction de l'arête 58 est ici supprimée.

Un caisson isolant parallélépipédique 91, par exemple rempli de perlite ou de laine de verre, est ajouté entre le bloc de bordure secondaire 103 et l'arête 58. Le caisson isolant parallélépipédique 91 est attaché à la paroi porteuse 1 par des coupleurs mécaniques, comme esquissé au chiffre 92, coopérant avec des tasseaux latéraux selon la technique connue. Pour soutenir la membrane d'étanchéité secondaire 5 dans l'intervalle entre le bloc de bordure secondaire 103 et le caisson isolant parallélépipédique 91, une plaque rectangulaire de pontage 94 est disposée en appui sur le caisson isolant parallélépipédique 91 et sur un tasseau longitudinal 93 assemblé sous la plaque de couvercle 116 du bloc de bordure secondaire 103, contre le bord longitudinal extérieur des deux piliers porteurs principaux 62.

La forme des piliers porteurs principaux 62 est aussi légèrement modifiée puisque le voile transversal 64 est ici prolongé vers le milieu du bloc de bordure

secondaire 103 au-delà du voile longitudinal 63, de sorte que la forme en section des piliers porteurs principaux 62 prend ici la forme d'un F ou lieu d'un U. Dans un mode non représenté, on peut prolonger un des voiles longitudinaux 63 de sorte que la section des piliers porteurs principaux 62 prend la forme d'un μ .

5 De la même manière, un deuxième caisson isolant parallélépipédique 95, par exemple rempli de perlite ou de laine de verre, est ajouté entre le bloc de bordure primaire 107 et le plan bissecteur B. Le deuxième caisson isolant parallélépipédique 95 est disposé sur la plaque rectangulaire de pontage 94. Pour
10 retenir le deuxième caisson isolant parallélépipédique 95, le même organe de retenue 4 qui retient déjà le bloc isolant de bordure secondaire 103 et le bloc isolant de bordure primaire 107 du côté de l'arête 58 est utilisé. En particulier la platine métallique primaire 38 s'étend ici jusqu'à un tasseau latéral du deuxième caisson isolant parallélépipédique 95 comme esquissé sur la figure 14.

Pour cela, les piliers porteurs principaux 74 destinés à recevoir les platines
15 métalliques primaires 38 sont légèrement modifiés puisque un seul voile longitudinal 75 est conservé et le voile transversal 77 est prolongé vers le milieu du bloc de bordure primaire 107 à l'aplomb du voile transversal 64, de sorte que la forme en section des piliers porteurs principaux 74 prend ici la forme d'un L ou lieu d'un U. Comme le voile transversal 77 se prolonge ici au-delà de l'interstice de la plaque de
20 fond 126, il présente une fente 97 en face de cet interstice pour laisser passer les parties saillantes de la membrane d'étanchéité secondaire 5.

Pour soutenir la membrane d'étanchéité primaire 9 dans l'intervalle entre le bloc de bordure primaire 107 et le deuxième caisson isolant parallélépipédique 95, une deuxième plaque rectangulaire de pontage 96 est disposée en appui sur le
25 deuxième caisson isolant parallélépipédique 95 et la portion transversale extérieure 82 de la poutre de bordure 80. La poutre de bordure 80 est ici modifiée puisque la portion transversale extérieure 82 et la portion transversale intérieure 81 présentent la même longueur, alignée aux découpes 136 des coins du voile de couverture 78.

Comme dans le premier mode de réalisation, une rangée de piliers
30 porteurs 124 est disposée sous la poutre de bordure 80 entre les deux piliers porteurs principaux 74. La poutre de bordure 80 permet donc de transférer des charges de pression élevées depuis la membrane d'étanchéité primaire 9 vers la

paroi porteuse via les deux piliers porteurs principaux 74 et 62, et via les piliers porteurs 124 et 117.

Comme dans le premier mode de réalisation, la portion transversale extérieure 82, non recouverte par le voile de couverture 78, forme un lamage pour appuyer un élément de support, à savoir ici la deuxième plaque rectangulaire de pontage 96, s'étendant au-delà du bloc de bordure primaire 107 en direction de l'arête pour supporter la membrane d'étanchéité primaire 9.

En référence aux figures 17 à 20, on va maintenant décrire un troisième mode de réalisation de la paroi de cuve, dans une zone d'angle à 90°. Les éléments analogues aux éléments des figures 14 à 16 portent le même chiffre de référence augmenté de 200 et ne seront décrits que dans la mesure où ils diffèrent du deuxième mode réalisation.

Les supports de soudure non représentés sont ici parallèles, non plus à la direction longitudinale des blocs isolants comme dans la convention précédente, mais à la direction transversale des blocs isolants. La zone de la paroi de cuve qui est visible sur la figure 17 est adjacente à un anneau de raccordement connu par ailleurs, décrit par exemple dans les publications FR-A-2629897 et FR-A-2798358. On rappelle qu'un tel anneau de raccordement met en œuvre une armature métallique à section transversale carrée, partiellement représentée, dont une aile primaire 99 sert à relier la membrane d'étanchéité primaire à la structure porteuse et une aile secondaire 98 sert à relier la membrane d'étanchéité secondaire à la structure porteuse. Une rangée de premiers caissons isolants parallélépipédiques 291 et une rangée de deuxièmes caissons isolants parallélépipédiques 295 servent à soutenir l'anneau de raccordement.

Comme dans le deuxième mode de réalisation, il est également prévu une rangée de blocs de bordure secondaires 303 et une rangée de blocs de bordure primaires 307 superposés à ceux-ci, mais les blocs de bordure secondaires 303 et primaires 307 ont ici la même dimension en longueur et en largeur, de sorte que leurs bords sont alignés sur toute la périphérie. Il s'ensuit que les premier et deuxième caissons isolants parallélépipédiques 291 et 295 sont alignés dans la direction d'épaisseur et superposés. De la même manière, les première et deuxième plaques rectangulaires de pontage 294 et 296 sont alignées dans la direction d'épaisseur.

Dans le bloc de bordure primaire 307, les rainures 333 ont tourné de 90° par rapport au deuxième mode de réalisation. La poutre de bordure 280 reste parallèle à l'arête. En d'autres termes, le réseau de poutre de la plaque de couvercle comporte ici une série de poutres longitudinales 279 s'étendant dans la direction longitudinale sur toute la longueur du bloc isolant de bordure primaire 307 comme la poutre de bordure 280.

La poutre de bordure 280 est représentée de manière détaillée sur la figure 18. Elle présente une portion intérieure 281 recouverte par le voile de couverture 278 et une portion extérieure 282 plus réduite, éventuellement de plus faible épaisseur que la portion intérieure 281, qui supporte la plaque rectangulaire de pontage 296. Deux embrèvements 284 ménagés aux deux extrémités transversales forment des fenêtres d'accès permettant d'accéder aux surfaces d'épaulement 276 de chacun des deux piliers porteurs principaux 274, afin de mettre en place les organes de retenue 204. Les embrèvements 284 s'étendent ici sur la largeur de la portion extérieure 282 et une portion de la largeur de la portion intérieure 281.

Comme dans le deuxième mode de réalisation, une rangée de piliers porteurs 324 est disposée sous la poutre de bordure 280 entre les deux piliers porteurs principaux 274. La poutre de bordure 280 permet donc de transférer des charges de pression élevées depuis la membrane d'étanchéité primaire, non représentée, vers la paroi porteuse 201 via les deux piliers porteurs principaux 274 et 262, et via les piliers porteurs 324 et 317.

Comme dans le deuxième mode de réalisation, la portion extérieure 282, non recouverte par le voile de couverture 278, forme un lamage pour appuyer un élément de support, à savoir ici la deuxième plaque rectangulaire de pontage 296, s'étendant au-delà du bloc de bordure primaire 307 en direction de l'arête pour supporter la membrane d'étanchéité primaire. Sur la figure 18, la portion extérieure 282 de la poutre de bordure 280 présente une plus faible épaisseur que la portion intérieure 281, de sorte que la profondeur totale du lamage dans l'état assemblé du couvercle est la somme de cet écart d'épaisseur et de l'épaisseur du voile de couverture 278.

Dans le troisième mode de réalisation, l'anneau de raccordement est dimensionné de manière standardisée et la marge d'incertitude qui subsiste en raison des tolérances de fabrication de la paroi porteuse 201 est reportée sur la

distance entre la dernière rangée des organes de retenue 204 et les caissons isolants parallélépipédiques 291 et 295. De ce fait, les plaques rectangulaires de pontage 294 et 296 peuvent être découpées sur mesure en fonction des dimensions précises de la paroi porteuse 201 considérée. Les dimensions des platines 222 et 5 238 des organes de retenue 204 peuvent aussi être ajustées en conséquence dans cette zone.

La technique décrite ci-dessus pour réaliser une paroi étanche et isolante peut être utilisée dans différents types de réservoirs, par exemple pour constituer la paroi d'un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage 10 flottant comme un navire méthanier ou autre.

En référence à la figure 21, une vue écorchée d'un navire méthanier 1070 montre une cuve étanche et isolée 1071 de forme générale prismatique montée dans la double coque 1072 du navire. La paroi de la cuve 1071 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la 15 cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 1072 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 1072.

De manière connue en soi, des canalisations de 20 chargement/déchargement 1073 disposées sur le pont supérieur du navire peuvent être raccordées, au moyen de connecteurs appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 1071.

La figure 21 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 1075, une conduite sous-marine 1076 et 25 une installation à terre 1077. Le poste de chargement et de déchargement 1075 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 1074 et une tour 1078 qui supporte le bras mobile 1074. Le bras mobile 1074 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 1079 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 1073. Le bras mobile 1074 orientable s'adapte à tous les 30 gabarits de méthaniers. Une conduite de liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 1078. Le poste de chargement et de déchargement 1075 permet le chargement et le déchargement du méthanier 1070 depuis ou vers l'installation à terre 1077. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 1080 et des

conduites de liaison 1081 reliées par la conduite sous-marine 1076 au poste de chargement ou de déchargement 1075. La conduite sous-marine 1076 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 1075 et l'installation à terre 1077 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet
5 de garder le navire méthanier 1070 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 1070 et/ou des pompes équipant l'installation à terre 1077 et/ou des pompes équipant le poste de chargement et de
10 déchargement 1075.

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

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

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

REVENDICATIONS

1. Bloc isolant (107, 307) convenant pour réaliser une paroi isolante dans une cuve de stockage d'un liquide froid, le bloc isolant présentant une forme parallélépipédique et comportant :
 - 5 une plaque de fond (126, 326) de forme rectangulaire, une plaque de couvercle de forme rectangulaire parallèle à la plaque de fond et espacée de la plaque de fond dans une direction d'épaisseur du bloc isolant, une garniture thermiquement isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle,
 - 10 et des piliers porteurs (124, 125, 74 ; 324, 325, 274) en matière plus rigide que la garniture isolante s'étendant dans la direction d'épaisseur entre la plaque de fond et la plaque de couvercle pour reprendre des efforts de pression, chaque pilier porteur présentant une section de petite dimension par rapport à une dimension longitudinale et une dimension transversale du bloc isolant, lesdits piliers porteurs
 - 15 comportant des piliers porteurs principaux (125, 74 ; 325, 274) disposés au niveau des quatre coins du bloc isolant pour coopérer avec des organes de retenue, dans lequel chaque pilier porteur principal comporte au moins deux voiles minces se croisant à angle droit dont un voile mince d'appui présentant, successivement le long de la direction d'épaisseur du bloc isolant, une portion inférieure plus large en
 - 20 contact avec la plaque de fond et une portion supérieure plus étroite en contact avec la plaque de couvercle, de sorte qu'un bord libre du voile mince d'appui tourné vers l'extérieur du bloc isolant présente une surface d'épaulement (76, 276) placée entre la portion inférieure plus large et la portion supérieure plus étroite et perpendiculaire ou oblique à la direction d'épaisseur du bloc isolant,
 - 25 dans lequel la zone de coin de la plaque de couvercle comporte une découpe (136, 336) située à l'aplomb de la surface d'épaulement du voile mince d'appui pour réaliser une fenêtre d'accès permettant d'accéder à la surface d'épaulement, dans lequel la plaque de couvercle d'un bloc isolant comporte un réseau de poutres (79, 80, 85 ; 279, 280) fixées sur les extrémités supérieures des piliers porteurs,
 - 30 chaque poutre reposant sur plusieurs desdits piliers porteurs pour répartir les efforts de pression sur lesdits piliers porteurs, et un voile de couverture (78, 278) continu disposé sur le réseau de poutres et présentant une épaisseur plus faible que les poutres, le réseau de poutre comportant une poutre de bordure (80, 280) disposée le long

- d'un bord du bloc isolant et reposant sur les deux piliers porteurs principaux (74, 274) disposés aux extrémités dudit bord, la poutre de bordure présentant une portion transversale intérieure (81, 281) recouverte par le voile de couverture et une portion transversale extérieure (82, 282) adjacente à la portion transversale intérieure qui n'est pas recouverte par le voile de couverture, la surface supérieure de la portion transversale extérieure (82, 282) formant un lamage situé le long du bord du bloc isolant sur toute la longueur de la poutre de bordure et en retrait dans la direction d'épaisseur par rapport à la surface supérieure du voile de couverture,
- 5
- 10 et dans lequel la poutre de bordure (80, 280) est raccourcie par deux embrèvements (84, 284) ménagés à deux extrémités longitudinales de la poutre de bordure pour former les fenêtres d'accès permettant d'accéder à la surface d'épaulement (76, 276) de chacun des deux piliers porteurs principaux disposés aux extrémités du bord du bloc isolant.
- 15 2. Bloc isolant selon la revendication 1, dans lequel chacun des deux piliers porteurs principaux (74) disposés aux extrémités du bord du bloc isolant (107) présente une section en forme de U, de F, de H ou de μ dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, le pilier porteur principal comportant deux voiles minces d'appui (75) mutuellement espacés et parallèles au bord du bloc isolant et un voile mince (77) perpendiculaire au bord du bloc isolant qui relie les
- 20 deux voiles minces d'appui (75).
3. Bloc isolant selon la revendication 1, dans lequel chacun des deux piliers porteurs principaux (274) disposés aux extrémités du bord du bloc isolant (307) présente une section en forme de L dans un plan perpendiculaire à la
- 25 direction d'épaisseur, le pilier porteur principal comportant un voile mince d'appui (275) parallèle au bord du bloc isolant et un voile mince (277) perpendiculaire au bord du bloc isolant fixé contre le bord du voile mince d'appui tourné vers l'intérieur du bloc isolant, le voile mince (277) perpendiculaire au bord du bloc isolant s'étendant vers l'intérieur du bloc isolant à partir du voile mince d'appui (275).
- 30 4. Bloc isolant selon la revendication 1, dans lequel la portion transversale extérieure de la poutre de bordure (82, 282) présente une largeur supérieure à 100 mm.
5. Cuve étanche et thermiquement isolante intégrée dans une structure porteuse polyédrique comportant une pluralité de parois porteuses (1, 201)

sensiblement planes, la cuve comportant une pluralité de parois de cuve disposées sur les parois porteuses,

dans laquelle la paroi de cuve disposée sur une paroi porteuse comporte, successivement dans une direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de

5 la cuve, une barrière d'isolation secondaire (2), une barrière d'étanchéité secondaire (5), une barrière d'isolation primaire (6), et une barrière d'étanchéité primaire (9) destinée à être en contact avec un produit contenu dans la cuve,

dans laquelle la barrière d'isolation secondaire est essentiellement constituée de blocs isolants secondaires (3, 103, 303) parallélépipédiques juxtaposés selon un

10 motif répété sur la paroi porteuse et la barrière d'isolation primaire est essentiellement constituée de blocs isolants primaires (7, 107, 307) parallélépipédiques superposés aux blocs isolants secondaires,

dans laquelle un bloc isolant secondaire (3, 103, 303) et un bloc isolant primaire (7, 107, 307) qui est superposé audit bloc isolant secondaire sont retenus sur la paroi

15 porteuse par des organes de retenue (4, 204) disposés autour des blocs isolants secondaire et primaire superposés, chaque organe de retenue comportant une portion inférieure (39) solidaire de la paroi porteuse (1, 201), une portion d'attache secondaire (22) surmontant la portion inférieure et coopérant avec plusieurs blocs isolants secondaires (3, 103, 303) adjacents à l'organe de retenue et une portion

20 d'attache primaire (38) surmontant la portion d'attache secondaire et coopérant avec plusieurs blocs isolants primaires (7, 107, 307) adjacents à l'organe de retenue,

dans laquelle la barrière d'étanchéité secondaire (5) comporte une membrane métallique essentiellement constituée d'éléments métalliques (12) juxtaposés sur

25 les blocs isolants secondaires (3, 103, 303) et soudés les uns aux autres de manière étanche et la barrière d'étanchéité primaire (9) comporte une membrane métallique essentiellement constituée d'éléments métalliques juxtaposés sur les blocs isolants primaires (7, 107, 307) et soudés les uns aux autres de manière étanche,

30 dans laquelle, le long d'une arête de la structure porteuse joignant deux parois porteuses (201) adjacentes formant un angle droit entre elles, la barrière d'isolation secondaire de chaque paroi de cuve comporte une rangée longitudinale de blocs isolants de bordure secondaires (303) et la barrière d'isolation primaire de chaque paroi de cuve comporte une rangée longitudinale de blocs isolants de bordure

primaires (307) superposés aux blocs isolants de bordure secondaires, les blocs isolants de bordure primaires (307) étant selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle chaque bloc isolant de bordure secondaire (303) et chaque bloc isolant de bordure primaire (307) comporte un premier bord parallèle à l'arête et

5 situé du côté opposé à l'arête et un deuxième bord parallèle à l'arête et situé du côté de l'arête,

la barrière d'isolation secondaire de chaque paroi de cuve comportant une rangée de caissons isolants parallélépipédiques secondaires (291) agencée entre les blocs de bordure secondaires (303) et l'arête et la barrière d'isolation primaire de chaque

10 paroi de cuve comportant une rangée de caissons isolants parallélépipédiques primaires (295) agencée entre les blocs de bordure primaires (303) et l'arête, les caissons isolants parallélépipédiques primaires (295) étant superposés aux caissons isolants parallélépipédiques secondaires (291),

dans laquelle les organes de retenue (4, 204) qui retiennent les blocs isolants de

15 bordure primaires et secondaires sur la paroi porteuse comportent une première rangée (59) d'organes de retenue disposés au niveau de chaque coin terminant le premier bord des blocs isolants de bordure primaires et secondaires, la portion d'attache secondaire de chaque organe de retenue de la première rangée (59) coopérant avec deux blocs isolants de bordure secondaires (303) et deux autres

20 blocs isolants secondaires (3) adjacents à l'organe de retenue et la portion d'attache primaire de chaque organe de retenue de la première rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure primaires (307) et deux autres blocs isolants primaires (7) adjacents à l'organe de retenue superposés auxdits deux autres blocs isolants secondaires, et

25 dans laquelle les organes de retenue qui retiennent les blocs isolants de bordure primaires et secondaires sur la paroi porteuse comportent une deuxième rangée d'organes de retenue (204) disposés au niveau de chaque coin terminant le deuxième bord des blocs isolants de bordure primaires et secondaires, la portion d'attache secondaire (222) de chaque organe de retenue (204) de la deuxième

30 rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure secondaires (303) et deux caissons isolants parallélépipédiques secondaires (291) et la portion d'attache primaire (238) de chaque organe de retenue (204) de la deuxième rangée coopérant avec deux blocs isolants de bordure primaires (307) et deux caissons isolants parallélépipédiques primaires (295),

dans laquelle une rangée de plaques de pontage primaires (296) est disposée en appui sur les caissons isolants parallélépipédiques primaires (295) et les blocs isolants de bordure primaires (307) pour supporter la barrière d'étanchéité primaire (9) entre les caissons isolants parallélépipédiques primaires (295) et les blocs isolants de bordure primaires (307), chaque plaque de pontage primaire (296) étant en appui sur le lamage de la poutre de bordure (280) située le long du bord du bloc isolant de bordure primaire (307).

6. Cuve selon la revendication 5, dans laquelle une rangée de plaques de pontage secondaires (294) est disposée en appui sur les caissons isolants parallélépipédiques secondaires (291) et les blocs isolants de bordure secondaires (303) pour supporter la barrière d'étanchéité secondaire (5) entre les caissons isolants parallélépipédiques secondaires (291) et les blocs isolants de bordure secondaires (303).

7. Cuve selon la revendication 5 ou 6, dans laquelle les caissons isolants parallélépipédiques secondaires (291) et les caissons isolants parallélépipédiques primaires (295) supportent un anneau de raccordement comportant une armature métallique à section transversale carrée, dont une aile primaire (99) sert à relier la barrière d'étanchéité primaire (9) à la structure porteuse et une aile secondaire (98) sert à relier la barrière d'étanchéité secondaire (5) à la structure porteuse.

8. Cuve selon l'une des revendications 5 à 7, dans laquelle un bloc isolant de bordure secondaire (303) comporte :
une plaque de fond (315) de forme rectangulaire,
une plaque de couvercle (316) de forme rectangulaire parallèle à la plaque de fond et espacée de la plaque de fond dans une direction d'épaisseur du bloc isolant de bordure secondaire, la plaque de couvercle du bloc isolant de bordure secondaire comportant une pluralité de zones d'attache situées sur les bords de la plaque de couvercle pour coopérer avec des organes d'ancrage disposés autour du bloc isolant de bordure secondaire,
une garniture thermiquement isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle,
et des piliers porteurs (317, 318, 262) en matière plus rigide que la garniture isolante s'étendant dans la direction d'épaisseur entre la plaque de fond (315) et la plaque de couvercle (316) pour reprendre des efforts de pression, chaque pilier

porteur présentant une section de petite dimension par rapport à une dimension longitudinale et une dimension transversale du bloc isolant de bordure secondaire, lesdits piliers porteurs comportant des piliers porteurs principaux (318, 262) disposés à l'aplomb de chacune desdites zones d'attache,

5 dans laquelle chaque pilier porteur principal (318, 262) comporte au moins deux voiles minces se croisant à angle droit.

9. Cuve selon la revendication 8, dans laquelle des supports en mastic (30, 31) sont insérés entre la plaque de fond d'un bloc isolant de bordure secondaire (303) et la paroi porteuse (201), les supports en mastic (30, 31)
10 comportant des plots de mastic de petite section disposés à l'aplomb des piliers porteurs (317, 318, 262) du bloc isolant de bordure secondaire.

10. Cuve selon la revendication 8 ou 9, dans laquelle les piliers porteurs (324, 325, 274) d'un bloc isolant de bordure primaire (307) sont situés à l'aplomb des piliers porteurs (317, 318, 262) d'un bloc isolant de bordure secondaire
15 (303).

11. Navire (1070) pour le transport d'un fluide, le navire comportant une double coque (1072) et une cuve (1071) selon l'une des revendications 5 à 10 disposée dans la double coque.

12. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (1070)
20 selon la revendication 11, dans lequel on achemine un fluide à travers des canalisations isolées (1073, 1079, 1076, 1081) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (1077) vers ou depuis la cuve du navire (1071).

13. Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (1070) selon la revendication 11, des canalisations isolées (1073, 1079,
25 1076, 1081) agencées de manière à relier la cuve (1071) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (1077) et une pompe pour entraîner un flux de fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

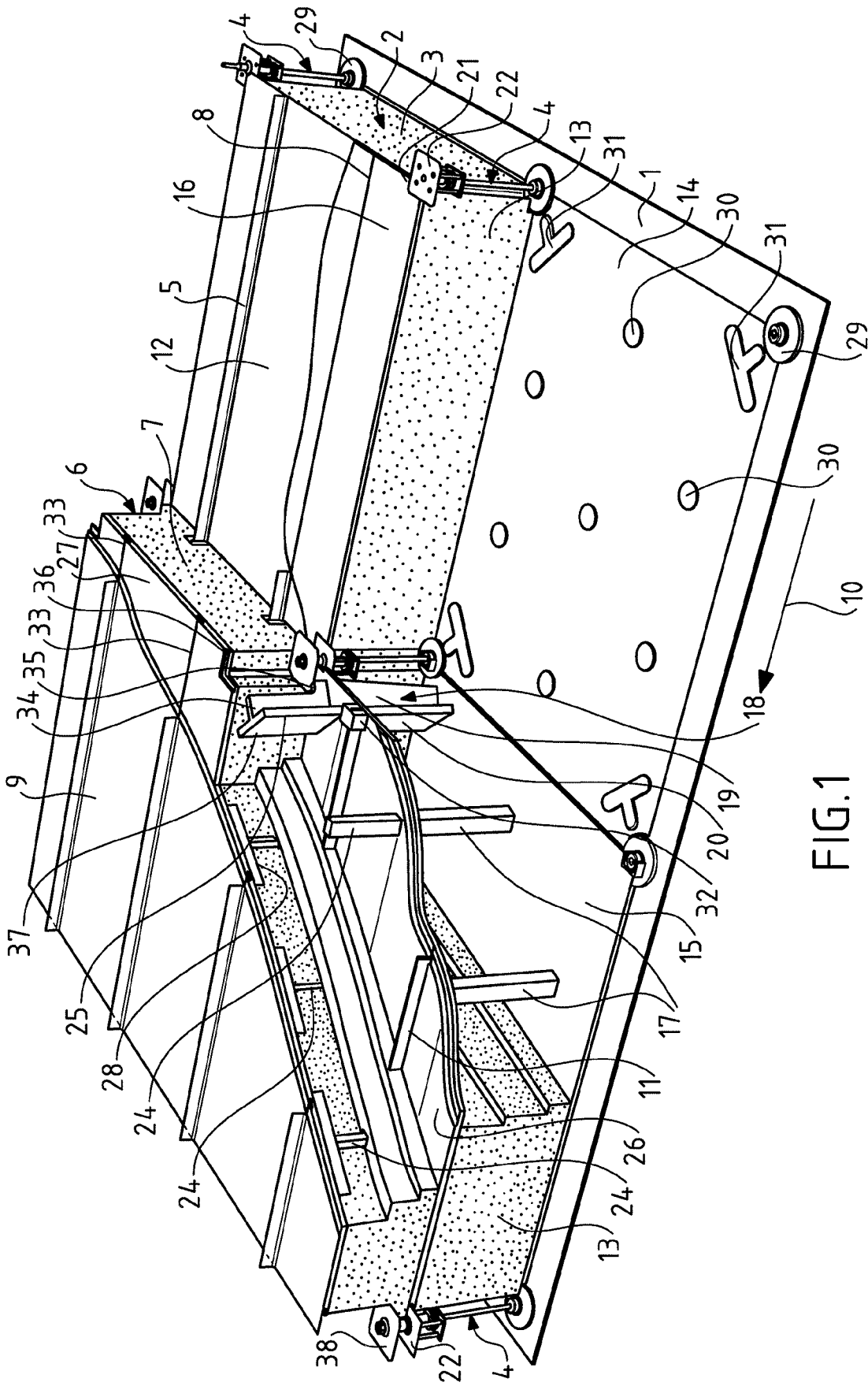


FIG.1

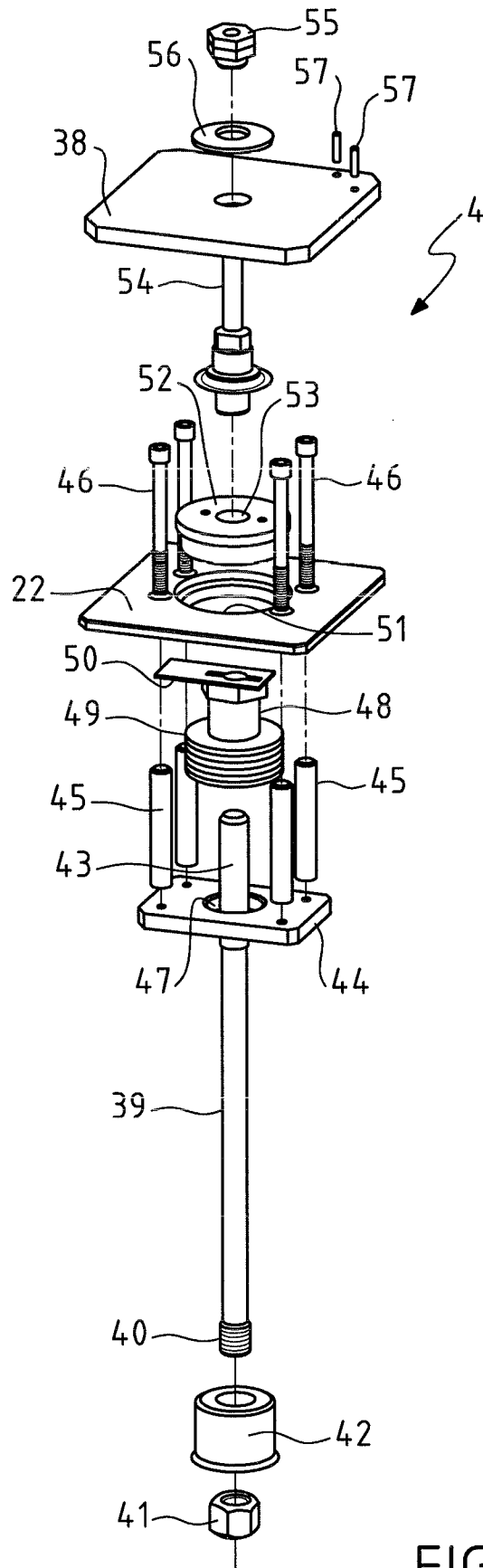


FIG.2

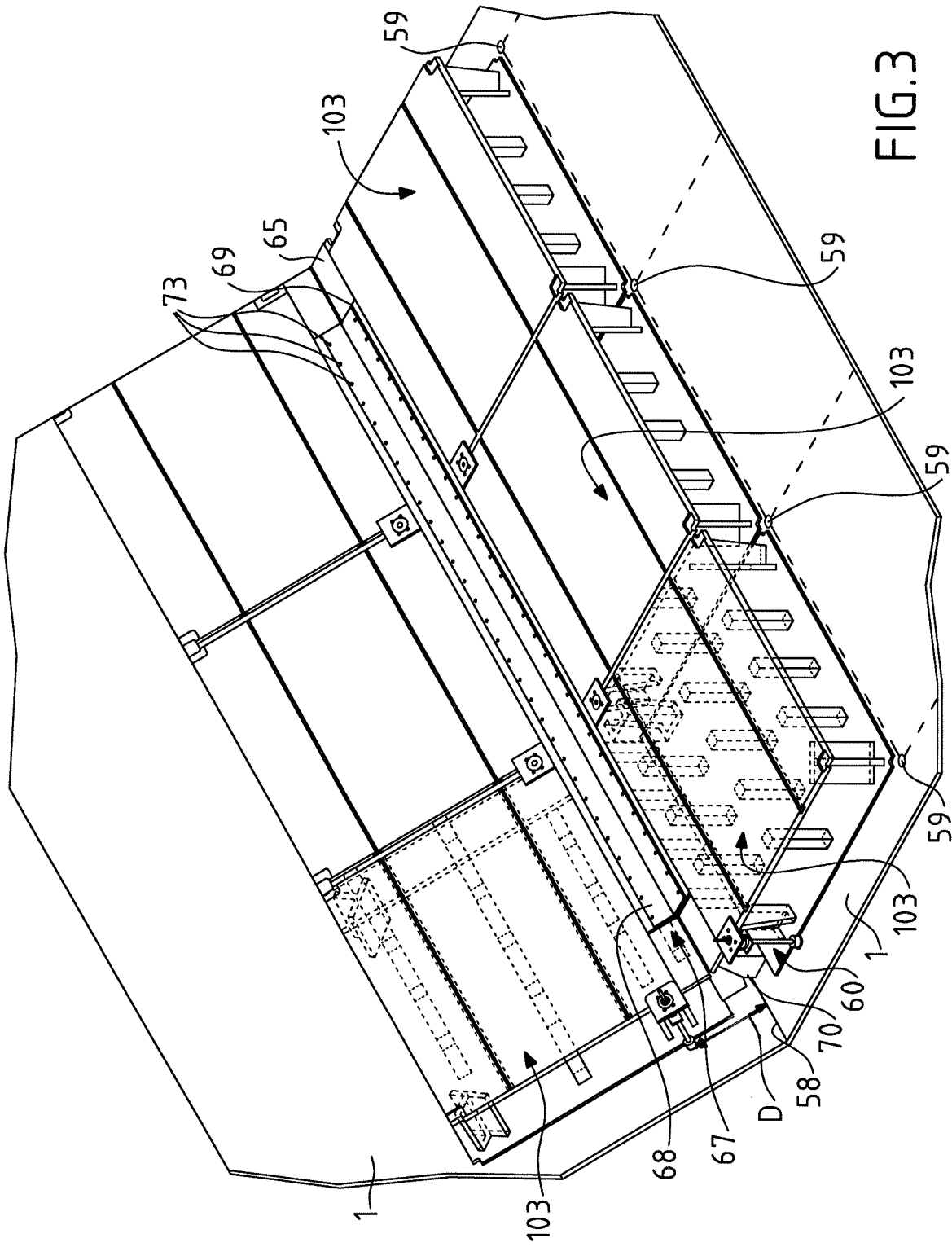
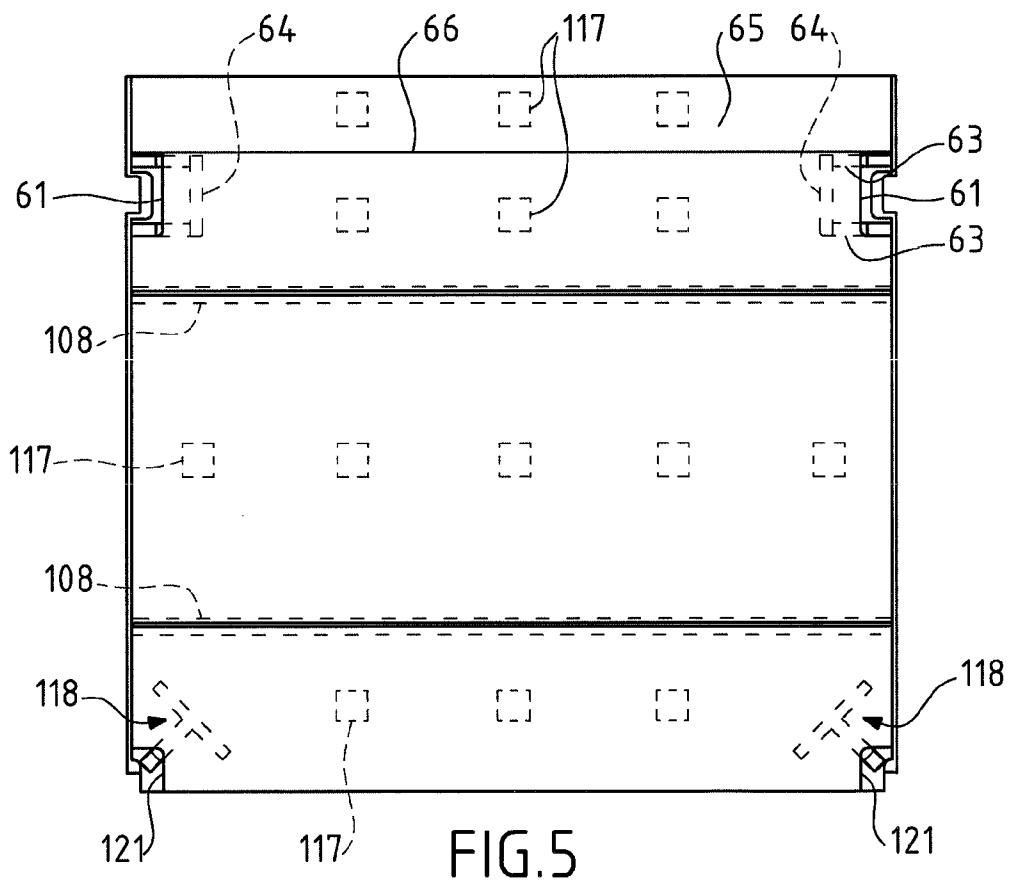
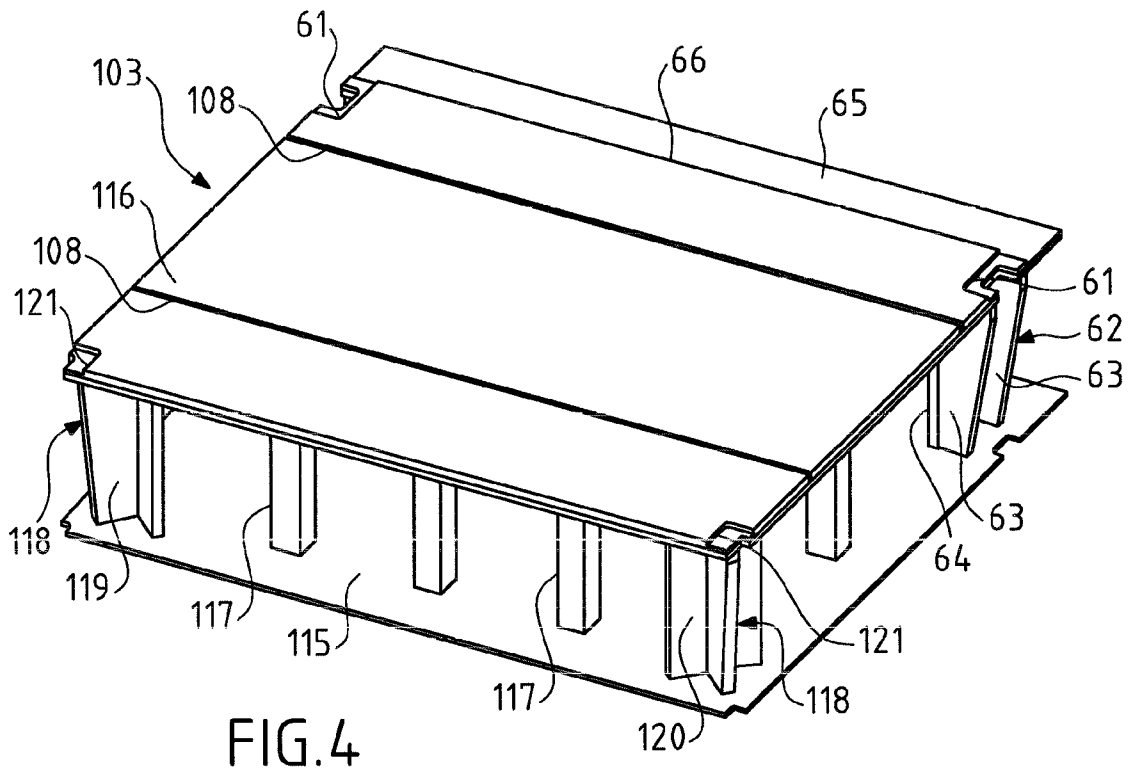


FIG.3



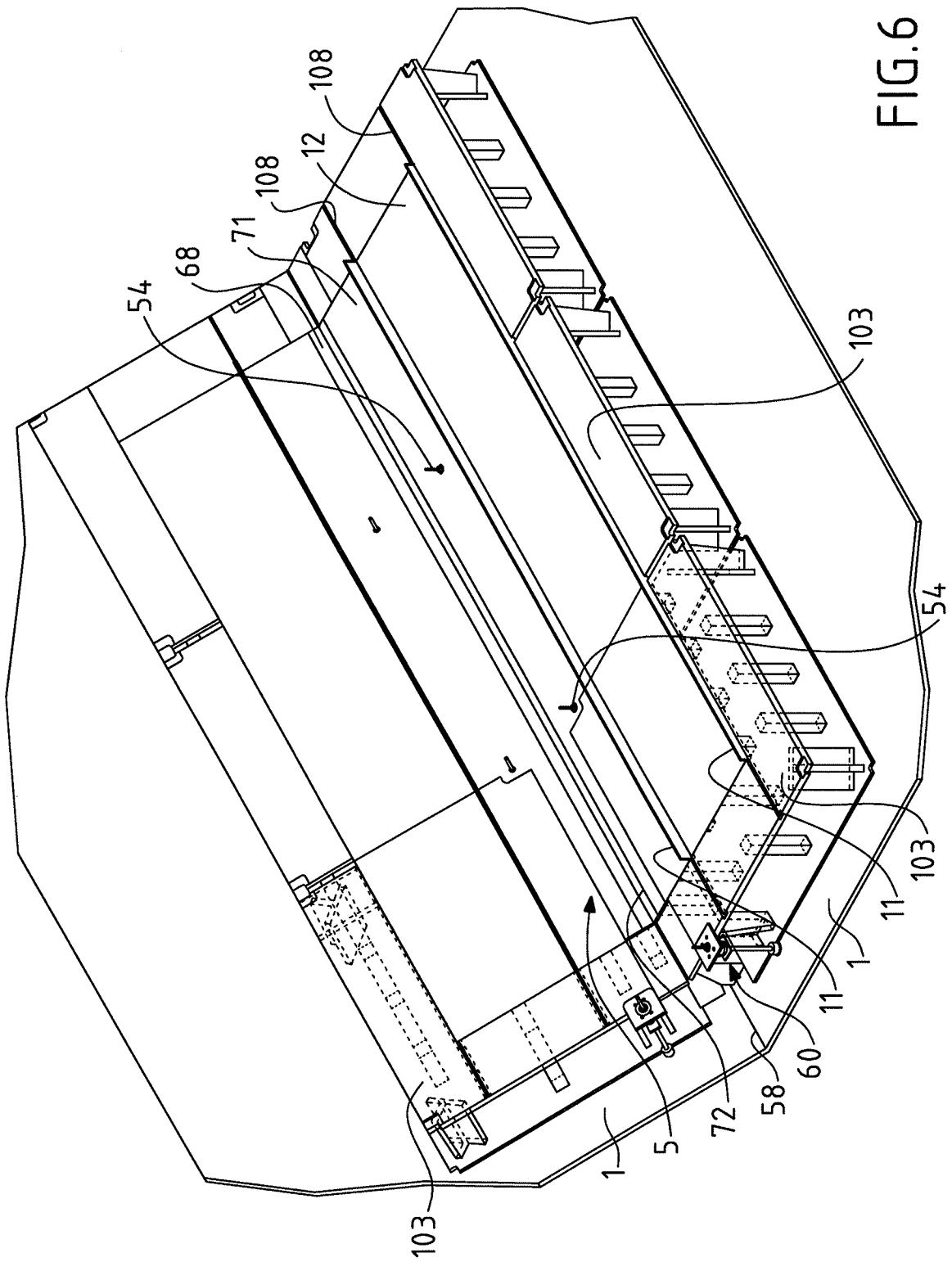
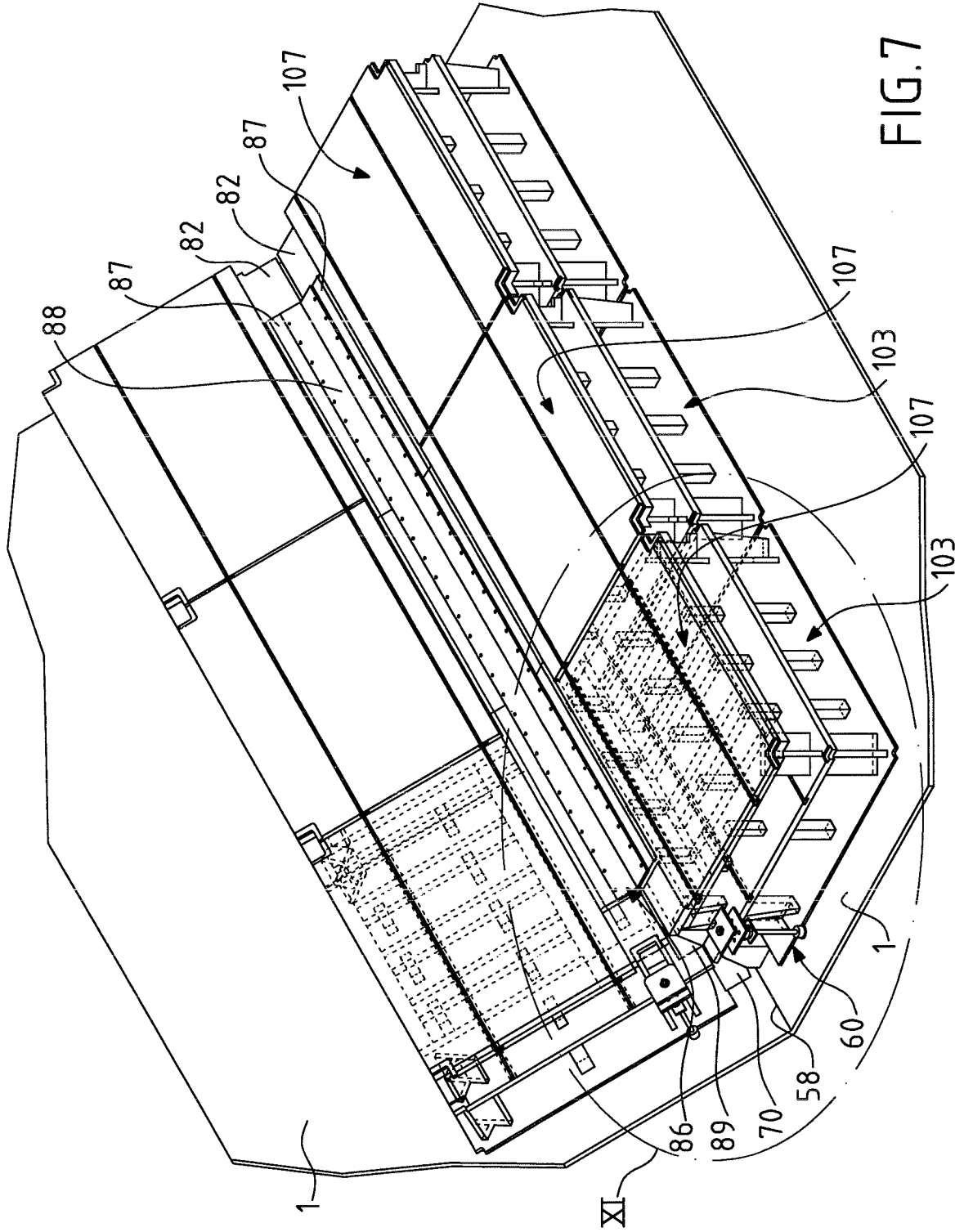


FIG. 6



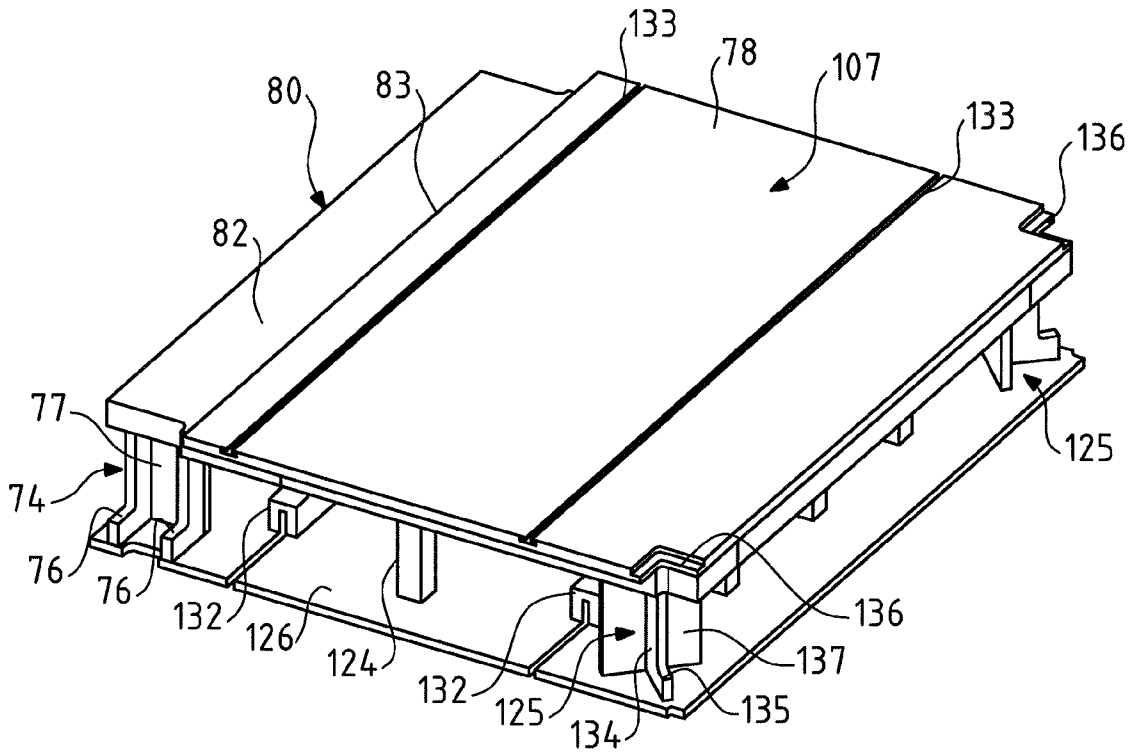


FIG. 8

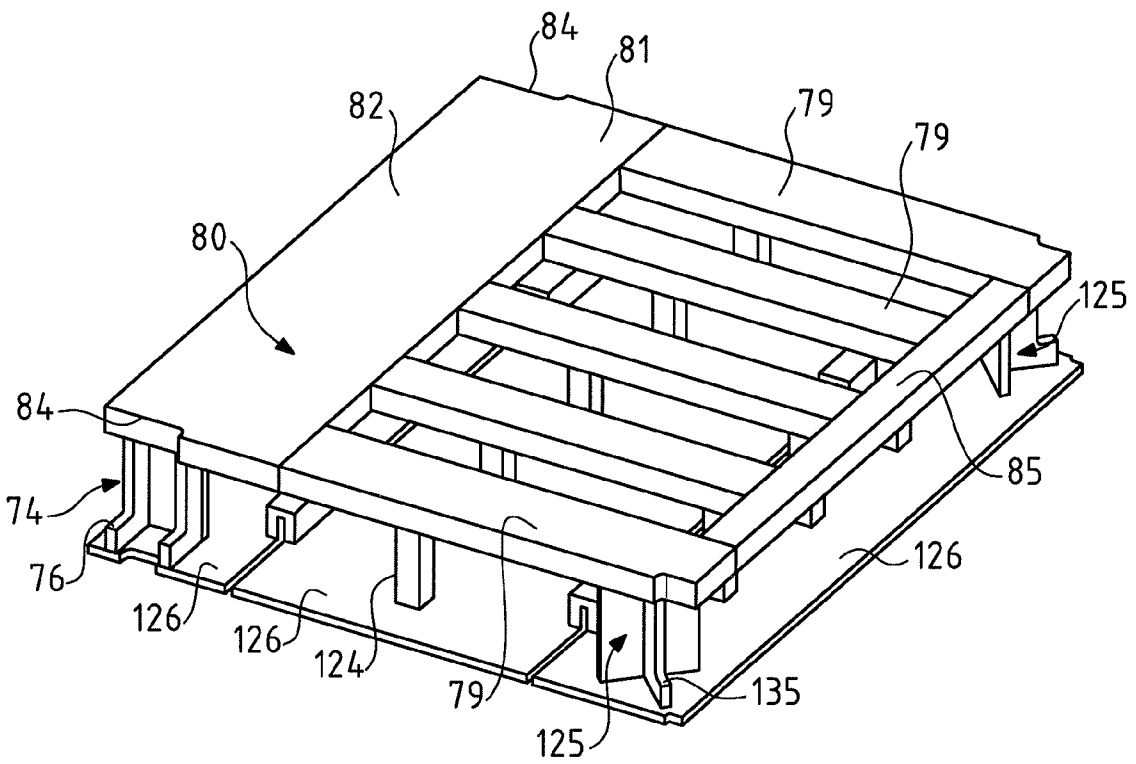


FIG. 9

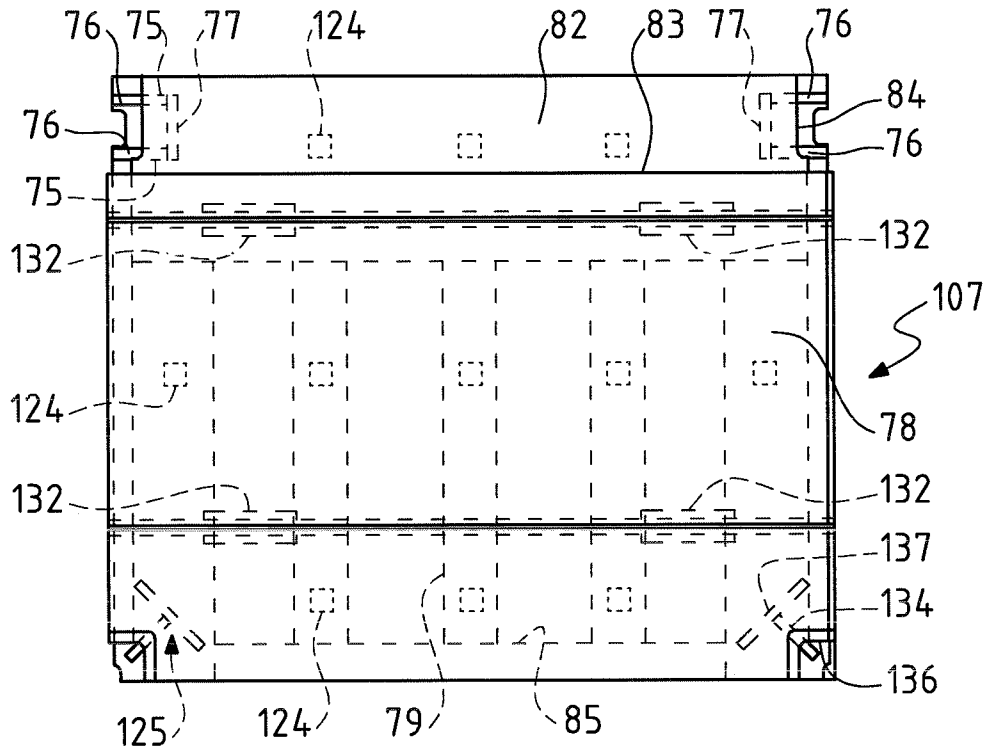


FIG. 10

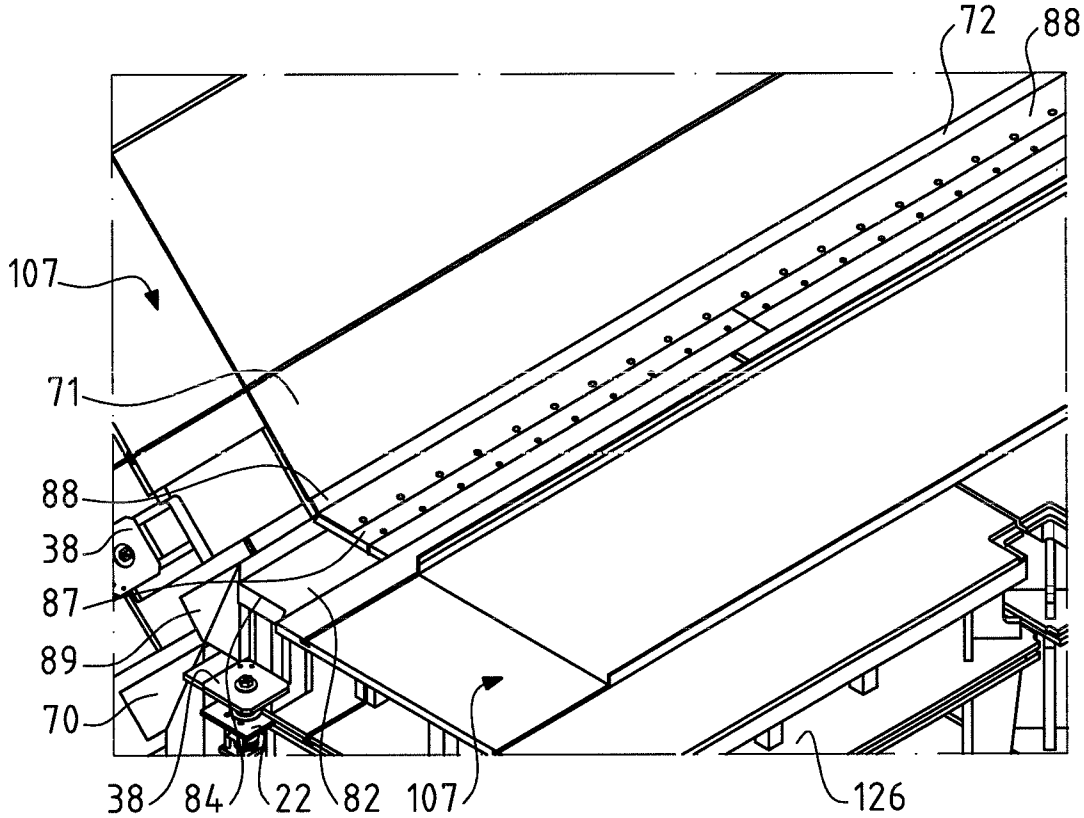
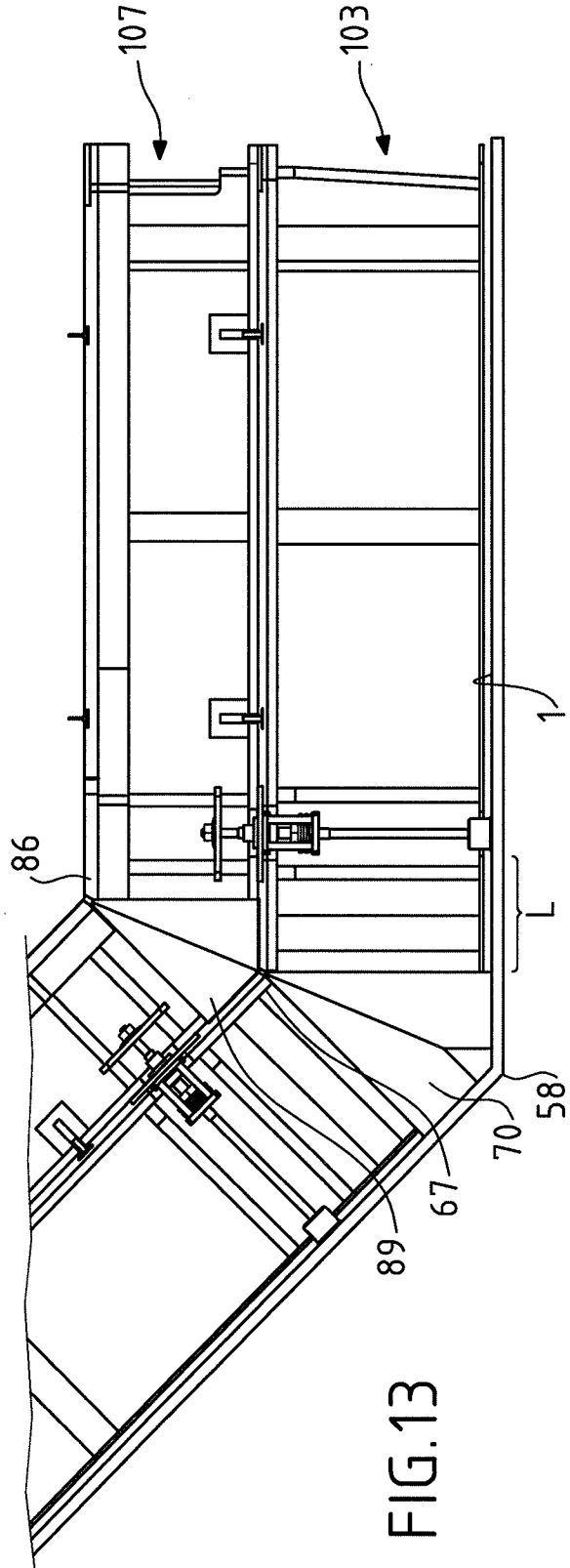
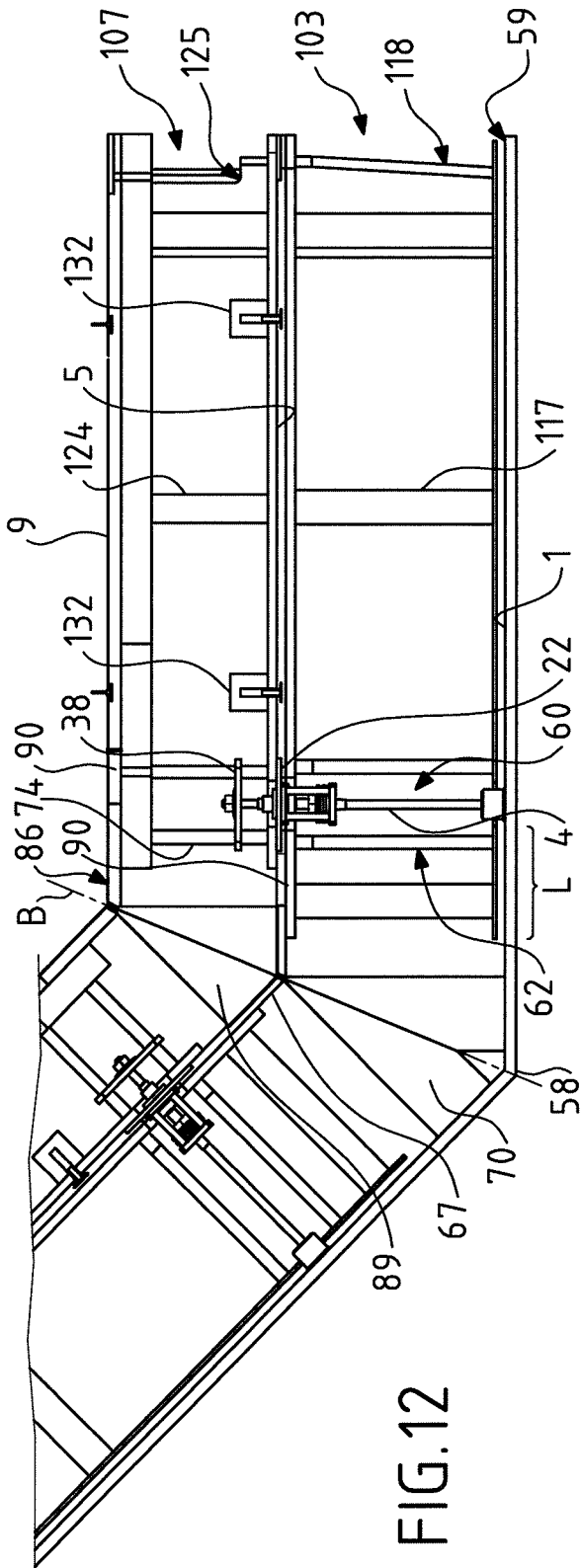


FIG. 11



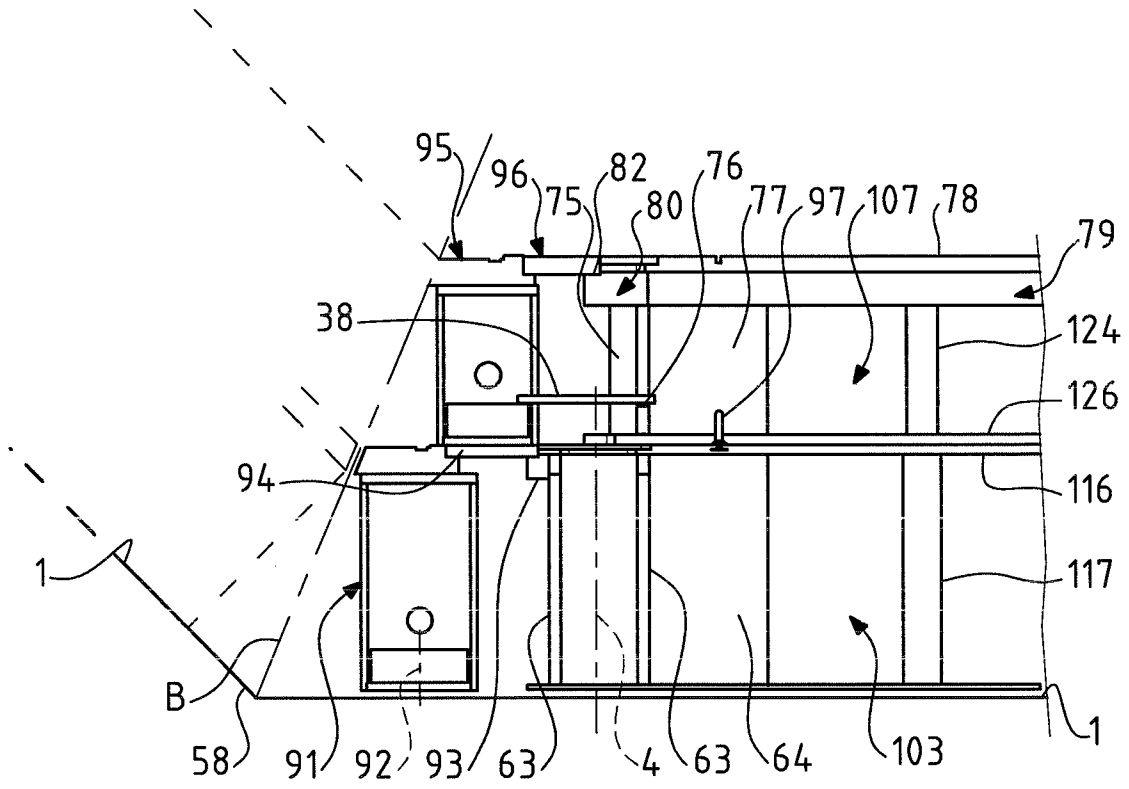


FIG. 14

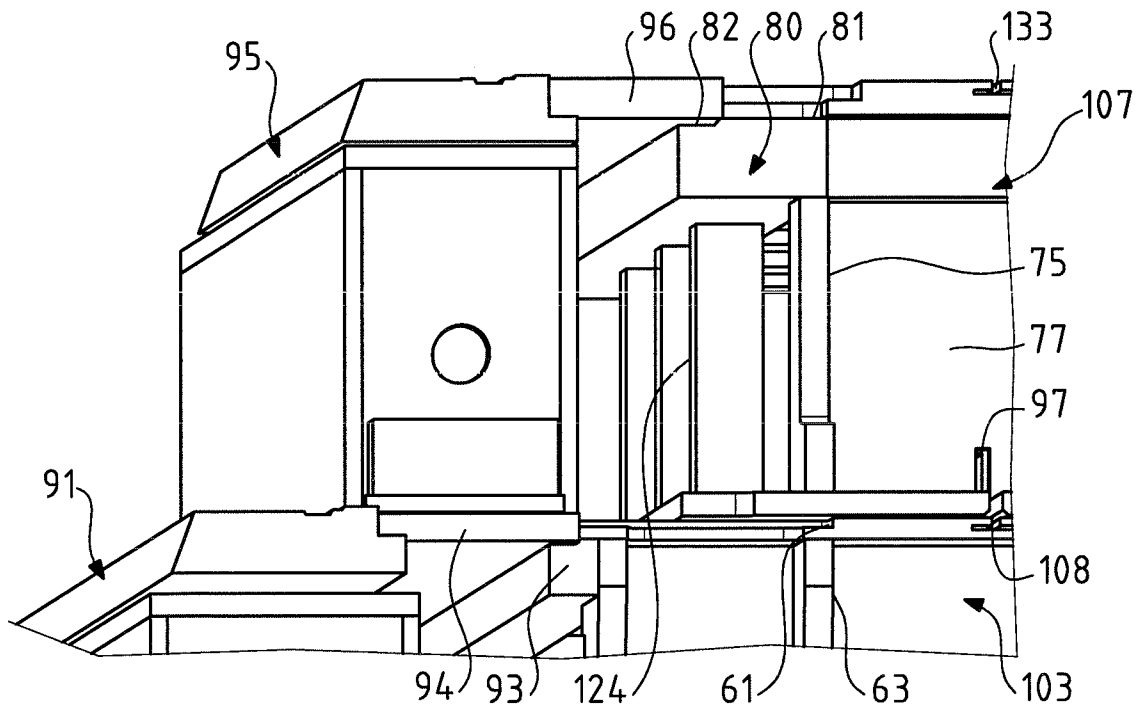
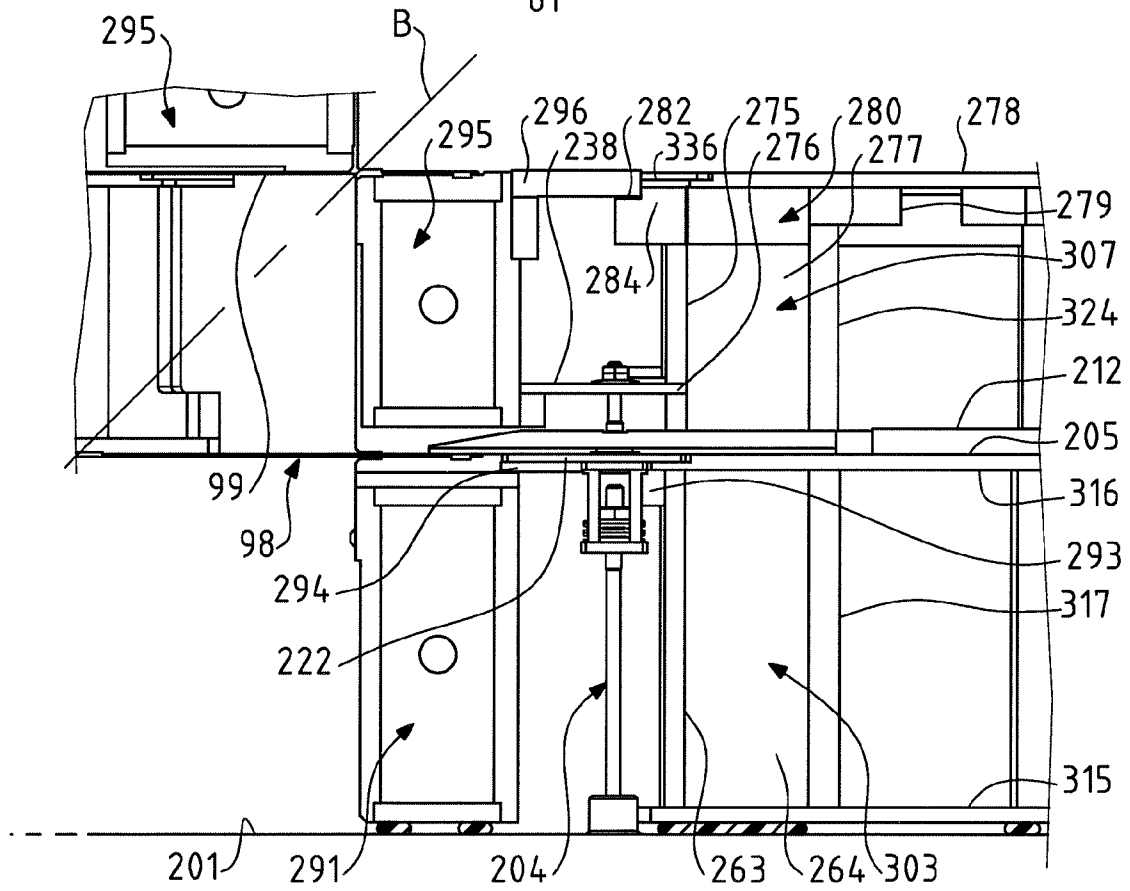
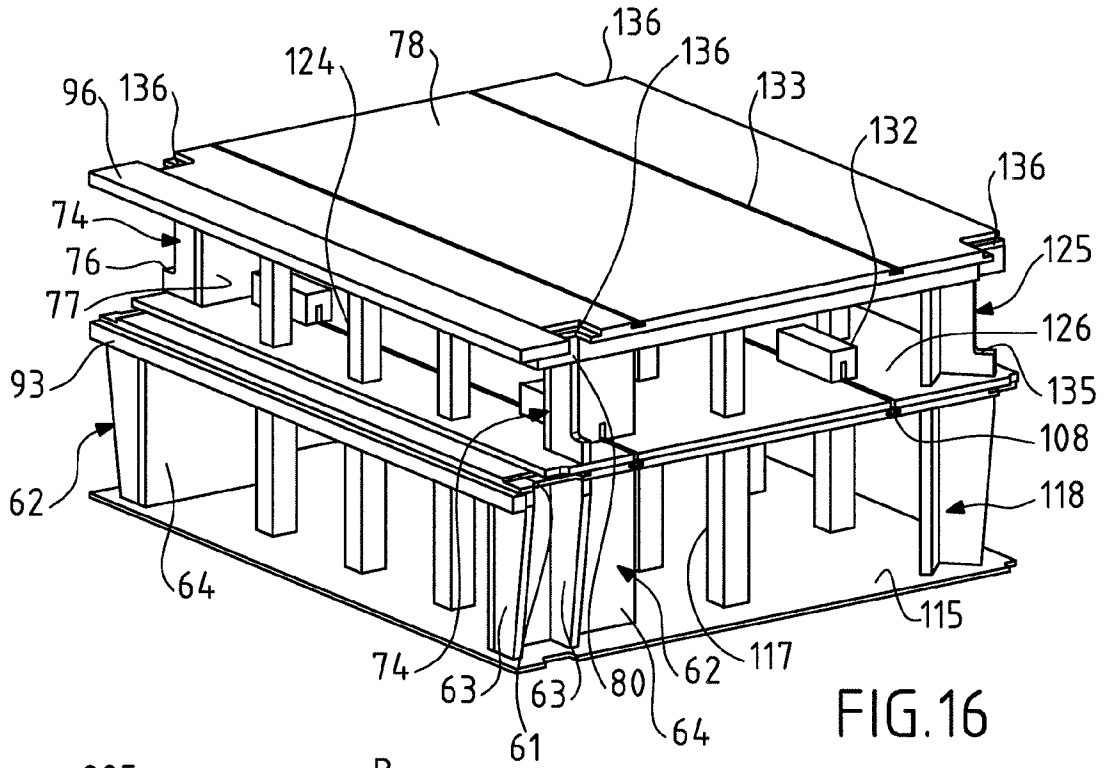


FIG. 15



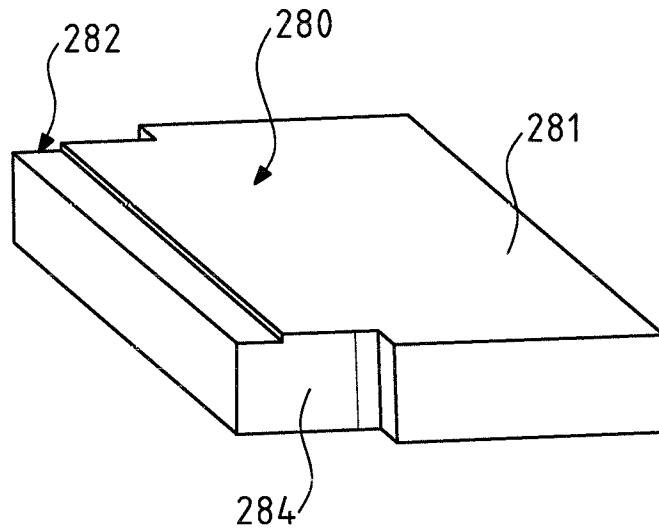


FIG. 18

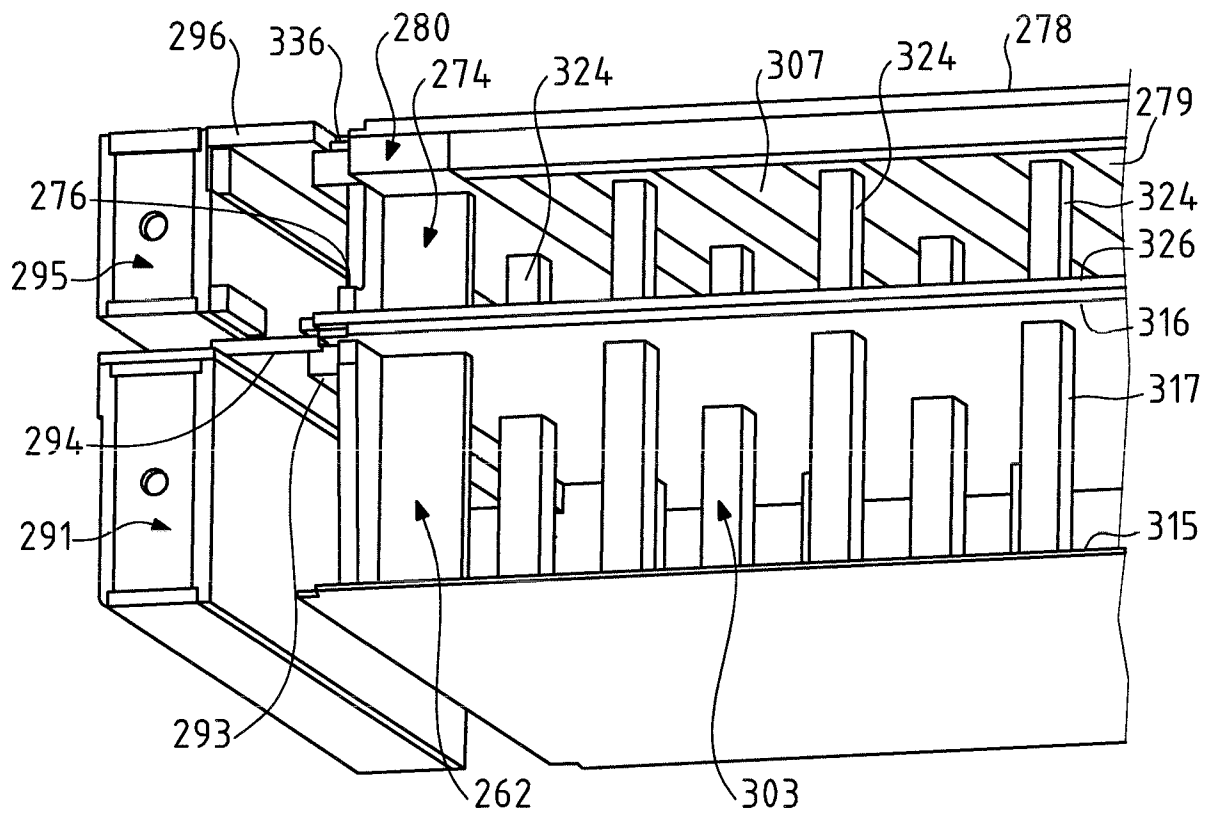


FIG. 19

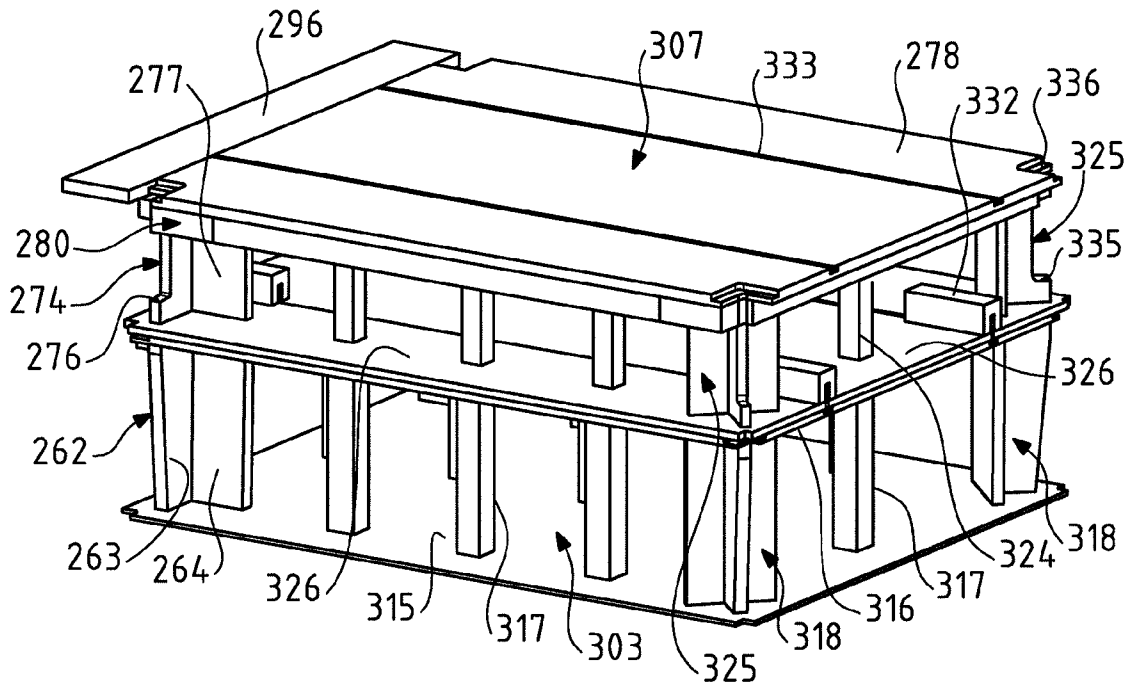


FIG. 20

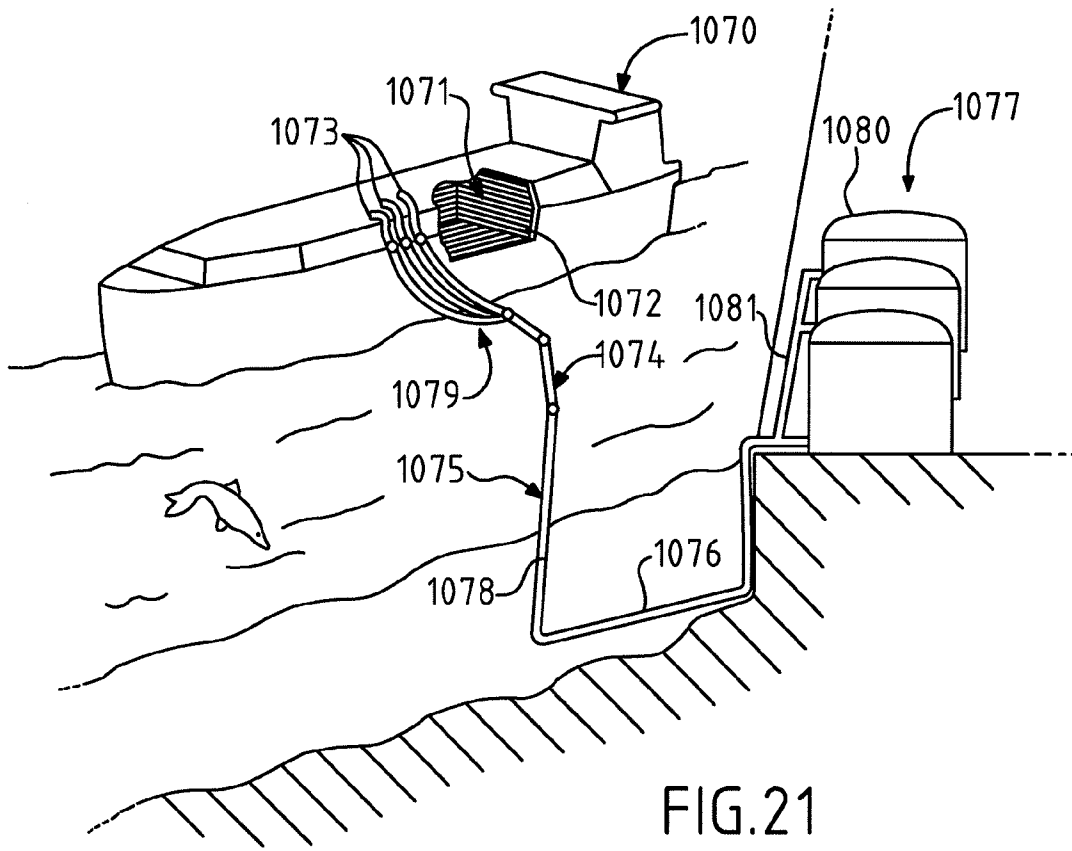


FIG. 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/051376

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F17C3/02
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F17C
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/001240 A2 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 8 January 2015 (2015-01-08) pages 11-29; figures 1-3,6-10,13,34,37,39,41,44,47,59 -----	1-13
A	WO 2015/079135 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 4 June 2015 (2015-06-04) pages 10-12; figures 1-15 -----	1
A	FR 3 004 512 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 17 October 2014 (2014-10-17) pages 9-15; figure 7 -----	1
A	FR 2 798 358 A1 (GAZ TRANSPORT & TECHNIGAZ [FR]) 16 March 2001 (2001-03-16) the whole document -----	1
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 11 September 2017	Date of mailing of the international search report 20/09/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Nicol, Boris

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/051376

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 991 748 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 13 December 2013 (2013-12-13) figure 2 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/051376

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2015001240	A2	08-01-2015	AU 2014285934 A1	07-01-2016
			CN 105324600 A	10-02-2016
			FR 3008164 A1	09-01-2015
			KR 20160029809 A	15-03-2016
			WO 2015001240 A2	08-01-2015

WO 2015079135	A1	04-06-2015	AU 2014356315 A1	02-06-2016
			CN 105874261 A	17-08-2016
			EP 3074690 A1	05-10-2016
			FR 3014085 A1	05-06-2015
			JP 2017503121 A	26-01-2017
			KR 20160093634 A	08-08-2016
			PH 12016500892 A1	20-06-2016
			WO 2015079135 A1	04-06-2015

FR 3004512	A1	17-10-2014	AU 2014255598 A1	15-10-2015
			CN 105164459 A	16-12-2015
			EP 2986885 A1	24-02-2016
			FR 3004512 A1	17-10-2014
			KR 20150143776 A	23-12-2015
			WO 2014170572 A1	23-10-2014

FR 2798358	A1	16-03-2001	CN 1288842 A	28-03-2001
			FR 2798358 A1	16-03-2001
			JP 4596617 B2	08-12-2010
			JP 2001158395 A	12-06-2001
			KR 20010050440 A	15-06-2001

FR 2991748	A1	13-12-2013	AR 091248 A1	21-01-2015
			AU 2013276386 A1	15-01-2015
			CA 2875378 A1	19-12-2013
			CN 104428576 A	18-03-2015
			EP 2859267 A2	15-04-2015
			ES 2604824 T3	09-03-2017
			FR 2991748 A1	13-12-2013
			HR P20161468 T1	30-12-2016
			KR 20150028250 A	13-03-2015
			LT 2859267 T	25-11-2016
			PH 12014502705 A1	02-02-2015
			PL 2859267 T3	28-02-2017
			PT 2859267 T	01-12-2016
			RU 2014147842 A	10-08-2016
			SG 11201408072S A	29-01-2015
			TW 201408922 A	01-03-2014
			US 2015167894 A1	18-06-2015
WO 2013186458 A2	19-12-2013			

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F17C3/02 ADD.</p>		
<p>Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>		
<p>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</p>		
<p>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F17C</p>		
<p>Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p>		
<p>Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data</p>		
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2015/001240 A2 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 8 janvier 2015 (2015-01-08) pages 11-29; figures 1-3,6-10,13,34,37,39,41,44,47,59 -----	1-13
A	WO 2015/079135 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 4 juin 2015 (2015-06-04) pages 10-12; figures 1-15 -----	1
A	FR 3 004 512 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 17 octobre 2014 (2014-10-17) pages 9-15; figure 7 -----	1
A	FR 2 798 358 A1 (GAZ TRANSPORT & TECHNIGAZ [FR]) 16 mars 2001 (2001-03-16) le document en entier ----- -/--	1
<p><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</p>		
<p>* Catégories spéciales de documents cités:</p>		
<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p>		<p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>
<p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p>		
<p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p>		
<p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p>		
<p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>		
<p>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p>		
<p>11 septembre 2017</p>		<p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p>20/09/2017</p>
<p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale</p> <p>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Fonctionnaire autorisé</p> <p>Nicol, Boris</p>

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 991 748 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 13 décembre 2013 (2013-12-13) figure 2 -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/051376

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2015001240	A2	08-01-2015	AU 2014285934	A1 07-01-2016
			CN 105324600	A 10-02-2016
			FR 3008164	A1 09-01-2015
			KR 20160029809	A 15-03-2016
			WO 2015001240	A2 08-01-2015

WO 2015079135	A1	04-06-2015	AU 2014356315	A1 02-06-2016
			CN 105874261	A 17-08-2016
			EP 3074690	A1 05-10-2016
			FR 3014085	A1 05-06-2015
			JP 2017503121	A 26-01-2017
			KR 20160093634	A 08-08-2016
			PH 12016500892	A1 20-06-2016
			WO 2015079135	A1 04-06-2015

FR 3004512	A1	17-10-2014	AU 2014255598	A1 15-10-2015
			CN 105164459	A 16-12-2015
			EP 2986885	A1 24-02-2016
			FR 3004512	A1 17-10-2014
			KR 20150143776	A 23-12-2015
			WO 2014170572	A1 23-10-2014

FR 2798358	A1	16-03-2001	CN 1288842	A 28-03-2001
			FR 2798358	A1 16-03-2001
			JP 4596617	B2 08-12-2010
			JP 2001158395	A 12-06-2001
			KR 20010050440	A 15-06-2001

FR 2991748	A1	13-12-2013	AR 091248	A1 21-01-2015
			AU 2013276386	A1 15-01-2015
			CA 2875378	A1 19-12-2013
			CN 104428576	A 18-03-2015
			EP 2859267	A2 15-04-2015
			ES 2604824	T3 09-03-2017
			FR 2991748	A1 13-12-2013
			HR P20161468	T1 30-12-2016
			KR 20150028250	A 13-03-2015
			LT 2859267	T 25-11-2016
			PH 12014502705	A1 02-02-2015
			PL 2859267	T3 28-02-2017
			PT 2859267	T 01-12-2016
			RU 2014147842	A 10-08-2016
			SG 11201408072S	A 29-01-2015
			TW 201408922	A 01-03-2014
			US 2015167894	A1 18-06-2015
WO 2013186458	A2 19-12-2013			
