

(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 2017/103500 A1**

(43) Date de la publication internationale  
22 juin 2017 (22.06.2017)

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

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2016/053464

(22) Date de dépôt international :  
15 décembre 2016 (15.12.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
PCT/FR2015/053507  
15 décembre 2015 (15.12.2015) FR

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

(72) Inventeur : CREMIERE, Thomas; 80 rue d'Anjou, 78000  
Versailles (FR).

(74) Mandataire : ABELLO, Michel; Loyer & Abello, 9 Rue  
Anatole De La Forge, 75017 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, 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), eurasiatique (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))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : INSULATING BLOCK SUITABLE FOR MANUFACTURING AN INSULATING WALL IN A SEALED TANK

(54) Titre : BLOC ISOLANT CONVENANT POUR REALISER UNE PAROI ISOLANTE DANS UNE CUVE ETANCHE

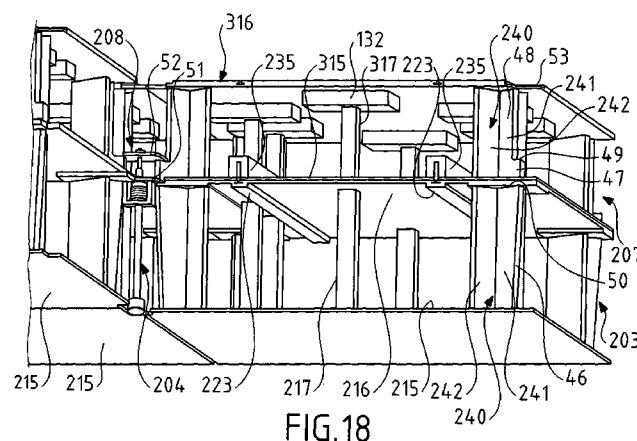


FIG. 18

(57) Abstract : The invention relates to a parallelepiped insulating block (207), which includes: a rectangular bottom plate (315); a rectangular cover plate (316) parallel to the bottom plate and separated from the bottom plate in the direction of the thickness of the insulating block; a plurality of supporting pillars (317) arranged between the bottom plate and the cover plate, the supporting pillars extending longitudinally in the thickness direction and having a small cross-section relative to a length and a width of the insulating block; and an insulating fitting arranged between the bottom plate and the cover plate and between the supporting pillars. Four corner pillars (240), which extend in the thickness direction between a corner area of the bottom plate and a corresponding corner area of the cover plate, include a first shell and a second shell perpendicular to the first shell. An outer edge of the first shell has a shoulder surface (49).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/103500 A1



- 
- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)*

---

Un bloc isolant parallélépipédique (207) 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, une pluralité de piliers porteurs (317) 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 une garniture isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et entre les piliers porteurs. Quatre piliers d'angle (240) s'étendant dans la direction d'épaisseur entre une zone de coin de la plaque de fond et une zone de coin correspondante de la plaque de couvercle comportent un premier voile et un deuxième voile perpendiculaire au premier voile. Un bord externe du premier voile présente une surface d'épaulement (49).

## BLOC ISOLANT CONVENANT POUR REALISER UNE PAROI ISOLANTE DANS UNE CUVE ETANCHE

### 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  $-162^{\circ}\text{C}$ . 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.

Dans FR-A-2867831, le bloc isolant est une caisse présentant des cloisons  
5 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.

FR-A-3004512 décrit un caisson calorifuge parallélépipédique pour réaliser la barrière thermiquement isolante d'une paroi de cuve, dans lequel la section des piliers peut être en forme de croix.

## 15 **Résumé**

Une 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 des matériaux isolants non structurels.

20 Pour cela, l'invention fournit un bloc isolant parallélépipédique convenant pour réaliser une paroi isolante dans une cuve de stockage d'un liquide froid, le bloc isolant comportant :

une plaque de fond de forme rectangulaire,

25 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 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

30 une garniture isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et entre les piliers porteurs.

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

Différents matériaux présentant une résistance adaptée peuvent être utilisés pour la plaque de couvercle, 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 feuillettes de bois imprégnés 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 d'isolation thermique. Par exemple l'épaisseur la plaque de couvercle peut être de l'ordre de 5mm. Des considérations similaires peuvent être appliquées à la plaque de fond.

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 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  
5 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.

En outre, différentes structures peuvent être prévues au niveau des angles du bloc isolant. Selon un mode de réalisation, le bloc isolant comporte quatre piliers  
10 d'angle s'étendant dans la direction d'épaisseur entre la plaque de fond et la plaque de couvercle, un pilier d'angle étant à chaque fois disposé entre une zone de coin de la plaque de fond et une zone de coin correspondante de la plaque de couvercle et comportant un voile longitudinal s'étendant depuis le coin le long d'un bord longitudinal de la plaque de fond et de la plaque de couvercle sur une portion de la  
15 longueur du bloc isolant et un voile transversal s'étendant depuis le coin le long d'un bord transversal de la plaque de fond et de la plaque de couvercle sur une portion de la largeur du bloc isolant. Un tel pilier d'angle 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  
20 bloc isolant parallèlement aux plaques de couvercle et de fond.

Alternativement, le pilier d'angle disposé à chaque fois entre une zone de coin de la plaque de fond et une zone de coin correspondante de la plaque de couvercle 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  
25 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. Grâce à ces caractéristiques, le pilier d'angle présente une excellente tenue au flambement.

30 Avantageusement dans ce cas, 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 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  
5 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 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 dans une paroi de cuve.

10 Selon un mode de réalisation préféré, chaque voile bissecteur comporte une surface supérieure qui est perpendiculaire à la direction d'épaisseur du bloc isolant, et la zone de coin de la plaque de couvercle comporte une découpe située à l'aplomb de la surface supérieure du voile bissecteur pour réaliser une surface de  
15 lamage située au droit de la surface supérieure du voile bissecteur, tandis que la surface supérieure du voile bissecteur est fixée contre la plaque de couvercle.

Selon un autre mode de réalisation, chaque voile bissecteur comporte une surface supérieure qui est perpendiculaire à la direction d'épaisseur du bloc isolant, et la zone de coin de la plaque de couvercle comporte une découpe située à l'aplomb d'une portion externe de la surface supérieure du voile bissecteur pour  
20 réaliser une fenêtre d'accès permettant d'accéder à la portion externe de la surface supérieure du voile bissecteur, tandis qu'une portion interne de la surface supérieure du voile bissecteur est fixée contre la plaque de couvercle. Ainsi, il est possible d'accéder à un organe de retenue coopérant avec la surface supérieure du voile bissecteur dans sa portion externe pour réaliser la fixation du bloc isolant dans  
25 une paroi de cuve.

De préférence dans ce cas, 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  
30 rétrécissement progressif du voile bissecteur, le pont thermique correspondant peut être réduit.

Cette réduction du pont thermique peut aussi être obtenue si la forme trapézoïdale ne s'étend pas jusqu'aux extrémités du voile bissecteur. Selon un

mode de réalisation, chaque voile bissecteur d'un bloc isolant secondaire présente une forme trapézoïdale avec une portion plus large dans la direction de la plaque de couvercle et une portion plus étroite dans la direction de la plaque de fond du bloc isolant secondaire.

5 Pour la garniture isolante du bloc isolant, différents matériaux peuvent être employés, notamment laine de verre, laine de roche, ouate, matières fibreuses, perlite, perlite expansée, mousses polymère à basse densité, aérogels et autres. Selon un mode de réalisation, on emploie des matériaux isolants granulaires ou en poudre. Pour cela, des parois latérales sont prévues pour fermer les quatre côtés  
10 latéraux du bloc isolant. Ces parois latérales peuvent être réalisées en matériaux minces et légers comme du tissu ou du contreplaqué très fin. Alternativement, ces parois latérales peuvent être réalisées en matériaux plus épais si elles doivent remplir conjointement une fonction de reprise de la charge.

Selon un mode de réalisation, la plaque de fond du bloc isolant est divisée  
15 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  
20 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  
25 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,  
30 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.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi une cuve étanche et isolante comportant une paroi de cuve retenue sur une structure porteuse, la paroi de cuve incluant, dans le sens de l'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière isolante secondaire retenue sur la structure porteuse, une  
5 membrane étanche secondaire retenue sur la barrière isolante secondaire, une barrière isolante primaire retenue sur la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire retenue sur la barrière isolante primaire.

Le bloc isolant précité peut être employé pour fabriquer l'une et/ou l'autre des barrières isolantes dans une telle paroi de cuve, notamment pour la barrière  
10 isolante secondaire dont la sollicitation en flexion est assez modérée.

Selon un mode de réalisation, la barrière isolante secondaire est essentiellement constituée d'une pluralité de blocs isolants secondaires précités juxtaposés selon un motif répété, la membrane étanche secondaire comportant des  
15 bandes métalliques pliées à angle droit disposées dans les logements des plaques de couvercle des blocs isolants secondaires, chaque bande métallique comportant une aile faisant saillie au-dessus de la plaque de couvercle à travers l'interstice 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  
20 couvercle des blocs isolants secondaires entre les bandes métalliques, chaque virure comportant deux bords latéraux relevés parallèles qui sont soudés de manière étanche sur les ailes saillantes des bandes métalliques.

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

Selon un mode de réalisation, la barrière isolante primaire est essentiellement constituée d'une pluralité de blocs isolants parallélépipédiques primaires juxtaposés selon un motif répété, chaque bloc isolant primaire comportant :

- 30 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,  
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  
une garniture isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et  
5 entre les piliers porteurs.

Selon un mode de réalisation, la plaque de fond du bloc isolant primaire est divisée en une pluralité de portions de fond rectangulaires, les portions de fond étant juxtaposées le long d'une direction transversale du bloc isolant primaire, un interstice étant ménagé à chaque fois entre deux des portions de fond juxtaposées  
10 le long de toute la longueur du bloc isolant primaire,  
le bloc isolant primaire comportant en outre une pièce de liaison fixée à une surface interne 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 transversale du bloc isolant primaire une première portion d'extrémité  
15 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 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  
20 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, dans laquelle l'interstice entre les deux portions de fond juxtaposées et le logement correspondant reçoivent l'aile saillante d'une des bandes métalliques de la membrane secondaire et les bords latéraux relevés des virures qui lui sont soudés.

25 Différents matériaux présentant une résistance adaptée peuvent être 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  
30 celui utilisé dans la plaque de fond. Selon un mode de réalisation, la pièce de liaison est en bois contreplaqué densifié.

De nombreuses configurations sont possibles pour placer les piliers porteurs des blocs isolants. Selon un mode de réalisation, les piliers porteurs d'un bloc isolant primaire sont situés à l'aplomb des piliers porteurs d'un bloc isolant

secondaire. Une telle configuration permet de minimiser les contraintes de flexion dans les plaques de couvercle des blocs isolants secondaires.

Selon un autre mode de réalisation, les piliers porteurs d'un bloc isolant primaire sont situés entre les piliers porteurs d'un bloc isolant secondaire.

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

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

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

- 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 selon un mode de réalisation.
  - La figure 2 est une représentation schématique en perspective et en coupe transversale d'un bloc isolant primaire et d'un bloc isolant secondaire superposés pouvant être employés dans la paroi de cuve de la figure 1.
- 25
- La figure 3 est une vue en coupe transversale d'un bloc isolant selon un mode de réalisation.
  - La figure 4 est une vue agrandie de la zone IV de la figure 3.
  - Les figures 5, 6 et 7 sont des vues analogues à la figure 4 montrant
- 30 d'autres modes de réalisation de la plaque de couvercle.

- La figure 8 est une vue analogue à la figure 2 montrant un autre mode de réalisation des blocs isolants primaire et secondaire.
- La figure 9 est une vue en coupe longitudinale d'un bloc isolant de la figure 8.
- 5      • La figure 10 est une vue de dessus d'un bloc isolant selon un mode de réalisation.
- Les figures 11, 12 et 13 sont des vues en perspective et en coupe transversale montrant d'autres modes de réalisation de la plaque de couvercle d'un bloc isolant.
- 10     • La figure 14 est une vue en perspective et en coupe transversale montrant la plaque de fond d'un bloc isolant secondaire selon un mode de réalisation.
- La figure 15 est une vue schématique en coupe transversale de la plaque de fond d'un bloc isolant primaire selon un mode de réalisation.
- 15     • La figure 16 est une vue schématique en perspective d'un bloc isolant primaire selon un mode de réalisation.
- La figure 17 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.
- 20     • La figure 18 est une représentation schématique en perspective de blocs isolants primaires et secondaires superposés pouvant être employés dans la paroi de cuve de la figure 1.
- La figure 19 est une représentation schématique en perspective et en coupe transversale de blocs isolants primaires et secondaires superposés pouvant être employés dans la paroi de cuve de la figure 1.
- 25     • La figure 20 est une vue en perspective d'un bloc isolant secondaire selon un autre mode de réalisation.

- La figure 21 est une vue en perspective agrandie d'un détail d'une paroi de cuve réalisée avec le bloc isolant secondaire de la figure 20.
- La figure 22 est une vue de dessus du détail de la figure 21.
- 5 • La figure 23 est une vue en perspective d'un organe de retenue utilisé dans la paroi de cuve de la figure 21.
- La figure 24 est une vue en perspective d'un bloc isolant primaire selon un autre mode de réalisation.
- La figure 25 est une vue en perspective agrandie d'un détail d'une  
10 paroi de cuve réalisée avec le bloc isolant primaire de la figure 24.
- La figure 26 est une vue en perspective d'un organe de retenue utilisé dans la paroi de cuve de la figure 25.
- La figure 27 est une vue de dessus du détail de la figure 25.

#### **Description détaillée de modes de réalisation**

15 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 de la cuve peuvent présenter une structure générale similaire.

20 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  
25 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 3 juxtaposés sur la structure porteuse 1 et ancrés à celle-ci par des organes de retenue secondaires 4, une membrane d'étanchéité secondaire  
30 5 portée par les blocs isolants 3, une barrière thermiquement isolante primaire 6 formée de blocs isolants 7 juxtaposés et ancrés sur la membrane d'étanchéité

secondaire 5 par des organes de retenue primaires 8 et une membrane d'étanchéité primaire 9, portée par les blocs isolants 7 et destinée à être en contact avec le fluide cryogénique contenu dans la cuve.

La structure porteuse comporte une pluralité de parois porteuses 5 définissant la forme générale de la cuve. La structure porteuse peut notamment être 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, 10 constituées d'une nappe continue de virures métalliques à bords relevés, lesdites 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 15 un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de  $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . 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 peuvent présenter des structures identiques ou différentes et des dimensions égales ou 20 différentes.

La figure 2 est une demi-vue d'un bloc isolant secondaire 3 surmonté d'un bloc isolant primaire 7, les membranes étanches étant omises par mesure de simplicité.

Chacun des blocs isolants 3 et 7 comporte une forme de parallélépipède 25 rectangle présentant deux grandes faces, ou faces principales, et quatre petites faces, ou faces latérales. Les deux blocs isolants ont la 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 30 fond 15 et la plaque de couvercle 16 définissent les faces principales du bloc isolant secondaire 3.

La plaque de couvercle 16 présente une surface extérieure de support permettant de recevoir la membrane d'étanchéité secondaire 5. La plaque de couvercle 16 présente en outre des logements pour recevoir des supports de soudure 11 permettant de souder les virures métalliques 12 de la membrane d'étanchéité secondaire 5, comme il sera expliqué plus bas. Par convention, la direction longitudinale du bloc isolant secondaire 3 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. 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 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 2, 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 d'angle 18 est également prévu. Le pilier d'angle 18 comporte à chaque fois un voile longitudinal 19 et un voile transversal 20 se rejoignant au niveau du coin. Le voile longitudinal 19 et le voile transversal 20 ont ici une forme rectangulaire. Alternativement ils peuvent présenter une forme de trapèze comme esquissé sur la figure 11.

Les piliers porteurs 17 et les piliers d'angle 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, non représentée, 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, 5 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. Par mesure de simplicité, les éléments constitutifs du bloc isolant primaire 7 10 analogues à ceux du bloc isolant secondaire 3 sont désignés par le même chiffre de référence augmenté de 100.

Dans une configuration telle que sur la figure 2 où les piliers primaires 117 sont superposés aux piliers secondaires 17, la plaque de fond primaire 115 ainsi que la plaque de couvercle secondaire 16 ne sont sollicitées substantiellement ni en 15 flexion, ni en cisaillement. Pour l'essentiel, sous un chargement hydrodynamique, c'est donc la plaque de couvercle primaire 116 qui travaille en flexion alors que les piliers porteurs 17 et 117 et les piliers d'angle 18 et 118 travaillent en compression.

Par contraste, la plaque de fond primaire 115, la plaque de couvercle secondaire 16 ainsi que la plaque de fond secondaire 15 sont moins sollicitées, à 20 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.

25 Pour la plaque de fond primaire 115, 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 30 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 9mm.

La plaque de couvercle secondaire 16 va maintenant être décrite plus précisément en référence aux figures 3 à 7, où les éléments analogues sont désignés par le même chiffre de référence malgré des variations de forme.

La figure 3 est une vue en coupe transversale du bloc isolant secondaire 3.  
5 On voit que la plaque de couvercle 16 présente deux logements longitudinaux 21 espacés dans la largeur du bloc isolant pour recevoir des supports de soudure 11. Pour cela, la plaque de couvercle 16 est divisée en trois portions successives dans la largeur du bloc isolant. En effet, la faible épaisseur de la plaque de couvercle secondaire 16 ne permet pas d'usiner les logements dans son épaisseur de la  
10 manière conventionnelle. Un logement 21 est donc formé ici par l'interstice 22 entre deux portions successives de la plaque de couvercle 16 et par une pièce de liaison 23 fixée au droit de l'interstice 22 sur la surface interne de la plaque de couvercle 16.

Comme mieux visible sur la vue agrandie de la figure 4, la pièce de liaison  
15 23 présente ici une forme de baguette profilée à section trapézoïdale dont la grande base est tournée vers la plaque de couvercle 16 et la petite base tournée vers la plaque de fond 15. Une portion centrale de la grande base est évidée par une rainure à section rectangulaire 26, tandis que deux portions d'extrémités 24 de la grande base sont fixées à la surface interne de la plaque de couvercle 16 de part et  
20 d'autre de l'interstice 22. La portion intermédiaire 25 de la pièce de liaison 23 enjambe ainsi l'interstice 22 à distance de celui-ci. On voit que la rainure 26 s'étend sous une portion marginale 28 de la plaque de couvercle 16 de chaque côté de l'interstice 22. En réalité, il suffirait que la rainure 26 s'étende d'un seul côté de l'interstice 22 pour pouvoir recevoir l'aile horizontale 30 du support de soudure 11,  
25 comme représenté sur la figure 6.

Dans le mode de réalisation de la figure 5, convenant notamment pour une plaque de couvercle 16 plus épaisse, le logement 21 comporte un lamage 27 ménagé dans la surface interne de plaque de couvercle 16 au niveau de la portion marginale 28. La pièce de liaison 23 est ici une simple plaque plane.

30 Le mode de réalisation de la figure 6 est analogue à la figure 4, hormis la forme extérieure de la pièce de liaison 23 est ici rectangulaire et non trapézoïdale.

Le mode de réalisation de la figure 7 est analogue à la figure 6, hormis la section de la rainure 26, qui est ici en forme de T inversé, ce qui augmente la

surface de la portion d'extrémité 24 disponible pour la fixation à la plaque de couvercle 16.

Sur les figures 3 à 7, la pièce de liaison peut être à chaque fois une pièce profilée s'étendant sur toute la longueur du bloc isolant secondaire 3. Selon la position des piliers porteurs 17 d'autres configurations peuvent être appropriées. La figure 8 montre ainsi un autre mode de réalisation du bloc isolant secondaire 3, où les éléments analogues ou identiques à ceux de la figure 2 sont désignés par le même chiffre de référence. Dans ce cas, des piliers porteurs 17 sont très proches des interstices 22 destinés au passage des supports de soudure et la pièce de liaison 23 est interrompue au niveau de ces piliers porteurs 17. En d'autres termes, un logement 21 est ici constitué d'une pluralité de pièces de liaison 23 juxtaposées le long de l'interstice 22 et mutuellement espacées dans la direction de longueur du bloc isolant pour laisser passer les piliers porteurs 17 entre elles. Cette situation est mieux visible sur la figure 9 qui est une vue en coupe longitudinale du bloc isolant secondaire 3 de la figure 8, dans lequel trois pièces de liaison 23 sont juxtaposées dans la direction de longueur du bloc isolant.

Les deux situations discutées ci-dessus sont récapitulées dans la figure 10 qui est une vue de dessus d'un bloc isolant secondaire 3 dont la plaque de couvercle 16 comporte trois portions rectangulaires séparées par deux interstices longitudinaux 22. A titre d'exemple, ce bloc isolant secondaire 3 comporte quatorze piliers porteurs 17 repartis en cinq rangées longitudinales. Par rapport à la rangée centrale, la rangée située sur la droite de la figure est relativement espacée de l'interstice 22 correspondant et la pièce de liaison 23 est formée de manière continue sur toute la longueur du bloc isolant. Par contraste, la rangée située sur la gauche de la figure est plus proche de l'interstice 22 correspondant et quatre pièces de liaison 23 sont disposées le long de l'interstice 22 de gauche, avec des espacements mutuels au niveau des piliers porteurs 17.

Les pièces de liaison 23 sont fixées à la plaque de couvercle 16 par tout moyen approprié, par exemple agrafage, clouage, vissage, insertion d'une cheville anti-retour, collage, ou plusieurs de ces solutions à la fois. L'usinage des interstices 22 et des logements 21 peut être effectué avant ou après l'assemblage des pièces de liaison 23 à la plaque de couvercle 16.

Sur les figures 3 et 9, les piliers porteurs 17 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, différentes structures peuvent être prévues au niveau de la liaison entre les piliers porteurs 17 et la plaque de fond 15 et/ou la plaque de couvercle 16. Des exemples de structures de répartition de la charge sont illustrés sur les figures 11 à 13 dans le cas de la plaque de couvercle 16. La structure de répartition de la charge peut à chaque fois être réalisée sous la forme d'une pièce séparée, ou réalisée d'un seul tenant avec la plaque de couvercle 16, ou réalisée d'un seul tenant avec le pilier porteur 17.

10 Sur la figure 11, un plot pyramidal 31 est placé au sommet de chaque pilier porteur 17 à la manière d'un chapiteau architectural. Dans une variante non représentée, le plot est un parallélépipède aplati au lieu d'une pyramide. Sur les figures 12 et 13, une poutre longitudinale 32 est placée au sommet de chaque rangée de piliers porteurs 17. Sur la figure 12, la poutre 32 présente une section trapézoïdale. Sur la figure 13, la poutre 32 présente une section carrée.

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 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 14 illustre un exemple de réalisation dans lequel les supports de mastic polymérisable comportent des plots carrés 33 situés à l'aplomb des piliers porteurs 17 et des bandes d'angle 34 en forme de L situés à l'aplomb des piliers d'angle 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.

30 Dans une version non représentée, la section des plots de mastic est circulaire.

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 peut présenter certaines différences avec le bloc isolant secondaire 3,

notamment au niveau de la plaque de fond 115. Ainsi, il n'est pas nécessaire que la plaque de fond 115 comporte des supports de mastic. En revanche, il est nécessaire d'adapter la plaque de fond 115 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 15, il est possible de subdiviser la plaque de fond 115 similairement à la plaque de couvercle 16 pour laisser passer les parties saillantes de la membrane secondaire 5 dans les interstices 36. Pour conserver une certaine résistance en flexion de la plaque de fond 115, des pièces de liaison 35 peuvent être utilisées similairement aux pièces de liaison 23. La pièce de liaison 35 de la plaque de fond est par exemple une baguette profilée fixée à cheval sur deux portions successives de la plaque de fond 115 au droit de l'interstice 36 et présentant une rainure longitudinale 37 dans le prolongement de l'interstice 36.

Quant à la plaque de couvercle 116 du bloc isolant primaire 7, elle peut être réalisée de manière similaire à la plaque de couvercle 16 du bloc isolant secondaire 3. Cependant, les efforts de flexion étant généralement plus élevés au niveau de la plaque de couvercle primaire 116, il est préférable de la réaliser dans un matériau plus résistant et/ou plus épais que la plaque de couvercle secondaire 16. Le cas échéant, si la plaque de couvercle primaire 116 est suffisamment épaisse, le logement du support de soudure pour la membrane étanche primaire 9 peut être usiné dans son épaisseur de la manière connue.

La figure 16 représente un bloc isolant primaire 7 ayant des piliers d'angle 40 selon un autre mode de réalisation, la plaque de couvercle et la garniture isolante étant omises de la représentation. La plaque de fond 115 est subdivisée en trois portions par deux interstices longitudinaux 36. Elle porte quatorze piliers porteurs 117 agencés en cinq rangées longitudinales.

Le pilier d'angle 40 comporte une section en T formée de deux voiles perpendiculaires :

- un voile bissecteur 41 orienté à  $45^\circ$  entre le côté longitudinal 43 et le côté transversal 44 de la plaque de fond 115, et s'étendant depuis le coin de la plaque de fond 115 sur environ une moitié de la distance jusqu'à l'interstice 36 de la portion,

- un voile contre-bissecteur 42 orienté perpendiculairement au voile bissecteur 41 et s'étendant tangentiellement à l'extrémité interne 45 du voile bissecteur 41 depuis le côté longitudinal 43 jusqu'au côté transversal 44 de la plaque de fond 115.

5 Le pilier d'angle 40 peut aussi être employé dans le bloc isolant secondaire 3, comme visible aux figures 3 et 9.

Dans un mode de réalisation, le voile bissecteur 41 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 42  
10 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.

La figure 18 illustre un autre mode de réalisation des barrières isolantes primaire et secondaire de la paroi de cuve, les membranes étanches étant omises.  
15 Les éléments analogues ou identiques à ceux décrits précédemment sont désignés par le même chiffre de référence augmenté de 200. La représentation employée place fictivement la paroi de cuve sur une structure porteuse transparente ou invisible, de sorte que les plaques de fond 215 des blocs isolants secondaires 203 et l'organe de retenue secondaire 204 sont vus légèrement de dessous, ce qui est  
20 généralement impossible dans une construction réelle.

La figure 18 montre trois blocs isolants secondaires 203, dont deux très partiellement, qui ont chacun un coin adjacent à l'organe de retenue secondaire 204. Un quatrième bloc isolant secondaire non représenté pourrait être inséré de la même manière, de sorte que l'organe de retenue secondaire 204 situé au niveau  
25 des coins adjacents des quatre blocs isolants secondaires coopère simultanément avec chacun d'entre eux pour les retenir sur la structure porteuse. Il en va de même au niveau de l'organe de retenue primaire 208. L'organe de retenue secondaire 204 et l'organe de retenue primaire 208 peuvent être réalisés de différentes manières, par exemple selon l'enseignement des publications FR-A-2798902 et FR-A-  
30 2973097.

Dans le bloc isolant secondaire 203 de la figure 18, on voit que le voile bissecteur 241 du pilier d'angle 240 présente une forme de trapèze avec une extrémité supérieure plus large et une extrémité inférieure plus étroite, de sorte que

le bord externe 46 du voile bissecteur est oblique. Une découpe rectangulaire est formée dans chaque coin de la plaque de couvercle 216 dans une portion de l'épaisseur de la plaque de couvercle 216 de manière à former une surface de lamage 50 dans la plaque de couvercle. L'extrémité supérieure horizontale du voile bissecteur est recouverte par la plaque de couvercle. L'extrémité supérieure horizontale du voile bissecteur 241 est située sous la surface de lamage 50. Cette surface de lamage 50 permet de recevoir l'appui d'une platine métallique 51 de l'organe de retenue secondaire 204.

Dans une variante non représentée, le coin de la plaque de couvercle 216 pourrait être complètement découpé pour découvrir partiellement l'extrémité supérieure horizontale du voile bissecteur 241, de sorte qu'une surface horizontale découverte à l'extrémité supérieure du voile bissecteur 241 puisse recevoir directement l'appui d'une platine métallique de l'organe de retenue secondaire 204.

Dans le bloc isolant primaire 207 de la figure 18, on voit que le voile bissecteur 241 du pilier d'angle 240 présente une forme différente, avec une portion inférieure 47 plus large et une portion supérieure 48 plus étroite, de sorte que le bord externe du voile bissecteur présente une surface d'épaulement horizontale 49 entre les portions 47 et 48. Une découpe rectangulaire 53 est formée dans chaque coin de la plaque de couvercle 316 de manière à découvrir la surface d'épaulement horizontale 49 du voile bissecteur 241. Cette surface d'épaulement horizontale découverte permet de recevoir l'appui d'une platine métallique 52 de l'organe de retenue primaire 208. La surface 49 pourrait remplir la même fonction en étant oblique.

Les découpes rectangulaires 53 formées dans les coins des plaques de couvercle 316 permettent d'accéder aux organes de retenue 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.

De même que les piliers 317 et 217, les piliers d'angle 240 des blocs isolants primaires 207 sont aussi superposés aux piliers d'angle 240 des blocs isolants secondaires 203.

La figure 19 est une vue analogue à la figure 2 qui montre encore un autre mode de réalisation de la paroi de cuve. Les chiffres de référence identiques à la figure 18 sont employés pour désigner les éléments analogues ou identiques. Dans

le bloc isolant secondaire 203 de la figure 19, la plaque de couvercle 416 est continue et suffisamment épaisse pour que des rainures 55 à section en forme de L y soient creusées pour recevoir les supports de soudure 11. Pour le reste, la construction est similaire à la figure 18.

5 En référence aux figures 20 à 23, on décrit maintenant un autre mode de réalisation du bloc isolant secondaire 203 et de l'organe de retenue secondaire 204. Les chiffres de référence identiques à la figure 19 sont employés pour désigner les éléments analogues ou identiques.

Le bloc isolant secondaire 203 est ici remarquable en ce que, pour les  
10 quatre piliers d'angle 340 s'étendant dans la direction d'épaisseur entre une zone de coin de la plaque de fond 215 et une zone de coin correspondante de la plaque de couvercle 416, le voile bissecteur 341 comporte une surface d'épaulement 349 sur son bord externe. La surface d'épaulement 349 remplit la même fonction que la  
15 surface d'épaulement 49 du bloc isolant primaire 207, à savoir qu'elle reçoit l'appui d'une platine métallique 51 de l'organe de retenue secondaire 204 pour ancrer le bloc isolant secondaire 203 à la paroi porteuse, comme mieux visible sur la figure 21.

Plus précisément, le voile bissecteur 341 présente ici une portion inférieure trapézoïdale 346 en contact avec la plaque de fond 215 et une portion supérieure  
20 348 rectangulaire en contact avec la plaque de couvercle 416. La surface d'épaulement 349 est située à la limite entre la portion inférieure trapézoïdale 346 et la portion supérieure 348 et, comme la portion inférieure trapézoïdale 346 s'élargit en direction de la plaque de couvercle 416, la surface d'épaulement 349 correspond à la plus grande largeur de la portion inférieure trapézoïdale 346, qui est donc plus  
25 large que la portion supérieure 348.

Incidentement la plus petite largeur de la portion inférieure trapézoïdale 346, au niveau de la plaque de fond 215, peut être plus ou moins large que la portion supérieure 348. La petite largeur du voile bissecteur 341 à sa base présente l'avantage de libérer de l'espace pour faciliter le placement de l'embase 83 de  
30 l'organe de retenue 204 (Fig. 21). Pour la même raison, la plaque de fond 215 présente des découpes rectangulaires 94 au niveau de ses quatre coins.

La plaque de couvercle 416 présente également des découpes rectangulaires 353 formées dans les quatre coins pour permettre le passage des

organes de retenue secondaires 204 et l'accès de l'opérateur pour le montage de la paroi de cuve.

Plus précisément, la disposition des blocs isolants secondaires 203 sur la paroi porteuse est représentée sur la figure 21, qui est une vue partielle en perspective au niveau des coins adjacents de trois blocs isolants secondaires 203 disposés autour d'un organe de retenue secondaire 204 et sur la figure 22, qui est une vue de dessus de la même zone. Le quatrième bloc isolant secondaire est omis pour améliorer la visibilité. On voit que les blocs isolants secondaires 203 sont quasiment en contact les uns contre les autres par leurs côtés les plus longs, qui sont ici les côtés parallèles aux rainures 55, et espacés les uns des autres par un petit interstice 95 entre leurs côtés les plus courts, qui sont ici les côtés perpendiculaires aux rainures 55, On voit aussi que la plaque de fond 215 déborde légèrement de la plaque de couvercle 416 au niveau des côtés les plus courts, alors que leurs bords sont alignés au niveau des côtés les plus longs.

Comme visible également sur la figure 23, l'organe de retenue secondaire 204 comporte ici une embase creuse 83 qui est fixée, par exemple soudée, sur la paroi porteuse, une tige d'ancrage 84 dont une portion inférieure est retenue dans l'embase 83, de préférence avec un petit degré de liberté angulaire pour faciliter le rattrapage des jeux de montage, et dont une portion supérieure porte la platine métallique 51, ici de forme carré.

Plus précisément, sont engagés successivement sur la portion supérieure de la tige d'ancrage 84 : la platine métallique 51, un empilement de rondelles élastiques coniques 85, un écrou 86 et une plaque d'arrêt 87 solidarisée à l'écrou 86, par exemple par une soudure. Le serrage de l'écrou 86 permet d'appliquer fermement la platine métallique 51 sur quatre surfaces d'épaulement 349 de quatre blocs isolants secondaires 203 entourant l'organe de retenue secondaire 204. Les rondelles élastiques coniques 85 confèrent de l'élasticité à l'organe de retenue secondaire 204, en particulier pour absorber des petites déformations de la paroi porteuse dues à la variation des efforts en fonction de l'état de remplissage de la cuve et, dans le cas d'un navire, aux conditions de navigation du navire.

Après mise en place de ces éléments, l'organe de retenue secondaire 204 est complété par une platine métallique supérieure 88, placée au-dessus de la platine métallique 51 avec interposition d'un bloc de matière isolante 90, par

exemple en bois ou matière synthétique, et qui est destinée à venir s'aligner avec la surface supérieure des plaques de couvercle 416 (Fig. 25) pour offrir une surface de support sensiblement plane pour recevoir la membrane d'étanchéité secondaire (omise des dessins).

5 La platine métallique supérieure 88 et le bloc de matière isolante 90 sont fixés sur la platine métallique 51 au moyen de deux vis 89 (Fig. 23). Les deux vis 89 et/ou le bloc de matière isolante 90 réalisent aussi l'arrêt en rotation de la plaque d'arrêt 87, ce qui empêche un desserrage intempestif de l'écrou 86.

10 Ayant décrit ci-dessus la réalisation d'une barrière isolante secondaire, on décrit maintenant une barrière isolante primaire qui peut lui être superposée, en référence aux figures 24 à 27.

Le bloc isolant primaire 207 de la figure 24 est très ressemblant à celui de la figure 18, hormis le nombre et le positionnement précis des piliers porteurs 317, qui peuvent être modifiés en fonction des exigences particulières de l'application, et  
15 l'orientation des interstices 236 et pièces de liaison 235 pour le logement des parties saillantes de la membrane secondaire (non représentée). Sur la figure 24, sept piliers porteurs 317 sont prévus, surmontés chacun d'une plaque de répartition de la charge 132 carrée fixée sous la plaque de couvercle 316 au moyen de cinq vis 97.

La figure 26 représente un mode de réalisation de l'organe de retenue  
20 primaire 208, comportant un goujon à collerette 91, dont la base est vissée dans un alésage taraudé 96 de la platine métallique supérieure 88, et dont la portion supérieure filetée porte successivement la platine métallique 52 prenant appui sur les surfaces d'épaulement 49, une rondelle 93 et un écrou 92.

Les figures 25 et 27 sont des vues analogues aux figures 21 et 22, après la  
25 mise en place de deux blocs isolants primaires 207. Le serrage de l'écrou 92 permet d'appliquer fermement la platine métallique 52 sur quatre surfaces d'épaulement 49 de quatre blocs isolants primaires 207 entourant l'organe de retenue primaire 208.

La figure 27 montre particulièrement que la découpe 53 du bloc isolant  
30 primaire 207 peut être plus large que la découpe 353 du bloc isolant secondaire 203 et peut être bordée par un rebord 82 ménagé dans l'épaisseur de la plaque de couvercle 316 pour recevoir une plaque de fermeture, comme décrit dans la publication FR-A-2973097.

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 flottant comme un navire méthanier ou autre.

5 Les structures décrites ci-dessus pour réaliser la barrière isolante primaire et la barrière isolante secondaire peuvent être utilisées indépendamment les unes des autres. En d'autres termes, la barrière isolante primaire des modes de réalisation décrits ci-dessus peut aussi être combinée à une barrière isolante secondaire réalisée différemment. Réciproquement, la barrière isolante secondaire  
10 des modes de réalisation décrits ci-dessus peut aussi être combinée à une barrière isolante primaire réalisée différemment. Enfin, la barrière isolante primaire des modes de réalisation décrits ci-dessus pourraient aussi être supprimées, pour réaliser une paroi de cuve ayant une seule barrière isolante, notamment pour le stockage de produit moins froids que le GNL, par exemple le GPL ou l'éthylène.

15 En référence à la figure 17, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque  
20 72 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

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

La figure 17 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une  
30 installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte le bras mobile 74. Le bras mobile 74 porte un faisceau de tuyaux flexibles isolés 79 pouvant se connecter aux canalisations de chargement/déchargement 73. Le bras mobile 74 orientable s'adapte à tous les gabarits de méthaniers. Une conduite de

liaison non représentée s'étend à l'intérieur de la tour 78. Le poste de chargement et de déchargement 75 permet le chargement et le déchargement du méthanier 70 depuis ou vers l'installation à terre 77. Celle-ci comporte des cuves de stockage de gaz liquéfié 80 et des conduites de liaison 81 reliées par la conduite sous-marine 76  
5 au poste de chargement ou de déchargement 75. La conduite sous-marine 76 permet le transfert du gaz liquéfié entre le poste de chargement ou de déchargement 75 et l'installation à terre 77 sur une grande distance, par exemple 5 km, ce qui permet de garder le navire méthanier 70 à grande distance de la côte pendant les opérations de chargement et de déchargement.

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

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

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

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

## REVENDICATIONS

1. Bloc isolant parallélépipédique (203, 207) convenant pour réaliser une paroi isolante dans une cuve de stockage d'un liquide froid, le bloc isolant comportant :
- 5 une plaque de fond (215, 315) de forme rectangulaire, une plaque de couvercle (316, 416) 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 pluralité de piliers porteurs (217, 317) disposés entre la plaque de fond et la plaque de couvercle, les piliers porteurs s'étendant longitudinalement dans la
- 10 direction d'épaisseur et présentant une section de petite dimension par rapport à une longueur et une largeur du bloc isolant, et une garniture isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et entre les piliers porteurs,
- le bloc isolant comportant en outre quatre piliers d'angle (240) s'étendant dans la
- 15 direction d'épaisseur entre la plaque de fond (215, 315) et la plaque de couvercle (316, 416), un pilier d'angle étant à chaque fois disposé entre une zone de coin de la plaque de fond et une zone de coin correspondante de la plaque de couvercle et comportant un premier voile et un deuxième voile perpendiculaire au premier voile, caractérisé par le fait que chaque premier voile comporte, successivement le long
- 20 de la direction d'épaisseur du bloc isolant (203, 207), une portion inférieure (47, 346) plus large et une portion supérieure (48, 348) plus étroite, de sorte qu'un bord externe du premier voile présente une surface d'épaulement (49, 349) 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 le premier voile est un voile bissecteur (241, 341) 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, le bord externe du voile bissecteur qui présente la surface d'épaulement étant tourné vers le coin de la plaque de fond,
- 30 le deuxième voile étant un voile contre-bissecteur (42, 242) perpendiculaire au voile bissecteur, le voile contre-bissecteur étant fixé à l'extrémité interne (45) 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, et dans lequel la zone de coin de la plaque de couvercle (316, 416) comporte une

découpe (53, 353) située à l'aplomb de la surface d'épaulement (49, 349) du voile bissecteur pour réaliser une fenêtre d'accès permettant d'accéder à la surface d'épaulement dans la direction d'épaisseur depuis la plaque de couvercle.

2. Cuve étanche et isolante comportant une paroi de cuve retenue  
5 sur une structure porteuse (1), la paroi de cuve incluant, dans le sens de l'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière isolante secondaire (2) retenue sur la structure porteuse, une membrane étanche secondaire (5) retenue sur la barrière isolante secondaire, une barrière isolante primaire (6) retenue sur la  
10 membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire (9) retenue sur la barrière isolante primaire, caractérisée par le fait que la barrière isolante secondaire est essentiellement constituée d'une pluralité de blocs isolants secondaires (203) réalisés selon la revendication 1 et juxtaposés selon un motif répété et que la barrière isolante primaire est essentiellement constituée d'une pluralité de blocs isolants primaires et juxtaposés selon le motif répété, les blocs  
15 isolants primaires étant alignés aux blocs isolants secondaires dans le sens de l'épaisseur de la paroi de cuve,  
la paroi de cuve comportant en outre des organes de retenue (4, 8, 204, 208) attachés à la structure porteuse au niveau des coins des blocs isolants secondaires, un organe de retenue (4, 8 ; 204, 208) coopérant à chaque fois avec quatre blocs  
20 isolants secondaires (203) adjacents pour retenir les blocs isolants secondaires adjacents sur la structure porteuse et avec quatre blocs isolants primaires superposés auxdits blocs isolants secondaires adjacents pour retenir les blocs isolants primaires sur la membrane étanche secondaire.

3. Cuve selon la revendication 2, dans laquelle l'organe de retenue  
25 (204) comporte à chaque fois un élément d'appui secondaire (51) maintenu en appui sur la surface d'épaulement (349) d'un voile bissecteur de chacun des quatre blocs isolants secondaires (203).

4. Cuve selon la revendication 2 ou 3, dans laquelle les blocs isolants primaires (207) sont réalisés selon la revendication 1, et dans laquelle l'organe de  
30 retenue (208) comporte à chaque fois un élément d'appui primaire (52) maintenu en appui sur la surface d'épaulement (49) d'un voile bissecteur de chacun des quatre blocs isolants primaires (207).

5. Cuve étanche et isolante comportant une paroi de cuve retenue sur une structure porteuse (1), la paroi de cuve incluant, dans le sens de l'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière isolante secondaire (2) retenue sur la structure porteuse, une membrane étanche secondaire (5) retenue sur la barrière isolante secondaire, une barrière isolante primaire (6) retenue sur la membrane étanche secondaire et une membrane étanche primaire (9) retenue sur la barrière isolante primaire, caractérisée par le fait que la barrière isolante secondaire est essentiellement constituée d'une pluralité de blocs isolants secondaires (3, 203) juxtaposés selon un motif répété, et que la barrière isolante primaire est essentiellement constituée d'une pluralité de blocs isolants primaires (207) réalisés selon la revendication 1 et juxtaposés selon le motif répété, les blocs isolants primaires (207) étant alignés aux blocs isolants secondaires (3, 203) dans le sens de l'épaisseur de la paroi de cuve,

la paroi de cuve comportant en outre des organes de retenue (204, 208) attachés à la structure porteuse au niveau des coins des blocs isolants secondaires, un organe de retenue (4, 8 ; 204, 208) coopérant à chaque fois avec quatre blocs isolants secondaires (3, 203) adjacents pour retenir les blocs isolants secondaires adjacents sur la structure porteuse et avec quatre blocs isolants primaires (207) superposés auxdits blocs isolants secondaires adjacents pour retenir les blocs isolants primaires sur la membrane étanche secondaire.

6. Cuve selon la revendication 5, dans laquelle l'organe de retenue (208) comporte à chaque fois un élément d'appui primaire (52) maintenu en appui sur la surface d'épaulement (49) d'un voile bissecteur de chacun des quatre blocs isolants primaires (207).

7. Cuve selon l'une des revendications 5 à 6, dans laquelle chacun des blocs isolants secondaires (203) est un bloc isolant parallélépipédique comportant :

une plaque de fond (215) de forme rectangulaire,  
une plaque de couvercle (216, 416) 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 pluralité de piliers porteurs (217) 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

une garniture isolante disposée entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et entre les piliers porteurs,  
dans lequel le bloc isolant comporte en outre quatre piliers d'angle (240) s'étendant dans la direction d'épaisseur entre la plaque de fond (215) et la plaque de couvercle  
5 (216, 416), un pilier d'angle étant à chaque fois disposé entre une zone de coin de la plaque de fond et une zone de coin correspondante de la plaque de couvercle et comportant un voile bissecteur (241) 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  
10 (242) perpendiculaire au voile bissecteur, le voile contre-bissecteur étant fixé à l'extrémité interne (45) 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,  
dans lequel chaque voile bissecteur (241) d'un bloc isolant secondaire (203)  
15 comporte une surface supérieure qui est perpendiculaire à la direction d'épaisseur du bloc isolant secondaire (203),  
et dans lequel et la zone de coin de la plaque de couvercle (216, 416) du bloc isolant secondaire comporte une découpe située à l'aplomb de la surface supérieure du voile bissecteur pour réaliser une surface de lamage (50) située au droit de la  
20 surface supérieure du voile bissecteur, tandis que la surface supérieure du voile bissecteur est fixée contre la plaque de couvercle (216, 416) du bloc isolant secondaire, l'organe de retenue (204) comportant à chaque fois un élément d'appui secondaire (51) maintenu en appui sur la portion externe de la surface supérieure (50) d'un voile bissecteur de chacun des quatre blocs isolants secondaires.

25 8. Cuve selon la revendication 7, dans lequel chaque voile bissecteur (241) d'un bloc isolant secondaire (203) présente une forme trapézoïdale avec une extrémité supérieure plus large dans la direction de la bissectrice du coin de la plaque de couvercle (216, 416) et une extrémité inférieure plus étroite dans la direction de la bissectrice du coin de la plaque de fond (215) du bloc isolant  
30 secondaire (203).

9. Cuve selon l'une des revendications 2 à 7, dans lequel chaque voile bissecteur (241) d'un bloc isolant secondaire (203) présente une forme trapézoïdale avec une portion plus large dans la direction de la plaque de couvercle

(216, 416) et une portion plus étroite dans la direction de la plaque de fond (215) du bloc isolant secondaire (203).

10. Navire (70) pour le transport d'un fluide, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une des revendications 2 à 9 disposée  
5 dans la double coque.

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

10 12. Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (70) selon la revendication 10, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un  
15 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.

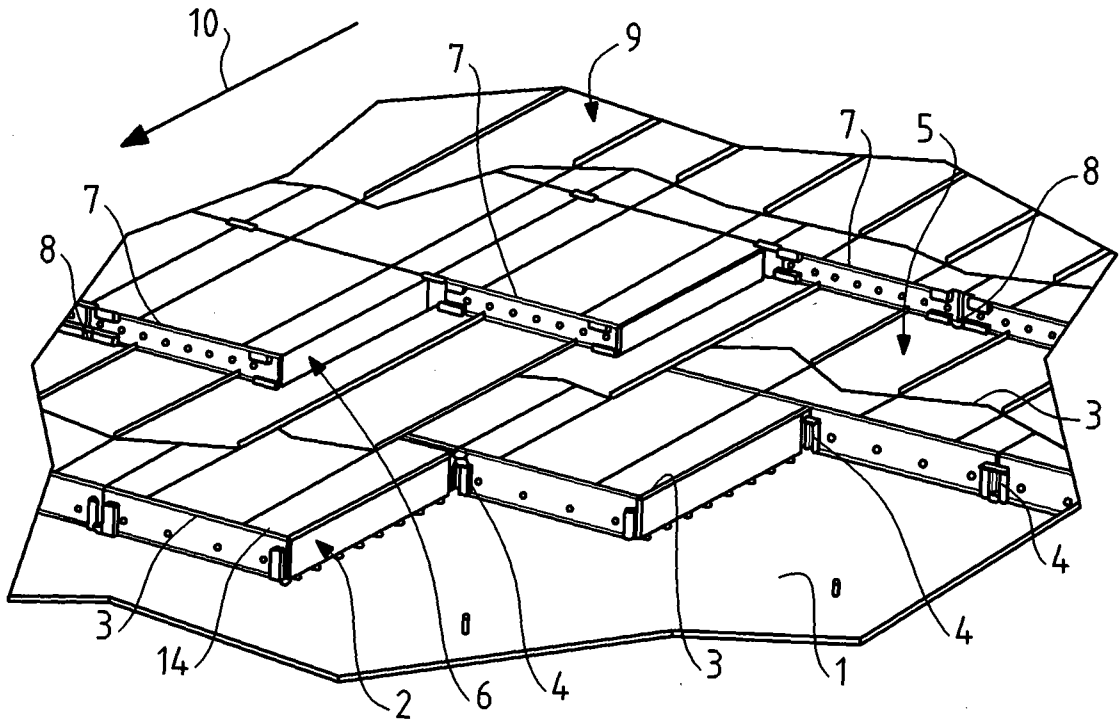


FIG. 1

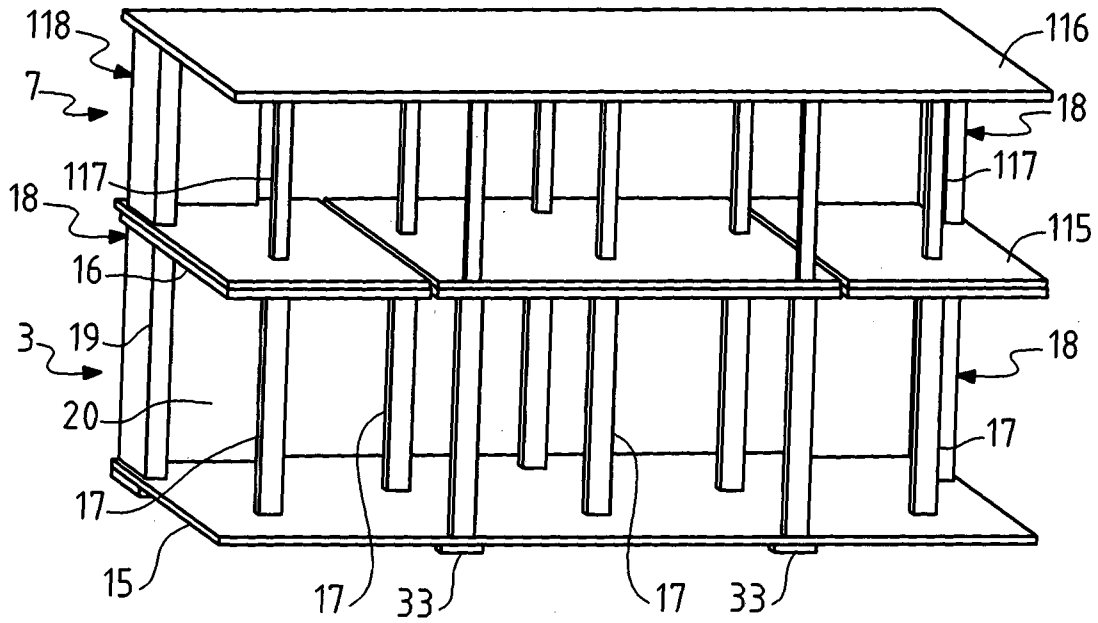


FIG. 2

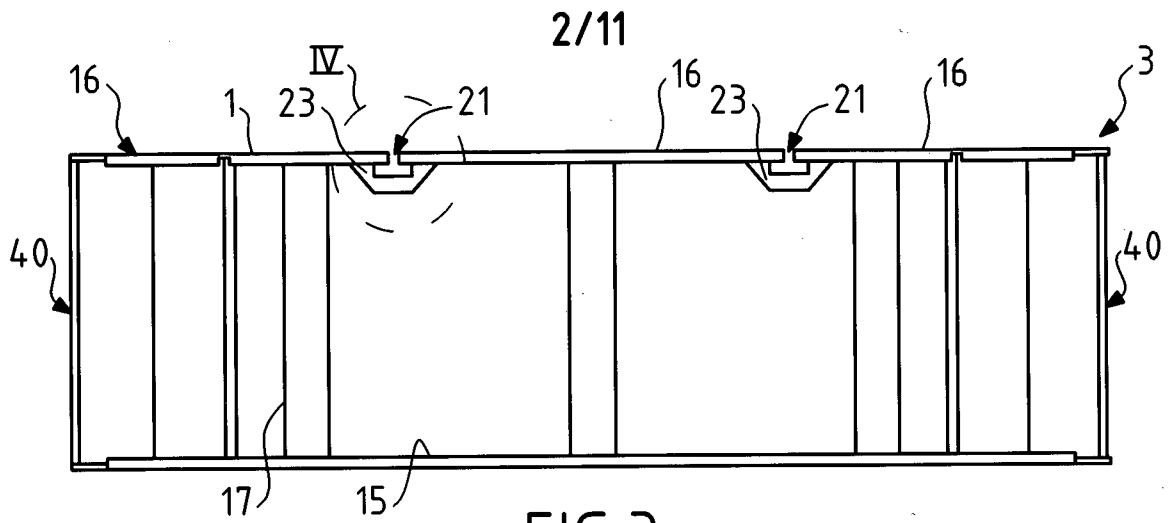


FIG. 3

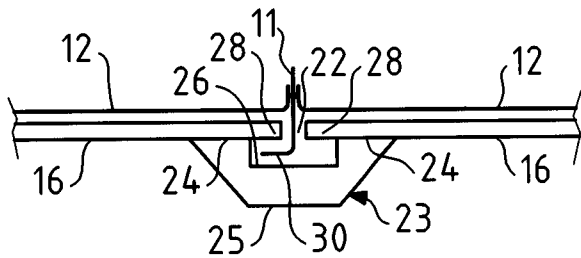


FIG. 4

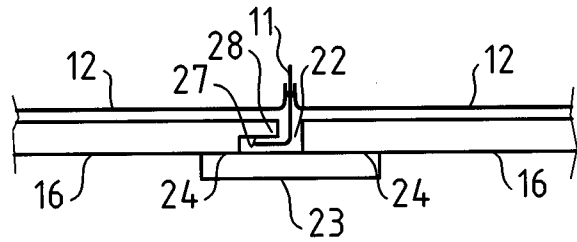


FIG. 5

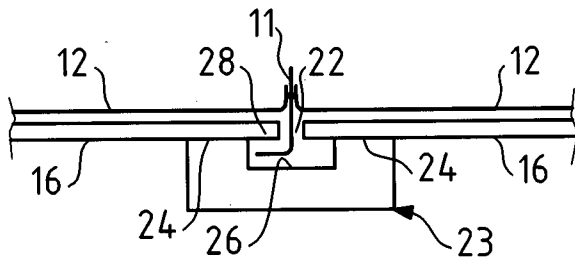


FIG. 6

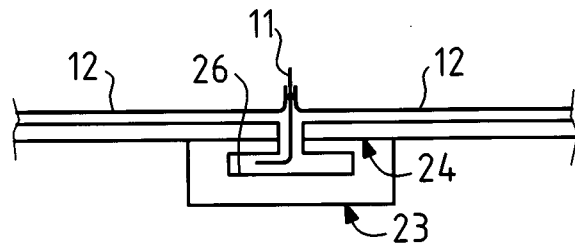


FIG. 7

3/11

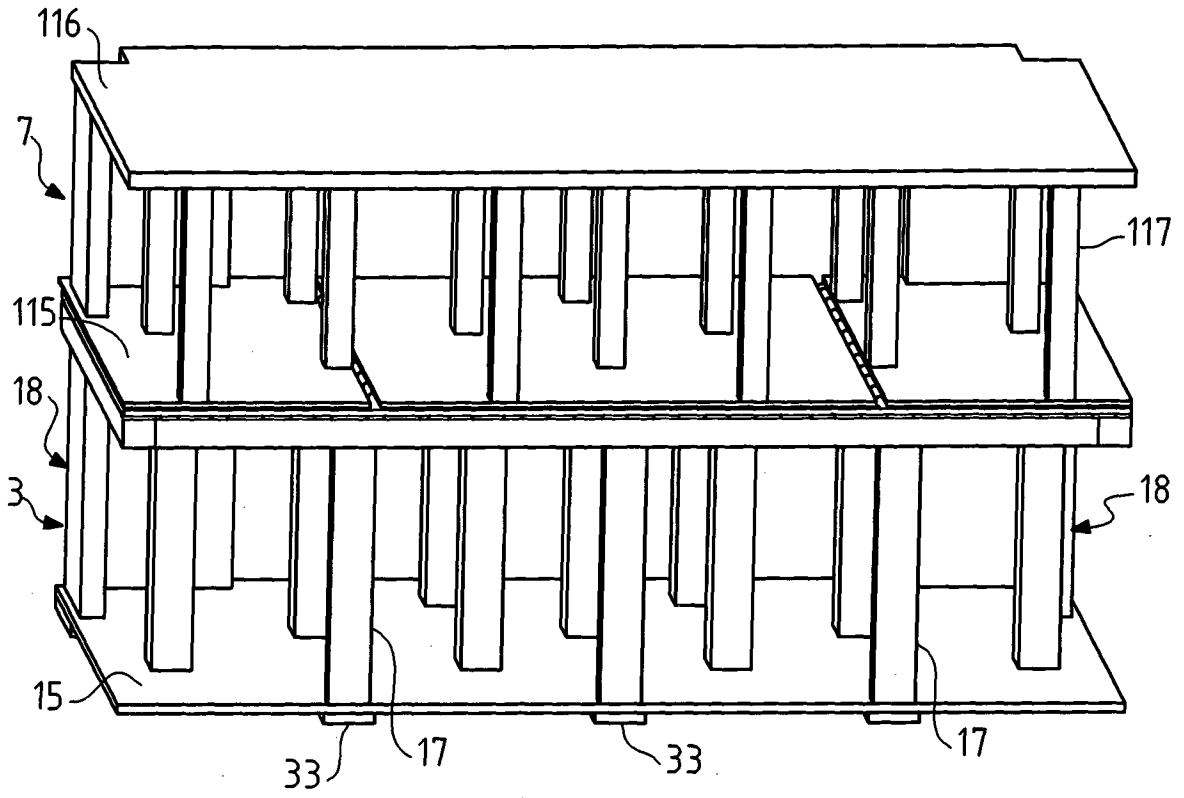


FIG. 8

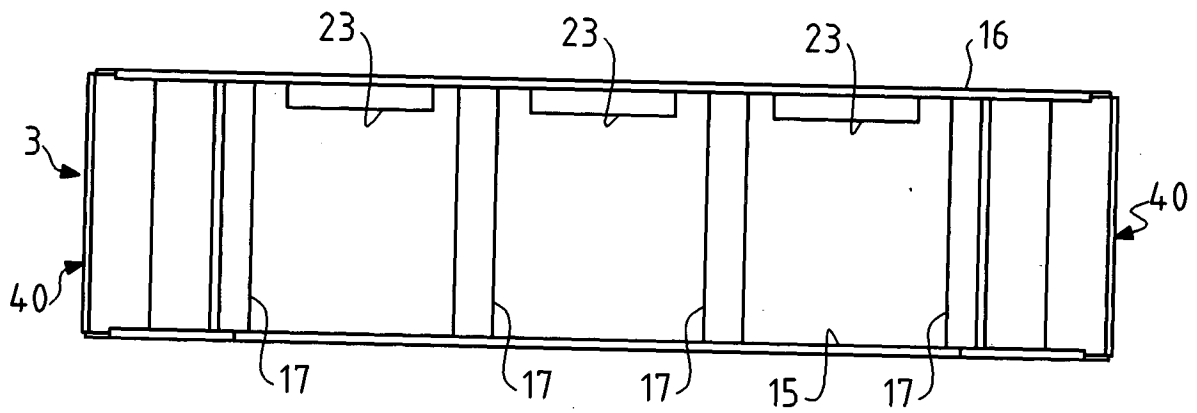


FIG. 9

4/11

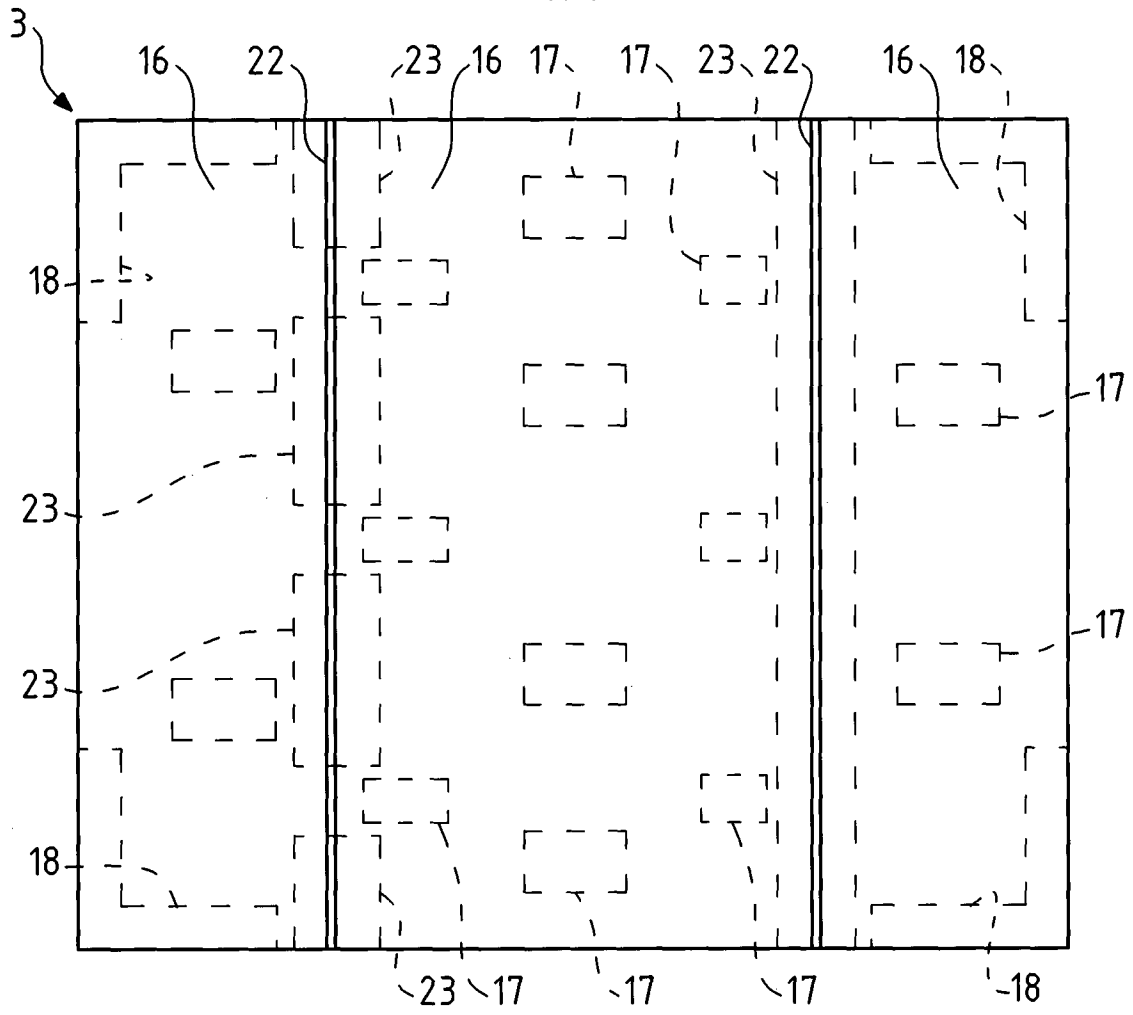


FIG. 10

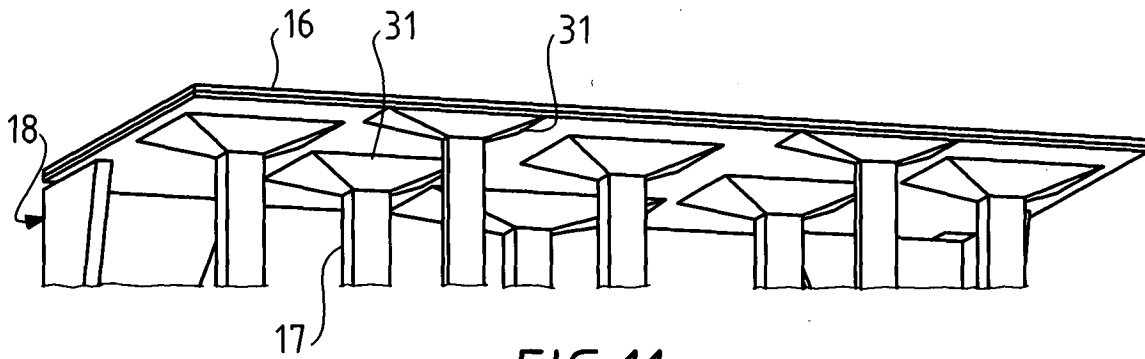
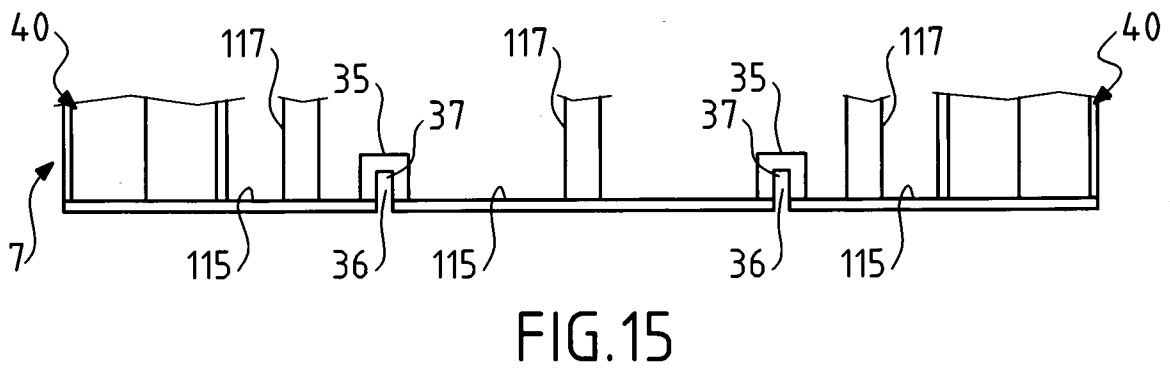
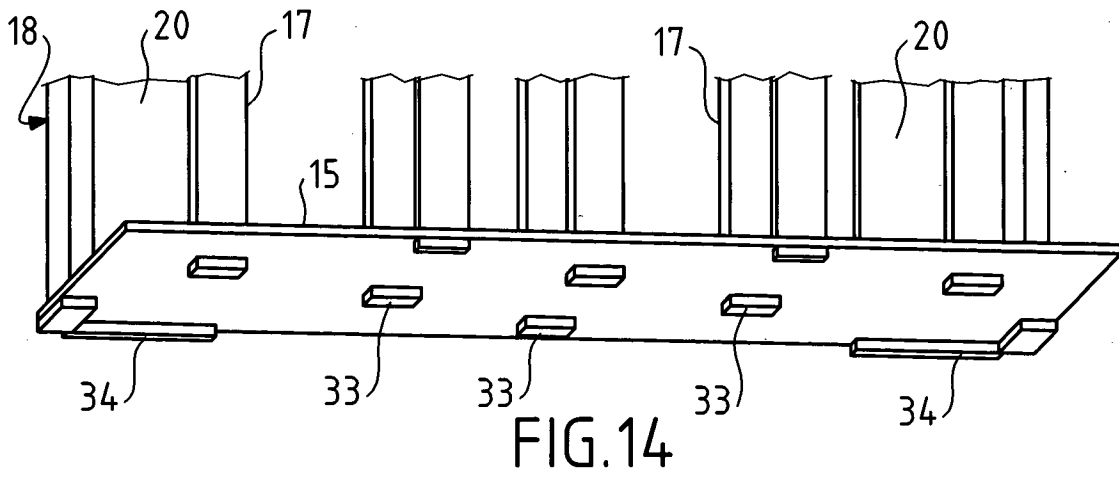
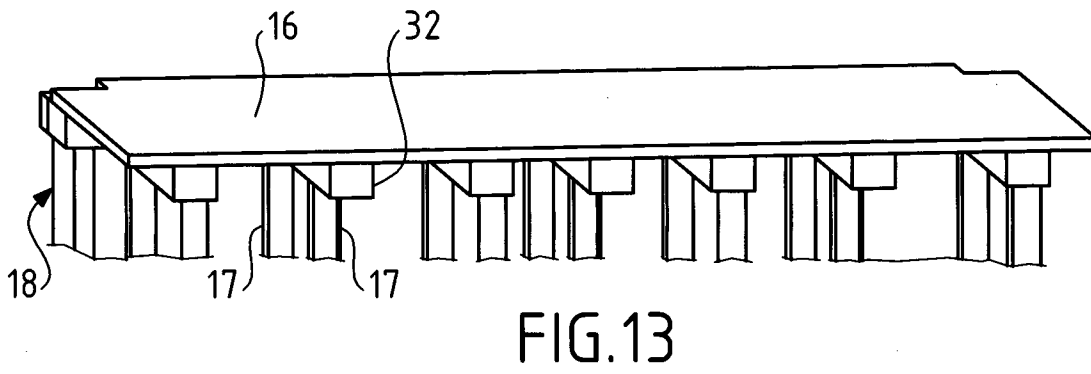
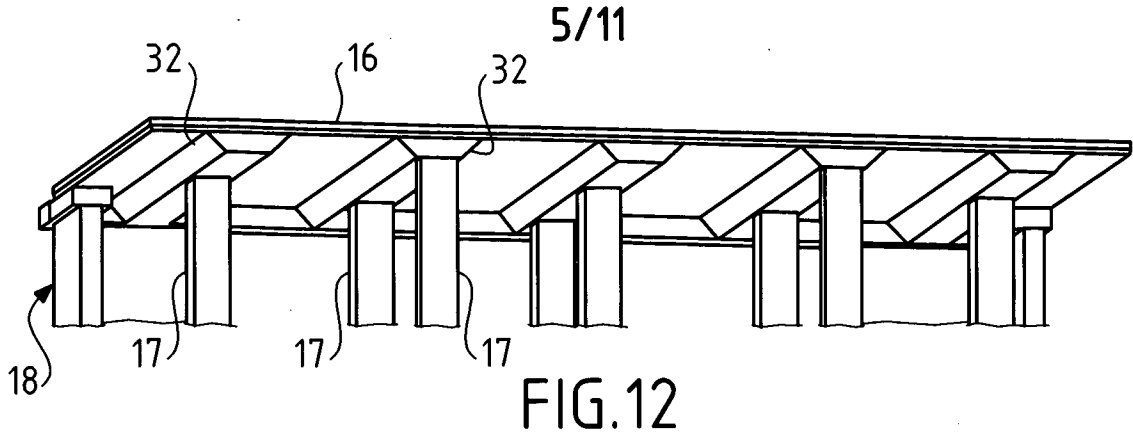


FIG. 11





7/11

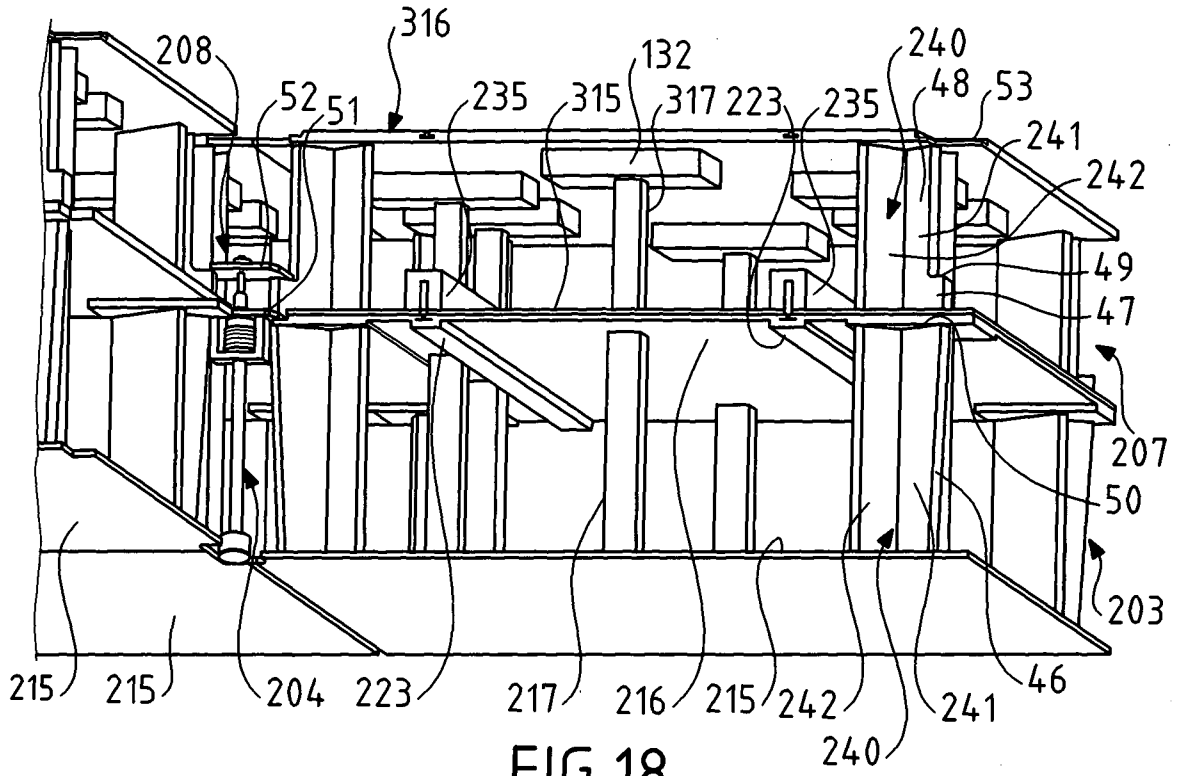


FIG. 18

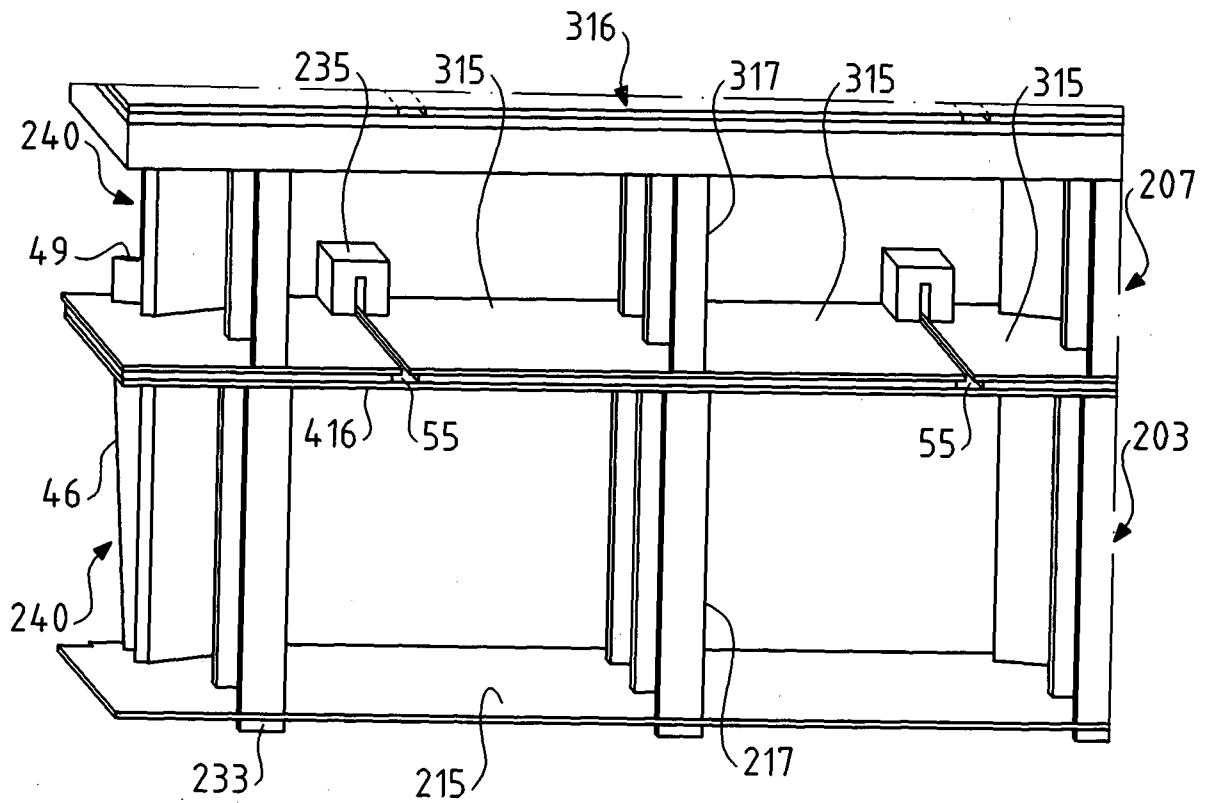
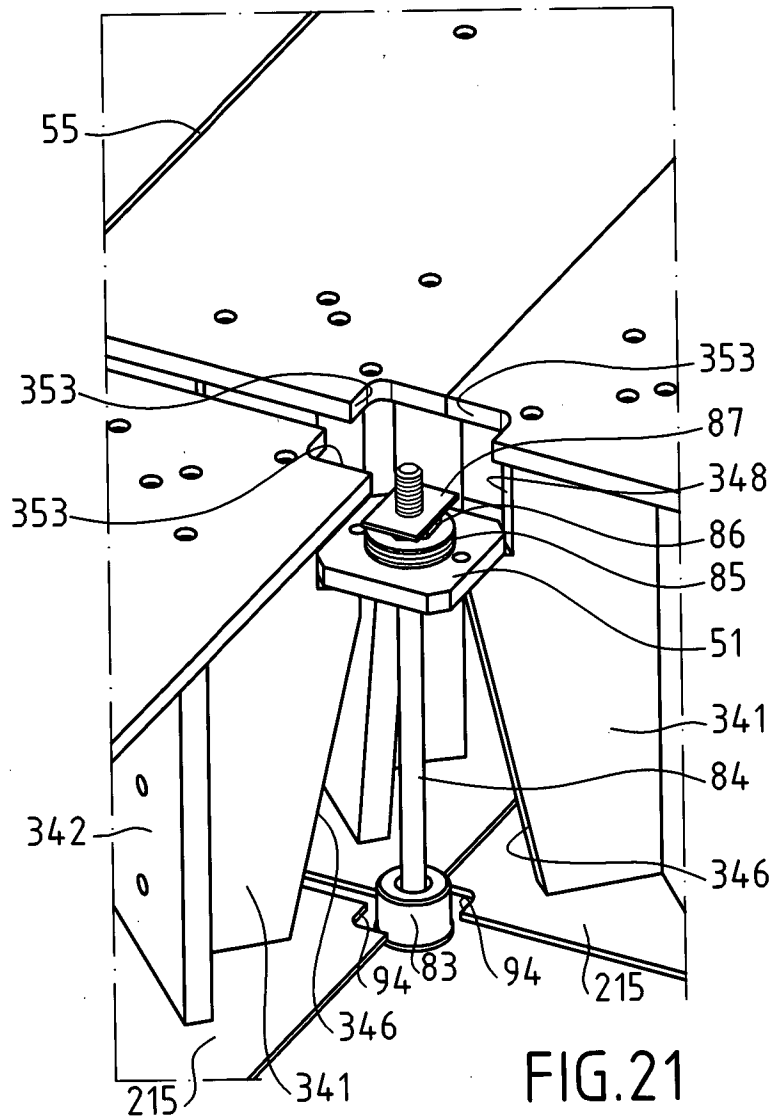
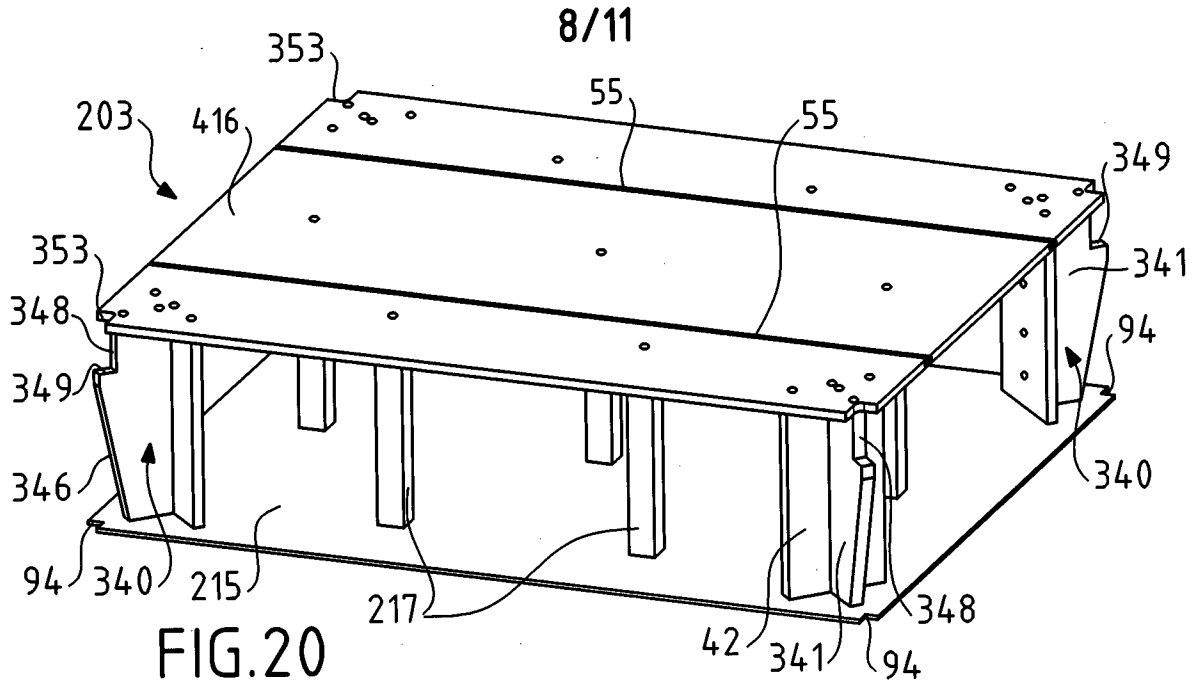
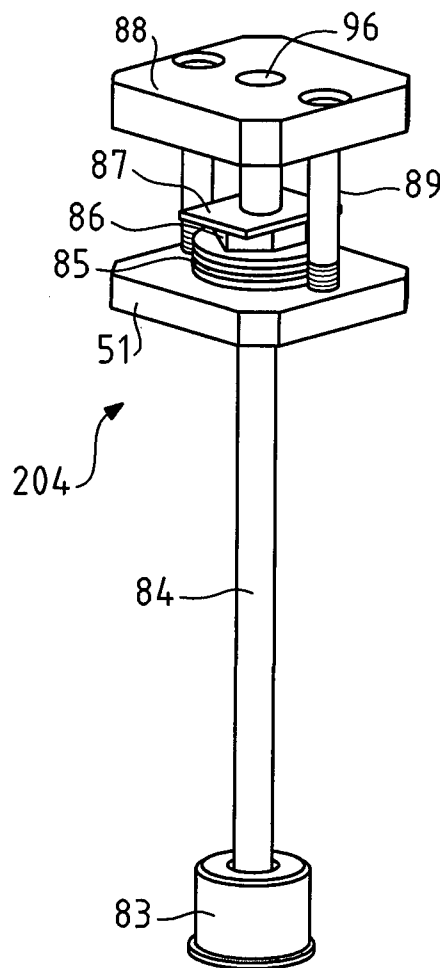
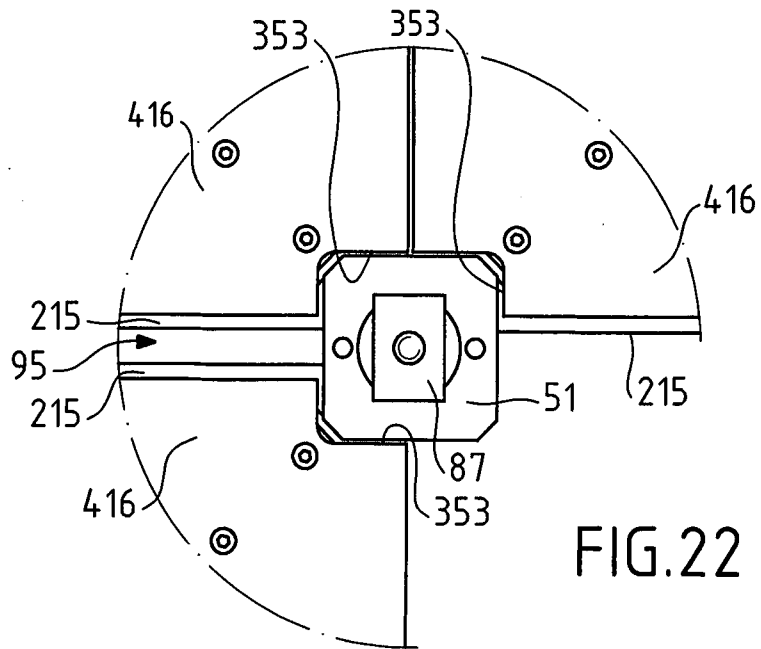
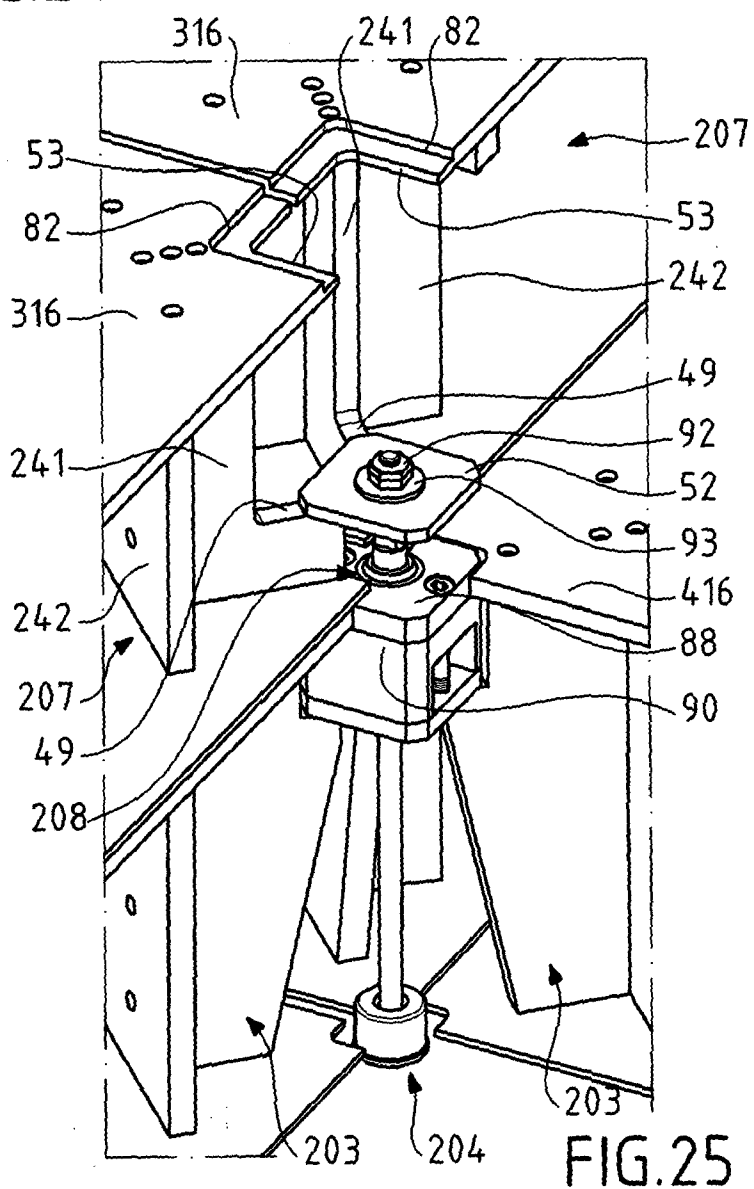
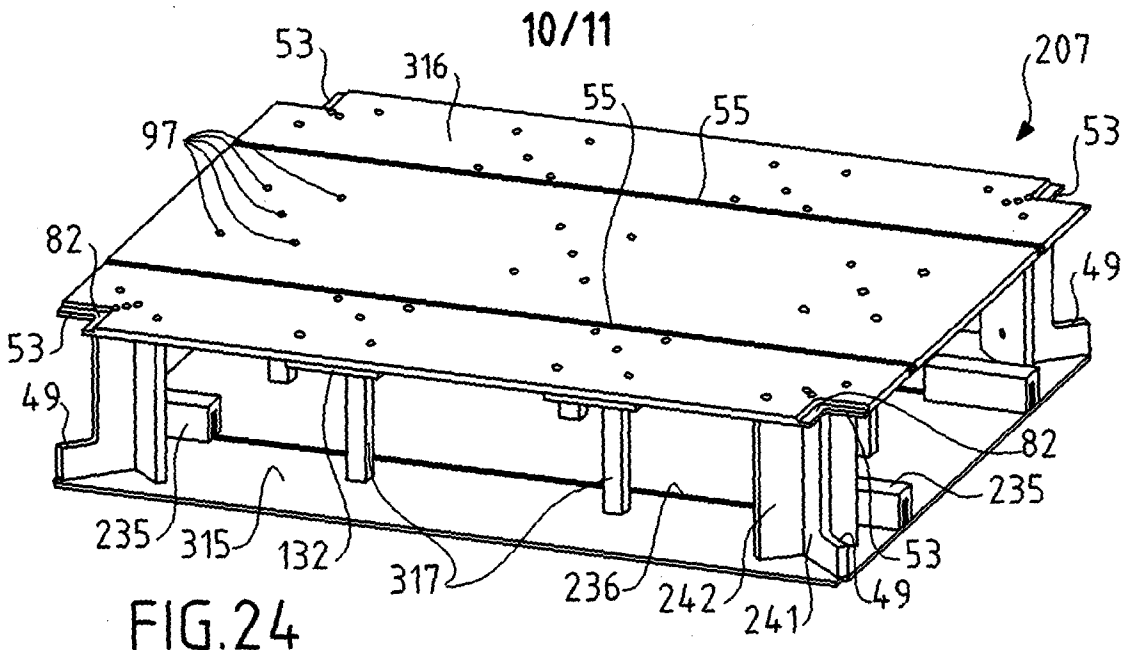


FIG. 19



9/11





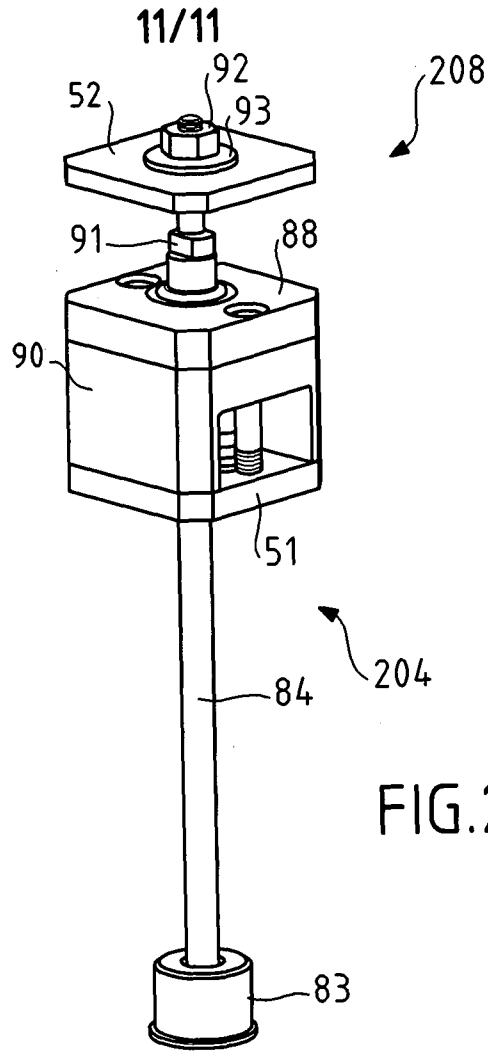


FIG. 26

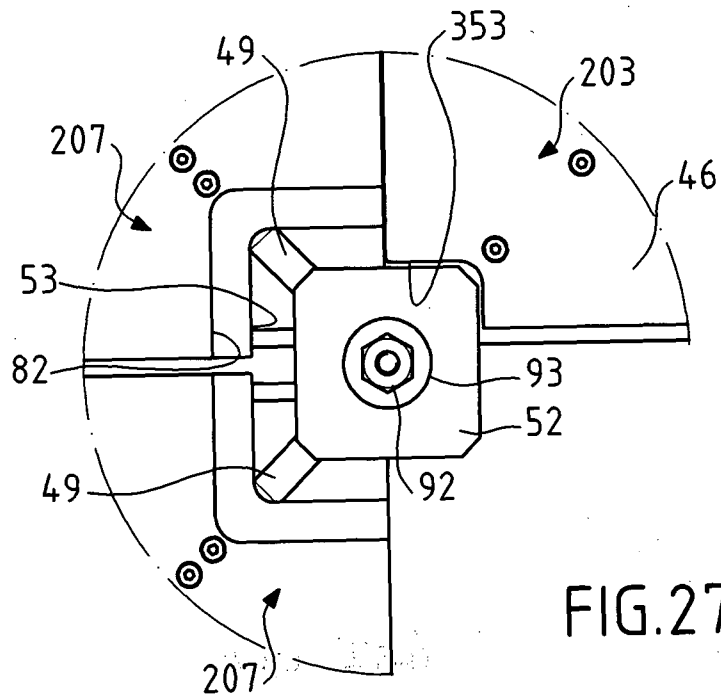


FIG. 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2016/053464

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.
Y	WO 2015/001240 A2 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 8 January 2015 (2015-01-08) pages 15,16, line 10 - line 19; figures 1-9	1-12
Y	FR 3 004 512 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 17 October 2014 (2014-10-17) cited in the application figures 1-8	1-12

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  5 April 2017	Date of mailing of the international search report  21/04/2017
-------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

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

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/053464

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
-----			
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
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/053464

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F17C3/02 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F17C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 2015/001240 A2 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 8 janvier 2015 (2015-01-08) pages 15,16, ligne 10 - ligne 19; figures 1-9 -----	1-12
Y	FR 3 004 512 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 17 octobre 2014 (2014-10-17) cité dans la demande figures 1-8 -----	1-12
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 5 avril 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 21/04/2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Nicol, Boris

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/053464

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
-----				
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
-----				