

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 11.04.13.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 17.10.14 Bulletin 14/42.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

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

72 Inventeur(s) : DELETRE BRUNO, PHILIPPE
ANTOINE, THENARD NICOLAS et HERRY MICKAEL.

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

74 Mandataire(s) : LOYER ET ABELLO.

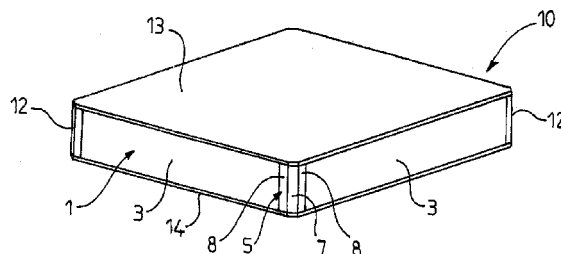
54 BLOC ISOLANT POUR LA FABRICATION D'UNE PAROI DE CUVE ETANCHE ET ISOLANTE.

57 Un bloc isolant (10) présentant une forme globale pris-
matique aplatie pour la fabrication d'une paroi de cuve
étanche et isolante, comportant : un pavé (1) en mousse po-
lymère de densité supérieure à 100kg/m³, le pavé en
mousse polymère présentant des entailles de manière à for-
mer une pluralité de surfaces d'angle (2) qui s'étendent à
chaque fois entre deux surfaces latérales (3) adjacentes du
pavé,

et une pluralité de piliers d'angle (5) fixés au pavé en
mousse polymère dans les entailles et s'étendant sur toute
l'épaisseur du bloc isolant entre les surfaces supérieure et
inférieure,

dans lequel les piliers d'angle (5) présentent un coeffi-
cient de dilatation thermique compris entre 75% et 125% du
coefficient de dilatation thermique de la mousse polymère
constituant le pavé et présentent une limite élastique en
compression supérieure à 1,5 MPa et de préférence supé-
rieure à 3 MPa,

le pilier d'angle présentant à chaque fois une surface la-
térale intérieure (6) collée à la surface d'angle (2).



Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes agencées dans une structure porteuse pour contenir un fluide froid, notamment aux cuves à membrane pour contenir des gaz liquéfiés.

5

Arrière-plan technologique

On connaît des cuves étanches et thermiquement isolantes agencées dans la coque d'un navire pour le transport d'un gaz naturel liquéfié (GNL) à forte teneur en méthane. Une telle cuve est divulguée par exemple dans FR-A-2867831. Dans
10 cette cuve connue, une barrière isolante primaire et une barrière isolante secondaire sont constituées sous une forme modulaire à l'aide de caisses parallélépipédiques en bois juxtaposées. Les caisses sont remplies d'une garniture calorifuge de perlite expansée ou de matériaux aérogels.

FR-A-2978748 divulgue une autre cuve de GNL agencée dans la coque
15 d'un navire dans laquelle une barrière isolante secondaire comporte des blocs isolants disposés selon un motif répété. Le bloc isolant comporte un pavé globalement parallélépipédique aplati en mousse polymère de haute densité présentant des entailles s'étendant selon la direction d'épaisseur du bloc isolant au
20 niveau des quatre coins des surfaces supérieure et inférieure de manière à former une pluralité de pans coupés qui s'étendent à chaque fois entre deux surfaces latérales adjacentes du pavé. Un pilier d'angle est fixé au pavé en mousse polymère au niveau de chaque pan coupé et s'étend sur toute l'épaisseur du bloc isolant entre les surfaces supérieure et inférieure pour reprendre une partie de l'effort de
compression et ainsi limiter le fluage et l'écrasement de la mousse.

25

Résumé

Une idée à la base de l'invention est de proposer des blocs isolants convenant pour réaliser une barrière d'isolation primaire d'une cuve étanche et thermiquement isolante de manière relativement simple et dont la durée de vie en
30 service soit longue.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit un bloc isolant présentant une forme globale prismatique aplatie pour la fabrication d'une paroi de cuve étanche et isolante, le bloc isolant étant destiné à être disposé selon un motif répété pour former une barrière isolante de la paroi de cuve, le bloc isolant comportant :

5 un pavé en mousse polymère de densité supérieure à 100kg/m³ présentant une surface supérieure polygonale, une surface inférieure identiquement polygonale parallèle à la surface supérieure et espacée de la surface supérieure selon une direction d'épaisseur du bloc isolant et une pluralité de surfaces latérales s'étendant entre la surface supérieure et la surface inférieure perpendiculairement aux surfaces

10 supérieure et inférieure,

le pavé en mousse polymère présentant des entailles s'étendant selon la direction d'épaisseur du bloc isolant au niveau d'une pluralité d'angles des surfaces supérieure et inférieure de manière à former une pluralité de surfaces d'angle qui s'étendent à chaque fois entre deux surfaces latérales adjacentes du pavé,

15 et une pluralité de piliers d'angle fixés au pavé en mousse polymère dans les entailles et s'étendant sur toute l'épaisseur du bloc isolant entre les surfaces supérieure et inférieure,

dans lequel les piliers d'angle sont réalisés dans un matériau qui présente, notamment dans la direction d'épaisseur du bloc isolant, un coefficient de dilatation

20 thermique compris entre 75% et 125% du coefficient de dilatation thermique de la mousse polymère constituant le pavé et qui présente une limite élastique en compression supérieure à 1,5 MPa et de préférence supérieure à 3 MPa, à une température de 23°C,

le pilier d'angle présentant à chaque fois une surface latérale intérieure recouvrant

25 complètement une surface d'angle du pavé en mousse polymère, la surface latérale intérieure du pilier d'angle étant fixée, par exemple collée, à la surface d'angle.

Lorsqu'on assemble par collage le pilier d'angle avec le pavé de mousse à une température ambiante et qu'on utilise ensuite le bloc isolant à une température beaucoup plus basse, par exemple dans une barrière isolante d'une paroi de cuve

30 de gaz naturel liquéfié, et notamment dans la barrière primaire d'une telle cuve, la contraction thermique différentielle est susceptible de créer des contraintes de cisaillement dans l'interface collée. Grâce au choix du coefficient de dilatation thermique du pilier d'angle, il est ainsi possible de limiter ces contraintes pour améliorer la solidité et la longévité de l'assemblage collé. Des avantages similaires

résultent lorsque l'assemblage du pilier d'angle au pavé est réalisé d'une autre manière, par exemple par des agrafes.

En outre, la limite élastique en compression du pilier d'angle permet de limiter le déplacement par fluage de ce pilier à un niveau acceptable, notamment à
5 un niveau inférieur au déplacement susceptible d'être absorbé élastiquement par des organes d'ancrage retenant le bloc isolant sur la structure porteuse de la paroi de cuve.

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

10 Selon un mode de réalisation, la mousse polymère constituant le pavé est une mousse polyuréthane à cellules fermées de densité supérieure ou égale à 130kg/m^3 .

Selon un mode de réalisation, le matériau des piliers d'angle est une mousse polymère de densité supérieure ou égale à 170kg/m^3 , par exemple
15 210kg/m^3 . De préférence dans ce cas, le pilier d'angle est une structure solide pleine.

Selon un mode de réalisation, le matériau des piliers d'angle est une résine polymère. De préférence dans ce cas, le pilier d'angle est une structure creuse.

Selon un mode de réalisation, le matériau des piliers d'angle est un
20 composite pouvant comporter des fibres noyées dans une résine polymère. De préférence dans ce cas, le pilier d'angle est une structure creuse.

Selon un mode de réalisation, le bloc isolant comporte en outre un panneau de couvercle en contreplaqué fixé sur la surface supérieure du pavé en mousse polymère, le panneau de couvercle recouvrant dans les angles une surface
25 supérieure des piliers d'angle, le panneau de couvercle présentant un contour aligné avec les surfaces latérales du pavé en mousse polymère et avec la surface extérieure latérale des piliers d'angle fixés au pavé.

Selon un mode de réalisation, le panneau de couvercle présente une pluralité de lamages disposés au-dessus de chacun des piliers d'angle.

30 Selon un mode de réalisation, le bloc isolant comporte en outre un panneau de fond en contreplaqué fixé sous la surface inférieure du pavé en mousse polymère, le panneau de fond recouvrant dans les angles une surface inférieure des

piliers d'angle, le panneau de fond présentant un contour aligné avec les surfaces latérales du pavé en mousse polymère et avec la surface extérieure latérale des piliers d'angle fixés au pavé.

Selon un mode de réalisation, un pilier d'angle présente à chaque fois une
5 forme de section constante dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, la forme de section comportant un bord extérieur situé en retrait par rapport au point géométrique d'intersection des deux surfaces latérales du pavé qui sont adjacentes à la surface d'angle sur laquelle le pilier est fixé.

Selon un mode de réalisation, la surface d'angle du pavé est plane et dans
10 lequel la forme de section du pilier est un trapèze comportant une grande base qui correspond à la surface latérale intérieure du pilier, une petite base qui correspond au bord extérieur situé en retrait par rapport au point géométrique d'intersection des deux surfaces latérales du pavé, et deux côtés inclinés situés respectivement dans l'alignement des deux surfaces latérales du pavé qui sont adjacentes à la surface
15 d'angle sur laquelle le pilier est fixé.

Selon un mode de réalisation, la surface d'angle du pavé est arrondie, la forme de section du pilier étant un secteur angulaire d'un disque dont la pointe est coupée selon une ligne droite qui correspond au bord extérieur situé en retrait par rapport au point géométrique d'intersection des deux surfaces latérales du pavé, les
20 deux côtés radiaux délimitant le secteur angulaire étant situés respectivement dans l'alignement des deux surfaces latérales du pavé qui sont adjacentes à la surface d'angle sur laquelle le pilier est fixé.

Selon un mode de réalisation, la surface inférieure et la surface supérieure du pavé en mousse polymère sont globalement rectangulaires, le bloc isolant
25 présentant une forme globale de parallépipède rectangle.

Selon un mode de réalisation, la surface latérale intérieure comprend un élément d'accroche faisant saillie transversalement depuis le pilier d'angle vers le pavé en mousse polymère, l'élément d'accroche comprenant une section dans un plan parallèle à l'épaisseur du bloc isolant de petite superficie par rapport à une
30 superficie totale de la surface latérale intérieure.

Grâce à ces caractéristiques, la surface de d'ancrage du pilier d'angle avec le bloc de mousse polymère est augmentée, améliorant les caractéristiques techniques de l'assemblage, la résistance à l'arrachement.

Selon un mode de réalisation, l'élément d'accroche s'étend selon toute la longueur du pilier d'angle et fait saillie sur une petite portion de la périphérie du pilier d'angle.

Selon un mode de réalisation, l'élément d'accroche s'étend sur une petite
5 portion de la longueur du pilier d'angle.

Selon un mode de réalisation, la surface latérale intérieure comprend une pluralité d'éléments d'accroche juxtaposés.

Selon un mode de réalisation, deux éléments d'accroche successifs de la pluralité sont espacés sur la surface latérale intérieure.

10 Selon un mode de réalisation, au moins deux éléments d'accroche successifs de la pluralité sont adjacents.

Selon un mode de réalisation, le pilier comporte un tronc de support orienté selon l'épaisseur du bloc isolant et un élément d'accroche fixé par sa base sur le tronc de support du pilier d'angle.

15 Selon un mode de réalisation, l'élément d'accroche comprend un profil denté.

Selon un mode de réalisation, l'élément d'accroche comprend une portion sphérique.

20 Selon un mode de réalisation, l'élément d'accroche comprend une portion cylindrique.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi une cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans une structure porteuse pour contenir un fluide froid,
dans laquelle la paroi de la cuve comporte successivement selon un direction
25 d'épaisseur une membrane étanche primaire destinée à être en contact avec le fluide, une barrière isolante primaire, une membrane étanche secondaire et une barrière isolante secondaire disposée entre la membrane étanche secondaire et la structure porteuse,
dans laquelle la barrière isolante primaire comporte un ensemble de blocs isolants
30 susmentionnés juxtaposés pour former une surface de support plane pour la membrane étanche primaire, la surface supérieure des blocs isolants étant tournée vers l'intérieur de la cuve,

la paroi de la cuve comportant en outre des organes d'ancrage pour retenir les blocs isolants sur la membrane étanche secondaire, un organe d'ancrage comportant à chaque fois un élément d'appui en prise sur la surface supérieure du bloc isolant au droit d'un pilier d'angle et un élément de liaison disposé entre les blocs isolants
5 juxtaposés, attaché à l'élément d'appui et s'étendant depuis l'élément d'appui dans la direction d'épaisseur des blocs isolant en direction de la structure porteuse, l'élément de liaison étant attaché à la barrière isolante secondaire ou à la structure porteuse pour plaquer les blocs isolants sur la membrane étanche secondaire.

Grâce à ces caractéristiques, le pilier d'angle aide à reprendre une partie
10 des efforts de compression pour limiter l'écrasement et le fluage de la mousse polymère en service.

Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de
15 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 liquide froid comporte une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque.

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

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

30 Certains aspects de l'invention partent de l'idée de prévoir un coefficient de sécurité relativement élevé, par exemple de l'ordre de 5 à 10 ou plus, entre d'une part la contrainte de compression typiquement exercée sur l'angle d'un bloc isolant dans la barrière isolante primaire d'une cuve à membrane pour méthanier et, d'autre

part, la limite élastique en compression du matériau constituant les piliers d'angles d'un tel bloc isolant.

Certains aspects de l'invention partent de l'idée d'augmenter la résistance de la fixation soumise aux variations thermiques, entre le pavé de mousse et
5 chaque pilier d'angle. Certains aspects de l'invention partent de l'idée d'augmenter la surface d'interface entre le pavé de mousse et la surface latérale intérieure d'un pilier d'angle.

Brève description des figures

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

- La figure 1 est une vue de trois-quarts en perspective d'un bloc isolant selon un mode de réalisation.
- 15 • La figure 2 est une vue similaire à la figure 1 montrant un pavé de mousse du bloc isolant
- La figure 3 est une vue agrandie en perspective d'un pilier d'angle du bloc isolant de la figure 1.
- La figure 4 est une vue en section transversale d'un pilier d'angle
20 selon un autre mode de réalisation.
- La figure 5 est une vue de dessus d'un bloc isolant selon un autre mode de réalisation.
- La figure 6 est une vue partielle de trois-quarts en perspective d'un bloc isolant selon un autre mode de réalisation.
- 25 • La figure 7 est une vue écorchée en perspective d'une paroi étanche et isolante d'une cuve de stockage pour gaz liquéfié.
- La figure 8 est une vue agrandie en perspective de l'élément primaire de la paroi de la figure 7.

- La figure 9 est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

5 Description détaillée de modes de réalisation

En référence à la figure 1, un bloc isolant 10 présente une forme globale de parallélépipède rectangle aplati avec des pans coupés 12 dans les coins pour laisser passer des organes de fixation qui seront décrits plus bas.

Le cœur du bloc isolant 10 est constitué d'une pavé de mousse 1 représenté sur la figure 2. Le pavé de mousse 1 est réalisé en mousse polymère à haute densité, par exemple en mousse de polyuréthane renforcée de fibres de verre présentant une densité de 130 kg/m^3 et un coefficient de dilatation thermique égal à environ 6.10^{-5} m/m/K . Chaque coin du pavé de mousse 1 entre deux surfaces latérales 3 adjacentes est biseauté à 45° de manière à présenter une surface d'angle 2 plane intercalée entre les deux surfaces latérales 3.

Un pilier d'angle 5 représenté sur la figure 3 est à chaque fois fixé, par exemple collé, sur la surface d'angle 2 du pavé de mousse 1. Le pilier d'angle 5 présente la forme d'un prisme à base trapézoïdale. La surface 6 du prisme qui correspond à la grande base du trapèze est celle qui vient en contact avec la surface d'angle 2. La surface opposée 7 qui correspond à la petite base du trapèze forme le pan coupé 12 du bloc isolant 10. Les deux surfaces inclinées 8 sont mutuellement perpendiculaires et viennent chacune dans l'alignement d'une surface latérale 3 du pavé de mousse 1.

La figure 4 représente une variante du pilier d'angle. Les éléments analogues ou identiques à ceux de la figure 3 portent le même chiffre de référence augmenté de 100. Dans cette variante, le pilier d'angle 105 présente la forme d'un prisme dont la base est un quart de cylindre coupé. Ainsi, la surface arrière 106 destinée à être en contact avec le bloc de mousse 1 présente une forme de quart de cylindre. Les surfaces d'angle 2 du bloc de mousse 1 doivent être modifiées de la même manière dans ce cas. Ainsi, la surface disponible pour réaliser un collage est plus importante dans le cas du pilier d'angle 105.

La figure 9 représente une variante du pilier d'angle. Les éléments analogues ou identiques à ceux de la figure 3 portent le même chiffre de référence augmenté de 400. Cette variante part de la forme prismatique à base trapézoïdale du pilier d'angle 5. La surface arrière 406 correspond à la surface arrière 6 à laquelle des protubérances 420 ont été ajoutées. Les protubérances 420 sont destinées à faire saillie dans le bloc de mousse 401. Ces protubérances 420 ont la forme d'une languette orientée perpendiculairement à la direction d'épaisseur du bloc isolant 410. Ces protubérances 420 s'étendent sur toute la largeur de la surface arrière 406, d'une surface inclinée 408 à l'autre.

La figure 10 illustre un pilier d'angle 405 assemblé au bloc isolant 410, selon la coupe A-A de la figure 9. Le pilier d'angle 405 présente deux protubérances 420 espacées par une portion de liaison 422. Cette figure 10 précise que la section, des protubérances 420 en forme de languette, est rectangulaire. Elle montre également que la superficie de la base 421 de la protubérance 420 est petite par rapport à la superficie totale de la surface arrière 406.

Grâce à ces protubérances 420, le pilier d'angle 405 présente une surface arrière 406 de contact avec le bloc de mousse 1, plus importante que celle du pilier 5. Pour permettre l'assemblage, l'interface entre la surface arrière 406 du pilier d'angle 405 et les surfaces d'angle 2 du bloc de mousse 1 sont adaptées afin que les surfaces d'angle 2 épousent celle de la surface arrière 406. Les protubérances 420 sont alors encastrées dans le bloc de mousse 1. L'augmentation de la surface arrière 406 accroît la surface de contact entre le pilier 405 et le bloc de mousse 1. Cela accroît la résistance de l'assemblage, par exemple dans le cas d'un assemblage collé.

La figure 11 représente une variante du pilier d'angle. Les éléments analogues ou identiques à ceux de la figure 9 portent le même chiffre de référence augmenté de 100. Dans cette variante, le pilier d'angle 505 compte trois protubérances 520. Celles-ci ont une section correspondant à une portion circulaire.

En variante, les protubérances 520 ou 420 sont localisées, par exemple sur une partie de la largeur de la surface arrière 506 ou 406 du pilier 505 ou 405.

La figure 12 représente une variante du pilier d'angle. Les éléments analogues ou identiques à ceux de la figure 9 portent le même chiffre de référence augmenté de 200. Dans cette variante, la surface arrière 606 du pilier d'angle 605

compte cinq protubérances 620 orientées selon la direction d'épaisseur du bloc isolant 10. Les protubérances 620 sont adjacentes de proche en proche pour former la surface arrière 606.

En variante aux modes de réalisation des figures 9 à 12, les protubérances 5 420, 520 ou 620 peuvent être localisées, continues ou combinées.

Des protubérances 420, 520 ou 620 localisées présentent l'avantage de simplifier fortement la mise en forme de la surface arrière 406, 506 ou 606 du pilier 405, 505 ou 605, ainsi que celle des surfaces d'angles 2 du bloc de mousse 1. Les contraintes sont localisées.

10 L'utilisation de protubérances 420, 520 ou 620 continue rend la mise en œuvre plus complexe. Elle présente l'intérêt d'augmenter fortement les surfaces arrière 406, 506 ou 606 d'assemblage et donc limiter les efforts d'ancrage dans l'interface.

Dans une variante non représentée, les protubérances 420, 520 ou 620 ne 15 sont pas réalisées d'un seul tenant avec le pilier d'angle 405, 505 ou 605, mais, elles sont rapportées sur un tronc du pilier 405, 505 ou 605 pour former la surface arrière 406, 506 ou 606. Elles sont alors fixées par exemple par collage ou agrafage.

Le pilier d'angle 5, 105, 405, 505 ou 605 peut être réalisé en mousse de 20 polyuréthane renforcée de fibres de verre présentant une densité de 210 kg/m^3 , qui présente une limite élastique en compression de l'ordre de 3 MPa à 23°C. Ce matériau présente un coefficient de dilatation thermique dans l'épaisseur du panneau 1 de l'ordre de $60 \cdot 10^{-6} \text{ m/mK}$ comme la mousse 3. Un des avantages d'utiliser de la mousse polyuréthane est la conductivité thermique de ce matériau, 25 de l'ordre de 0.030 à 0.035 W/mK à 20°C.

Une limite élastique en compression supérieure à 1,5 MPa à 23°C serait satisfaisante en tenant compte de deux faits :

- La limite élastique en compression de la mousse polymère avant endommagement augmente lorsque la température diminue (environ d'un 30 facteur 2 entre 23°C et -170°C).
- Le fluage de la mousse a lieu au cours du temps et peut résulter à la fois de la mise en tension des organes de retenue à température ambiante et des efforts subis pendant toute la durée d'utilisation du navire à froid (entre -100

et -170°C pour le primaire). De ce fait, la résistance à température ambiante et la résistance à froid sont toutes les deux pertinentes lorsqu'il s'agit de sélectionner le matériau isolant.

En variante, le pilier d'angle 5, 105, 405, 505 ou 605 peut être réalisé en
5 résine polymère ou en matériau composite sous la forme d'un tube creux, dont les extrémités supérieure et inférieure sont ouvertes ou fermées. La présence d'une surface de fermeture sur l'extrémité présente l'avantage de mieux répartir la charge de compression reçue par le bloc isolant 10 en service. A titre d'exemple, on peut utiliser du polyetherimide (PEI) dont le coefficient de contraction thermique est de 45
10 10^{-6} m/mK avec une contrainte à la limite élastique en compression à 23°C de l'ordre de 110 MPa, du polyéthylènetéréphtalate (PET) dont le coefficient de contraction thermique est de 65 10^{-6} m/mK avec une contrainte à la limite élastique en compression à 23°C de l'ordre de 80 MPa ou du polypropylène (PP) ou du polyéthylène (PE) faiblement chargés en fibres pour réduire le coefficient de
15 contraction thermique dans la gamme 45 à 75. 10^{-6} m/mK avec une contrainte à la limite élastique en compression bien supérieure à celle de la mousse haute densité.

Comme visible sur la figure 4, le bloc isolant 10 est muni d'un panneau de couvercle 13 recouvrant la surface supérieure 4 du pavé de mousse 1 et d'un
20 panneau de fond 14 recouvrant la surface opposée, par exemple en bois contreplaqué. Dans des modes de réalisation, il est aussi possible de supprimer le panneau de couvercle 13 et/ou le panneau de fond 14.

Le panneau de fond 14 est par exemple en bois contreplaqué de 9mm d'épaisseur. Un tel panneau permet une meilleure répartition des contraintes de compression et limite la détérioration locale de la mousse. Les contraintes de
25 compression appliquées à l'isolation sont dues à la pression statique et dynamique du GNL de la cuve. Le panneau de fond 14 peut être aussi fait dans matériau composite résistant à la flexion et au cisaillement. L'assemblage entre le panneau de fond 14 et le bloc isolant 10 est réalisé par collage.

Le panneau de couvercle 13 collé sur la partie supérieure du bloc isolant
30 10 peut être réalisé de la même manière et sert aussi, le cas échéant, à répartir les contraintes de compression.

Ainsi, la découpe du bloc isolant 10 est optimisée de façon à limiter au maximum les cheminées thermiques présentes entre les blocs de mousse. De

préférence, les seuls jeux présents sont les jeux de montage et les passages des organes de fixation dans les coins.

La figure 5 représente une variante du bloc isolant 10. Les éléments analogues ou identiques à ceux de la figure 1 portent le même chiffre de référence 5 augmenté de 100. Dans cette variante, le panneau de couvercle 113 présente deux éléments supplémentaires :

- un lamage 15 en forme de quart de disque est présent au niveau de chaque coin pour accueillir sans former de surépaisseur une plaque d'un organe d'ancrage, qui sera décrit plus bas ;
- 10 - deux rainures parallèles 16 sont creusées dans le panneau de couvercle 113 pour accueillir des bandes métalliques destinées à souder une membrane d'étanchéité formée de virures à bords relevés en alliage à faible coefficient de dilatation, selon la technique connue.

La figure 6 représente une autre variante du bloc isolant 10. Les éléments 15 analogues ou identiques à ceux de la figure 1 portent le même chiffre de référence augmenté de 200. Le panneau de couvercle 213 porte une bande d'ancrage métallique 18 fixée sur sa surface supérieure dans un lamage sans former de surépaisseur. Cette bande d'ancrage 18 permet de souder le bord d'une plaque de tôle fine ondulée pour former une membrane d'étanchéité selon une autre 20 technique. Dans cette variante, le panneau de couvercle 213 peut aussi présenter les lamages 15. Les piliers d'angle 205 peuvent être similaires aux piliers 5 ou 105.

En référence à la figure 7, on décrit maintenant un exemple de réalisation d'une structure de paroi de cuve étanche et thermiquement isolante, représentée en perspective écorchée pour montrer la structure de cette paroi. Une telle structure 25 peut être mise en œuvre sur des surfaces étendues ayant diverses orientations, par exemple pour recouvrir des parois de fond, de plafond et de côté d'un réservoir. L'orientation de la figure 1 n'est donc pas limitative à cet égard.

La paroi de cuve est attachée à la paroi d'une structure porteuse 20. Par convention, on appellera « au-dessus » une position située plus près de l'intérieur 30 du réservoir et « en dessous » une position située plus près de la structure porteuse 1, quelle que soit l'orientation de la paroi de cuve par rapport au champ de gravité terrestre.

La paroi de cuve comporte une barrière isolante secondaire 21, une barrière étanche secondaire 22 retenue sur le dessus de la barrière isolante secondaire 21, une barrière isolante primaire 23 retenue sur la barrière étanche secondaire 22 et une barrière étanche primaire 24 retenue sur le dessus de la
5 barrière isolante primaire 23.

La barrière isolante secondaire 21 est constituée d'une pluralité de blocs isolants secondaires parallélépipédiques qui sont disposés côte à côte, de manière à recouvrir sensiblement la surface interne de la structure porteuse 20. Un bloc isolant secondaire a par exemple une longueur et une largeur, respectivement de 3
10 m et 1 m. Il a une forme de parallélépipède rectangle et il est constitué d'une mousse de polyuréthane comprise entre deux plaques de bois contreplaqué. Une des plaques débordé à la périphérie de la mousse et est destinée à venir en appui sur la paroi porteuse 20 avec interposition de boudins de résine permettant le rattrapage des défauts locaux de la paroi porteuse 20. L'autre plaque du bloc
15 d'isolation secondaire comporte, selon ses deux axes de symétrie, une bande de liaison métallique 26 qui est fixée par des vis, des rivets, des agrafes ou de la colle. Dans la zone de croisement des bandes 26, on a aménagé une plaque métallique continue 27, qui supporte, au centre du croisement des bandes, un goujon 28 (Figure 8) faisant saillie au-dessus de la barrière isolante secondaire 21. Un
20 interstice 30 est ménagé à chaque fois entre deux blocs secondaires adjacents.

En partant du bloc isolant secondaire non recouvert représenté en haut et à gauche de la figure 7 et en allant dans une direction oblique vers la droite et vers le bas, la perspective montre un bloc isolant secondaire qui est partiellement recouvert d'une tôle 31 constituant une partie de la barrière d'étanchéité secondaire
25 22 de la paroi de cuve. Cette tôle métallique 31 a une forme sensiblement rectangulaire et elle comporte, selon chacun des deux axes de symétrie de ce rectangle, un pli 32a, respectivement 32b. Les plis 32a et 32b forment des reliefs disposés en direction de la paroi porteuse 20 et ils sont logés dans les interstices 30 de la barrière isolante secondaire. Les tôles métalliques 31 sont réalisées en
30 invar®, dont le coefficient de dilatation thermique est typiquement entre $1,5 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Elles ont une épaisseur comprise entre environ 0,7 mm et environ 0,4 mm. Deux tôles 31 adjacentes sont soudées entre elles à recouvrement, comme il sera décrit sur la figure 8. Le maintien des tôles 31 sur les blocs isolants

secondaires est réalisé avec les bandes 26 sur lesquelles on soude au moins deux bords de chaque tôle 31.

A partir des tôles métalliques 31 de la barrière d'étanchéité secondaire 22 et en se dirigeant en oblique vers la droite et vers le bas, on voit que l'on a représenté une zone où la barrière d'étanchéité secondaire 22 est recouverte d'un bloc d'isolation primaire 23 de la paroi de cuve. Le bloc d'isolation 23 est de préférence réalisé conformément au bloc isolant 10 décrit précédemment. La fixation de ces blocs isolants 23 s'effectue grâce aux goujons 8 comme représenté sur la figure 8.

10 Sur la face supérieure du bloc isolant 23, se trouvent deux bandes de liaison 18 ; ces bandes de liaison sont métalliques et disposées dans des embrèvements ménagés dans le bloc isolant 23 pour éviter toute surépaisseur sur ce bloc isolant. Les deux bandes 18 sont disposées parallèlement aux bordures du bloc 23 et elles sont fixées dans leurs embrèvements comme il a été antérieurement
15 décrit.

A la différence du bloc isolant 10 décrit précédemment, le bloc isolant 23 est coupé sur sa surface supérieure par un réseau carré de fentes de relaxation 35 qui s'étendent sur une partie de l'épaisseur du bloc isolant 23 pour limiter les contraintes de contraction thermique. Toutefois, de telles fentes de relaxation ne
20 sont pas toujours nécessaires, en fonction des propriétés de la matière utilisée pour réaliser les blocs isolants et des sollicitations thermiques qui leur sont appliquées.

Enfin, la figure 7 montre, quand on se déplace à partir d'un bloc 23 en oblique vers le bas et vers la droite, la mise en place d'une tôle métallique 24 constituant la barrière d'étanchéité primaire de la cuve. Cette tôle 24 peut être
25 réalisée en acier inoxydable d'une épaisseur de 1,2 mm environ ; elle comporte des plis disposés selon des axes parallèles à ses bords. Ces plis peuvent être en relief du côté de la paroi porteuse 20, mais ils peuvent être aussi en relief vers l'intérieur de la cuve ; ces plis ont été désignés par 29. Sur les figures 7 et 8, les plis 29 sont saillants vers l'intérieur de la cuve.

30 La figure 8 montre la mise en place des blocs isolants primaires 23 de manière que les coins de quatre blocs 23 se rejoignent à chaque fois autour d'un goujon 28 soudé à sa base sur la plaque 27 et fileté à son extrémité supérieure pour coopérer avec un boulon de serrage 39. Ce boulon de serrage 39 est disposé, avec

l'interposition éventuelle de rondelles 37, au fond d'une coupelle 38, dont la bordure périphérique repose dans les lamages 15 pratiqués sur les quatre blocs d'isolation primaires 23. Le goujon 28, la coupelle 38 et l'écrou 39 constituent ainsi un organe d'ancrage qui exerce un appui sur les piliers d'angle 5 des blocs isolants primaires 23 en direction de la paroi porteuse 20.

La technique décrite ci-dessus pour réaliser une paroi de cuve 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. Les figures 7 et 8 illustrent une manière particulière de réaliser l'élément secondaire de la paroi de cuve. L'homme du métier appréciera que d'autres structures sont aussi utilisables pour réaliser la barrière isolante secondaire et la barrière étanche secondaire.

Dans le mode de réalisation des figures 7 et 8, les goujons 28 sont attachés sur la barrière isolante secondaire. Dans une variante de réalisation, des organes d'ancrage attachés directement sur la paroi porteuse s'étendent à travers tout l'élément secondaire et jusqu'au sommet des blocs isolants primaires et servent à retenir les blocs isolants primaires de manière similaire aux goujons 28.

En référence à la figure 13, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

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

La figure 13 représente un exemple de terminal maritime comportant un poste de chargement et de déchargement 75, une conduite sous-marine 76 et une installation à terre 77. Le poste de chargement et de déchargement 75 est une installation fixe off-shore comportant un bras mobile 74 et une tour 78 qui supporte

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

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

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

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

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

REVENDEICATIONS

1. Bloc isolant (10, 23) présentant une forme globale prismatique aplatie pour la fabrication d'une paroi de cuve étanche et isolante, le bloc isolant étant destiné à être disposé selon un motif répété pour former une barrière isolante
5 de la paroi de cuve, le bloc isolant comportant :
un pavé (1) en mousse polymère de densité supérieure à 100kg/m^3 présentant une surface supérieure (4) polygonale, une surface inférieure identiquement polygonale parallèle à la surface supérieure et espacée de la surface supérieure selon une direction d'épaisseur du bloc isolant et une pluralité de surfaces latérales (3)
10 s'étendant entre la surface supérieure et la surface inférieure perpendiculairement aux surfaces supérieure et inférieure,
le pavé en mousse polymère présentant des entailles s'étendant selon la direction d'épaisseur du bloc isolant au niveau d'une pluralité d'angles des surfaces supérieure et inférieure de manière à former une pluralité de surfaces d'angle (2) qui
15 s'étendent à chaque fois entre deux surfaces latérales (3) adjacentes du pavé,
et une pluralité de piliers d'angle (5, 105, 205, 405, 505, 605) fixés au pavé en mousse polymère dans les entailles et s'étendant sur toute l'épaisseur du bloc isolant entre les surfaces supérieure et inférieure,
dans lequel les piliers d'angle (5, 105, 205) sont réalisés dans un matériau qui
20 présente un coefficient de dilatation thermique compris entre 75% et 125% du coefficient de dilatation thermique de la mousse polymère constituant le pavé et qui présente une limite élastique en compression supérieure à 1,5 MPa, de préférence supérieure à 3 MPa, à une température de 23°C ,
le pilier d'angle présentant à chaque fois une surface latérale intérieure (6, 106, 406,
25 506, 606) recouvrant complètement une surface d'angle (2) du pavé en mousse polymère, la surface latérale intérieure du pilier d'angle étant collée à la surface d'angle.
2. Bloc isolant selon la revendication 1, dans lequel la mousse polymère constituant le pavé (1) est une mousse polyuréthane à cellules fermées de
30 densité supérieure ou égale à 130kg/m^3 .
3. Bloc isolant selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel le matériau des piliers d'angle (5, 105, 205) est une mousse polymère de densité supérieure ou égale à 170 kg/m^3 .

4. Bloc isolant selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel le matériau des piliers d'angle (5, 105, 205) comporte une résine polymère.

5. Bloc isolant selon l'une des revendications 1 à 4, comportant en outre un panneau de couvercle (13) en contreplaqué fixé sur la surface supérieure du pavé en mousse polymère, le panneau de couvercle recouvrant dans les angles une surface supérieure des piliers d'angle, le panneau de couvercle présentant un contour aligné avec les surfaces latérales du pavé en mousse polymère et avec la surface extérieure latérale des piliers d'angle fixés au pavé.

6. Bloc isolant selon la revendication 5, dans lequel le panneau de couvercle présente une pluralité de lamages (15) disposés au-dessus de chacun des piliers d'angle.

7. Bloc isolant selon l'une des revendications 1 à 6, comportant en outre un panneau de fond (14) en contreplaqué fixé sous la surface inférieure du pavé en mousse polymère, le panneau de fond recouvrant dans les angles une surface inférieure des piliers d'angle, le panneau de fond présentant un contour aligné avec les surfaces latérales du pavé en mousse polymère et avec la surface extérieure latérale des piliers d'angle fixés au pavé.

8. Bloc isolant selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel un pilier d'angle (5, 105, 205) présente à chaque fois une forme de section constante dans un plan perpendiculaire à la direction d'épaisseur, la forme de section comportant un bord extérieur situé en retrait par rapport au point géométrique d'intersection des deux surfaces latérales du pavé qui sont adjacentes à la surface d'angle sur laquelle le pilier est fixé.

9. Bloc isolant selon la revendication 8, dans lequel la surface d'angle (2) du pavé est plane et dans lequel la forme de section du pilier (5) est un trapèze comportant une grande base qui correspond à la surface latérale intérieure (6) du pilier, une petite base qui correspond au bord extérieur situé en retrait par rapport au point géométrique d'intersection des deux surfaces latérales du pavé, et deux côtés inclinés situés respectivement dans l'alignement des deux surfaces latérales du pavé qui sont adjacentes à la surface d'angle sur laquelle le pilier est fixé.

10. Bloc isolant selon la revendication 8, dans lequel la surface d'angle du pavé est arrondie, la forme de section du pilier (105) étant un secteur

angulaire d'un disque dont la pointe est coupée selon une ligne droite qui correspond au bord extérieur situé en retrait par rapport au point géométrique d'intersection des deux surfaces latérales (3) du pavé, les deux cotés radiaux délimitant le secteur angulaire étant situés respectivement dans l'alignement des deux surfaces latérales du pavé qui sont adjacentes à la surface d'angle sur laquelle le pilier est fixé.

11. Bloc isolant selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel la surface inférieure et la surface supérieure (4) du pavé en mousse polymère sont globalement rectangulaires, le bloc isolant présentant une forme globale de parallélépipède rectangle.

12. Bloc isolant selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel la surface latérale intérieure (406, 506, 606) comprend un élément d'accroche (420, 520, 620) faisant saillie transversalement depuis le pilier d'angle (405, 505, 605) vers le pavé en mousse polymère, l'élément d'accroche comprenant une section dans un plan parallèle à l'épaisseur du bloc isolant de petite superficie par rapport à une superficie totale de la surface latérale intérieure.

13. Bloc isolant selon la revendication 12, dans lequel de l'élément d'accroche (620) s'étend selon toute la longueur du pilier d'angle et fait saillie sur une petite portion de la périphérie du pilier d'angle.

14. Bloc isolant selon la revendication 12, dans lequel de l'élément d'accroche s'étend sur une petite portion de la longueur du pilier d'angle.

15. Bloc isolant selon l'une des revendications 12 à 14, dans lequel la surface latérale intérieure comprend une pluralité d'éléments d'accroche (420, 520, 620) juxtaposés.

16. Bloc isolant selon la revendication 15, dans lequel deux éléments d'accroche (420, 520) successifs de la pluralité sont espacés (422, 522) sur la surface latérale intérieure.

17. Cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans une structure porteuse pour contenir un fluide froid, dans laquelle la paroi de la cuve comporte successivement selon un direction d'épaisseur une membrane étanche primaire (24) destinée à être en contact avec le fluide, une barrière isolante primaire (23), une membrane étanche secondaire (22)

et une barrière isolante secondaire (21) disposée entre la membrane étanche secondaire et la structure porteuse,
dans laquelle la barrière isolante primaire comporte un ensemble de blocs isolants (23) selon l'une des revendications 1 à 16 juxtaposés pour former une surface de support plane pour la membrane étanche primaire, la surface supérieure des blocs isolants étant tournée vers l'intérieur de la cuve,
5 la paroi de la cuve comportant en outre des organes d'ancrage (28, 37, 38, 39) pour retenir les blocs isolants (23) sur la membrane étanche secondaire, un organe d'ancrage comportant à chaque fois un élément d'appui (38) en prise sur la surface supérieure (4) du bloc isolant au droit d'un pilier d'angle (5, 105, 205) et un élément
10 de liaison (28) disposé entre les blocs isolants juxtaposés, attaché à l'élément d'appui et s'étendant depuis l'élément d'appui dans la direction d'épaisseur des blocs isolants (23) en direction de la structure porteuse (20), l'élément de liaison étant attaché à la barrière isolante secondaire (21, 20) ou à la structure porteuse
15 pour plaquer les blocs isolants (23) sur la membrane étanche secondaire (22).

18. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon la revendication 17 disposée dans la double coque.

19. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 18, dans lequel on achemine un produit liquide froid 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).

20. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 18, 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 flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

1/6

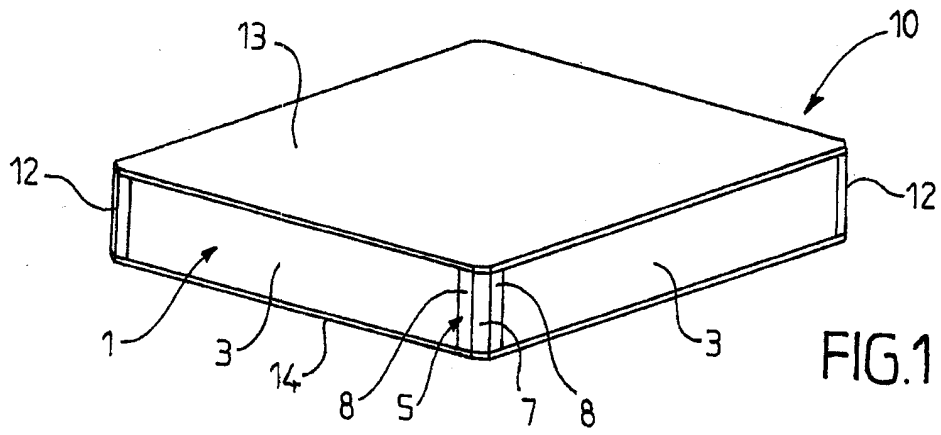


FIG. 1

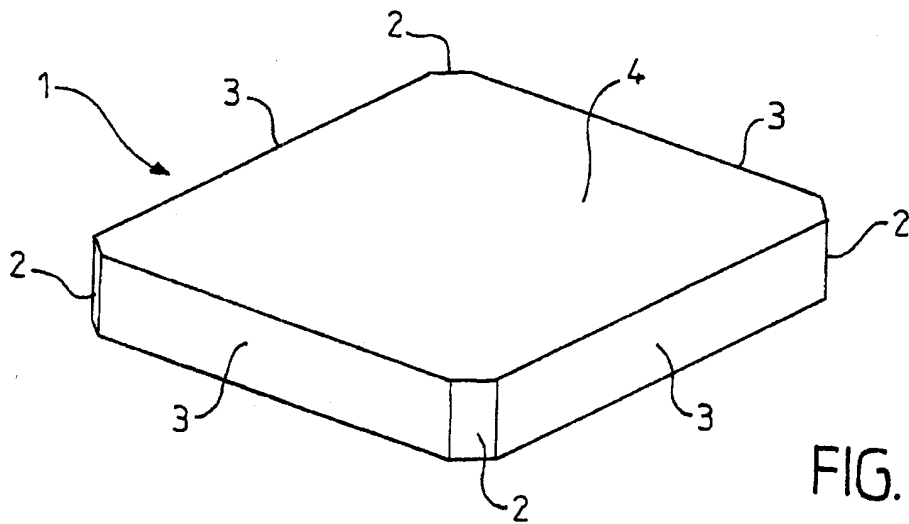


FIG. 2

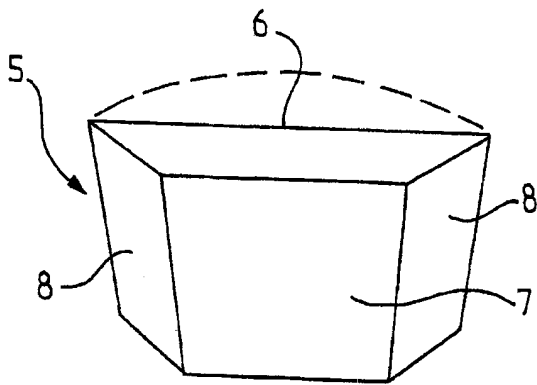


FIG. 3

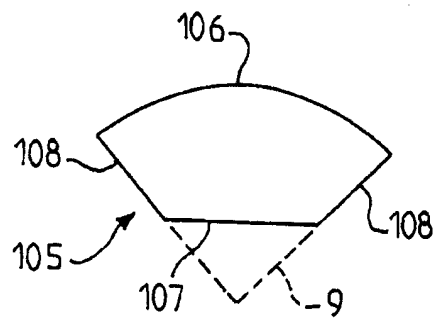


FIG. 4

2/6

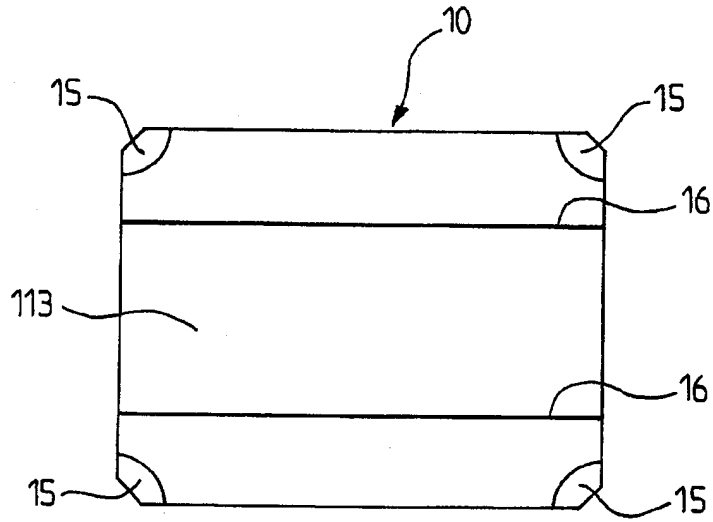


FIG. 5

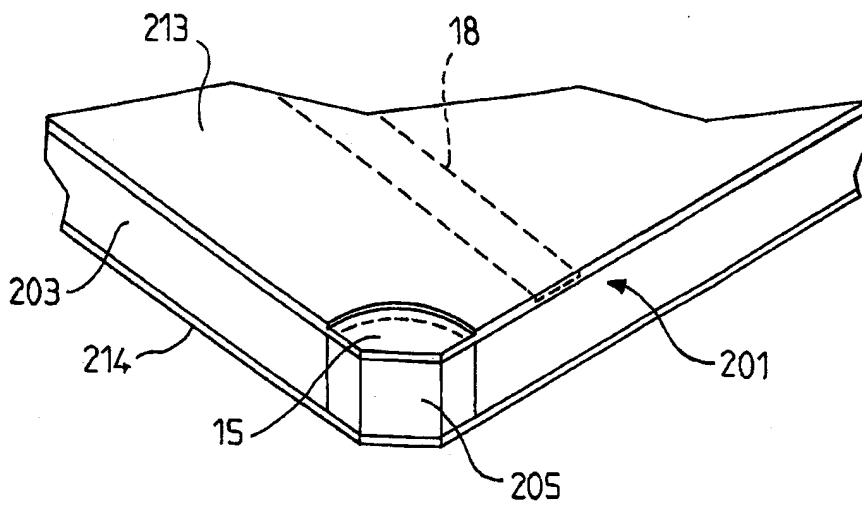


FIG. 6

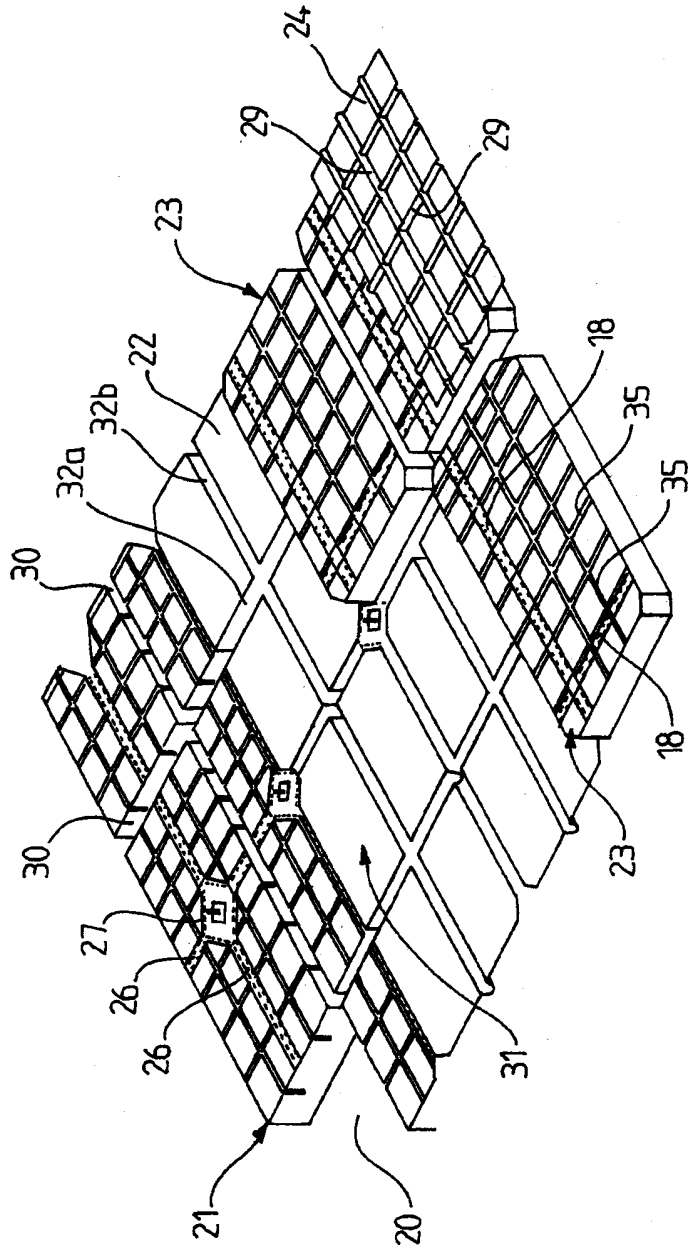


FIG.7

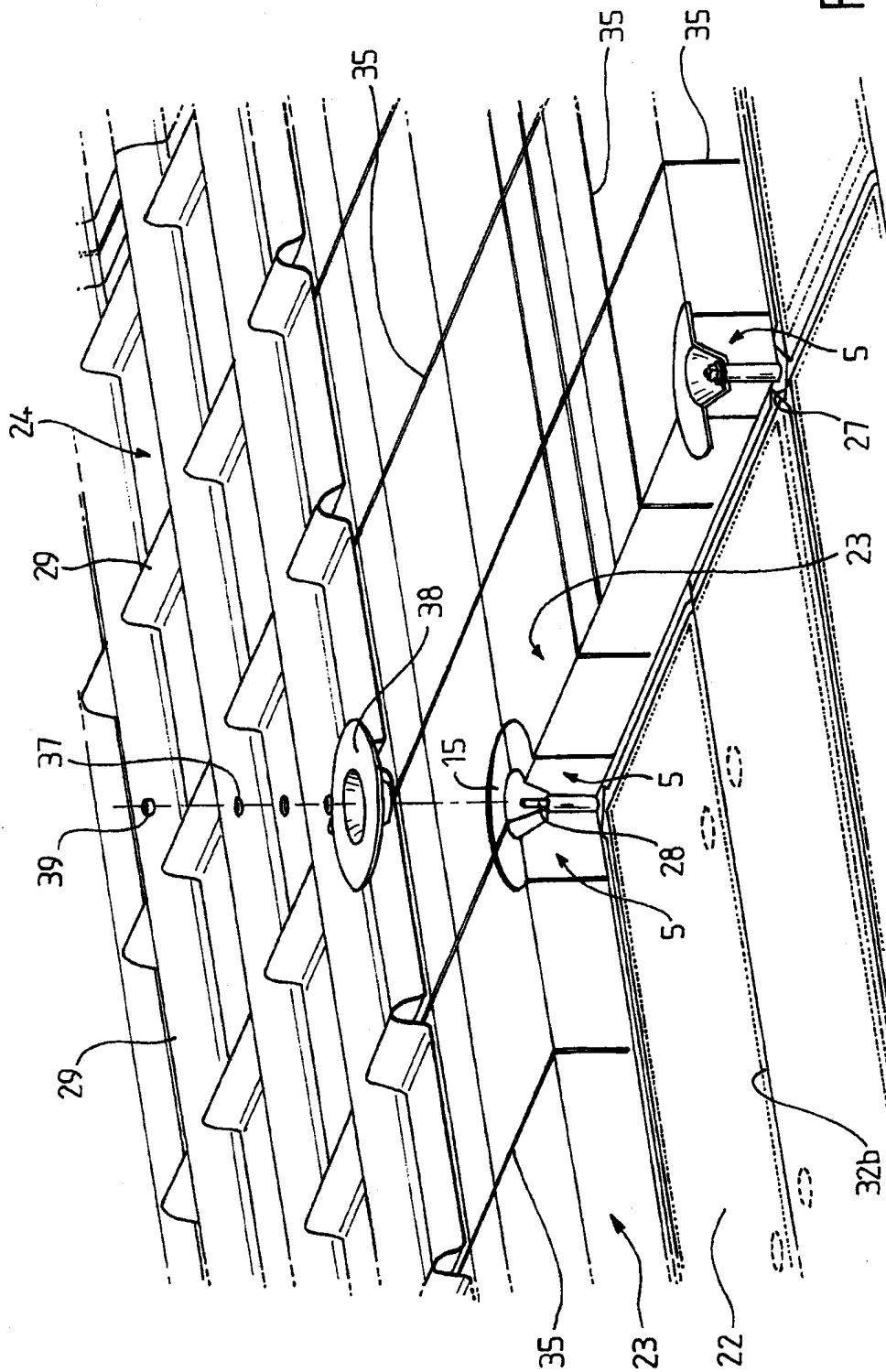


FIG. 8

5/6

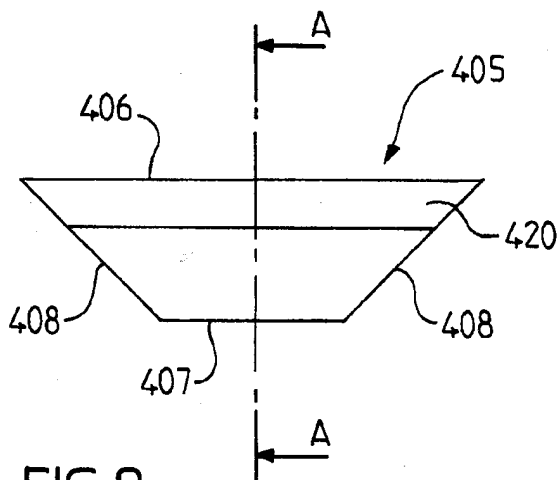


FIG. 9

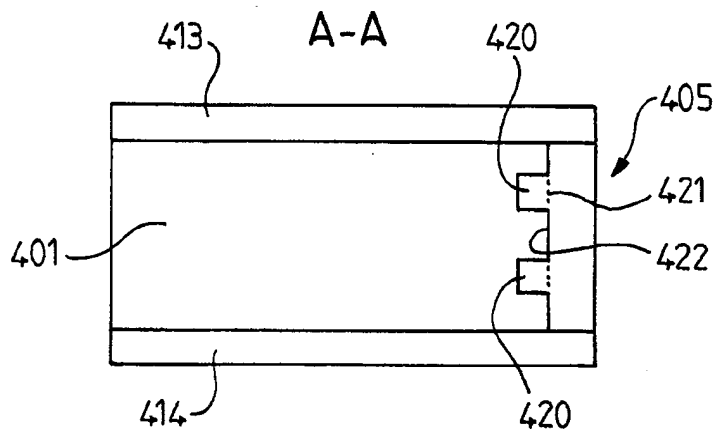


FIG. 10

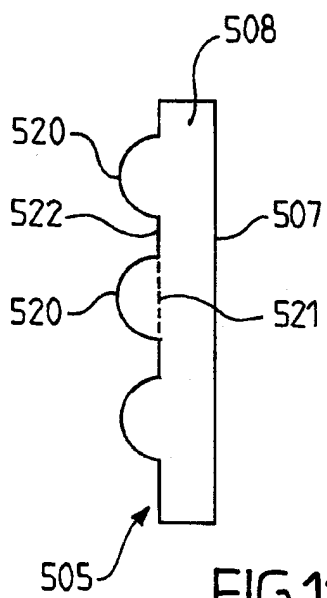


FIG. 11

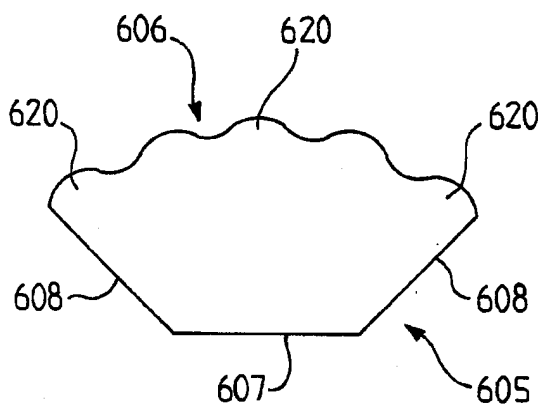


FIG. 12

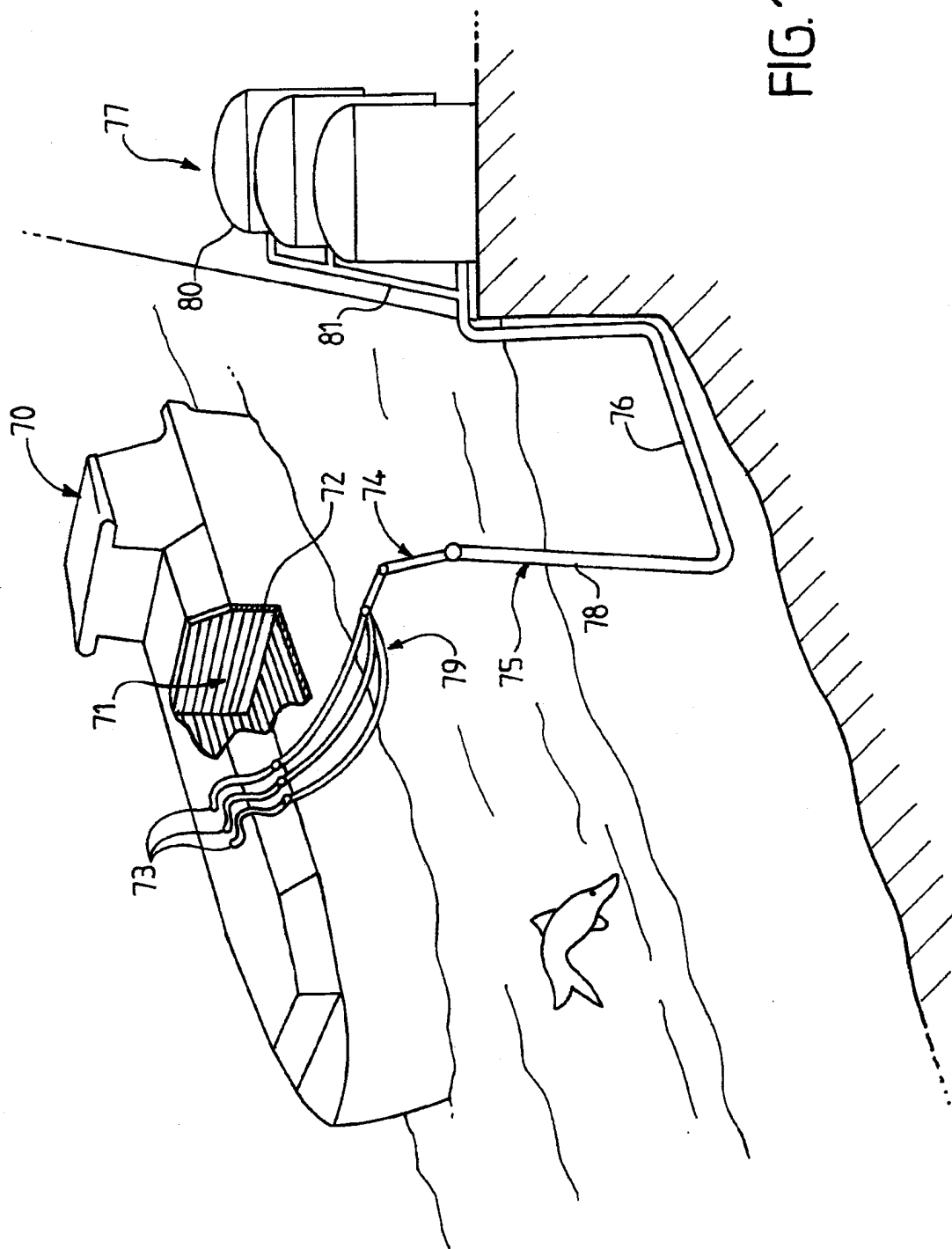


FIG. 13



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 778916
FR 1353299

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X A	FR 2 978 748 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 8 février 2013 (2013-02-08) * pages 2,6-10; figures 2-4 *	1,2,5-9, 11,17-20 3,4,10, 12-16	F17C3/04 B65D90/02 B63B25/16
A	----- KR 2010 0037181 A (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE [KR]) 9 avril 2010 (2010-04-09) * le document en entier * -----	1-20	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F17C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 janvier 2014		Nicol, Boris	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1353299 FA 778916**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **16-01-2014**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2978748	A1	08-02-2013	FR 2978748 A1	08-02-2013
			WO 2013017781 A1	07-02-2013

KR 20100037181	A	09-04-2010	AUCUN	
