

(19)



(11)

EP 3 004 719 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.03.2020 Bulletin 2020/11

(51) Int Cl.:
F17C 3/02 (2006.01) **B63B 25/16** (2006.01)
B63B 9/06 (2006.01) **B63B 3/68** (2006.01)
F17C 3/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14734867.6**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2014/051295

(22) Date de dépôt: **02.06.2014**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2014/195614 (11.12.2014 Gazette 2014/50)

(54) **PROCEDE DE FABRICATION D'UNE CAISSE AUTOPORTEUSE POUR L'ISOLATION
THERMIQUE D'UNE CUVE DE STOCKAGE D'UN FLUIDE ET CAISSE AUTOPORTEUSE AINSI
REALISEE**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES FREISTEHENDEN KÖRPERS ZUR
WÄRMEISOLIERUNG EINES BEHÄLTERS ZUR LAGERUNG EINER FLÜSSIGKEIT UND SO
HERGESTELLTER FREISTEHENDER KÖRPER

METHOD FOR MANUFACTURING A FREESTANDING BODY FOR THERMAL INSULATION OF A
VESSEL FOR STORING A FLUID AND FREESTANDING BODY PRODUCED THEREBY

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **07.06.2013 FR 1355268**

(43) Date de publication de la demande:
13.04.2016 Bulletin 2016/15

(73) Titulaire: **GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

(72) Inventeurs:
• **DELETRE, Bruno
78000 Versailles (FR)**
• **PERROT, Olivier
91150 Etampes (FR)**

- **DELANOE, Sébastien
78470 Saint Remy Les Chevreuse (FR)**
- **OUVRARD, Florent
78180 Montigny le Bretonneux (FR)**
- **CAPITAINE, Benoît
78140 Velizy Villacoublay (FR)**
- **WALKER, Nicolas
75011 Paris (FR)**
- **CANLER, Gery
78720 La Celle Les Bordes (FR)**

(74) Mandataire: **Loyer & Abello
9, rue Anatole de la Forge
75017 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
DE-A1-102006 056 821 FR-A1- 2 780 767
FR-A1- 2 877 639 US-A- 3 331 174

EP 3 004 719 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes, pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique.

[0002] Des cuves étanches et thermiquement isolées à membranes sont notamment employées pour le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL), qui est stocké, à pression atmosphérique, à environ -162°C. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz naturel liquéfié ou à recevoir du gaz naturel liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

[0003] Le document FR 2 877 639 décrit une cuve étanche et thermiquement isolante comprenant une paroi de cuve, fixée à la structure porteuse d'un ouvrage flottant et présentant successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'intérieur vers l'extérieur de la cuve, une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié, une barrière isolante primaire, une barrière étanche secondaire et une barrière isolante secondaire, ancrée à la structure porteuse.

[0004] Les barrières isolantes sont constituées d'une pluralité de caisses calorifuges parallélépipédiques juxtaposées. Les caisses parallélépipédiques comportent un panneau de fond en contreplaqué, un panneau de couvercle en contreplaqué et une pluralité de voiles porteurs interposés entre le panneau de fond et le panneau de couvercle. Les voiles porteurs sont ondulés de sorte à assurer une bonne résistance aux efforts de compression, dans la direction perpendiculaire aux panneaux de fond et de couvercle, et résister ainsi à la pression hydrostatique exercée par le liquide contenu dans la cuve. Les caisses sont, en outre, remplies de garnitures calorifuges s'étendant dans les compartiments ménagés entre les voiles porteurs.

[0005] Ce document prévoit d'usiner des rainures dans la face intérieure des panneaux de fond et de couvercle afin d'assembler les voiles porteurs aux panneaux de fond et de couvercle par emboîtement. Toutefois, un tel assemblage nécessite des opérations d'usinage supplémentaires.

[0006] Il est par ailleurs connu d'assembler les voiles porteurs aux panneaux de fond et de couvercle par des agrafes. Toutefois, de telles agrafes sont peu appropriées lorsque les voiles porteurs sont en matériau composite. En effet, la fixation des voiles en matériau composite aux panneaux de fond et de couvercle par des agrafes tend à fragiliser les voiles.

Résumé

[0007] Une idée à la base de l'invention est de proposer un procédé de fabrication d'une caisse autoporteuse pour l'isolation thermique d'une cuve de stockage d'un fluide dans lequel la fixation des voiles porteurs au panneau de fond et/ou au panneau de couvercle est réalisée de manière simple et fiable.

[0008] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit un procédé de fabrication d'une caisse autoporteuse destinée à l'isolation thermique d'une cuve selon la revendication 1 ou la revendication 8.

[0009] Ainsi, les voiles porteurs peuvent être assemblés au panneau de fond et/ou au panneau de couvercle de manière simple et fiable puisque les organes de fixation ne dégradent pas l'intégrité structurelle des voiles porteurs de telle sorte que ces derniers ne sont pas fragilisés par leur fixation sur le panneau de fond et/ou sur le panneau de couvercle.

[0010] Selon des modes de réalisation, un procédé peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la face intérieure du panneau de fond et/ou du panneau de couvercle est intégralement revêtue de film thermoplastique.
- le procédé comporte une étape de disposition de masques de protection amovibles sur la face intérieure du panneau de fond et/ou de couvercle entre les zones d'interface, préalablement à l'opération de soudage. Ainsi, l'on assure une protection des films en dehors des zones de fixation aux voiles porteurs.
- la face extérieure du panneau de fond et/ou du panneau de couvercle est également revêtue de film thermoplastique. Ainsi, la flexion thermique des panneaux est équilibrée lors de la mise à froid de la cuve.
- la face intérieure du panneau de fond et/ou du panneau de couvercle est partiellement revêtue de film thermoplastique, une pluralité de bandes de film thermoplastique étant chacune disposées dans une zone d'interface avec un voile porteur.
- le panneau de fond et/ou le panneau de couvercle comporte un corps en bois contreplaqué, le film thermoplastique étant collé sur le corps en bois contreplaqué.
- le film thermoplastique est un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres. Un tel film thermoplastique permet d'augmenter la rigidité en flexion et la tenue au poinçonnement du panneau de fond et/ou de couvercle.
- le panneau de fond et/ou le panneau de couvercle comporte un corps réalisé dans un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres et formant un élément thermoplastique pour la fixation des voiles porteurs.
- le panneau de fond et/ou le panneau de couvercle comporte un corps en bois imprégné d'une matrice thermoplastique pour la fixation des voiles porteurs.

- les éléments thermoplastiques pour la fixation des voiles porteurs comportent une matrice thermoplastique identique à la matrice thermoplastique des voiles porteurs. Ainsi, les opérations de soudage sont facilitées.
- le soudage thermoplastique est réalisé par une méthode choisie parmi le soudage par rayonnement infrarouge, le soudage par ultrason, le chauffage par induction, le soudage par friction, le soudage par apport de matière en fusion, le soudage par jet d'air chaud et le flammage.
- Le procédé de fabrication prévoit que :

- les voiles porteurs présentent une extrémité supérieure, destinée à supporter un panneau de couvercle, pourvue d'une bande de fixation destinée à l'ancrage d'un support de soudure pour le soudage de virures métalliques d'une membrane étanche destinées à venir reposer contre la caisse autoporteuse, ladite bande de fixation comportant une bordure longitudinale repliée destinée à coopérer avec une bordure longitudinale repliée du support de soudure;
- le panneau de couvercle présente des rainures parallèles s'étendant sur toute l'épaisseur du panneau de couvercle ;
- l'on dispose les voiles porteurs entre le panneau de fond et le panneau de couvercle de telle sorte que les bandes de fixation s'étendent chacune à l'intérieur d'une rainure du panneau de couvercle.

- les bandes de fixation sont prises dans la masse des voiles porteurs, lors de leur formage.
- un voile porteur comporte un corps principal présentant une extrémité supérieure pourvue d'un logement et un insert comportant de la matière thermoplastique surmoulée sur une bande de fixation, ledit insert étant positionné dans le logement de l'extrémité supérieure du corps principal du voile porteur et fixé audit corps principal par une opération de soudage thermoplastique.

[0011] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit également une caisse autoporteuse destinée à l'isolation thermique d'une cuve, à membrane étanche, de stockage d'un fluide selon la revendication 14 ou 15.

[0012] Selon des modes de réalisation, une telle caisse peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les voiles porteurs présentent des semelles de répartition des charges s'étendant le long de deux bords desdits voiles porteurs disposés respectivement en vis-à-vis du panneau de fond et du panneau de couvercle.
- fournir une pluralité de voiles porteurs réalisés dans un matériau composite comportant une matrice ther-

moplastique renforcée par des fibres ; lesdits voiles porteurs présentant une extrémité supérieure, destinée à supporter un panneau de couvercle, pourvue d'une bande de fixation destinée à l'ancrage d'un support de soudure pour le soudage de virures métalliques d'une membrane étanche destinées à venir reposer contre la caisse autoporteuse, ladite bande de fixation comportant une bordure longitudinale repliée destinée à coopérer avec une bordure longitudinale repliée du support de soudure;

- fournir un panneau de fond et un panneau de couvercle, le panneau de couvercle présentant des rainures parallèles s'étendant sur toute l'épaisseur du panneau de couvercle ;
- interposer les voiles porteurs entre le panneau de fond et le panneau de couvercle, de telle sorte que le panneau de fond et le panneau de couvercle soient espacés dans une direction d'épaisseur de la caisse et que les voiles porteurs s'élèvent dans la direction d'épaisseur de telle sorte que les bandes de fixation s'étendent chacune à l'intérieur d'une rainure du panneau de couvercle;
- garnir une pluralité de compartiments ménagés entre les voiles porteurs avec une garniture calorifuge ;
- fixer les voiles porteurs au panneau de fond et au panneau de couvercle.

[0013] Selon des modes de réalisation, un procédé de fabrication d'une caisse autoporteuse peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les voiles porteurs sont réalisés par formage d'un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres et les bandes de fixation sont prises dans la masse des voiles porteurs, lors de leur formage.
- une étape de fabrication d'un voile porteur comporte :

- la disposition, dans un moule, d'un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres;
- l'insertion de bandes de fixations, destinée à l'ancrage d'un support de soudure pour le soudage de virures métalliques d'une membrane étanche, à l'intérieur du moule ;
- le formage du matériau composite au cours duquel les bandes de fixation sont prises dans la masse dudit voile porteur.

- le formage du matériau composite est réalisé par thermoformage ou thermocompression.

[0014] Selon d'autres modes de réalisation, un procédé de fabrication d'une caisse autoporteuse peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- un voile porteur comporte un corps principal présen-

tant une extrémité supérieure pourvue d'un logement et un insert comportant de la matière thermoplastique surmoulée sur une bande de fixation, ledit insert étant positionné dans le logement de l'extrémité supérieure du corps principal du voile porteur et fixé audit corps principal par une opération de soudage thermoplastique.

- une étape de fabrication d'un voile porteur comporte :

- le formage d'un corps principal de voile porteur comportant une extrémité supérieure pourvue d'un logement ;
- le formage d'un insert par surmoulage de matière thermoplastique sur une bande de fixation ;
- le positionnement dudit insert dans le logement du corps principal de voile porteur et la fixation dudit insert sur le corps principal par une opération de soudage thermoplastique.

[0015] L'invention concerne également une caisse autoporteuse présentant de tels voiles porteurs présentant une extrémité supérieure, destinée à supporter un panneau de couvercle, pourvue d'une bande de fixation destinée à l'ancrage d'un support de soudure pour le soudage de virures métalliques d'une membrane étanche.

[0016] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi une cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide comportant une barrière d'isolation thermique comprenant une pluralité de caisses susmentionnées, juxtaposées, et une membrane d'étanchéité reposant contre la barrière d'isolation thermique.

[0017] Une telle cuve peut faire partie d'une installation de stockage terrestre, par exemple pour stocker du GNL ou être installée dans une structure flottante, côtière ou en eau profonde, notamment un navire méthanier, une unité flottante de stockage et de regazéification (FSRU), une unité flottante de production et de stockage déporté (FPSO) et autres.

[0018] Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un fluide comporte une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque.

[0019] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un fluide à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

[0020] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un fluide, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Brève description des figures

[0021] 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.

- **La figure 1** est une vue en perspective, écorchée, d'une paroi de cuve selon un mode de réalisation.
- **La figure 2** est une vue de dessus, écorchée d'une caisse isolante de la paroi de cuve de la figure 1.
- **La figure 3** est une vue latérale d'un voile porteur.
- **La figure 4** est une vue en coupe selon le plan IV-IV de la figure 3.
- **Les figures 5 et 6** illustrent les étapes de fabrication d'un voile porteur selon un mode de réalisation.
- **La figure 7** est une vue schématique en coupe d'une caisse autoporteuse selon un premier mode de réalisation.
- **Les figures 5 et 6** illustrent les étapes de fabrication d'un voile porteur selon un mode de réalisation.
- **La figure 7** est une vue schématique en coupe d'une caisse autoporteuse selon un premier mode de réalisation.
- **La figure 8** est une vue schématique en coupe d'une caisse autoporteuse selon un second mode de réalisation.
- **La figure 9** est une vue schématique en coupe d'une caisse autoporteuse selon un troisième mode de réalisation.
- **La figure 10** est une vue détaillée de l'assemblage entre un voile porteur et panneau de fond selon un quatrième mode de réalisation ne représentant pas l'invention.
- **La figure 11** est une vue en coupe d'un panneau de couvercle et d'un voile porteur, selon un mode de réalisation, équipé d'une bande de fixation coopérant avec un support de soudure pour le soudage de virures métalliques d'une membrane étanche.
- **La figure 12** est une vue en perspective illustrant le voile porteur et la bande de fixation selon le mode de réalisation de la figure 12.
- **La figure 13** est une vue en coupe d'un panneau de

couvercle et d'un voile porteur, selon un autre mode de réalisation, équipé d'une bande de fixation destinée à coopérer avec un support de soudure pour le soudage de virures métalliques d'une membrane étanche.

- **La figure 14** est une vue en perspective illustrant le voile porteur et la bande de fixation selon le mode de réalisation de la figure 13.
- **La figure 15** est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description détaillée de modes de réalisation

[0022] 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.

[0023] La paroi de la cuve comporte, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une structure porteuse 1, une barrière thermiquement isolante secondaire 2 qui est formée de caisses 3 calorifuges juxtaposées sur la structure porteuse 1 et ancrées à celle-ci par des organes de retenue secondaire 4, une membrane d'étanchéité secondaire 5 portée par les caisses 3, une barrière thermiquement isolante primaire 6 formée de caisses 7 calorifuges juxtaposées et ancrées à la membrane d'étanchéité secondaire 5 par des organes de retenue primaire 8 et une membrane d'étanchéité primaire 9, portée par les caisses 7 et destinée à être en contact avec le fluide cryogénique contenu dans la cuve.

[0024] La structure porteuse 1 peut notamment être une tôle métallique autoporteuse ou, plus généralement, tout type de cloison rigide présentant des propriétés mécaniques appropriées. La structure porteuse peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La structure porteuse comporte une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve.

[0025] Les membranes d'étanchéité primaire 9 et secondaire 5 sont, par exemple, 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 caisses 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 $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

[0026] Les caisses 3 de la barrière thermiquement isolante secondaire 2 et les caisses 7 de la barrière thermiquement isolante primaire 6 peuvent indifféremment présenter des structures identiques ou différentes et des dimensions égales ou différentes.

[0027] En référence à la figure 2, nous décrivons la structure générale d'une caisse 3, 7 de la barrière thermiquement isolante secondaire 2 et/ou de la barrière thermiquement isolante primaire 6. La caisse 3, 7 présente sensiblement une forme de parallélépipède rectangle. La caisse 3, 7 comporte un panneau de fond 10 et un panneau de couvercle 11 parallèles. Les panneaux de fond 10 et de couvercle 11 sont, par exemple, réalisés en bois contreplaqué.

[0028] Une pluralité d'éléments d'espacement sont interposés entre le panneau de fond 10 et le panneau de couvercle 11, perpendiculairement à ceux-ci. La pluralité d'éléments d'espacement comporte, d'une part, deux parois latérales opposées 12, 13, et, d'autre part, une pluralité de voiles porteurs 14. Les voiles porteurs 14 sont disposés parallèlement les uns aux autres entre les deux parois latérales 12, 13, dans une direction perpendiculaire auxdites parois latérales 12, 13. Les voiles porteurs 14 s'élèvent dans la direction d'épaisseur de la caisse 3, 7.

[0029] Dans un mode de réalisation, le panneau de couvercle 11 présente, sur sa face interne, des rainures pour le logement des supports de soudure des virures métalliques de membrane d'étanchéité. Dans d'autres modes de réalisation, qui seront décrits par la suite en relation avec les figures 11 à 14, les supports de soudure 31 sont maintenus par des bandes de fixation 30 solidaires des voiles porteurs 14 des caisses 3, 7 et le panneau de couvercle 11 présente des rainures traversantes 32 permettant d'accrocher les supports de soudure 31 aux bandes de fixation 30.

[0030] Des compartiments 15 pour le logement d'une garniture calorifuge sont ménagés entre les voiles porteurs 14. La garniture calorifuge peut être réalisée par tout matériau présentant des propriétés d'isolation thermique appropriées. A titre d'exemple, la garniture calorifuge est choisie parmi les matériaux tels que la perlite, la laine de verre, la mousse de polyuréthane, la mousse de polyéthylène, la mousse de polychlorure de vinyle, les aérogels ou autres.

[0031] Les voiles porteurs 14 sont ondulés et oscillent de part et d'autre de leur direction générale longitudinale. Chaque ondulation s'étend donc selon un axe perpendiculaire aux panneaux de fond 10 et de couvercle 11. Dans le mode de réalisation représenté, les ondulations sont sensiblement sinusoïdales. Toutefois, d'autres formes d'ondulations sont également possibles. A titre d'exemple, les ondulations peuvent notamment présenter des formes de dents triangulaires ou de créneaux rectangulaires. Grâce à leur forme, de tels voiles porteurs ondulés 14 présentent une haute résistance au flambement sans qu'il soit nécessaire de leur donner beaucoup d'épaisseur. Notons que si des ondulations présentant une structure périodique permettent d'assurer une bonne uniformité de la résistance à la compression, il est également possible de prévoir des ondulations non-périodiques afin de répondre à certaines exigences mécaniques localisées.

[0032] Les figures 3 et 4 illustrent un voile porteur 14. Le long de ses bords s'étendant en vis-à-vis du panneau de fond 10 et du panneau de couvercle 11, le voile porteur 14 comporte des semelles 16a, 16b de répartition des charges. La semelle supérieure 16a présente une surface plane destinée à venir en vis-à-vis du panneau de couvercle 11 alors que la semelle inférieure 16b présente une surface plane qui est destinée à venir en vis-à-vis du panneau de fond 10. Les semelles 16a, 16b présentent une largeur qui est supérieure à l'épaisseur de la paroi du voile porteur 14 dans sa partie principale, s'étendant entre les deux semelles 16a, 16b. Ainsi, les semelles 16a, 16b de répartition des charges empêchent une concentration des contraintes sur une zone particulière en offrant une plus grande surface d'appui entre le voile porteur 14 et les panneaux de fond 10 et de couvercle 11. Les semelles 16a, 16b de répartition des charges peuvent présenter une forme parallélipédique, tel qu'illustré sur les figures 3 ou 4. Dans ce cas, la largeur des semelles 16a, 16b pourra être égale à l'amplitude des ondulations. Dans d'autres modes de réalisation, les semelles 16a, 16b de répartition des charges pourront elles-mêmes présenter des ondulations.

[0033] Les voiles porteurs 14 sont réalisés en matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres. Un procédé de fabrication des voiles porteurs 14 est décrit en relation avec les figures 5 et 6.

[0034] Dans une première phase, tel que représenté sur la figure 5, on fabrique un produit intermédiaire sous forme de plaques de matériau composite. Pour ce faire, on approvisionne une presse à double bande 17 en fibres de verre 18 et en résine thermoplastique 19, par exemple à base de polypropylène. La résine thermoplastique 19 peut être chargée sur la presse à double bande 17 sous forme de films extrudés ou sous forme de poudre. Les fibres de verre 18 sont fournies sous forme de bobines de fil de verre, coupées à la longueur désirée. La résine thermoplastique 19 et les fibres de verre 18 sont co-laminés dans la presse à double bande 17. A la sortie de la presse à double bande 17, un dispositif de découpe permet l'obtention d'une pluralité de plaques.

[0035] De telles plaques présentent une structure composite comportant une matrice thermoplastique et un mat ou feutre de fibres de verre. De telles structures composites sont désignées par le sigle GMT, pour « glass fiber mat reinforced thermoplastics » en langue anglaise.

[0036] Dans un second temps, les plaques de matériau composite sont mises en forme, tel que représenté sur la figure 5. Pour ce faire, les plaques de matériau composite sont chauffées dans un four 20, puis disposées dans un moule 21 dans lequel elles vont être mises en forme en appliquant une pression. Les voiles porteurs 14 ainsi formés sont alors refroidis. Les voiles porteurs 14 sont ainsi mis en forme par thermocompression, en chauffant les plaques de matériau composite puis en les emboutissant sous-pression. Dans un autre mode de réa-

lisation, les voiles porteurs 14 peuvent également être réalisés par thermoformage, c'est-à-dire par fluage des plaques de matériau composite sous conditions de température et de mise sous vide.

[0037] Nous notons que le procédé de réalisation d'un voile porteur 14 n'est décrit ci-dessus qu'à titre d'exemple et que l'invention n'est pas limitée à des voiles porteurs 14 ainsi réalisés. En particulier, les voiles porteurs 14 peuvent également être obtenus par moulage par injection, par extrusion ou pultrusion. En outre, la matrice thermoplastique peut comporter tout matériau thermoplastique approprié, tel que le polypropylène (PP), le polyéthylène (PE), les polyamides (PA), le polyetherimide (PEI), le polychlorure de vinyle (PVC), le polytéréphtalate d'éthylène (PET), le polytéréphtalate de butylène (PBT), le copolymère acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS) ou autres. De même, il est également envisageable de renforcer la matrice thermoplastique par des fibres de carbone ou par un mélange de fibres de carbone et de fibres de verre.

[0038] La figure 7 illustre l'assemblage de voiles porteurs 14 et de panneaux de fond 10 et de couvercle 11 selon un mode réalisation. Les panneaux de fond 10 et de couvercle 11 présentent un corps en bois contreplaqué. Les faces intérieures des panneaux de fond 10 et de couvercle 11, tournées vers l'intérieure de la caisse, sont recouvertes de film thermoplastique 21, 22. Afin de permettre la fixation des voiles porteurs aux panneaux 10, 11, l'on pratique une opération de soudage plastique dans les zones d'interface 25 entre les films thermoplastiques 21, 22 et les voiles porteurs 14 en matériau composite.

[0039] L'opération de soudage est, par exemple, réalisée par rayonnement infrarouge. Il est toutefois possible d'utiliser toute autre méthode de soudage plastique appropriée, telle que le soudage par ultrason, le chauffage par induction, le soudage par friction, le soudage par apport de matière en fusion, le soudage par jet d'air chaud ou le flammage. Notons que dans le cas d'un soudage par induction, il est nécessaire de disposer des inserts métalliques sur les voiles porteurs et/ou sur les panneaux de fond 10 et/ou de couvercle 11, à l'interface entre les voiles porteurs 14 et les panneaux de fond 10 et de couvercle 11 de sorte à permettre un chauffage de la matière thermoplastique.

[0040] Dans un mode de réalisation, avant de procéder aux opérations de soudage, des masques de protection sont préalablement disposés sur les faces intérieures des panneaux de fond 10 et de couvercle 11 entre les zones d'interface 25 entre les voiles porteurs 14 et les panneaux 10, 11. Lorsque les opérations de soudage ont été effectuées, les masques de protection peuvent alors être retirés. Ainsi, les films thermoplastiques 21, 22 ne sont pas détériorés lors des opérations de soudage. De tels masques de protection sont, par exemple, réalisés en matériaux métalliques, céramiques et/ou en verre. De tels masques sont avantageusement équipés d'un circuit de refroidissement dans lequel circule un fluide,

tel que de l'eau, de l'air ou de l'huile afin de réguler la température desdits masques.

[0041] Dans le mode de réalisation représenté, la face extérieure des panneaux de fond 10 et de couvercle 11 est également recouverte de films thermoplastiques 23, 24. Un tel agencement permet d'équilibrer la flexion des panneaux de couvercle 11 et de fond 10, notamment lorsqu'ils sont sous soumis à d'importantes contraintes thermiques, lors de la mise à froid de la cuve.

[0042] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 8, les films thermoplastiques 21, 22 ne recouvrent que partiellement les faces intérieures des panneaux de fond 10 et de couvercle 11. Dans ce cas, des bandes 29 de films thermoplastiques sont disposées dans les zones d'interface 25 avec les voiles porteurs 14.

[0043] Les films thermoplastiques 21, 22, 23, 24, 29 sont par exemple réalisés dans un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres. Ainsi, de tels films thermoplastiques 21, 22, 23, 24, 29 contribuent à augmenter la résistance mécanique des panneaux de fond et de couvercle, en augmentant leur rigidité en flexion et en améliorant leur tenue au poinçonnement. De tels films thermoplastiques 21, 22, 23, 24, 29 présentent typiquement une épaisseur de l'ordre de 0,5 à 5 mm.

[0044] Dans un mode de réalisation, les films thermoplastiques 21, 22, 23, 24, 29 sont fixés sur le corps des panneaux de fond et de couvercle 11 par collage. La colle utilisée est par exemple une colle acrylique, une colle polyuréthane, ou une colle époxyde.

[0045] Dans un autre mode de réalisation, les films thermoplastiques 21, 22, 23, 24, 29 sont fixés sur le corps des panneaux par un procédé de pressage à chaud. Dans un tel cas, il est envisageable d'intégrer la fixation des films thermoplastiques directement au procédé de fabrication du contreplaqué. Pour ce faire, l'on superpose les plis de bois, préalablement encollés, et les films thermoplastiques, puis l'on soumet l'empilage ainsi obtenu à un pressage à chaud. A titre d'exemple, pour un tel pressage à chaud, l'on soumet l'empilage à une température de l'ordre de 190 à 200°C et à une pression de l'ordre de 0,2 MPa pendant une durée de 5 minutes.

[0046] Afin de faciliter les opérations de soudage, les films thermoplastiques 21, 22, 23, 24, 29 comportent une matrice thermoplastique identique à la matrice thermoplastique des voiles porteurs 14.

[0047] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 9, c'est le corps des panneaux de fond 10 et de couvercle 11, en tant que tel, qui forme l'élément thermoplastique pour la fixation des voiles porteurs 14. Selon une première variante, les panneaux de fond 10 et de couvercle 11 comportent un corps réalisé dans un matériau composite comportant une matrice thermoplastique, identique à celle des voiles porteurs 14, renforcée par des fibres.

[0048] Selon une seconde variante, les panneaux de fond 10 et de couvercle 11 sont fabriqués dans un corps en bois, imprégné d'une matrice thermoplastique, de même

me nature que celle des voiles porteurs 14. Le corps peut être fabriqué par agglomération de fibres préalablement imprégnées d'une matrice thermoplastique. De manière alternative, le corps peut être réalisé en bois contreplaqué dont le pli intérieur, et optionnellement le pli extérieur, sont fabriqués dans un bois suffisamment poreux pour faire diffuser la matrice plastique à chaud et sous pression à l'intérieur desdits plis. Un tel bois est par exemple choisi parmi le bouleau, le sapin, le hêtre ou autres.

[0049] La figure 10 présente l'assemblage de voiles porteurs 14 et de panneaux de fond 10 et de couvercle 11 selon un autre mode réalisation ne représentant pas l'invention.

[0050] Le positionnement de la garniture calorifuge dans les compartiments 15 ménagés entre les voiles porteurs 14 peut se faire après la fixation des voiles porteurs 14 sur les panneaux de couvercle 11 et de fond 10. Toutefois, l'ordre dans lequel cette étape est réalisée est indifférent. En particulier, il est également possible de pré-assembler les garnitures calorifuges et les voiles porteurs 14 puis de fixer les voiles porteurs 14 aux panneaux de fond 10 et de couvercle 11. Dans un autre mode de réalisation, il est également possible de fixer les voiles porteurs 14 à l'un des panneaux de fond 10 ou de couvercle 11, de garnir les compartiments 15 ménagés entre les voiles porteurs 14, par exemple par projection de mousse, puis de refermer la caisse autoporteuse en fixant l'autre des panneaux de fond 10 ou de couvercle 11 sur les voiles porteurs 14.

[0051] Dans le mode de réalisation illustré sur les figures 11 et 12, le voile porteur 14 comporte à son extrémité supérieure une bande de fixation 30 permettant de retenir un support de soudure 31, illustré uniquement sur la figure 11, pour le soudage de virures métalliques d'une membrane étanche. Le panneau de couvercle 11, illustré sur la figure 11, présente une pluralité de rainures 32 venant en-vis-à-vis des extrémités supérieures des voiles porteurs 14. Les bandes de fixation 30 s'étendent donc à l'intérieur des rainures 32 afin de permettre l'accrochage des supports de soudure 31 aux bandes de fixation 32. Le support de soudure 31 et la bande de fixation 30 sont tous deux réalisés en tôle d'invar ® et constituent un joint glissant. Pour ce faire, la bande de fixation 30 comporte une bordure longitudinale repliée en U pour former un crochet 33. De même, le support de soudure 31 présente une bordure longitudinale repliée en U pour former un crochet 34. Les deux crochets 33, 34 sont emboîtés l'un dans l'autre de telle sorte que le support de soudure 31 est retenu sur le voile porteur 14 par l'intermédiaire de la bande de fixation 30. Un joint glissant ainsi constitué permet un glissement du support de soudure 31 par rapport à la caisse autoporteuse 3, 7 dans le sens longitudinal. Sur les figures 11 et 12, la bande de fixation 30 est intégrée dans un insert 35 réalisé par surmoulage de matière thermoplastique sur la bande de fixation 30. La bande de fixation 30 comporte une aile d'ancrage 36 s'étendant sensiblement perpendiculairement à la direction d'épaisseur de la caisse 3, 7 autopor-

teuse et permettant d'assurer un ancrage résistant de la bande de fixation 30 dans l'insert 35. L'insert 35 est positionné dans un logement formé au niveau de la semelle supérieure 16a de répartition des charges puis fixé sur le corps principal du voile porteur 14 par thermosoudage. L'opération de thermosoudage peut être réalisée par l'une quelconque des méthodes de soudages décrites précédemment. Une telle intégration de la bande de fixation 30 dans le voile porteur 14 permet d'éviter de recourir aux agrafes, susceptibles de dégrader la structure des voiles porteurs 14 en occasionnant des fissures. En outre, une telle intégration par l'intermédiaire d'un insert en matière thermoplastique thermosoudée sur le corps principal du voile porteur 14 facilite la réalisation et le démoulage du voile porteur 14.

[0052] Dans un autre mode de réalisation détaillée sur les figures 13 et 14, la bande de fixation 30 est prise dans la masse du voile porteur 14, lors de son thermoformage. La bande de fixation présente également une aile d'ancrage 36 s'étendant sensiblement perpendiculairement à la direction d'épaisseur de la caisse 3, 7. La bande de fixation 30 est disposée à l'intérieur du moule 21 et est prise dans la masse du voile porteur 14 lors de son thermoformage. Une telle intégration de la bande de fixation 30 dans le voile porteur 14 est simple.

[0053] La technique décrite ci-dessus pour réaliser une caisse autoporteuse peut être utilisée dans différents types de cuves, par exemple pour réaliser la barrière d'isolation thermique primaire et/ou la barrière d'isolation thermique secondaire d'un réservoir de GNL dans une installation terrestre ou dans un ouvrage flottant comme un navire méthanier ou autre.

[0054] En référence à la figure 15, 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 d'isolation thermique agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

[0055] 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 appropriés, à un terminal maritime ou portuaire pour transférer une cargaison de GNL depuis ou vers la cuve 71.

[0056] La figure 15 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 ca-

nalisations 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.

[0057] 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.

[0058] 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, dans le cadre des revendications.

[0059] 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.

[0060] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une caisse autoporteuse (3, 7) destinée à l'isolation thermique d'une cuve, à membrane étanche, de stockage d'un fluide, ledit procédé comportant:

- fournir une pluralité de voiles porteurs (14) réalisés dans un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres ;
- fournir un panneau de fond (10) et un panneau de couvercle (11) ; le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11) présentent chacun une face intérieure tournée vers l'intérieur de la caisse et une face extérieure ;
- interposer les voiles porteurs (14) entre le pan-

- neau de fond (10) et le panneau de couvercle (11), de telle sorte que le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11) soient espacés dans une direction d'épaisseur de la caisse (3, 7) et que les voiles porteurs (14) s'élèvent dans la direction d'épaisseur ;
- fixer les voiles porteurs (14) au panneau de fond (10) et au panneau de couvercle (11) ;
 - garnir une pluralité de compartiments (15) ménagés entre les voiles porteurs (14) avec une garniture calorifuge ;
- le procédé étant **caractérisé en ce que** le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11) comportent chacun au moins un élément thermoplastique (21, 22, 26, 29) pour la fixation des voiles porteurs (14) ; **en ce que** les voiles porteurs (14) sont fixés au panneau de fond et au panneau de couvercle par une opération de soudage thermoplastique pratiquée au niveau des zones d'interface (25) entre les voiles porteurs (14) et les éléments thermoplastiques (21, 22, 26, 29) du panneau de fond (10) et du panneau de couvercle (11) et **en ce que**, les faces intérieures du panneau de fond (10) et du panneau de couvercle (11) sont revêtues de film thermoplastique (21, 22, 29) pour la fixation des voiles porteurs (14).
2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, dans lequel la face intérieure du panneau de fond (10) et/ou du panneau de couvercle (11) est intégralement revêtue de film thermoplastique (21, 22).
 3. Procédé de fabrication selon la revendication 2 comportant une étape de disposition de masques de protection amovibles sur la face intérieure du panneau de fond (10) et/ou de couvercle (11) entre les zones d'interface (25), préalablement à l'opération de soudage.
 4. Procédé de fabrication selon la revendication 2 ou 3, dans lequel la face extérieure du panneau de fond (10) et/ou du panneau de couvercle (11) est également revêtue de film thermoplastique (23, 24).
 5. Procédé de fabrication selon la revendication 1, dans lequel la face intérieure du panneau de fond (10) et/ou du panneau de couvercle (11) est partiellement revêtue de film thermoplastique, une pluralité de bandes (29) de film thermoplastique étant chacune disposées dans une zone d'interface (25) avec un voile porteur (14).
 6. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le panneau de fond (10) et/ou le panneau de couvercle (11) comporte un corps en bois contreplaqué et dans lequel le film thermoplastique (21, 22, 29) est collé sur le corps en bois contreplaqué ou assemblé au corps par pressage à chaud.
 7. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le film thermoplastique (21, 22, 23, 24) est un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par de fibres.
 8. Procédé de fabrication d'une caisse autoporteuse (3, 7) destinée à l'isolation thermique d'une cuve, à membrane étanche, de stockage d'un fluide, ledit procédé comportant:
 - fournir une pluralité de voiles porteurs (14) réalisés dans un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres ;
 - fournir un panneau de fond (10) et un panneau de couvercle (11) ;
 - interposer les voiles porteurs (14) entre le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11), de telle sorte que le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11) soient espacés dans une direction d'épaisseur de la caisse (3, 7) et que les voiles porteurs (14) s'élèvent dans la direction d'épaisseur ;
 - fixer les voiles porteurs (14) au panneau de fond (10) et au panneau de couvercle (11) ;
 - garnir une pluralité de compartiments (15) ménagés entre les voiles porteurs (14) avec une garniture calorifuge ;

le procédé étant **caractérisé en ce que** le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11) comportent chacun au moins un élément thermoplastique (21, 22, 26, 29) pour la fixation des voiles porteurs (14) ; **en ce que** les voiles porteurs (14) sont fixés au panneau de fond et au panneau de couvercle par une opération de soudage thermoplastique pratiquée au niveau des zones d'interface (25) entre les voiles porteurs (14) et les éléments thermoplastiques (21, 22, 26, 29) du panneau de fond (10) et du panneau de couvercle (11) et **en ce que** le panneau de fond (10) et/ou le panneau de couvercle (11) comporte un corps en bois imprégné d'une matrice thermoplastique pour la fixation des voiles porteurs, ledit corps formant un élément thermoplastique pour la fixation des voiles porteurs (14).
 9. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel les éléments thermoplastiques pour la fixation des voiles porteurs comportent une matrice thermoplastique identique à la matrice thermoplastique des voiles porteurs (14).

10. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le soudage thermoplastique est réalisé par une méthode choisie parmi le soudage par rayonnement infrarouge, le soudage par ultrason, le chauffage par induction, le soudage par friction, le soudage par apport de matière en fusion, le soudage par jet d'air chaud et le flammage. 5
11. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel : 10
- les voiles porteurs (14) présentent une extrémité supérieure, destinée à supporter un panneau de couvercle, pourvue d'une bande de fixation (30) destinée à l'ancrage d'un support de soudure (31) pour le soudage de virures métalliques d'une membrane étanche (5, 9) destinées à venir reposer contre la caisse autoporteuse (3, 7), ladite bande de fixation (30) comportant une bordure longitudinale repliée (33) destinée à coopérer avec une bordure longitudinale repliée (34) du support de soudure (31); 15
 - le panneau de couvercle (11) présente des rainures (32) parallèles s'étendant sur toute l'épaisseur du panneau de couvercle ; 20
 - l'on dispose les voiles porteurs (14) entre le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11) de telle sorte que les bandes de fixation (30) s'étendent chacune à l'intérieur d'une rainure (32) du panneau de couvercle (11). 25
12. Procédé de fabrication selon la revendication 11, dans lequel les bandes de fixation (30) sont prises dans la masse des voiles porteurs (14), lors de leur formage. 30
13. Procédé de fabrication selon la revendication 11, dans lequel un voile porteur (14) comporte un corps principal présentant une extrémité supérieure pourvue d'un logement et un insert (35) comportant de la matière thermoplastique surmoulée sur une bande de fixation (30), ledit insert (35) étant positionné dans le logement de l'extrémité supérieure du corps principal du voile porteur (14) et fixé audit corps principal par une opération de soudage thermoplastique. 35
14. Caisse (3, 7) autoporteuse destinée à l'isolation thermique d'une cuve, à membrane étanche, de stockage d'un fluide, ladite caisse (3, 7) comportant : 40
- un panneau de fond (10) et un panneau de couvercle (11) espacés selon une direction d'épaisseur de la caisse (3, 7) ; le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11) présentant chacun une face intérieure tournée vers l'intérieur de la caisse et une face extérieure ; 45
 - une pluralité de voiles porteurs (14), interposés 50

entre lesdits panneaux de fond (10) et de couvercle (11), et s'étendant dans la direction d'épaisseur de sorte à définir une pluralité de compartiments (15), lesdits voiles porteurs (14) étant réalisés dans un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres ; et

- une garniture calorifuge s'étendant à l'intérieur desdits compartiments (15) ménagés entre les voiles porteurs (14) ;

la caisse autoporteuse étant **caractérisée en ce que** :

- le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11) comportent chacun au moins un élément thermoplastique (21, 22, 26) ; et
- les voiles porteurs (14) sont fixés sur le panneau de fond (10) et sur le panneau de couvercle (11) par soudage thermoplastique dans des zones d'interface (25) entre les voiles porteurs (14) et les éléments thermoplastiques (21, 22, 26) du panneau de fond (10) et du panneau de couvercle (11) ;
- et **en ce que** les faces intérieures du panneau de fond (10) et du panneau de couvercle (11) sont revêtues de film thermoplastique (21, 22, 29) pour la fixation des voiles porteurs (14).

15. Caisse (3, 7) autoporteuse destinée à l'isolation thermique d'une cuve, à membrane étanche, de stockage d'un fluide, ladite caisse (3, 7) comportant :

- un panneau de fond (10) et un panneau de couvercle (11) espacés selon une direction d'épaisseur de la caisse (3, 7) ;
- une pluralité de voiles porteurs (14), interposés entre lesdits panneaux de fond (10) et de couvercle (11), et s'étendant dans la direction d'épaisseur de sorte à définir une pluralité de compartiments (15), lesdits voiles porteurs (14) étant réalisés dans un matériau composite comportant une matrice thermoplastique renforcée par des fibres ; et
- une garniture calorifuge s'étendant à l'intérieur desdits compartiments (15) ménagés entre les voiles porteurs (14) ;

la caisse autoporteuse étant **caractérisée en ce que** :

- le panneau de fond (10) et le panneau de couvercle (11) comportent chacun au moins un élément thermoplastique (21, 22, 26) ; et
- les voiles porteurs (14) sont fixés sur le panneau de fond (10) et sur le panneau de couvercle (11) par soudage thermoplastique dans des zones d'interface (25) entre les voiles porteurs (14)

- et les éléments thermoplastiques (21, 22, 26) du panneau de fond (10) et du panneau de couvercle (11) ;
- et **en ce que** le panneau de fond (10) et/ou le panneau de couvercle (11) comporte un corps en bois imprégné d'une matrice thermoplastique pour la fixation des voiles porteurs, ledit corps formant un élément thermoplastique pour la fixation des voiles porteurs (14).
16. Caisse (3, 7) selon la revendication 14 ou 15, dans laquelle les voiles porteurs (14) présentent des semelles (16a, 16b) de répartition des charges s'étendant le long de deux bords desdits voiles porteurs (14) disposés respectivement en vis-à-vis du panneau de fond (10) et du panneau de couvercle (10).
17. Caisse (3, 7) selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, dans laquelle les voiles porteurs (14) présentent une pluralité d'ondulations dont l'axe s'étend perpendiculairement aux panneaux de fond (10) et de couvercle (11).
18. Cuve étanche et thermiquement isolante de stockage d'un fluide comportant une barrière d'isolation thermique (2, 6) comprenant une pluralité de caisses (3, 7) selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, juxtaposées, et une membrane d'étanchéité (5, 9) reposant contre la barrière d'isolation thermique.
19. Navire (70) pour le transport d'un fluide, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon la revendication 18 disposée dans la double coque.
20. Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 19, 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).
21. Système de transfert pour un fluide, le système comportant un navire (70) selon la revendication 19, 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 fluide à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines selbsttragenden Körpers (3, 7), bestimmt zur thermischen Isolierung

eines Lagertanks aus dichter Membran für ein Fluid, wobei das Verfahren umfasst:

- Bereitstellen einer Vielzahl von Stützwänden (14) aus einem Verbundmaterial mit einer faser-verstärkten thermoplastischen Matrix,
 - Bereitstellen einer Bodenplatte (10) und einer Deckplatte (11), wobei die Bodenplatte (10) und die Deckplatte (11) jeweils eine dem Inneren des Körpers zugewandte Innenseite und eine Außenseite aufweisen,
 - Einfügen der Stützwände (14) zwischen der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11), so dass die Bodenplatte (10) und die Deckplatte (11) in Richtung der Dicke des Körpers (3, 7) voneinander beabstandet sind und die Stützwände (14) in Richtung der Dicke aufragen,
 - Befestigen der Stützwände (14) an der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11),
 - Auskleiden einer Vielzahl von zwischen den Stützwänden (14) gebildeten Kammern (15) mit einem wärmeisolierenden Belag,
 - wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Bodenplatte (10) und die Deckplatte (11) jeweils mindestens ein thermoplastisches Element (21, 22, 26, 29) zur Befestigung der Stützwände (14) aufweisen,
 - dass die Stützwände (14) an der Bodenplatte und an der Deckplatte durch einen thermoplastischen Schweißvorgang an den Grenzflächenbereichen (25) zwischen den Stützwänden (14) und den thermoplastischen Elementen (21, 22, 26, 29) der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11) befestigt werden und
 - dass die Innenflächen der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11) mit einer thermoplastischen Membran (21, 22, 29) zur Befestigung der Stützwände (14) beschichtet sind.
2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, wobei die Innenseite der Bodenplatte (10) und/oder der Deckplatte (11) einstückig mit einem thermoplastischen Film (21, 22) beschichtet wird.
3. Herstellungsverfahren nach Anspruch 2, umfassend einen Schritt des Anordnens von abnehmbaren Schutzmasken auf der Innenseite der Bodenplatte (10) und/oder der Deckplatte (11) zwischen den Grenzflächenbereichen (25) vor dem Schweißvorgang.
4. Herstellungsverfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Außenseite der Bodenplatte (10) und/oder der Deckplatte (11) ebenfalls mit einem thermoplastischen Film (23, 24) beschichtet wird.
5. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, wobei die Innenseite der Bodenplatte (10) und/oder der Deck-

platte (11) teilweise mit thermoplastischem Film beschichtet wird, wobei in einem Grenzflächenbereich (25) zu einer Stützwand (14) jeweils mehrere Streifen (29) thermoplastischer Film angeordnet werden.

6. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Bodenplatte (10) und/oder die Deckplatte (11) einen Sperrholzkörper umfasst und wobei die thermoplastische Membran (21, 22, 29) mit dem Sperrholzkörper verklebt oder durch Heißpressen mit dem Körper verbunden wird.

7. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der thermoplastische Film (21, 22, 23, 24) ein Verbundmaterial ist, das eine faserverstärkte thermoplastische Matrix umfasst.

8. Verfahren zur Herstellung eines selbsttragenden Körpers (3, 7), bestimmt zur thermischen Isolierung eines Lagertanks aus dichter Membran für eine Flüssigkeit, wobei das Verfahren umfasst:

- Bereitstellen einer Vielzahl von Stützwänden (14) aus einem Verbundmaterial mit einer faserverstärkten thermoplastischen Matrix,
- Bereitstellen einer Bodenplatte (10) und einer Deckplatte (11),
- Einfügen der Stützwände (14) zwischen der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11), so dass die Bodenplatte (10) und die Deckplatte (11) in Richtung der Dicke des Körpers (3, 7) voneinander beabstandet sind und die Stützwände (14) in Richtung der Dicke aufragen,
- Befestigen der Stützwände (14) an der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11),
- Auskleiden einer Vielzahl von zwischen den Stützwänden (14) gebildeten Kammern (15) mit einem wärmeisolierenden Belag,
- wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Bodenplatte (10) und die Deckplatte (11) jeweils mindestens ein thermoplastisches Element (21, 22, 26, 29) zur Befestigung der Stützwände (14) aufweisen,
- dass die Stützwände (14) an der Bodenplatte und an der Deckplatte durch einen thermoplastischen Schweißvorgang an den Grenzflächenbereichen (25) zwischen den Stützwänden (14) und den thermoplastischen Elementen (21, 22, 26, 29) der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11) befestigt werden und
- dass die Bodenplatte (10) und/oder die Deckplatte (11) einen mit einer thermoplastischen Matrix imprägnierten Holzkörper zur Befestigung der Stützwände umfasst, wobei dieser Körper ein thermoplastisches Element zur Befestigung der Stützwände (14) bildet.

9. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1

bis 8, wobei die thermoplastischen Elemente zur Befestigung der Stützwände eine thermoplastische Matrix aufweisen, die mit der thermoplastischen Matrix der Stützwände (14) identisch ist.

10. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das thermoplastische Schweißen durch ein Verfahren durchgeführt wird, das aus Infrarotschweißen, Ultraschallschweißen, Induktionserwärmung, Reibschweißen, Schmelzschweißen, Heißluftstrahlschweißen und Flammsschweißen ausgewählt ist.

11. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei:

- die Stützwände (14) ein oberes Ende aufweisen, das dazu bestimmt ist, eine Deckplatte zu tragen, und das mit einem Befestigungsstreifen (30) versehen ist, der dazu bestimmt ist, einen Schweißträger (31) zum Schweißen von Metallstreifen einer dichten Membran (5, 9) zu verankern, die dazu bestimmt ist, am selbsttragenden Körper (3, 7) zu ruhen, wobei der genannte Befestigungsstreifen (30) einen gefalteten Längsrand (33) aufweist, der dazu bestimmt ist, mit einem gefalteten Längsrand (34) des Schweißträgers (31) zusammenzuwirken,
- die Deckplatte (11) parallele Nuten (32) aufweist, die sich über die ganze Dicke der Deckplatte erstrecken,
- die Stützwände (14) zwischen der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11) so angeordnet sind, dass die Befestigungsstreifen (30) jeweils in eine Nut (32) der Deckplatte (11) hineinragen.

12. Herstellungsverfahren nach Anspruch 11, wobei die Befestigungsstreifen (30) aus der Masse der Stützwände (14) bei deren Formgebung entnommen werden.

13. Herstellungsverfahren nach Anspruch 11, wobei eine Stützwand (14) einen Hauptkörper mit einem oberen Ende, das mit einer Aufnahme versehen ist, und einen Einsatz (35) aus thermoplastischem Material umfasst, der auf ein Befestigungsband (30) aufgeförm ist, wobei dieser Einsatz (35) in der Aufnahme des oberen Endes des Hauptkörpers der Trägerbahn (14) positioniert und durch einen thermoplastischen Schweißvorgang an dem Hauptkörper befestigt wird.

14. Selbsttragender Körper (3, 7) bestimmt zur thermischen Isolierung eines Lagertanks aus dichter Membran für ein Fluid, wobei der Körper (3, 7) umfasst:

- eine Bodenplatte (10) und eine Deckplatte (11), die entlang einer Dickenrichtung des Körpers (3,

- 7) voneinander beabstandet sind, wobei die Bodenplatte (10) und die Deckplatte (11) jeweils eine zur Innenseite des Körpers gerichtete Innenfläche und eine Außenfläche aufweisen,
- eine Mehrzahl von Stützwänden (14), die zwischen den genannten Boden- (10) und Deckplatten (11) angeordnet sind und sich in Richtung der Dicke erstrecken, um eine Mehrzahl von Kammern (15) zu definieren, wobei die genannten Stützwände (14) aus einem Verbundmaterial hergestellt sind, das eine faserverstärkte thermoplastische Matrix umfasst, und
 - einen wärmeisolierenden Belag, der sich im Innern der zwischen den Stützwänden (14) gebildeten Kammern (15) erstreckt, wobei der selbsttragender Körper **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Bodenplatte (10) und die Deckplatte (11) jeweils mindestens ein thermoplastisches Element (21, 22, 26) umfassen, und
 - dass die Stützwände (14) an der Bodenplatte (10) und an der Deckplatte (11) durch thermoplastisches Verschweißen in Grenzflächenbereichen (25) zwischen den Stützwänden (14) und den thermoplastischen Elementen (21, 22, 26) der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11) befestigt sind, und dass
 - die Innenflächen der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11) mit thermoplastischer Membran (21, 22, 29) zur Befestigung der Tragstege (14) beschichtet sind.
15. Selbsttragender Körper (3, 7), bestimmt zur thermischen Isolierung eines Lagertanks aus dichter Membran für ein Fluid, wobei der genannte Körper (3, 7) umfasst:
- eine Bodenplatte (10) und eine Deckplatte (11), die in Richtung einer Dicke des Körpers (3, 7) beabstandet sind,
 - eine Mehrzahl von Stützwänden (14), die zwischen den genannten Boden- (10) und Deckplatten (11) angeordnet sind und sich in Richtung der Dicke erstrecken, um eine Mehrzahl von Kammern (15) zu definieren, wobei die genannten Stützwände (14) aus einem Verbundmaterial hergestellt sind, das eine faserverstärkte thermoplastische Matrix umfasst, und
 - einen wärmeisolierenden Belag, der sich im Innern der zwischen den Stützwänden (14) gebildeten Kammern (15) erstreckt, wobei der selbsttragender Körper **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Bodenplatte (10) und die Deckplatte (11) jeweils mindestens ein thermoplastisches Element (21, 22, 26) umfassen, und
 - die Stützwände (14) an der Bodenplatte (10) und an der Deckplatte (11) durch thermoplastisches Schweißen in Grenzflächenbereichen (25) zwischen den Stützwänden (14) und den thermoplastischen Elementen (21, 22, 26) der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (11) befestigt sind, und
 - dass die Bodenplatte (10) und/oder die Deckplatte (11) einen mit einer thermoplastischen Matrix imprägnierten Holzkörper zur Befestigung der Stützwände aufweist, wobei dieser Körper ein thermoplastisches Element zur Befestigung der Stützwände (14) bildet.
16. Körper (3, 7) nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Stützwände (14) lastverteilende Sohlen (16a, 16b) aufweisen, die sich entlang der beiden Ränder der Stützwände (14) erstrecken, die jeweils gegenüber der Bodenplatte (10) und der Deckplatte (10) angeordnet sind.
17. Körper (3, 7) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei die Stützwände (14) eine Vielzahl von Wellen aufweisen, deren Achse senkrecht zur Bodenplatte (10) und zur Deckplatte (11) verläuft.
18. Abgedichteter und wärmeisolierender Lagerbehälter für ein Fluid mit einer Wärmesperre (2, 6), die eine Vielzahl von nebeneinanderliegenden Körpern (3, 7) nach einem der Ansprüche 14 bis 17 und eine an der Wärmesperre anliegende dichte Membran (5, 9) aufweist.
19. Schiff (70) zum Transport eines Fluids, wobei das Schiff eine Doppelhülle (72) und einen Tank (71) nach Anspruch 18 umfasst, der in der Doppelhülle angeordnet ist.
20. Verfahren zum Be- oder Entladen eines Schiffs (70) nach Anspruch 19, wobei ein Fluid durch isolierte Rohrleitungen (73, 79, 76, 81) von oder zu einer schwimmenden oder landgestützten Lagereinrichtung (77) zu oder von dem Schiffstank (71) befördert wird.
21. Transfersystem für ein Fluid, wobei das System ein Schiff (70) nach Anspruch 19, isolierte Rohrleitungen (73, 79, 76, 81), die so angeordnet sind, dass sie den in der Schiffshülle installierten Tank (71) mit einer schwimmenden oder landgestützten Lagereinrichtung (77) verbinden, und eine Pumpe zum Antreiben eines Fluids durch die isolierten Rohrleitungen von oder zu der schwimmenden oder landgestützten Lagereinrichtung zu oder von dem Schiffstank umfasst.

Claims

1. A method for producing a self-supporting case (3, 7)

intended to provide thermal insulation for a fluid-storage tank with a fluid-tight membrane, said method comprising:

- providing a plurality of bearing webs (14) made of composite material comprising a fiber-reinforced thermoplastic matrix;
 - providing a base panel (10) and a cover panel (11); the base panel (10) and the cover panel (11) each have an inner face turned towards the inside of the case, and an outer face ;
 - interposing the bearing webs (14) between the base panel (10) and the cover panel (11) such that the base panel (10) and the cover panel (11) are spaced apart in a thickness direction of the case (3, 7) and the bearing webs (14) extend in the thickness direction;
 - fixing the bearing webs (14) to the base panel (10) and/or to the cover panel (14);
 - lining a plurality of compartments (15) arranged between the bearing webs (14) with a heat-insulating lining;
- the method being **characterized in that** the base panel (10) and the cover panel (11) each comprise at least one thermoplastic element (21, 22, 26, 29) for fixing the bearing webs (14); **in that** the bearing webs (14) are fixed to the base panel and the cover panel by a thermoplastic welding operation performed at interface zones (25) between the bearing webs (14) and the thermoplastic elements (21, 22, 26, 29) of the base panel (10) and the cover panel (11), **an in that**, the inner faces of the base panel (10) and cover panel (11) are covered with thermoplastic film (21, 22, 29) for fixing the bearing webs (14).
2. The production method as claimed in claim 1, wherein the inner face of the base panel (10) and/or the cover panel (11) is fully covered with thermoplastic film (21,22).
 3. The production method as claimed in claim 2, comprising a step of arranging removable protective masks on the inner face of the base panel (10) and/or of the cover panel (11) between the interface zones (25) prior to the welding operation.
 4. The production method as claimed in claim 2 or 3, wherein the outer face of the base panel (10) and/or the cover panel (11) is fully covered with thermoplastic film (23, 24).
 5. The production method as claimed in claim 1, wherein the inner face of the base panel (10) and/or the cover panel (11) is partially covered with thermoplastic film, a plurality of thermoplastic film strips (29) each being arranged in an interface zone (25) with

a bearing web (14).

6. The production method as claimed in any of claims 1 to 5, wherein the base panel (10) and/or the cover panel (11) comprises a plywood body and wherein the thermoplastic film (21, 22, 29) is glued to the plywood body or assembled to the body by hot pressing.
7. The production method as claimed in any of claims 1 to 6, wherein the thermoplastic film (21, 22, 23, 24) is a composite material comprising a fiber-reinforced thermoplastic matrix.
8. A method for producing a self-supporting case (3, 7) intended to provide thermal insulation for a fluid-storage tank with a fluid-tight membrane, said method comprising:
 - providing a plurality of bearing webs (14) made of composite material comprising a fiber-reinforced thermoplastic matrix;
 - providing a base panel (10) and a cover panel (11);
 - interposing the bearing webs (14) between the base panel (10) and the cover panel (11) such that the base panel (10) and the cover panel (11) are spaced apart in a thickness direction of the case (3, 7) and the bearing webs (14) extend in the thickness direction;
 - fixing the bearing webs (14) to the base panel (10) and/or to the cover panel (14);
 - lining a plurality of compartments (15) arranged between the bearing webs (14) with a heat-insulating lining;

the method being **characterized in that** the base panel (10) and the cover panel (11) each comprise at least one thermoplastic element (21, 22, 26, 29) for fixing the bearing webs (14); **in that** the bearing webs (14) are fixed to the base panel and the cover panel by a thermoplastic welding operation performed at interface zones (25) between the bearing webs (14) and the thermoplastic elements (21, 22, 26, 29) of the base panel (10) and the cover panel (11), and **in that** the base panel (10) and/or the cover panel (11) comprises a wooden body impregnated with a thermoplastic matrix for the fixing of the bearing webs, said body forming a thermoplastic element for the fixing of the bearing webs (14).
9. The production method as claimed in any of claims 1 to 8, wherein the thermoplastic elements for fixing the bearing webs comprise a thermoplastic matrix identical to the thermoplastic matrix of the bearing webs (14).

10. The production method as claimed in any of claims 1 to 9, wherein the thermoplastic welding is performed by a method selected from welding by infrared radiation, ultrasonic welding, induction heating, friction welding, welding by addition of filler, hot air jet welding, and flaming. 5
11. The production method as claimed in any of claims 1 to 10, wherein: 10
- the bearing webs (14) have an upper end intended to support a cover panel and provided with a fixing strap (30) intended for anchoring a weld support (31) for the welding of metal strakes of a fluid-tight membrane (5, 9) which are intended to rest against the self-supporting case (3, 7), said fixing strap (30) comprising a folded longitudinal edge (33) intended to cooperate with a folded longitudinal edge (34) of the weld support (31); 15
 - the cover panel (11) has parallel grooves (32) extending over the entire thickness of the cover panel;
 - the bearing webs (14) are arranged between the base panel (10) and the cover panel (11) such that the fixing straps (30) each extend inside a groove (32) of the cover panel (11). 25
12. The production method as claimed in claim 11, wherein the fixing straps (30) are set into the mass of the bearing webs (14) during their forming. 30
13. The production method as claimed in claim 11, wherein a bearing web (14) comprises a main body with an upper end provided with a housing, and an insert (35) comprising thermoplastic material molded over a fixing strap (30), said insert (35) being positioned in the housing of the upper end of the main body of the bearing web (14) and fixed to said main body by a thermoplastic welding operation. 35 40
14. A self-supporting case (3, 7) intended for thermal insulation of a fluid-storage tank with a fluid-tight membrane, said case (3, 7) comprising: 45
- a base panel (10) and a cover panel (11) spaced apart in a thickness direction of the case (3, 7); the base panel (10) and the cover panel (11) each having an inner face turned towards the inside of the case and an outer face ; 50
 - a plurality of bearing webs (14) interposed between said base panel (10) and said cover panel (11) and extending in the thickness direction so as to define a plurality of compartments (15), said bearing webs (14) being made of a composite material comprising a fiber-reinforced thermoplastic matrix; and 55
 - a heat-insulating lining extending inside said
- compartments (15) arranged between the bearing webs (14),
the self-supporting case being **characterized in that**
- the base panel (10) and the cover panel (11) each comprise at least one thermoplastic element (21, 22, 26); and
 - the bearing webs (14) are fixed to the base panel (10) and the cover panel (11) by thermoplastic welding in interface zones (25) between the bearing webs (14) and the thermoplastic elements (21, 22, 26) of the base panel (10) and the cover panel (11); and **in that** the inner faces of the base panel (10) and cover panel (11) are covered with thermoplastic film (21, 22, 29) for fixing the bearing webs (14).
15. A self-supporting case (3, 7) intended for thermal insulation of a fluid-storage tank with a fluid-tight membrane, said case (3, 7) comprising:
- a base panel (10) and a cover panel (11) spaced apart in a thickness direction of the case (3, 7);
 - a plurality of bearing webs (14) interposed between said base panel (10) and said cover panel (11) and extending in the thickness direction so as to define a plurality of compartments (15), said bearing webs (14) being made of a composite material comprising a fiber-reinforced thermoplastic matrix; and
 - a heat-insulating lining extending inside said compartments (15) arranged between the bearing webs (14),
 - the self-supporting case being **characterized in that:**
- the base panel (10) and the cover panel (11) each comprises at least one thermoplastic element (21, 22, 26); and
 - the bearing webs (14) are fixed to the base panel (10) and the cover panel (11) by thermoplastic welding in interface zones (25) between the bearing webs (14) and the thermoplastic elements (21, 22, 26) of the base panel (10) and the cover panel (11); and **in that** the base panel (10) and/or the cover panel (11) comprises a wooden body impregnated with a thermoplastic matrix for the fixing of the bearing webs, said body forming a thermoplastic element for the fixing of the bearing webs (14).
16. The case (3, 7) as claimed in claim 14 or 15, wherein the bearing webs (14) have load distribution plates (16a, 16b) extending along the two edges of said bearing webs (14) arranged facing the base panel (10) and the cover panel (10) respectively.

17. The case (3, 7) as claimed in any of claims 14 to 16, wherein the bearing webs (14) have a plurality of undulations, the axis of which extends perpendicular to the base panel (10) and cover panel (11). 5
18. A fluid-tight, thermally insulated fluid-storage tank comprising a thermal insulation barrier (2, 6) comprising a plurality of cases (3, 7) as claimed in any of claims 14 to 17 arranged next to each other, and a sealing membrane (5, 9) resting against the thermal insulation barrier. 10
19. A ship (70) for transporting a fluid, the ship comprising a double hull (72) and a tank (71) as claimed in claim 18, arranged in the double hull. 15
20. A method for loading or unloading a ship (70) as claimed in claim 19, wherein a fluid is conducted through insulated pipelines (73, 79, 76, 81) from or to a floating or land-based storage installation (77) to or from the ship's tank (71). 20
21. A system for transferring a fluid, the system comprising a ship (70) as claimed in claim 19, insulated pipelines (73, 79, 76, 81) arranged so as to connect the tank (71) installed in the ship's hull to a floating or land-based storage installation (77), and a pump for driving a fluid through insulated pipelines from or to the floating or land-based storage installation to or from the ship's tank. 25 30

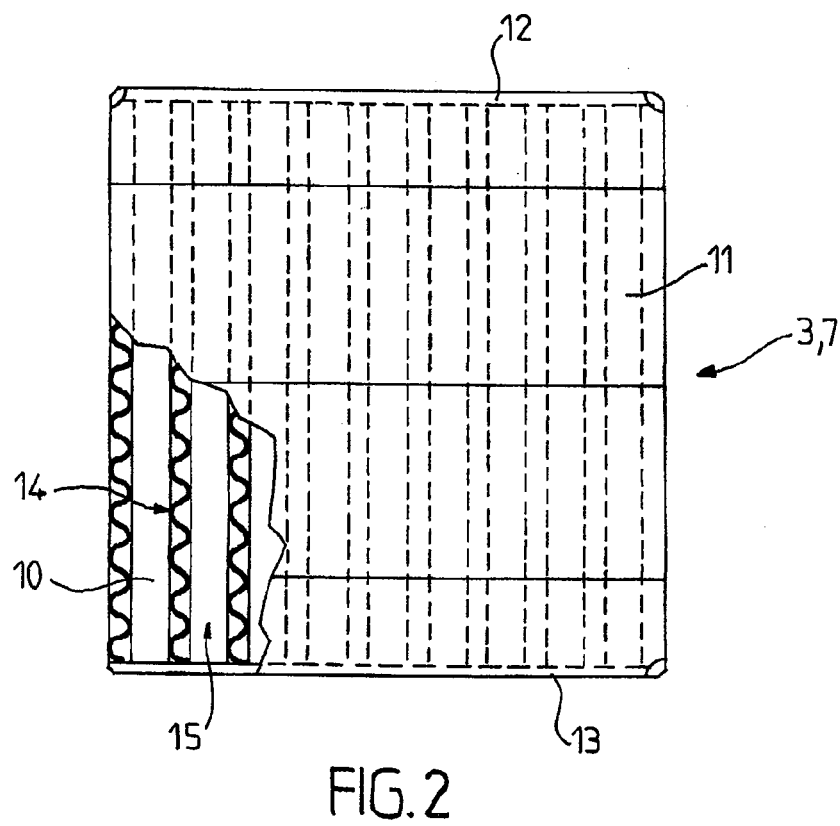
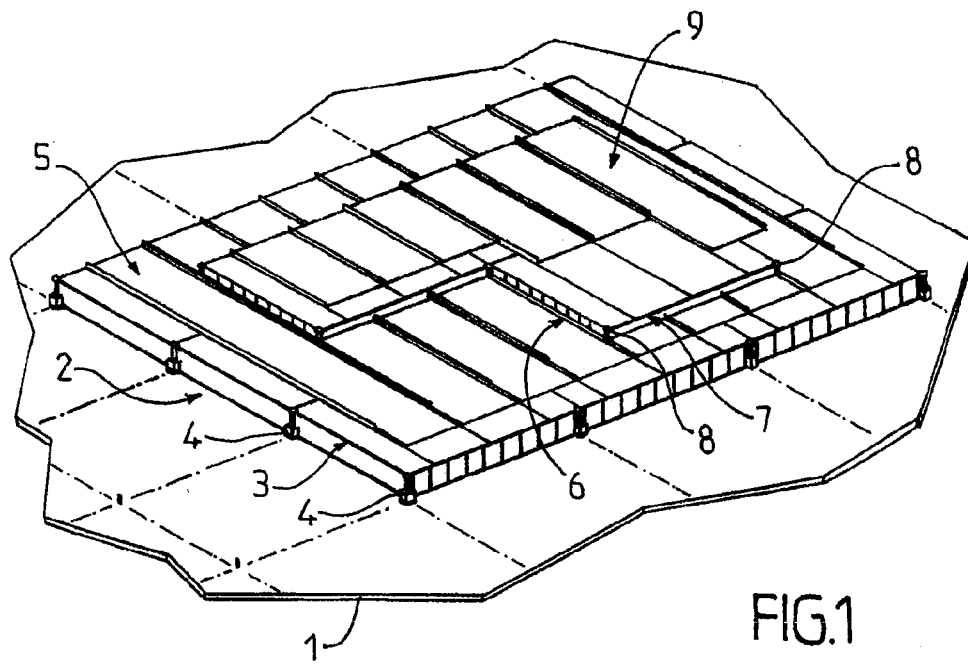
35

40

45

50

55



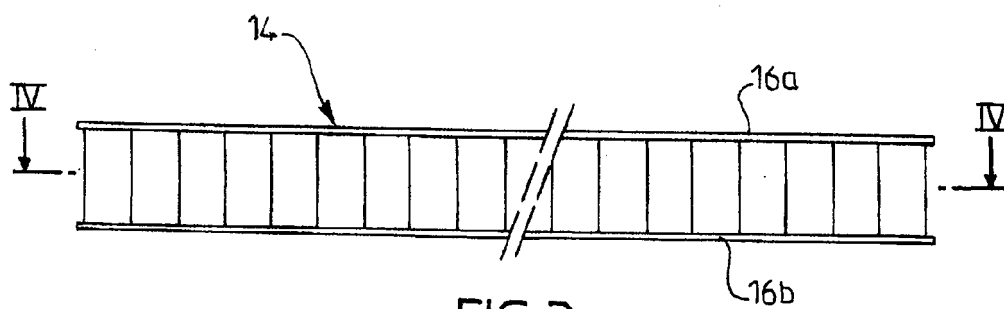


FIG. 3

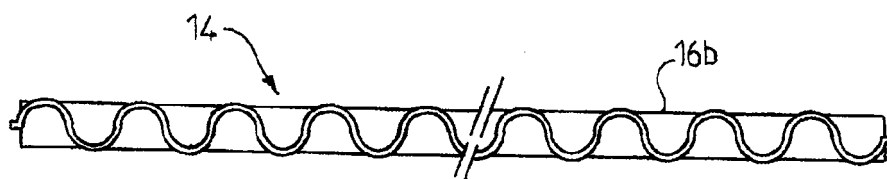


FIG. 4

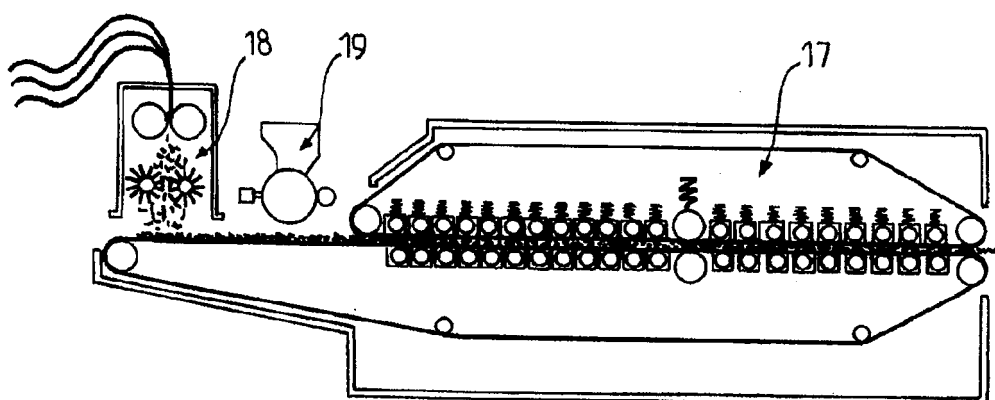


FIG. 5

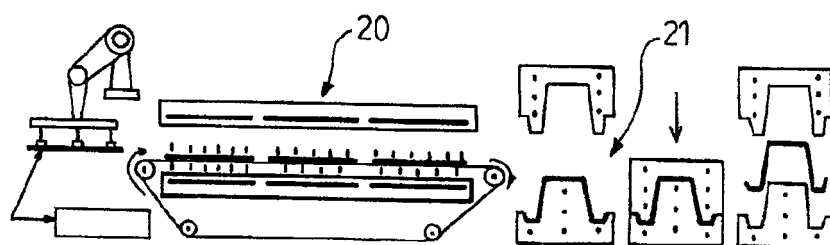


FIG. 6

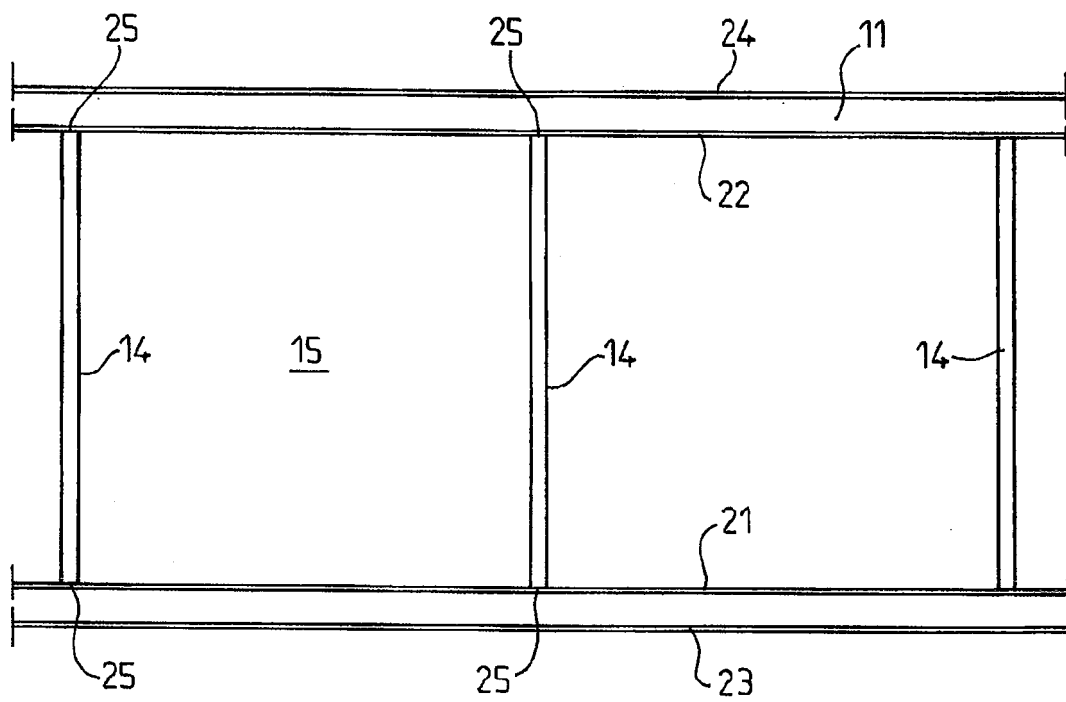


FIG. 7

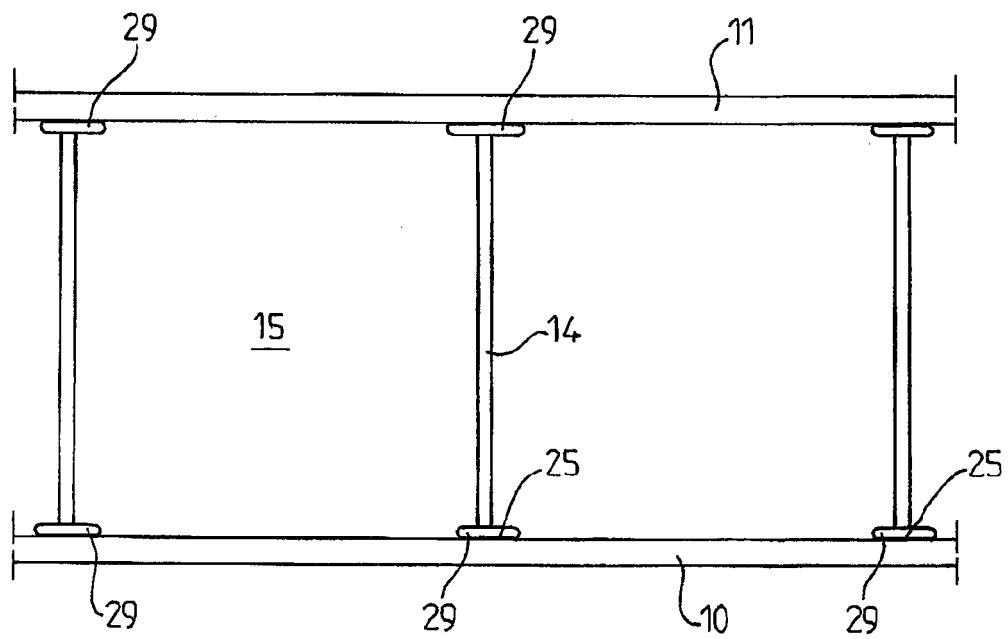


FIG. 8

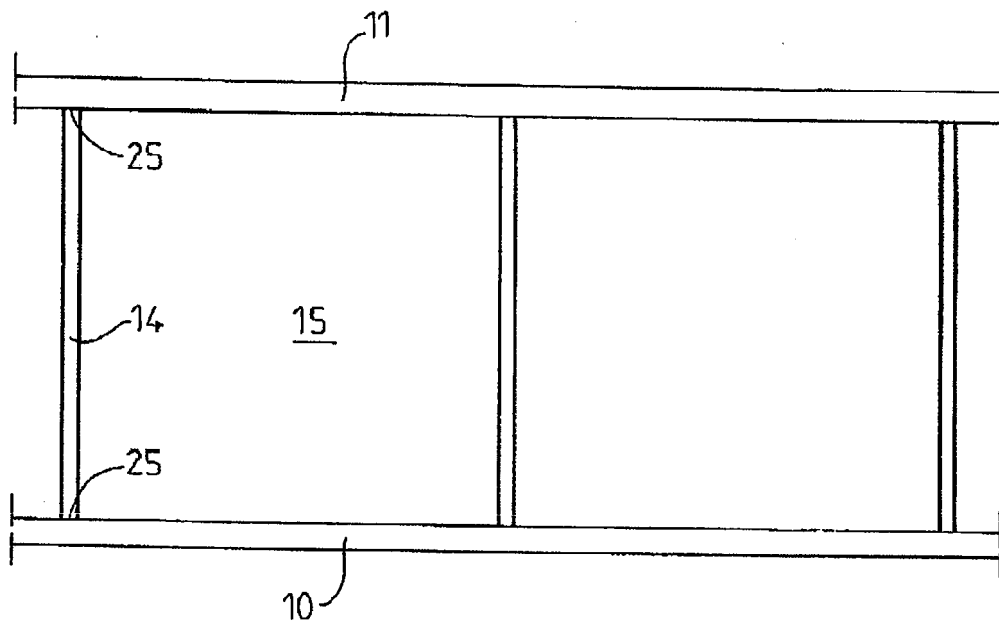


FIG. 9

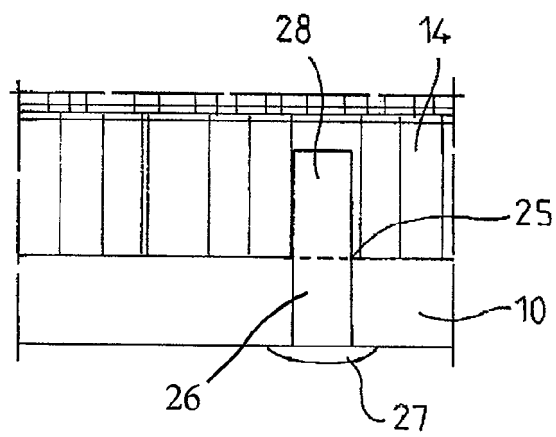


FIG. 10

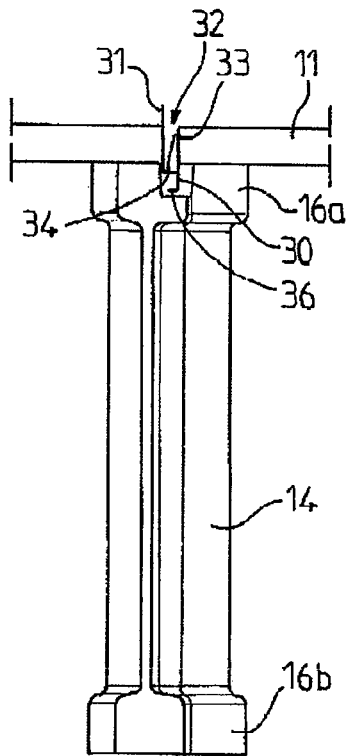


FIG.11

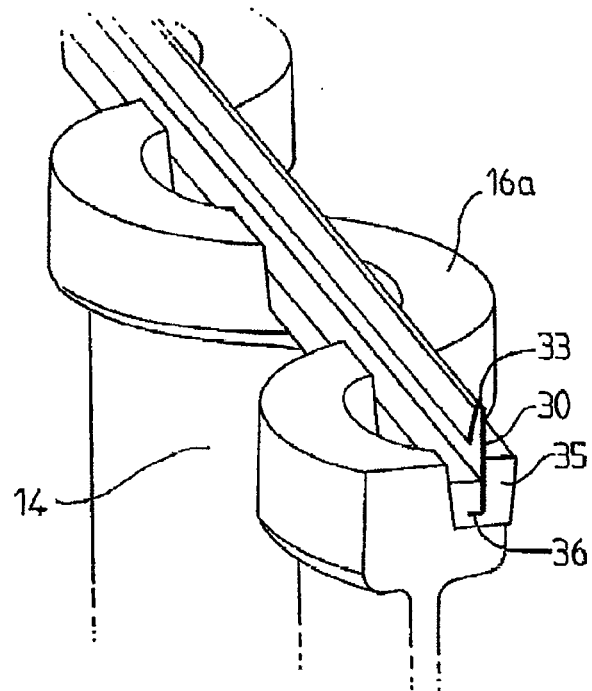


FIG.12

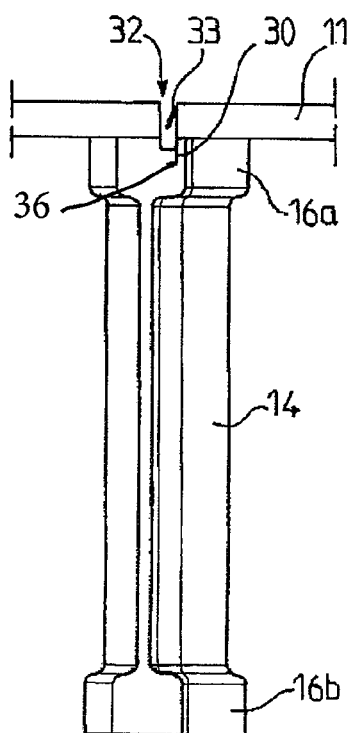


FIG.13

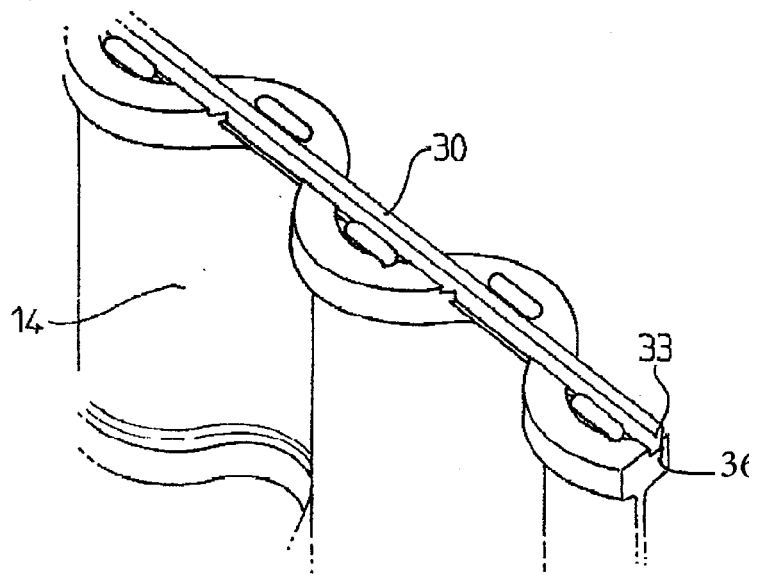


FIG.14

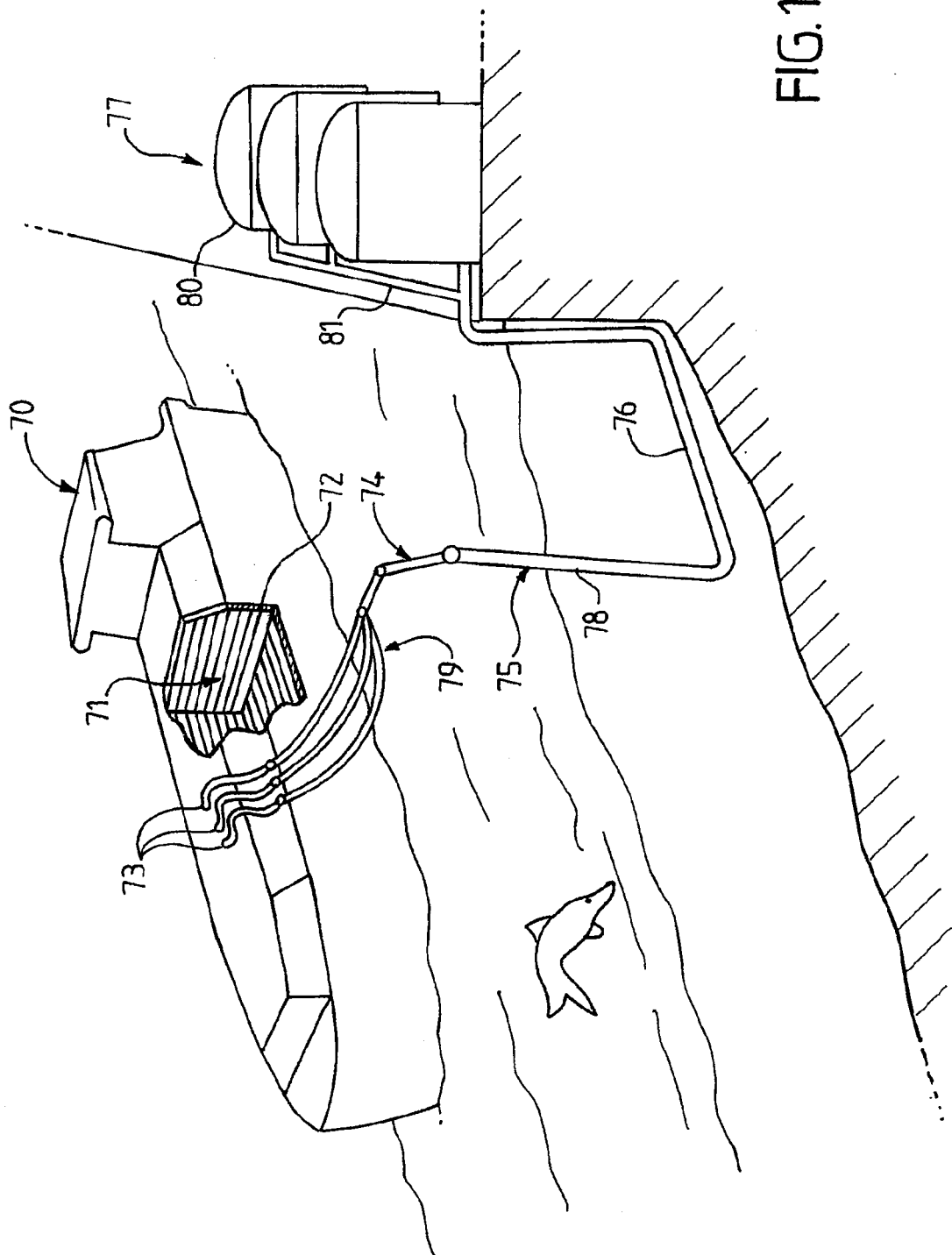


FIG. 15

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2877639 [0003]