

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 15.06.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 20.12.24 Bulletin 24/51.

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 Anonyme à conseil d'administration — FR.

72 Inventeur(s) : SARTRE NICOLAS, DELETRE
BRUNO et JEAN Pierre.

73 Titulaire(s) : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ
Société Anonyme à conseil d'administration.

74 Mandataire(s) : Cabinet LOYER & ABELLO.

54 Cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve non-horizontale, et procédé d'assemblage de cette paroi de cuve.

57 L'invention concerne une cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve non-horizontale (1) et un procédé d'assemblage pour assembler la paroi de cuve non-horizontale.

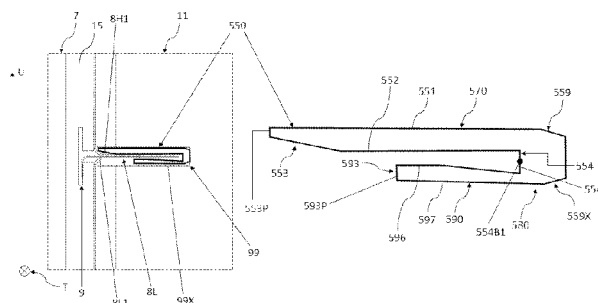
La membrane d'étanchéité secondaire (4) de la paroi de cuve comporte des virures (8), chaque virure (8) présentant deux bords relevés (8H, 8L).

La barrière isolante primaire (5) de la paroi de cuve comporte des éléments isolants primaires (11).

Un élément isolant primaire (11) comporte une fente inférieure (99). La fente inférieure (99) reçoit deux bords relevés (8H, 8L), une partie d'un support de soudure (48), et une cale d'arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550).

Une paroi interne (99A) de la fente inférieure (99) est en butée contre une surface de butée de la cale d'arrêt, et une première surface d'appui de la cale d'arrêt opposée à la surface de butée est en appui sur un bord relevé (8H).

Figure pour l'abrégé : Fig. 8



Description

Titre de l'invention : Cuve étanche et thermiquement isolante comportant une paroi de cuve non-horizontale, et procédé d'assemblage de cette paroi de cuve

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes, à membranes. En particulier, l'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage et/ou le transport de gaz liquéfié à basse température, telles que des cuves pour le transport de Gaz de Pétrole Liquéfié (aussi appelé GPL) présentant par exemple une température comprise entre -50°C et 0°C , ou pour le transport de Gaz Naturel Liquéfié (GNL) à environ -162°C à pression atmosphérique. 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 liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Arrière-plan technologique

[0002] On connaît dans l'état de la technique une cuve étanche et thermiquement isolante, la cuve comportant une pluralité de parois de cuve délimitant un espace interne de la cuve, chaque paroi de cuve comportant successivement, dans une direction d'épaisseur, une barrière isolante secondaire retenue à une paroi porteuse, une membrane d'étanchéité secondaire reposant contre la barrière isolante secondaire, et une barrière isolante primaire reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire. La membrane d'étanchéité secondaire est constituée de virures métalliques soudées deux à deux par des bords relevés faisant saillie vers l'intérieur de la cuve. La barrière isolante primaire comprend des éléments isolants primaires juxtaposés, les éléments isolants primaires comportant des fentes inférieures pour recevoir les bords relevés des virures.

[0003] Dans une telle cuve, lorsque la paroi porteuse est non-horizontale et les éléments isolants primaires sont uniquement ancrés sur la barrière isolante secondaire et sur la paroi porteuse par des dispositifs d'ancrage, il est souhaitable d'éviter que l'action de la gravité, éventuellement combinée à des accélérations dues aux mouvements du navire à la mer, puisse provoquer des déplacements des éléments isolants primaires par glissement sur les virures de la membrane d'étanchéité secondaire.

[0004] En effet, de tels glissements peuvent causer divers inconvénients, par exemple provoquer localement des concentrations de contraintes indésirables sur les virures ou encore endommager les zones de soudure entre les virures.

Résumé

[0005] Une idée à la base de l'invention est de fournir une structure de paroi de cuve à

membrane permettant de résoudre au moins certains de ces inconvénients. Une autre idée à la base de l'invention est de fournir une structure de paroi de cuve à membrane dont l'assemblage est simple et fiable.

[0006] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une cuve étanche et thermiquement isolante, la cuve comportant une pluralité de parois de cuve délimitant un espace interne de la cuve, lesdites parois de cuve incluant une paroi de cuve non-horizontale retenue à une paroi porteuse non-horizontale, la paroi de cuve non-horizontale comportant successivement, dans une direction d'épaisseur, une barrière isolante secondaire retenue à la paroi porteuse non-horizontale, une membrane d'étanchéité secondaire reposant contre la barrière isolante secondaire, et une barrière isolante primaire reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire,

la membrane d'étanchéité secondaire comportant des virures métalliques soudées deux à deux, chaque dite virure présentant, à deux extrémités opposés de celle-ci, deux bords relevés s'étendant dans une première direction et faisant saillie vers l'intérieur de la cuve,

la barrière isolante primaire comportant des éléments isolants primaires juxtaposés, dans laquelle la barrière isolante secondaire comporte une surface supérieure formant une surface de support pour la membrane d'étanchéité secondaire et une rainure débouchant sur ladite surface supérieure et s'étendant dans la première direction,

dans laquelle un support de soudure est inséré dans la rainure de sorte qu'une portion supérieure du support de soudure est en saillie de ladite surface supérieure,

dans laquelle une première virure et une deuxième virure parmi lesdites virures sont positionnées de part et d'autre du support de soudure de sorte que ladite portion supérieure s'étend entre un premier bord relevé de la première virure et un deuxième bord relevé de la deuxième virure,

dans laquelle la première direction est oblique ou orthogonale à une direction montante de la paroi porteuse non-horizontale, la direction montante étant parallèle à une direction de plus grande pente de la paroi porteuse non-horizontale, le premier bord relevé et le deuxième bord relevé étant soudés à la portion supérieure du support de soudure,

dans laquelle un dit élément isolant primaire comporte une fente inférieure s'étendant dans la première direction, le premier bord relevé, le deuxième bord relevé et la portion supérieure du support de soudure étant reçus dans la fente inférieure, le premier bord relevé étant plus haut que le deuxième bord relevé suivant la direction montante,

dans laquelle la fente inférieure reçoit en outre une cale d'arrêt, la cale d'arrêt comportant une surface de butée tournée vers la direction montante et une première surface d'appui opposée à la surface de butée,

dans laquelle une paroi interne de la fente inférieure est en butée contre la surface de

butée de la cale d'arrêt et la première surface d'appui de la cale d'arrêt est en appui sur le premier bord relevé.

- [0007] Grâce à ces caractéristiques, la cale d'arrêt tend à empêcher, ou à tout le moins limiter, le déplacement de l'élément isolant primaire par glissement sur la première virure, c'est-à-dire sur la virure portant le premier bord relevé.
- [0008] Selon des modes de réalisation, une telle cuve étanche et thermiquement isolante peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0009] La barrière isolante secondaire peut être formée de diverses manières. Selon un mode de réalisation, la barrière isolante secondaire comporte des éléments isolants secondaires juxtaposés. Un élément isolant secondaire comporte une surface supérieure formant une partie de la surface de support pour la membrane d'étanchéité secondaire. La rainure peut être formée dans l'élément isolant secondaire et déboucher sur sa surface supérieure.
- [0010] Selon un mode de réalisation, la paroi porteuse non-horizontale est une paroi de cofferdam, ou une autre paroi porteuse qui est verticale ou oblique dans le champ de gravité terrestre, telle qu'une paroi porteuse longitudinale.
- [0011] Selon un mode de réalisation, la première direction est une direction orthogonale à la direction montante, telle qu'une direction transversale de la paroi porteuse non-horizontale.
- [0012] Selon un mode de réalisation, la première surface d'appui est fixée, de préférence par collage, au premier bord relevé. Ce collage peut être réalisé au moyen d'un élément adhésif tel qu'une couche de colle ou un ruban adhésif double face.
- [0013] Selon un mode de réalisation, la cale d'arrêt comporte un épaulement, l'épaulement étant tourné vers le premier bord relevé et le deuxième bord relevé. Selon un mode de réalisation dans ce cas, une extrémité libre de la portion supérieure du support de soudure est en saillie par rapport à une extrémité libre du premier bord relevé et à une extrémité libre du deuxième bord relevé, l'extrémité libre de la portion supérieure du support de soudure étant opposée à ladite surface supérieure. Selon un autre mode de réalisation dans ce cas, la portion supérieure du support de soudure est recourbée en direction de l'un parmi le premier bord relevé et le deuxième bord relevé.
- [0014] Selon un mode de réalisation, la cale d'arrêt comporte une portion d'extrémité biseautée tournée vers la première virure.
- [0015] Selon un mode de réalisation, la cale d'arrêt comporte une portion centrale, une première branche et une deuxième branche, la première branche et la deuxième branche s'étendant de part et d'autre de la portion centrale, deux surfaces opposées de la première branche forment la surface de butée et la première surface d'appui de la cale d'arrêt, et la deuxième branche comportant une deuxième surface d'appui, la deuxième surface d'appui étant en appui sur le deuxième bord relevé.

- [0016] Selon un mode de réalisation, la portion d'extrémité biseautée est formée à une extrémité de la première branche qui est opposée à la portion centrale.
- [0017] Selon un mode de réalisation, la deuxième branche comporte une deuxième extrémité biseautée tournée vers la deuxième virure, la deuxième extrémité biseautée étant formée à une extrémité de la deuxième branche qui est opposée à la portion centrale.
- [0018] Selon un mode de réalisation, la première branche et la deuxième branche sont symétriques par rapport à un axe de symétrie passant par la portion centrale.
- [0019] Ainsi, la première branche et la deuxième branche peuvent être interchangeables, de sorte que la fonction de la cale d'arrêt n'est pas affectée par le sens d'insertion de celle-ci dans la fente inférieure de l'élément isolant primaire. L'assemblage est ainsi encore plus simple pour l'opérateur.
- [0020] Selon un mode de réalisation, la deuxième branche est plus courte et/ou moins épaisse que la première branche.
- [0021] Selon un mode de réalisation, la portion centrale comporte au moins un chanfrein du côté opposé à la première branche et à la deuxième branche.
- [0022] Dans certains modes de réalisation, ledit élément isolant primaire s'étend sur une portion de membrane secondaire incluant une pluralité de supports de soudure. Dans ce cas, l'élément isolant primaire peut comporter un nombre de fentes inférieures supérieur ou égal à deux, pour recevoir chacun desdits supports de soudure, et une dite cale d'arrêt est prévue pour chaque fente inférieure ou certaines d'entre elles. Notamment, selon un mode de réalisation, ledit élément isolant primaire comporte en outre une deuxième fente inférieure s'étendant dans la première direction et espacée de la première fente inférieure dans la direction montante. Cet espacement est égal à une largeur de virure.
- [0023] Dans ce cas, la barrière isolante secondaire comporte une deuxième rainure débouchant sur ladite surface supérieure et s'étendant dans la première direction,
un deuxième support de soudure est inséré dans la deuxième rainure de sorte qu'une portion supérieure du deuxième support de soudure est en saillie de ladite surface supérieure,
la première virure et une troisième virure parmi lesdites virures sont positionnées de part et d'autre du deuxième support de soudure de sorte que la portion supérieure du deuxième support de soudure s'étend entre un troisième bord relevé de la troisième virure et un quatrième bord relevé de la première virure opposé au premier bord relevé, le troisième bord relevé et le quatrième bord relevé étant soudés à la portion supérieure du deuxième support de soudure,
ledit élément isolant primaire comporte en outre une deuxième fente inférieure s'étendant dans la première direction, le troisième bord relevé, le quatrième bord relevé et la portion supérieure du deuxième support de soudure étant reçus dans la deuxième

fente inférieure, le troisième bord relevé étant plus haut que le quatrième bord relevé suivant la direction montante,

la deuxième fente inférieure reçoit une deuxième cale d'arrêt, pouvant être identique à la cale d'arrêt, et

une paroi interne de la deuxième fente inférieure est en butée contre la surface de butée de la deuxième cale d'arrêt et la première surface d'appui de la deuxième cale d'arrêt est en appui sur le troisième bord relevé.

[0024] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé d'assemblage pour assembler une paroi de cuve non-horizontale d'une cuve étanche et thermiquement isolante, la paroi de cuve non-horizontale comportant successivement, dans une direction d'épaisseur, une barrière isolante secondaire retenue à une paroi porteuse non-horizontale, une membrane d'étanchéité secondaire reposant contre la barrière isolante secondaire, et une barrière isolante primaire reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire,

la membrane d'étanchéité secondaire comportant des virures métalliques soudées deux à deux, chaque dite virure présentant, à deux extrémités opposés de celle-ci, deux bords relevés s'étendant dans une première direction et faisant saillie vers l'intérieur de la cuve,

la barrière isolante primaire comportant des éléments isolants primaires juxtaposés, le procédé d'assemblage comprenant les étapes de :

- disposer une barrière isolante secondaire sur la paroi porteuse non-horizontale, la barrière isolante secondaire comportant une surface supérieure formant une surface de support pour la membrane d'étanchéité secondaire et une rainure débouchant sur ladite surface supérieure et s'étendant dans la première direction, un support de soudure étant inséré dans la rainure de sorte qu'une portion supérieure du support de soudure est en saillie de ladite surface supérieure ;

- disposer une première virure et une deuxième virure parmi lesdites virures de part et d'autre du support de soudure de sorte que ladite portion supérieure s'étend entre un premier bord relevé de la première virure et un deuxième bord relevé de la deuxième virure, et de sorte que la première direction est oblique ou orthogonale à une direction montante de la paroi porteuse non-horizontale, la direction montante étant parallèle à une direction de plus grande pente de la paroi porteuse non-horizontale ;

- souder le premier bord relevé et le deuxième bord relevé à la portion supérieure du support de soudure ; et

- disposer une cale d'arrêt et un dit élément isolant primaire sur la première virure et la deuxième virure de sorte que la cale d'arrêt, le premier bord relevé, le deuxième bord relevé et la portion supérieure du support de soudure sont reçus dans une fente inférieure que comporte ledit élément isolant primaire, la fente inférieure s'étendant dans

la première direction, et le premier bord relevé étant plus haut que le deuxième bord relevé suivant la direction montante,

la cale d'arrêt comportant une surface de butée tournée vers la direction montante et une première surface d'appui opposée à la surface de butée, et la cale d'arrêt étant disposée de sorte qu'une paroi interne de la fente inférieure est en butée contre la surface de butée de la cale d'arrêt et de sorte que la première surface d'appui de la cale d'arrêt est en appui sur le premier bord relevé.

- [0025] Un tel procédé d'assemblage permet d'obtenir une cuve étanche et thermiquement isolante telle que décrite ci-dessus. Les avantages associés ne sont donc pas décrits à nouveau.
- [0026] Il est bien entendu que les caractéristiques décrites en rapport avec le procédé d'assemblage sont applicables à la cuve étanche et thermiquement isolante et réciproquement.
- [0027] Selon des modes de réalisation, un tel procédé d'assemblage peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0028] Selon un mode de réalisation, la barrière isolante secondaire comporte des éléments isolants secondaires juxtaposés, et le procédé comprend l'étape de disposer un élément isolant secondaire sur la paroi porteuse non-horizontale et fixer ledit élément isolant secondaire sur la paroi porteuse non-horizontale par un dispositif d'ancrage relié à la paroi porteuse.
- [0029] Selon un mode de réalisation, disposer la cale d'arrêt et ledit élément isolant primaire comprend disposer ledit élément isolant primaire sur la première virure et la deuxième virure puis insérer la cale d'arrêt dans la fente inférieure dudit élément isolant primaire.
- [0030] Dans ce cas, selon le mode de réalisation précité dans lequel ledit élément isolant primaire comporte en outre une deuxième fente inférieure s'étendant dans la première direction, disposer la cale d'arrêt et ledit élément isolant primaire comprend disposer ledit élément isolant primaire sur la première virure et la deuxième virure puis insérer la cale d'arrêt dans la fente inférieure dudit élément isolant primaire et insérer une deuxième cale d'arrêt, pouvant être identique à la cale d'arrêt, dans la deuxième fente inférieure dudit élément isolant primaire.
- [0031] Selon un mode de réalisation, disposer la cale d'arrêt et ledit élément isolant primaire comprend positionner la cale d'arrêt dans la fente inférieure dudit élément isolant primaire puis installer ledit élément isolant primaire sur la première virure et la deuxième virure.
- [0032] En d'autres termes, l'élément isolant primaire est installé sur la première virure et la deuxième virure alors que la cale d'arrêt est déjà positionnée dans la fente inférieure, autrement dit alors que la cale d'arrêt est préinstallée dans la fente inférieure. Cette possibilité est particulièrement avantageuse lorsque la cale d'arrêt comporte une

portion centrale, une première branche et une deuxième branche, comme on va le décrire ci-dessous.

- [0033] Dans ce cas, selon le mode de réalisation précité dans lequel ledit élément isolant primaire comporte en outre une deuxième fente inférieure s'étendant dans la première direction, disposer la cale d'arrêt et ledit élément isolant primaire comprend positionner la cale d'arrêt dans la fente inférieure dudit élément isolant primaire, positionner une deuxième cale d'arrêt, pouvant être identique à la cale d'arrêt, dans la deuxième fente inférieure, puis installer ledit élément isolant primaire sur la première virure et la deuxième virure.
- [0034] Selon un mode de réalisation, disposer la cale d'arrêt et ledit élément isolant primaire comprend positionner la cale d'arrêt par rapport au premier bord relevé puis installer ledit élément isolant primaire sur la première virure et la deuxième virure.
- [0035] En d'autres termes, l'élément isolant primaire est installé sur la première virure et la deuxième virure alors que la cale d'arrêt est déjà positionnée par rapport au premier bord relevé, autrement dit alors que la cale d'arrêt est préinstallée sur le premier bord relevé.
- [0036] Dans ce cas, selon le mode de réalisation précité dans lequel ledit élément isolant primaire comporte en outre une deuxième fente inférieure s'étendant dans la première direction,
- la barrière isolante secondaire comporte une deuxième rainure débouchant sur ladite surface supérieure et s'étendant dans la première direction, un deuxième support de soudure étant inséré dans la deuxième rainure de sorte qu'une portion supérieure du deuxième support de soudure est en saillie de ladite surface supérieure,
- le procédé d'assemblage comprend en outre disposer la première virure et une troisième virure parmi lesdites virures sont positionnées de part et d'autre du deuxième support de soudure de sorte que la portion supérieure du deuxième support de soudure s'étend entre un troisième bord relevé de la troisième virure et un quatrième bord relevé de la première virure opposé au premier bord relevé, et souder le troisième bord relevé et le quatrième bord relevé à la portion supérieure du deuxième support de soudure,
- le troisième bord relevé, le quatrième bord relevé et la portion supérieure du deuxième support de soudure étant destinés à être reçus dans la deuxième fente inférieure, le troisième bord relevé étant plus haut que le quatrième bord relevé suivant la direction montante,
- disposer la cale d'arrêt et ledit élément isolant primaire comprend positionner la cale d'arrêt par rapport au premier bord relevé et positionner une deuxième cale d'arrêt, pouvant être identique à la cale d'arrêt, par rapport au troisième bord relevé, puis installer ledit élément isolant primaire sur la première virure, la deuxième virure et la

troisième virure.

- [0037] Selon un mode de réalisation, positionner la cale d'arrêt par rapport au premier bord relevé comprend fixer la première surface d'appui au premier bord relevé, de préférence par collage. Ce collage peut être réalisé au moyen d'un élément adhésif tel qu'une couche de colle ou un ruban adhésif double face.
- [0038] Selon un mode de réalisation, la cale d'arrêt comporte un épaulement, l'épaulement étant tourné vers le premier bord relevé et le deuxième bord relevé. Selon un mode de réalisation dans ce cas, positionner la cale d'arrêt par rapport au premier bord relevé comprend amener une extrémité libre de la portion d'extrémité du support de soudure en butée contre l'épaulement, l'extrémité libre de la portion d'extrémité du support de soudure étant opposée à ladite surface supérieure, et positionner la cale d'arrêt par rapport au premier bord relevé comprend amener l'extrémité libre en butée contre l'épaulement. Selon un autre mode de réalisation dans ce cas, positionner la cale d'arrêt par rapport au premier bord relevé comprend amener une extrémité libre de l'un parmi le premier bord relevé et le deuxième bord relevé en butée contre l'épaulement. Selon encore un autre mode de réalisation dans ce cas, positionner la cale d'arrêt par rapport au premier bord relevé comprend recourber la portion supérieure du support de soudure en direction de l'un parmi le premier bord relevé et le deuxième bord relevé puis amener la portion supérieure ainsi recourbée en butée contre l'épaulement.
- [0039] Ainsi, l'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale est simplifié. En effet, il suffit à l'opérateur chargé de l'assemblage de s'assurer que cette butée est réalisée pour être certain que la cale d'arrêt est correctement positionnée, et que cette butée laisse aussi un espace vide au niveau de la jonction courbe entre le premier bord relevé et la portion plane de la virure.
- [0040] Selon un mode de réalisation, la cale d'arrêt comporte un chanfrein du côté opposé à la surface de butée par rapport à l'épaulement.
- [0041] Le chanfrein tend à faciliter l'insertion de la cale d'arrêt dans la fente de l'élément isolant primaire lorsque la cale d'arrêt est préinstallée sur le premier bord relevé.
- [0042] Selon un mode de réalisation, la cale d'arrêt comporte une portion d'extrémité biseautée tournée vers la première virure, et disposer la cale d'arrêt comprend mettre une surface d'extrémité de la portion d'extrémité biseautée en appui sur la première virure.
- [0043] Ainsi, l'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale est simplifié. En effet, il suffit à l'opérateur chargé de l'assemblage de s'assurer que cet appui est réalisé pour être certain que la cale d'arrêt est correctement positionnée. D'autre part, le fait que la portion d'extrémité soit biseautée permet d'éviter que cet appui ne contraigne excessivement la première virure au niveau d'une première jonction courbe entre le premier bord relevé et une portion plane de la première virure, ce qui serait préjudiciable à la

tenue mécanique, à la capacité de déformation, et à la durée de vie de la première virure et de la soudure entre les virures.

- [0044] Selon un mode de réalisation, la cale d'arrêt comporte une portion centrale, une première branche et une deuxième branche, la première branche et la deuxième branche s'étendant de part et d'autre de la portion centrale, deux surfaces opposées de la première branche forment la surface de butée et la première surface d'appui de la cale d'arrêt, et la deuxième branche comportant une deuxième surface d'appui, et disposer la cale d'arrêt comprend mettre la deuxième surface d'appui en appui sur le deuxième bord relevé.
- [0045] Ainsi, l'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale est simplifié. En effet, l'appui de la première surface d'appui sur le premier bord relevé et l'appui de la deuxième surface d'appui sur le deuxième bord relevé concourent à maintenir suffisamment la cale d'arrêt en position pour pouvoir installer l'élément isolant primaire.
- [0046] Selon un mode de réalisation, la portion d'extrémité biseautée est formée à une extrémité de la première branche qui est opposée à la portion centrale.
- [0047] Selon un mode de réalisation, la portion centrale comporte au moins un chanfrein du côté opposé à la première branche et à la deuxième branche.
- [0048] Le chanfrein tend à faciliter l'insertion de la cale d'arrêt dans la fente inférieure de l'élément isolant primaire lorsque la cale d'arrêt est préinstallée sur le premier bord relevé ou lorsque l'on souhaite que la cale d'arrêt soit préinstallée dans la fente inférieure.
- [0049] Dans un mode de réalisation, le gaz liquéfié est du GNL, à savoir un mélange à forte teneur en méthane stocké à une température d'environ -162°C à la pression atmosphérique. D'autres gaz liquéfiés peuvent aussi être envisagés, notamment l'éthane, le propane, le butane ou l'éthylène. Des gaz liquéfiés peuvent aussi être stockés sous pression, par exemple à une pression relative comprise entre 2 et 20 bar, et en particulier à une pression relative voisine de 2 bar.
- [0050] 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. Une telle cuve peut aussi servir de réservoir de carburant dans tout type de navire.
- [0051] Selon un mode de réalisation, un navire pour le transport d'un gaz liquéfié comporte une double coque et une cuve précitée disposée dans la double coque.
- [0052] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un gaz liquéfié, 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 gaz liquéfié à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

- [0053] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un gaz liquéfié à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

Brève description des figures

- [0054] 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.
- [0055] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue en perspective écorchée d'une paroi de cuve.
- [0056] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue de côté de la paroi de cuve de la [Fig.1], selon une direction orthogonale à la direction montante repérée par la flèche U sur la [Fig.1] et parallèle à la direction transversale repérée par la flèche T sur la [Fig.1].
- [0057] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue agrandie du détail B de la [Fig.2].
- [0058] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue analogue à la [Fig.3], montrant sur la vue de gauche la paroi de cuve comprenant une cale d'arrêt selon un premier mode de réalisation, et sur la vue de droite un agrandissement de cette cale d'arrêt.
- [0059] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue analogue à la [Fig.3], montrant sur la vue de gauche la paroi de cuve comprenant une cale d'arrêt selon un deuxième mode de réalisation, et sur la vue de droite un agrandissement de cette cale d'arrêt.
- [0060] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue analogue à la [Fig.3], montrant sur la vue de gauche la paroi de cuve comprenant une cale d'arrêt selon un troisième mode de réalisation, et sur la vue de droite un agrandissement de cette cale d'arrêt.
- [0061] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue analogue à la [Fig.3], montrant sur la vue de gauche la paroi de cuve comprenant une cale d'arrêt selon un quatrième mode de réalisation, et sur la vue de droite un agrandissement de cette cale d'arrêt.
- [0062] [Fig.8] La [Fig.8] est une vue analogue à la [Fig.3], montrant sur la vue de gauche la paroi de cuve comprenant une cale d'arrêt selon un cinquième mode de réalisation, et sur la vue de droite un agrandissement de cette cale d'arrêt.
- [0063] [Fig.9] La [Fig.9] est une représentation schématique écorchée d'une cuve de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

Description des modes de réalisation

- [0064] Par convention, les termes « inférieur » et « supérieur » sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, respectivement en direction de

l'extérieur ou de l'intérieur de la cuve comme dans la paroi non-horizontale qui est représentée sur la [Fig.1].

- [0065] Sur la [Fig.1], on a représenté la structure multicouche d'une paroi de cuve 1, étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un fluide liquéfié, tel que du gaz naturel liquéfié (GNL). La paroi de cuve 1 comporte successivement, dans le sens de l'épaisseur, depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire 3 retenue à une paroi porteuse 2, une membrane étanche secondaire 4 reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire 3, une barrière thermiquement isolante primaire 5 reposant contre la membrane étanche secondaire 4 et une membrane étanche primaire 6 destinée à être en contact avec le gaz naturel liquéfié contenu dans la cuve.
- [0066] La paroi porteuse 2 peut notamment être formée par la coque ou la double coque d'un navire. La paroi porteuse 2 fait typiquement partie d'une structure porteuse comportant une pluralité de parois définissant la forme générale de la cuve, habituellement une forme polyédrique.
- [0067] La barrière thermiquement isolante secondaire 3 comporte une pluralité de blocs isolants secondaires 7 qui sont ancrés sur la paroi porteuse 2 au moyen de dispositifs d'ancrage 20 qui seront décrits ci-dessous. Les blocs isolants secondaires 7 présentent une forme générale parallélépipédique et sont disposés selon des rangées parallèles.
- [0068] La membrane d'étanchéité secondaire 4 comporte une nappe continue de virures métalliques 8 à bords relevés. Les virures métalliques 8 sont soudées par leurs bords relevés 8H, 8L (cf. [Fig.3]) comme on va le détailler ci-dessous. Les virures métalliques 8 sont, par exemple, réalisées en Invar® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $1,2 \cdot 10^{-6}$ et $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre $7 \cdot 10^{-6}$ et $10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.
- [0069] La barrière thermiquement isolante primaire 5 comporte une pluralité de blocs isolants primaires 11 présentent une forme générale parallélépipédique et des dimensions de longueur et de largeur identiques à celles des blocs isolants secondaires 7. Chacun des blocs isolants primaires 11 est positionné au droit de l'un des blocs isolants secondaires 7, dans l'alignement de celui-ci selon la direction d'épaisseur de la paroi de cuve 1.
- [0070] La membrane d'étanchéité primaire 6 peut être réalisée de différentes manières comme on va le détailler ci-dessous.
- [0071] Sur la [Fig.1], un bloc isolant secondaire 7 a été omis pour laisser voir des cales d'épaisseur 12 et des cordons de mastic 13 destinés à compenser des défauts de planéité de la paroi porteuse 2. Des cales de positionnement non représentées peuvent aussi être prévues comme décrit dans la publication WO-A-2018069585.

- [0072] Les dispositifs d'ancrage 20 sont positionnés de préférence au niveau des quatre coins des blocs isolants secondaires 7 et blocs isolants primaires 11. Chaque empilement d'un bloc isolant secondaire 7 et d'un bloc isolant primaire 11 est ancré à la paroi porteuse 2 au moyen de quatre dispositifs d'ancrage 20. En outre, chaque dispositif d'ancrage 20 coopère avec les coins de quatre blocs isolants secondaires 7 adjacents et avec les coins de quatre blocs isolants primaires 11 adjacents.
- [0073] Sur la [Fig.2], on voit plus en détail deux blocs isolants secondaires 7 adjacents, deux blocs isolants primaires 11 adjacents, et un dispositif d'ancrage 20.
- [0074] Chaque bloc isolant secondaire 7 comporte une couche de mousse polymère isolante 16 prise en sandwich entre une plaque de fond et une plaque de couvercle 15. La plaque de fond et la plaque de couvercle 15 sont par exemple réalisées en bois contreplaqué ou en composite fibré. La couche de mousse polymère isolante 16 est collée sur la plaque de fond et la plaque de couvercle 15. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse à base de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres.
- [0075] Dans le mode de réalisation représenté, les blocs isolants primaires 11 présentent une structure analogue à celle des blocs isolants secondaires 7 décrits ci-dessus. Dans ce cas, comme cela est mieux visible sur la [Fig.3], chaque bloc isolant primaire 11 comporte une couche de mousse polymère isolante 18 prise en sandwich entre une plaque de fond 19 et une plaque de couvercle 18T. La plaque de fond 19 et la plaque de couvercle 15 sont par exemple réalisées en bois contreplaqué. La couche de mousse polymère isolante 16 est collée sur la plaque de fond 19 et la plaque de couvercle 18T. La mousse polymère isolante peut notamment être une mousse à base de polyuréthane, optionnellement renforcée par des fibres.
- [0076] Le dispositif d'ancrage 20 est ici du type décrit dans le document WO 2021/239712 A1, c'est-à-dire que le dispositif d'ancrage 20 comporte essentiellement un ensemble de serrage 30 et une tige d'ancrage 22 (représentée en trait mixte sur la [Fig.2]).
- [0077] L'ensemble de serrage 30 comporte une platine inférieure 31, une platine supérieure 32 parallèle à la platine inférieure 31, au moins un organe de liaison (non représenté) tel qu'une vis de fixation liant la platine inférieure 31 à la platine supérieure 32, et un organe d'espacement agencé entre la platine inférieure 31 et la platine supérieure 32. L'organe d'espacement comporte une pièce de butée définissant un espacement minimal entre la platine inférieure 31 et la platine supérieure 32 dans une position de butée des platines 31, 32 contre la pièce de butée. La pièce de butée comprend un bloc d'espacement 33.
- [0078] La tige d'ancrage 22 fait saillie de l'ensemble de serrage 30 perpendiculairement à la platine inférieure 31. De façon non représentée, une extrémité inférieure de la tige

d'ancrage 22 est attachée à la paroi porteuse 2. Une extrémité supérieure, opposée à l'extrémité inférieure, de la tige d'ancrage 22 est couplée à la platine inférieure 31 pour pouvoir exercer une traction sur la platine inférieure 31 en direction de l'extrémité inférieure.

[0079] L'organe d'espacement comporte en outre un organe élastiquement compressible, ici un ressort de compression 69, par exemple hélicoïdal. En variante, l'organe élastiquement compressible comporte une pile de rondelles élastiques, par exemple de rondelles Belleville. Comme décrit dans le document WO 2021/239712 A1, l'organe élastiquement compressible tend à maintenir la platine inférieure 31 et la platine supérieure 32 dans une position écartée, l'organe de liaison définissant un espacement maximal entre la platine inférieure 31 et la platine supérieure 32 dans la position écartée, l'espacement maximal étant supérieur à l'espacement minimal ; et l'organe élastiquement compressible est configuré pour se comprimer élastiquement jusqu'à la position de butée des platines inférieure 31 et supérieure 32 contre la pièce de butée en réponse à un effort tendant à rapprocher la platine supérieure 32 de la platine inférieure 31. Davantage de détails sur la construction d'un tel dispositif d'ancrage 20 peuvent être trouvés dans le document WO 2021/239712 A1. Il est à noter que le dispositif d'ancrage 20 comporte également une platine d'appui primaire 28 qui est en appui en direction de la paroi porteuse 2 sur une zone d'appui ménagée dans chacun des quatre blocs isolants primaires 11 adjacents de manière à les retenir contre la membrane d'étanchéité secondaire 4. Dans le mode de réalisation représenté, chaque zone d'appui est formée par une partie débordante d'une plaque de fond 19 du bloc isolant primaire 11.

[0080] Un écrou 29 coopère avec un filetage ménagé au niveau de l'extrémité supérieure du goujon 27 de manière à assurer la fixation de la platine d'appui primaire 28 sur le goujon 27. Dans le mode de réalisation représenté, le dispositif d'ancrage 20 comporte en outre une rondelle élastique de type Belleville enfilée sur le goujon 27 entre l'écrou 29 et la platine d'appui primaire 28, ce qui permet d'assurer un ancrage élastique des blocs isolants primaires 11 sur la membrane d'étanchéité secondaire 4.

[0081] En variante, le dispositif d'ancrage 20 peut être réalisé d'autres manières selon les besoins, par exemple comme décrit dans le document FR 3 128 003 A1, le document WO 2014/096600 A1, ou le document WO 2019/110894 A1.

[0082] Comme cela est représenté sur la [Fig.3], les blocs isolants primaires 11 comportent des fentes inférieures 99. Chaque fente inférieure 99 est disposée en regard d'une rainure 9 (cf. [Fig.1], [Fig.2], [Fig.3]) d'un bloc isolant secondaire 7. Dans l'exemple représenté, comme cela est visible sur la [Fig.1], chaque bloc isolant secondaire 7 comporte deux rainures 9 parallèles entre elles ; en conséquence, chaque bloc isolant primaire 11 comporte deux fentes inférieures 99 parallèles entre elles, la [Fig.3] re-

présentant seulement une fente inférieure 99 par bloc isolant primaire 11. En variante, il est possible de prévoir une seule rainure 9 par bloc isolant secondaire 7 et une fente inférieure 99 par bloc isolant primaire 11, ou bien un nombre de rainures 9 par bloc isolant secondaire 7 qui est supérieur à deux, et le même nombre de fentes inférieures 99 par bloc isolant primaire 11.

- [0083] Comme cela est mieux visible sur la [Fig.3], qui est une vue agrandie du détail B de la [Fig.2], un support de soudure 48 est prévu par rainure 9. Le support de soudure 48 présente une section transversale en forme de « L », de façon à présenter une portion supérieure 47, rectiligne, et une portion inférieure 49, rectiligne et s'étendant dans une direction orthogonale à la portion supérieure 47. La rainure 9 présente une section transversale en forme de « T » et reçoit la portion inférieure 49. La coopération entre la portion inférieure 49 et les parois de la rainure 9 retient le support de soudure 48 sur le bloc isolant secondaire 7.
- [0084] La portion supérieure 47 est en saillie de la plaque de couvercle 15, et s'étend entre un premier bord relevé 8H d'une première virure 8 et un deuxième bord relevé 8L d'une deuxième virure 8. Pour cela, ces deux virures 8 sont positionnées de part et d'autre du support de soudure 48 comme cela est représenté sur la [Fig.3]. Le premier bord relevé 8H et le deuxième bord relevé 8L sont soudés à la portion supérieure 47 du support de soudure 48. En outre, le premier bord relevé 8H, le deuxième bord relevé 8L et la portion supérieure 47 sont reçus dans la fente inférieure 99.
- [0085] Dans l'exemple représenté, la rainure 9 s'étend sur une partie de l'épaisseur de la plaque de couvercle 15 du bloc isolant secondaire 7. Toutefois, en variante, la rainure 9 peut s'étendre jusqu'à la couche de mousse polymère isolante 16 sans pénétrer dans l'épaisseur de la mousse polymère isolante 16, ou encore s'étendre partiellement dans l'épaisseur de la mousse polymère isolante 16.
- [0086] Comme on l'a mentionné précédemment, la paroi de cuve 1 représentée sur la [Fig.1] est non-horizontale. Autrement dit, la paroi de cuve 1 est une paroi de cuve verticale ou oblique dans le champ de gravité terrestre. Notamment, la paroi porteuse 2 peut être une paroi de cofferdam, ou une autre paroi porteuse qui est verticale ou oblique dans le champ de gravité terrestre, telle qu'une paroi porteuse longitudinale. Sur les figures :
- la flèche U indique une direction montante, qui est parallèle à une direction de plus grande pente de la paroi porteuse 2, et qui est orientée dans le sens montant ;
 - la flèche T indique une direction transversale, qui est orthogonale à la direction montante U et orthogonale à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve 1.
- [0087] Comme cela est représenté sur les figures, les bords relevés 8H, 8L des virures 8 et les portions supérieures 47 des supports de soudure 48 s'étendent parallèlement à la direction transversale T, et donc orthogonalement à la direction montante U. En variante, les bords relevés 8H, 8L des virures 8 et les portions supérieures 47 des

supports de soudure 48 peuvent s'étendre obliquement mais non orthogonalement à la direction montante U. Dans les deux cas, le premier bord relevé 8H est plus haut que le deuxième bord relevé 8L suivant la direction montante U.

- [0088] En référence en particulier à la [Fig.2] et à la [Fig.3], puisque la paroi de cuve 1 est non-horizontale, l'action de la gravité sur les blocs isolants primaires 11 est orientée dans le sens descendant, c'est-à-dire dans le sens inverse du sens indiqué par la flèche U. Comme on l'a mentionné ci-dessus, les dispositifs d'ancrage 20 ancrent les blocs isolants primaires 11 sur la paroi porteuse 2 en retenant les blocs isolants primaires 11 contre la paroi porteuse 2 selon une orientation parallèle à la direction d'épaisseur de la paroi de cuve 1. Il est souhaitable d'éviter que l'action de la gravité, éventuellement combinée à des accélérations dues aux mouvements du navire à la mer, puisse provoquer des déplacements des blocs isolants primaires 11 dans le sens descendant par glissement sur les virures 8. On décrit ci-après plusieurs modes de réalisation de la paroi de cuve 1 qui tendent à empêcher, ou à tout le moins limiter, de tels déplacements des blocs isolants primaires 11 par glissement sur les virures 8.
- [0089] Un premier mode de réalisation est représenté sur la [Fig.4]. Sur la [Fig.4], et sur les figures 5, 6, 7, et 8 décrites ci-dessous, les éléments analogues ou identiques à ceux décrits ci-dessus en référence à la [Fig.1], la [Fig.2] et la [Fig.3] portent les mêmes signes de référence et ne sont pas décrits de nouveau sauf lorsque cela est nécessaire.
- [0090] Comme représenté sur la [Fig.4], une cale d'arrêt 150 est reçue dans la fente inférieure 99. La cale d'arrêt 150 présente une section transversale rectangulaire constante. En d'autres termes, la cale d'arrêt 150 consiste en un tasseau, par exemple en un tasseau en bois contreplaqué ou en plastique. Ainsi, les deux plus grandes faces opposées de la cale d'arrêt 150 sont planes. Ces deux plus grandes faces portent respectivement les repères 151 et 152 sur la vue de droite de la [Fig.4].
- [0091] On décrit maintenant l'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale 1 à l'aide de la cale d'arrêt 150.
- [0092] La paroi porteuse non-horizontale 2 ayant été construite, on dispose sur la paroi porteuse 2 un bloc isolant secondaire 7, ou plusieurs blocs isolants secondaires 7 adjacents. Par exemple, on dispose quatre blocs isolants secondaires 7 adjacents retenus au niveau de leurs coins par un dispositif d'ancrage 20 comme on l'a décrit ci-dessus.
- [0093] Pour un bloc isolant secondaire 7 donné, on insère un support de soudure 48 dans une rainure 9 de ce bloc isolant secondaire 7. La portion supérieure 47 du support de soudure 48 est en saillie de la plaque de couvercle 15 comme on l'a mentionné ci-dessus. La surface supérieure de la plaque de couvercle 15 forme une partie d'une surface de support pour la membrane d'étanchéité secondaire 4, plus précisément pour les portions planes des virures 8 constituant la membrane d'étanchéité secondaire 4.

Sur la plaque de couvercle 15, on dispose deux virures 8 de part et d'autre de la portion supérieure 47, de sorte que la portion supérieure 47 s'étend entre le premier bord relevé 8H d'une première virure 8 et le deuxième bord relevé 8L d'une deuxième virure 8. Comme on l'a mentionné ci-dessus, le premier bord relevé 8H, le deuxième bord relevé 8L, et la portion supérieure 47 s'étendent obliquement ou orthogonalement à la direction montante U, et le premier bord relevé 8H est plus haut que le deuxième bord relevé 8L suivant la direction montante U.

- [0094] Ensuite, on soude le premier bord relevé 8H et le deuxième bord relevé 8L à la portion supérieure 47 du support de soudure 48 selon les techniques connues.
- [0095] Ensuite, on dispose une cale d'arrêt 150 et un bloc isolant primaire 11 sur les virures 8 de sorte que la cale d'arrêt 150 le premier bord relevé 8H, le deuxième bord relevé 8L et la portion supérieure 47 sont reçus dans la fente inférieure 99 du bloc isolant primaire 11.
- [0096] La cale d'arrêt 150 peut être apportée de différentes manières. Dans une variante, la cale d'arrêt 150 est insérée dans la fente inférieure 99 après que le bloc isolant primaire 11 a été disposé sur les virures 8. Dans une autre variante, la cale d'arrêt 150 est pré-installée sur le premier bord relevé 8H, autrement dit la cale d'arrêt 150 est positionnée par rapport au premier bord relevé 8H avant de disposer le bloc isolant primaire 11 sur les virures 8. Pour cela, par exemple, la cale d'arrêt 150 est fixée par sa face 152 au premier bord relevé 8H, par exemple au moyen d'un élément adhésif 152C, tel qu'une couche de colle ou un ruban adhésif double face.
- [0097] En tout état de cause, après que la cale d'arrêt 150 et le bloc isolant primaire 11 ont été disposés, la cale d'arrêt 150 est reçue dans la fente inférieure 99 dans l'orientation représentée sur la [Fig.4]. La face 151 de la cale d'arrêt 150 matérialise une surface de butée tournée vers la direction montante U, et la face 152 opposée à la face 151 matérialise une surface d'appui opposée à cette surface de butée. Comme indiqué par les flèches D sur la vue de gauche de la [Fig.4], l'action de la gravité sur le bloc isolant primaire 11 tend à amener la paroi interne 99A de la fente inférieure 99 qui est en regard du premier bord relevé 8H en butée contre la surface de butée matérialisée par la face 151. Par suite, la surface d'appui matérialisée par la face 152 tend à être en appui sur le premier bord relevé 8H. De cette manière, la cale d'arrêt 150 tend à empêcher, ou à tout le moins limiter, le déplacement du bloc isolant primaire 11 par glissement sur la virure 8 portant le premier bord relevé 8H.
- [0098] Les étapes ci-dessus peuvent être répétées pour chaque rainure 9 d'un bloc isolant secondaire 7 et pour chaque bloc isolant secondaire 7. On notera donc que dans l'exemple représenté sur la [Fig.1], les deux fentes inférieures 99 de chaque bloc isolant primaire 11 sont chacune munie d'une cale d'arrêt 150. Ensuite, on peut terminer l'assemblage de la paroi de cuve 1, et notamment installer la membrane

d'étanchéité primaire 6 sur la barrière isolante primaire 5 constituée par les blocs isolants primaires 11.

[0099] Selon un mode de réalisation, la membrane d'étanchéité primaire 6 est analogue à la membrane d'étanchéité secondaire 4. En d'autres termes, la membrane d'étanchéité primaire 6 comprend également des virures métalliques 8 soudées par leurs bords relevés 8H, 8L sur des supports de soudure 48 parallèles. Les supports de soudure 48 sont fixés dans des rainures 9T ménagées sur les plaques de couvercle 18T des blocs isolants primaires 11. En variante, la membrane d'étanchéité primaire 6 peut être réalisée d'autres manières, par exemple à partir de tôles métalliques ondulées qui sont soudées par recouvrement par leurs bords.

[0100] Exemple de dimensionnement :

- dimensions internes de la fente inférieure 99 : 10 mm suivant la direction montante U ; 40 mm orthogonalement à la direction montante U et à la direction transversale T ;
- dimensions de la cale d'arrêt 150 : entre 2 mm inclus et 5 mm inclus, par exemple 3 mm, suivant la direction montante U ; 20 mm orthogonalement à la direction montante U et à la direction transversale T ; entre 40 mm et 500 mm suivant la direction transversale T, de préférence entre 200 mm et 500 mm suivant la direction transversale T afin de pouvoir être glissée entre deux blocs isolants adjacents.

[0101] Un deuxième mode de réalisation est représenté sur la [Fig.5]. Sur la [Fig.5], la cale d'arrêt porte la référence 250. Les éléments de la cale d'arrêt 250 qui sont analogues à ceux de la cale d'arrêt 150 portent les mêmes signes de référence augmentés de 100, et ne sont pas décrits de nouveau sauf lorsque cela est nécessaire.

[0102] La cale d'arrêt 250 comporte, entre la face 251 et la face 252, une portion d'extrémité 253 biseautée. En d'autres termes, la portion d'extrémité 253 présente une section transversale qui est trapézoïdale, et qui décroît continûment jusqu'à une surface d'extrémité 253P. La surface d'extrémité 253P est plane et est ici orthogonale aux faces 251 et 252.

[0103] L'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale 1 à l'aide de la cale d'arrêt 250 est identique à ce qui a été décrit ci-dessus en rapport avec le premier mode de réalisation, à ceci près que la cale d'arrêt 250 est apportée de sorte que la portion d'extrémité 253 est tournée vers la virure 8 portant le premier bord relevé 8H, et de sorte que la surface d'extrémité 253P est en appui sur la jonction courbe 8H1 entre le premier bord relevé 8H et la portion plane de la virure 8.

[0104] Lors de l'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale 1, il suffit à l'opérateur chargé de l'assemblage de s'assurer que cet appui de la surface d'extrémité 253P sur la jonction courbe 8H1 est réalisé pour être certain que la cale d'arrêt 250 est correctement positionnée. Ainsi, l'assemblage est simplifié pour l'opérateur.

[0105] D'autre part, le fait que la portion d'extrémité 253 soit biseautée permet d'éviter que

cet appui ne contraigne excessivement la jonction courbe 8H1, ce qui serait préjudiciable à la tenue mécanique et à la durée de vie de la virure 8. Plus précisément, si la portion d'extrémité 253 n'était pas biseautée, mais de section rectangulaire comme la portion d'extrémité 153 (cf. [Fig.4]) de la cale d'arrêt 150 du premier mode de réalisation, alors la jonction courbe 8H1 serait en contact avec la portion d'extrémité 253 sur une plus grande surface, et donc serait davantage contrainte, notamment davantage empêchée de travailler en flexion. C'est pourquoi, dans le premier mode de réalisation, la surface d'extrémité 153P de la cale d'arrêt 150 tournée vers la virure 8 portant le premier bord relevé 8H n'a pas vocation à être en appui sur la jonction courbe 8H1.

- [0106] Les faces 251 et 252 coopèrent avec la fente inférieure 99 et le premier bord relevé 8H de la même façon que les faces 151 et 152. Cette coopération n'est donc pas décrite à nouveau.
- [0107] Comme dans le premier mode de réalisation, la cale d'arrêt 250 du deuxième mode de réalisation peut être apportée de différentes manières. Dans une variante, la cale d'arrêt 250 est insérée dans la fente inférieure 99 après que le bloc isolant primaire 11 a été disposé sur les virures 8. Dans une autre variante, la cale d'arrêt 250 est pré-installée sur le premier bord relevé 8H, autrement dit la cale d'arrêt 250 est positionnée par rapport au premier bord relevé 8H avant de disposer le bloc isolant primaire 11 sur les virures 8. Pour cela, par exemple, la cale d'arrêt 250 est fixée par sa face 252 au premier bord relevé 8H, par exemple au moyen d'un élément adhésif 252C analogue à l'élément adhésif 152C.
- [0108] Un troisième mode de réalisation est représenté sur la [Fig.6]. Sur la [Fig.6], la cale d'arrêt porte la référence 350. Les éléments de la cale d'arrêt 350 qui sont analogues ou identiques à ceux de la cale d'arrêt 150 portent les mêmes signes de référence augmentés de 200, et ne sont pas décrits de nouveau sauf lorsque cela est nécessaire.
- [0109] La cale d'arrêt 350 comporte, entre la face 351 et la face 352 et à l'opposé de la surface d'extrémité 353P tournée vers la virure 8 portant le premier bord relevé 8H, un épaulement 354. L'épaulement 354 comporte une surface de butée 354B, qui est ici plane et orthogonale aux faces 351 et 352.
- [0110] L'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale 1 à l'aide de la cale d'arrêt 350 est identique à ce qui a été décrit ci-dessus en rapport avec le premier mode de réalisation, à ceci près que la cale d'arrêt 350 est apportée de sorte que l'extrémité libre 47A de la portion supérieure 47 du support de soudure 48 est en butée contre l'épaulement 354 en un point 354B1 de la surface de butée 354B.
- [0111] Lors de l'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale 1, il suffit à l'opérateur chargé de l'assemblage de s'assurer que cette butée de l'extrémité libre 47A en 354B1 est réalisée pour être certain que la cale d'arrêt 350 est correctement positionnée. Ainsi, l'assemblage est simplifié pour l'opérateur. En outre, cette butée laisse aussi un espace

vide au niveau de la jonction courbe 8H1 entre le premier bord relevé 8H et la portion plane de la virure 8.

- [0112] La cale d'arrêt 350 est dimensionnée de sorte que lorsque l'extrémité libre 47A est en butée contre l'épaule 354 en 354B1, la surface d'extrémité 353P n'est pas en appui sur la jonction courbe 8H1. C'est pourquoi la portion d'extrémité 353 de la cale d'arrêt 350 peut être de section rectangulaire, comme la portion d'extrémité 153 (cf. [Fig.4]) de la cale d'arrêt 150 du premier mode de réalisation. En variante, la cale d'arrêt 350 peut comporter une portion d'extrémité biseautée analogue à la portion d'extrémité 253 du deuxième mode de réalisation. Une telle portion d'extrémité biseautée n'a pas vocation à être en appui sur la jonction courbe 8H1, mais permet également d'éviter que la jonction courbe 8H1 ne soit excessivement contrainte lorsque la butée de l'extrémité libre 47A en 354B1 est réalisée.
- [0113] Les faces 351 et 352 coopèrent avec la fente inférieure 99 et le premier bord relevé 8H de la même façon que les faces 151 et 152. Cette coopération n'est donc pas décrite à nouveau.
- [0114] De préférence, la cale d'arrêt 350 est apportée de façon à réaliser la butée de l'extrémité libre 47A contre l'épaule 354 en 354B1 avant de disposer le bloc isolant primaire 11 sur les virures 8. Pour faciliter l'insertion de la cale d'arrêt 350 dans la fente inférieure 99 au moment d'installer le bloc isolant primaire 11, la cale d'arrêt 350 comporte de préférence un chanfrein 359 du côté opposé à la surface de butée 354B par rapport à l'épaule 354, le chanfrein 359 étant tourné vers la paroi interne 99A de la fente inférieure 99.
- [0115] Un quatrième mode de réalisation est représenté sur la [Fig.7]. Sur la [Fig.7], la cale d'arrêt porte la référence 450. Les éléments de la cale d'arrêt 450 qui sont analogues ou identiques à ceux de la cale d'arrêt 150 portent les mêmes signes de référence augmentés de 300, et ne sont pas décrits de nouveau sauf lorsque cela est nécessaire.
- [0116] La cale d'arrêt 450 comporte une portion centrale 480, une première branche 470 et une deuxième branche 490. La première branche 470 et la deuxième branche 490 s'étendent de part et d'autre de la portion centrale 480.
- [0117] La première branche 470 présente des faces 451 et 452 analogues aux faces 151 et 152.
- [0118] La deuxième branche 490 comporte une face 496 et une face 497. La face 496 est plane et en regard de la face 452 de la première branche 470. La face 497 est plane et opposée à la face 496.
- [0119] La face 451 matérialise une première surface de butée tournée vers la direction montante U. La face 452 matérialise une première surface d'appui destinée à être en appui sur le premier bord relevé 8H. La face 496 matérialise une deuxième surface d'appui destinée à être en appui sur le deuxième bord relevé 8L.

- [0120] L'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale 1 à l'aide de la cale d'arrêt 450 est identique à ce qui a été décrit ci-dessus en rapport avec le premier mode de réalisation, à ceci près que la cale d'arrêt 450 est de préférence préinstallée sur le premier bord relevé 8H, autrement dit la cale d'arrêt 450 est de préférence positionnée par rapport au premier bord relevé 8H avant de disposer le bloc isolant primaire 11 sur les virures 8. En effet, l'appui de la face 452 sur le premier bord relevé 8H et l'appui de la face 496 sur le deuxième bord relevé 8L concourent à maintenir suffisamment la cale d'arrêt 450 en position pour pouvoir installer le bloc isolant primaire 11 alors que la cale d'arrêt 450 est déjà positionnée par rapport au premier bord relevé 8H. Ainsi, l'assemblage est simplifié pour l'opérateur. En variante, la cale d'arrêt 450 est avantageusement préinstallée dans la fente inférieure 99, autrement dit la cale d'arrêt 450 est avantageusement positionnée dans la fente inférieure 99 avant de disposer le bloc isolant primaire 11 sur les virures 8.
- [0121] Les faces 451 et 452 coopèrent avec la fente inférieure 99 et le premier bord relevé 8H de la même façon que les faces 151 et 152. Cette coopération n'est donc pas décrite à nouveau. L'appui mentionné ci-dessus de la face 496 sur le deuxième bord relevé 8L peut être obtenu de diverses façons, par exemple en conférant à la cale d'arrêt 450 un degré d'élasticité qui tend à maintenir la face 452 en appui sur le premier bord relevé 8H et simultanément à maintenir la face 496 en appui sur le deuxième bord relevé 8L.
- [0122] Dans l'exemple représenté, la première branche 470 et la deuxième branche 490 sont symétriques par rapport à un axe de symétrie S4 passant par la portion centrale 480. Dans ce cas, la première branche 470 et la deuxième branche 490 sont interchangeables, de sorte que la fonction de la cale d'arrêt 450 n'est pas affectée par le sens d'insertion de celle-ci dans la fente inférieure 99. L'assemblage est ainsi encore plus simple pour l'opérateur.
- [0123] Dans l'exemple représenté, la face 497 matérialise une deuxième surface de butée tournée dans une direction opposée à la direction montante U, et qui est en butée contre une paroi interne 99X de la fente inférieure 99 opposée à la paroi interne 99A. Toutefois, il n'y a aucun inconvénient à ce que cette butée de la face 497 contre la paroi interne 99X ne soit pas obtenue en pratique, par exemple en raison des tolérances sur les dimensions de la fente inférieure 99 lors de la fabrication du bloc isolant primaire 11.
- [0124] La première branche 470 comporte, entre la face 451 et la face 452, une portion d'extrémité biseautée 453. De même, la deuxième branche 490 comporte une portion d'extrémité biseautée 493. Les portions d'extrémité biseautées 453, 493 sont analogues à la portion d'extrémité biseautée 253, et comportent ainsi des surfaces d'extrémité 453P, 493P analogues à la surface d'extrémité 253P. Comme la portion d'extrémité biseautée 253 de la cale 250 du deuxième mode de réalisation, la portion d'extrémité

biseautée 453 (respectivement 493) permet d'éviter que la jonction courbe 8H1 (respectivement 8L1) soit excessivement contrainte. Lors de l'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale 1, de façon non représentée sur la [Fig.7], les surfaces d'extrémité 453P, 493P peuvent être mises en appui sur les jonctions courbes 8H1, 8L1. En variante, les surfaces d'extrémité 453P, 493P peuvent ne pas être mises en appui sur les jonctions courbes 8H1, 8L1 comme représenté sur la [Fig.7]. Dans ce cas, de façon non représentée sur la [Fig.7], la portion centrale 480 formant un épaulement 454 entre la première branche 470 et la deuxième branche 490, l'extrémité libre 47A de la portion supérieure 47 du support de soudure 48 peut être mise en butée contre l'épaulement 454 en un point 454B1 de la surface de butée 454B.

- [0125] Un cinquième mode de réalisation est représenté sur la [Fig.8]. Sur la [Fig.8], la cale d'arrêt porte la référence 550. Les éléments de la cale d'arrêt 550 qui sont analogues ou identiques à ceux de la cale d'arrêt 450 portent les mêmes signes de référence augmentés de 100, et ne sont pas décrits de nouveau sauf lorsque cela est nécessaire.
- [0126] La cale d'arrêt 550 diffère de la cale d'arrêt 450 en cela que la première branche 570 et la deuxième branche 590 ne sont pas symétriques par rapport à la portion centrale 580. Plus précisément, la deuxième branche 590 est plus courte que la première branche 570. Néanmoins, la deuxième branche 590 est suffisamment longue pour que la face 596 de la deuxième branche 590 en regard de la face 552 soit en appui sur le deuxième bord relevé 8L. Comme pour la cale d'arrêt 450, l'appui de la face 596 sur le deuxième bord relevé 8L peut être obtenu de diverses façons, par exemple en conférant à la cale d'arrêt 550 un degré d'élasticité qui tend à maintenir la face 552 en appui sur le premier bord relevé 8H et simultanément à maintenir la face 596 en appui sur le deuxième bord relevé 8L.
- [0127] En outre, la deuxième branche 590 est ici moins épaisse que la première branche 570, de sorte que la face 597 peut ne pas être en butée contre la paroi interne 99X. En effet, comme on l'a mentionné ci-dessus en référence à la cale d'arrêt 450, il n'y a pas d'inconvénient à ce que la butée de la face 597 contre la paroi interne 99X ne soit pas obtenue en pratique.
- [0128] En référence à la [Fig.8] et à la [Fig.7], on comprend que la cale d'arrêt 550 permet d'obtenir la même coopération avec la fente inférieure 99 et les bords relevés 8H, 8L que la cale d'arrêt 450, avec un coût inférieur car la fabrication de la cale d'arrêt 550 nécessite moins de matière que la fabrication de la cale d'arrêt 450.
- [0129] La première branche 570 comporte, entre la face 551 et la face 552, une portion d'extrémité biseautée 553. La portion d'extrémité biseautée 553 est analogue à la portion d'extrémité biseautée 453. La portion d'extrémité biseautée 553 comporte ainsi une surface d'extrémité 553P analogue à la surface d'extrémité 253P.
- [0130] L'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale 1 à l'aide de la cale d'arrêt 550 est

identique à ce qui a été décrit ci-dessus en rapport avec le quatrième mode de réalisation, à ceci près que la cale d'arrêt 550 est apportée de sorte que la portion d'extrémité 553 est tournée vers la virure 8 portant le premier bord relevé 8H, et de sorte que la surface d'extrémité 553P est en appui sur la jonction courbe 8H1, comme représenté sur la [Fig.8].

- [0131] Lors de l'assemblage de la paroi de cuve non-horizontale 1, il suffit à l'opérateur chargé de l'assemblage de s'assurer que cet appui de la surface d'extrémité 553P sur la jonction courbe 8H1 est réalisé pour être certain que la cale d'arrêt 550 est correctement positionnée. Ainsi, l'assemblage est simplifié pour l'opérateur.
- [0132] En variante, la surface d'extrémité 553P peut ne pas être mise en appui sur la jonction courbe 8H1. Dans ce cas, la portion centrale 580 formant un épaulement 554 entre la première branche 570 et la deuxième branche 590, l'extrémité libre 47A de la portion supérieure 47 du support de soudure 48 peut être mise en butée contre l'épaulement 554 en un point 554B1 de la surface de butée 554B.
- [0133] D'autre part, comme pour la portion d'extrémité 253 de la cale d'arrêt 250 du deuxième mode de réalisation, le fait que la portion d'extrémité 553 soit biseautée permet d'éviter que la jonction courbe 8H1 soit excessivement contrainte. À l'inverse, la surface d'extrémité 593P de la deuxième branche 590 n'a pas vocation à être en appui sur la jonction courbe 8L1. C'est pourquoi la portion d'extrémité 593 de la deuxième branche 590 portant la surface d'extrémité 593P peut être de section rectangulaire, comme la portion d'extrémité 153 (cf. [Fig.4]) de la cale d'arrêt 150 du premier mode de réalisation.
- [0134] De préférence, la cale d'arrêt 550 est préinstallée sur le premier bord relevé 8H, autrement dit la cale d'arrêt 550 est de préférence positionnée par rapport au premier bord relevé 8H avant de disposer le bloc isolant primaire 11 sur les virures 8. En variante, la cale d'arrêt 550 est avantageusement préinstallée dans la fente inférieure 99, autrement dit la cale d'arrêt 550 est avantageusement positionnée dans la fente inférieure 99 avant de disposer le bloc isolant primaire 11 sur les virures 8. Pour faciliter l'insertion de la cale d'arrêt 550 dans la fente inférieure 99, la portion centrale 590 comporte de préférence :
- un chanfrein 559 à l'opposé de la surface d'extrémité 553P et tourné vers la paroi interne 99A de la fente inférieure 99 ; et/ou
 - un chanfrein 559X à l'opposé de la surface d'extrémité 593P et tourné vers la paroi interne 99X de la fente inférieure 99.
- On précise que la portion centrale 490 de la cale d'arrêt 450 du quatrième mode de réalisation peut aussi comporter un chanfrein analogue au chanfrein 559 et/ou un chanfrein analogue au chanfrein 559X.
- [0135] Dans certains modes de réalisation, la portion supérieure 47 du support de soudure 48

peut être raccourcie, par exemple par un découpage de la portion supérieure 47, avant d'apporter la cale d'arrêt 150, 250, 350, 450, 550. Selon un exemple, la portion supérieure 47 raccourcie peut être moins en saillie par rapport aux extrémités libres des bords relevés 8H, 8L que représenté sur les figures 3 à 8. Ainsi, par exemple, la butée de l'extrémité libre 47A contre l'épaule 354, 454, 554 peut être réalisée avec une cale d'arrêt 350, 450, 550 de plus faibles dimensions. Selon un autre exemple, la portion supérieure 47 raccourcie peut ne pas être en saillie par rapport aux extrémités libres des bords relevés 8H, 8L. Ainsi, par exemple, l'une ou l'autre desdites extrémités libres peut être amenée en butée contre l'épaule 354, 454, 554.

[0136] En complément ou en alternative, la portion supérieure 47 du support de soudure 48 peut être recourbée en direction de l'un parmi le premier bord relevé 8H et le bord relevé 8L. Ainsi, par exemple, la portion supérieure 47 ainsi recourbée peut être amenée en butée contre l'épaule 354, 454, 554.

[0137] Dans chacun des modes de réalisation décrits ci-dessus, une cale d'arrêt 150, 250, 350, 450, 550 est prévue pour chaque fente inférieure 99 d'un unique bloc isolant primaire 11. En variante, toutes ou certaines des cales d'arrêt 150, 250, 350, 450, 550 peuvent être communes à plusieurs blocs isolants primaires 11 adjacents, c'est-à-dire qu'une cale d'arrêt 150, 250, 350, 450, 550 donnée peut avoir une longueur, suivant la direction transversale T, qui est suffisante pour être reçue dans les fentes inférieures 99 alignées de plusieurs blocs isolants primaires 11 adjacents.

[0138] La cale d'arrêt 150, 250, 350, 450, 550 a de préférence une section transversale constante suivant la direction transversale T, ce qui simplifie la fabrication de la cale d'arrêt 150, 250, 350, 450, 550. Divers matériaux sont envisageables pour réaliser la cale d'arrêt 150, 250, 350, 450, 550, notamment du bois contreplaqué, ou un matériau polymère tel que du polyéthylène et ses dérivés, polypropylène et ses dérivés, polybutadiène et ses dérivés.

[0139] La structure du bloc isolant secondaire 7 est décrite ci-dessus à titre d'exemple. Aussi, dans un autre mode de réalisation, les blocs isolants secondaires 7 sont susceptibles de présenter une autre structure générale, par exemple celle décrite dans le document WO-A-2012127141. Les blocs isolants secondaires 7 sont alors réalisés sous forme de caisson comportant une plaque de fond, une plaque de couvercle et des voiles porteurs s'étendant, dans la direction d'épaisseur de la paroi 1 de cuve, entre la plaque de fond et la plaque de couvercle et délimitant une pluralité de compartiments remplis d'une garniture isolante, telle que de la perlite, de la laine de verre ou de roche.

[0140] La structure du bloc isolant primaire 11 est décrite ci-dessus à titre d'exemple. Aussi, dans un autre mode de réalisation, les blocs isolants primaires 11 sont susceptibles de présenter une autre structure générale, par exemple celle décrite dans le document WO-A-2012127141.

- [0141] Le gaz liquéfié destiné à être stocké dans la cuve peut notamment être un gaz naturel liquéfié (GNL), c'est-à-dire un mélange gazeux comportant majoritairement du méthane ainsi qu'un ou plusieurs autres hydrocarbures. Le gaz liquéfié peut également être de l'éthane ou un gaz de pétrole liquéfié (GPL), c'est-à-dire un mélange d'hydrocarbures issu du raffinage du pétrole comportant essentiellement du propane et du butane.
- [0142] En référence à la [Fig.9], une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et thermiquement isolante 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 comporte une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une membrane d'étanchéité secondaire agencée entre la membrane d'étanchéité primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières thermiquement isolantes agencées respectivement entre la membrane d'étanchéité primaire et la membrane d'étanchéité secondaire et entre la membrane d'étanchéité secondaire et la double coque 72.
- [0143] 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.
- [0144] La [Fig.9] 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.
- [0145] 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.
- [0146] 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.

[0147] 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.

[0148] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

[Revendication 1]

Cuve étanche et thermiquement isolante, la cuve comportant une pluralité de parois de cuve délimitant un espace interne de la cuve, lesdites parois de cuve incluant une paroi de cuve non-horizontale (1) retenue à une paroi porteuse non-horizontale (2), la paroi de cuve non-horizontale (1) comportant successivement, dans une direction d'épaisseur, une barrière isolante secondaire (3) retenue à la paroi porteuse non-horizontale (2), une membrane d'étanchéité secondaire (4) reposant contre la barrière isolante secondaire, et une barrière isolante primaire (5) reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire (4), la membrane d'étanchéité secondaire (4) comportant des virures (8) métalliques soudées deux à deux, chaque dite virure (8) présentant, à deux extrémités opposés de celle-ci, deux bords relevés (8H, 8L) s'étendant dans une première direction et faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, la barrière isolante primaire (5) comportant des éléments isolants primaires (11) juxtaposés, dans laquelle la barrière isolante secondaire (3) comporte une surface supérieure formant une surface de support pour la membrane d'étanchéité secondaire (4) et une rainure (9) débouchant sur ladite surface supérieure et s'étendant dans la première direction, dans laquelle un support de soudure (48) est inséré dans la rainure (9) de sorte qu'une portion supérieure (47) du support de soudure (48) est en saillie de ladite surface supérieure, dans laquelle une première virure et une deuxième virure parmi lesdites virures (8) sont positionnées de part et d'autre du support de soudure (48) de sorte que ladite portion supérieure (47) s'étend entre un premier bord relevé (8H) de la première virure et un deuxième bord relevé (8L) de la deuxième virure, dans laquelle la première direction est oblique ou orthogonale à une direction montante (U) de la paroi porteuse non-horizontale (2), la direction montante (U) étant parallèle à une direction de plus grande pente de la paroi porteuse non-horizontale (2), le premier bord relevé (8H) et le deuxième bord relevé (8L) étant soudés à la portion supérieure (47) du support de soudure (48), dans laquelle un dit élément isolant primaire (11) comporte une fente inférieure (99) s'étendant dans la première direction, le premier bord relevé (8H), le deuxième bord relevé (8L) et la portion supérieure (47)

du support de soudure (48) étant reçus dans la fente inférieure (99), le premier bord relevé (8H) étant plus haut que le deuxième bord relevé (8L) suivant la direction montante (U), dans laquelle la fente inférieure (99) reçoit en outre une cale d'arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550), la cale d'arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) comportant une surface de butée tournée vers la direction montante (U) et une première surface d'appui opposée à la surface de butée, dans laquelle une paroi interne (99A) de la fente inférieure (99) est en butée contre la surface de butée de la cale d'arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) et la première surface d'appui de la cale d'arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) est en appui sur le premier bord relevé (8H).

[Revendication 2] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 1, dans laquelle la première surface d'appui est fixée, de préférence par collage, au premier bord relevé (8H).

[Revendication 3] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans laquelle la cale d'arrêt (350 ; 450 ; 550) comporte un épaulement (354 ; 454 ; 554), l'épaulement (354 ; 454 ; 554) étant tourné vers le premier bord relevé (8H) et le deuxième bord relevé (8L).

[Revendication 4] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la cale d'arrêt (250 ; 450 ; 550) comporte une portion d'extrémité biseautée (253 ; 453 ; 553) tournée vers la première virure.

[Revendication 5] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la cale d'arrêt (450 ; 550) comporte une portion centrale (480 ; 580), une première branche (470 ; 570) et une deuxième branche (490 ; 590), la première branche (470 ; 570) et la deuxième branche (490 ; 590) s'étendant de part et d'autre de la portion centrale (480 ; 580), deux surfaces opposées de la première branche (470 ; 570) forment la surface de butée et la première surface d'appui de la cale d'arrêt (450 ; 550), et la deuxième branche (490 ; 590) comportant une deuxième surface d'appui, la deuxième surface d'appui étant en appui sur le deuxième bord relevé (8L).

[Revendication 6] Cuve étanche et thermiquement isolante selon la revendication 4 et la revendication 5 prises en combinaison, dans laquelle la portion d'extrémité biseautée (453 ; 553) est formée à une extrémité de la première branche (470 ; 570) qui est opposée à la portion centrale (480 ; 580).

- [Revendication 7] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une quelconque des revendications 5 à 6, dans laquelle la première branche (470) et la deuxième branche (490) sont symétriques par rapport à un axe de symétrie (S4) passant par la portion centrale (480).
- [Revendication 8] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une quelconque des revendications 5 à 6, dans laquelle la deuxième branche (590) est plus courte et/ou moins épaisse que la première branche (570).
- [Revendication 9] Cuve étanche et thermiquement isolante selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, dans laquelle la portion centrale (580) comporte au moins un chanfrein (559, 559X) du côté opposé à la première branche (570) et à la deuxième branche (590).
- [Revendication 10] Procédé d'assemblage pour assembler une paroi de cuve non-horizontale d'une cuve étanche et thermiquement isolante, la paroi de cuve non-horizontale (1) comportant successivement, dans une direction d'épaisseur, une barrière isolante secondaire (3) retenue à une paroi porteuse non-horizontale (2), une membrane d'étanchéité secondaire (4) reposant contre la barrière isolante secondaire (3), et une barrière isolante primaire (5) reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire (4),
la barrière isolante secondaire (3),
la membrane d'étanchéité secondaire (4) comportant des virures (8) métalliques soudées deux à deux, chaque dite virure (8) présentant, à deux extrémités opposés de celle-ci, deux bords relevés (8H, 8L) s'étendant dans une première direction et faisant saillie vers l'intérieur de la cuve, la barrière isolante primaire (5) comportant des éléments isolants primaires (11) juxtaposés,
le procédé d'assemblage comprenant les étapes de :
– disposer la barrière isolante secondaire (3) sur la paroi porteuse non-horizontale (2), la barrière isolante secondaire (3) comportant une surface supérieure formant une surface de support pour la membrane d'étanchéité secondaire (4) et une rainure (9) débouchant sur ladite surface supérieure et s'étendant dans la première direction, un support de soudure (48) étant inséré dans la rainure (9) de sorte qu'une portion supérieure (47) du support de soudure (48) est en saillie de ladite surface supérieure ;
– disposer une première virure et une deuxième virure parmi lesdites virures (8) de part et d'autre du support de soudure (48) de sorte que ladite portion supérieure (47) s'étend entre un premier bord relevé (8H)

de la première virure et un deuxième bord relevé (8L) de la deuxième virure, et de sorte que la première direction est oblique ou orthogonale à une direction montante (U) de la paroi porteuse non-horizontale (2), la direction montante (U) étant parallèle à une direction de plus grande pente de la paroi porteuse non-horizontale (2) ;

– souder le premier bord relevé (8H) et le deuxième bord relevé (8L) à la portion supérieure (47) du support de soudure (48) ; et

– disposer une cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) et un dit élément isolant primaire (11) sur la première virure et la deuxième virure de sorte que la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550), le premier bord relevé (8H), le deuxième bord relevé (8L) et la portion supérieure (47) du support de soudure (48) sont reçus dans une fente inférieure (99) que comporte ledit élément isolant primaire (11), la fente inférieure (99) s’étendant dans la première direction, et le premier bord relevé (8H) étant plus haut que le deuxième bord relevé (8L) suivant la direction montante (U),

la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) comportant une surface de butée tournée vers la direction montante (U) et une première surface d’appui opposée à la surface de butée, et la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) étant disposée de sorte qu’une paroi interne (99A) de la fente inférieure (99) est en butée contre la surface de butée de la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) et de sorte que la première surface d’appui de la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) est en appui sur le premier bord relevé (8H).

[Revendication 11] Procédé d’assemblage selon la revendication 10, dans lequel disposer la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) et ledit élément isolant primaire (11) comprend disposer ledit élément isolant primaire (11) sur la première virure et la deuxième virure puis insérer la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) dans la fente inférieure (99) dudit élément isolant primaire (11).

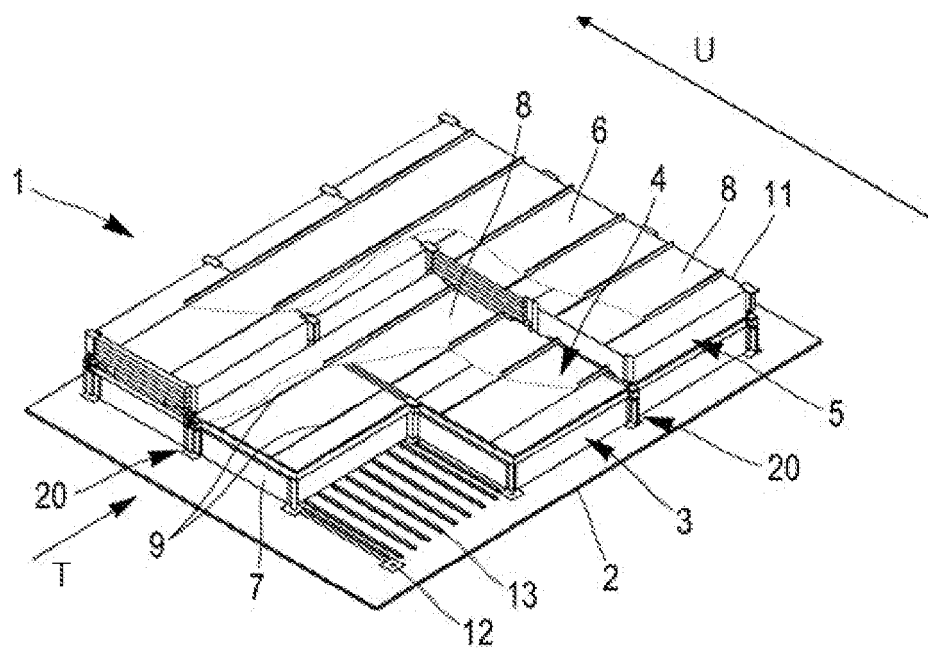
[Revendication 12] Procédé d’assemblage selon la revendication 10, dans lequel disposer la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) et ledit élément isolant primaire (11) comprend positionner la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) dans la fente inférieure (99) dudit élément isolant primaire (11) puis installer ledit élément isolant primaire (11) sur la première virure et la deuxième virure.

[Revendication 13] Procédé d’assemblage selon la revendication 10, dans lequel disposer la cale d’arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) et ledit élément isolant primaire

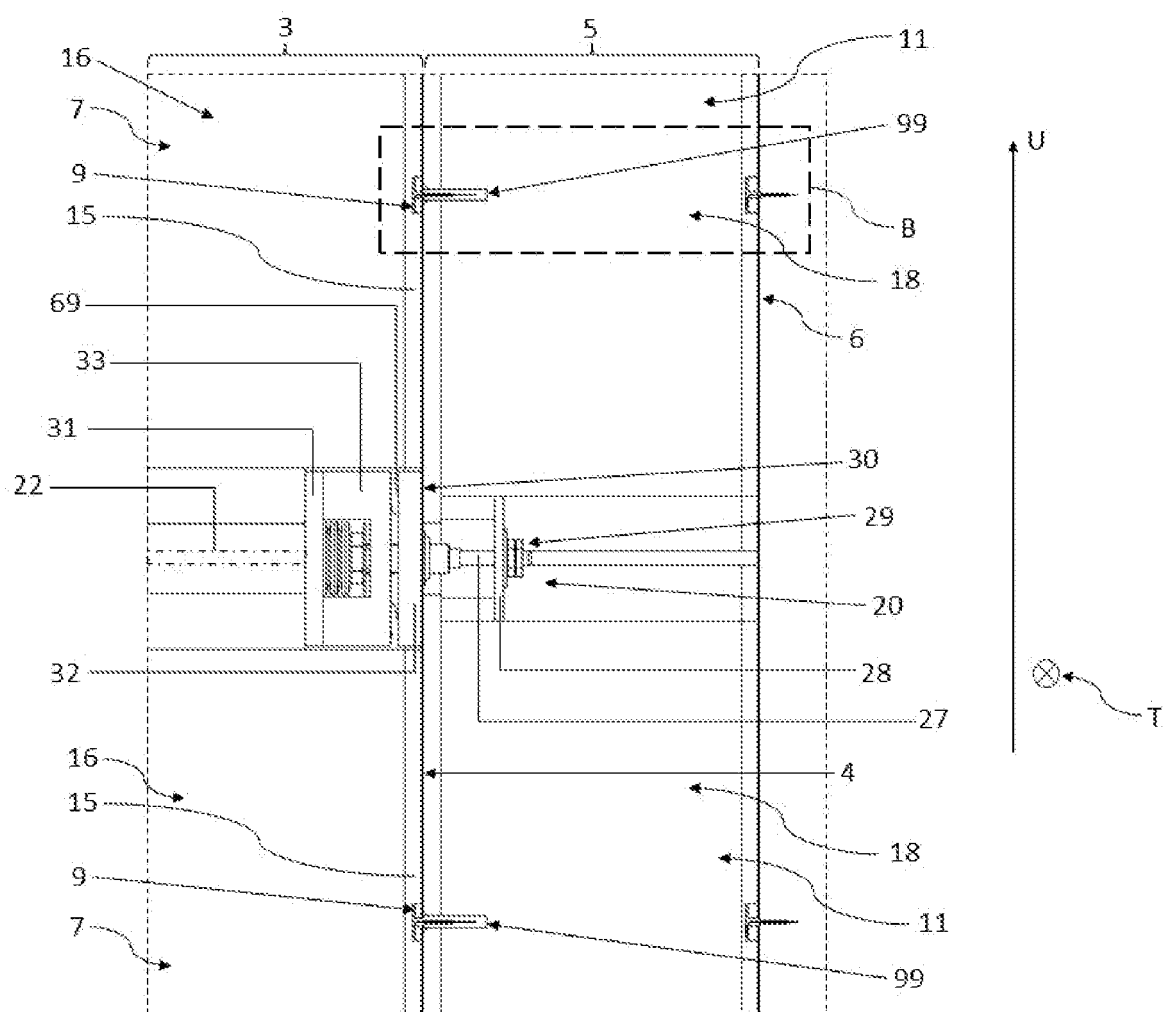
- (11) comprend positionner la cale d'arrêt (150 ; 250 ; 350 ; 450 ; 550) par rapport au premier bord relevé (8H) puis installer ledit élément isolant primaire (11) sur la première virure et la deuxième virure.
- [Revendication 14] Procédé d'assemblage selon la revendication 13, dans lequel positionner la cale d'arrêt (150 ; 250) par rapport au premier bord relevé (8H) comprend fixer la première surface d'appui au premier bord relevé (8H), de préférence par collage.
- [Revendication 15] Procédé d'assemblage selon la revendication 13, dans lequel la cale d'arrêt (350 ; 450 ; 550) comporte un épaulement (354 ; 454 ; 554) tourné vers le premier bord relevé (8H) et le deuxième bord relevé (8L), et dans lequel positionner la cale d'arrêt (350 ; 450 ; 550) par rapport au premier bord relevé (8H) comprend amener une extrémité libre (47A) de la portion d'extrémité (47) du support de soudure (48) en butée contre l'épaulement (354 ; 454 ; 554), l'extrémité libre (47A) de la portion d'extrémité (47) du support de soudure (48) étant opposée à ladite surface supérieure, ou comprend amener une extrémité libre de l'un parmi le premier bord relevé (8H) et le deuxième bord relevé (8L) en butée contre l'épaulement (354 ; 454 ; 554).
- [Revendication 16] Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, dans lequel la cale d'arrêt (250 ; 450 ; 550) comporte une portion d'extrémité biseautée (253 ; 453 ; 553) tournée vers la première virure, et dans lequel disposer la cale d'arrêt (250 ; 450 ; 550) comprend mettre une surface d'extrémité (253P ; 453P ; 553P) de la portion d'extrémité biseautée (253 ; 453 ; 553) en appui sur la première virure.
- [Revendication 17] Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications 10 à 16, dans lequel la cale d'arrêt (450 ; 550) comporte une portion centrale (480 ; 580), une première branche (470 ; 570) et une deuxième branche (490 ; 590), la première branche (470 ; 570) et la deuxième branche (490 ; 590) s'étendant de part et d'autre de la portion centrale (480 ; 580), deux surfaces opposées de la première branche (470 ; 570) forment la surface de butée et la première surface d'appui de la cale d'arrêt (450 ; 550), et la deuxième branche (490 ; 590) comportant une deuxième surface d'appui, et dans lequel disposer la cale d'arrêt (450 ; 550) comprend mettre la deuxième surface d'appui en appui sur le deuxième bord relevé (8L).
- [Revendication 18] Navire (70) pour le transport d'un gaz liquéfié, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 disposée dans la double coque.

- [Revendication 19] Système de transfert pour un gaz liquéfié, 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 gaz liquéfié à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.
- [Revendication 20] Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 18, dans lequel on achemine un gaz liquéfié 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 (71) du navire (70).

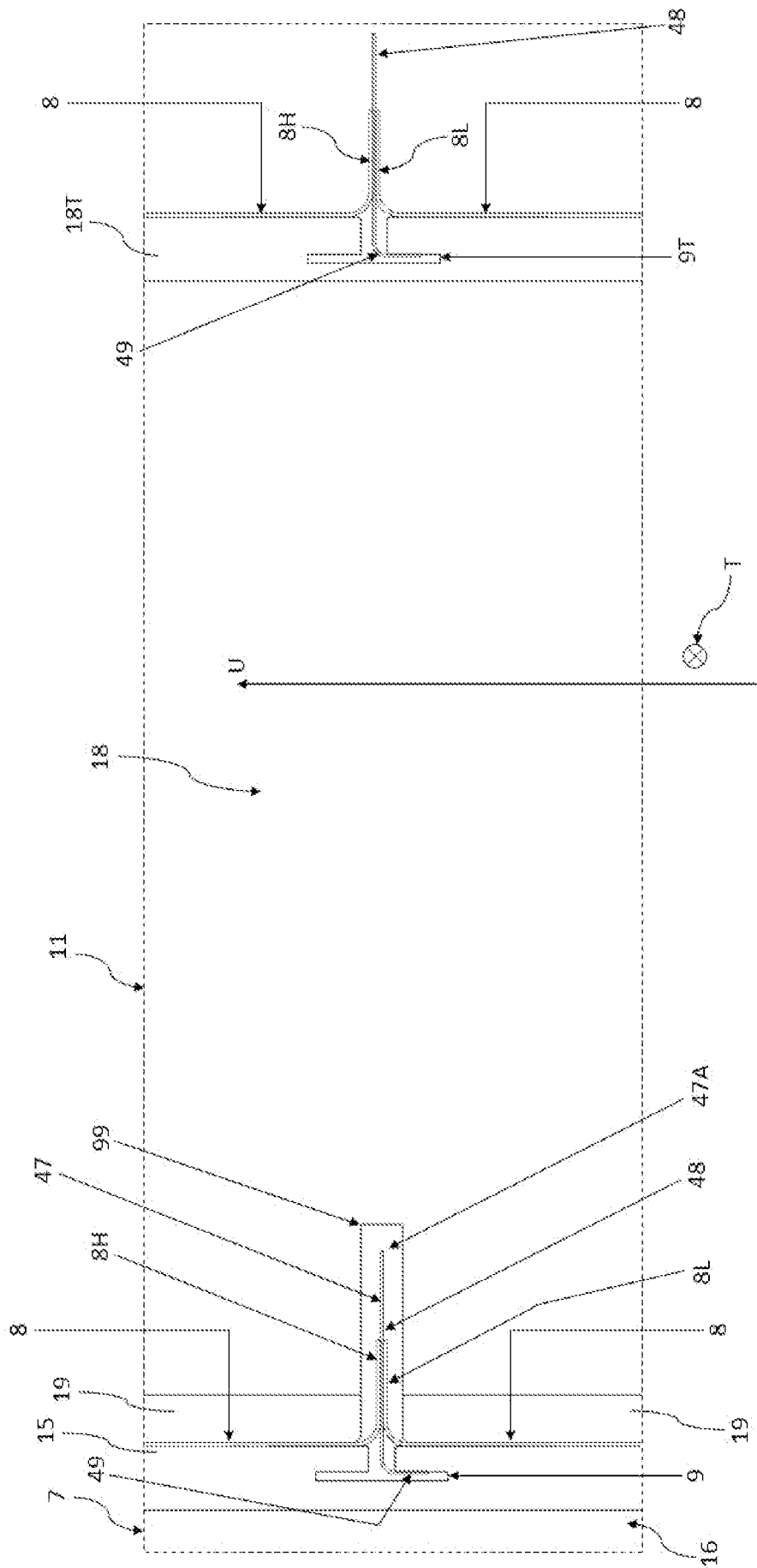
[Fig. 1]



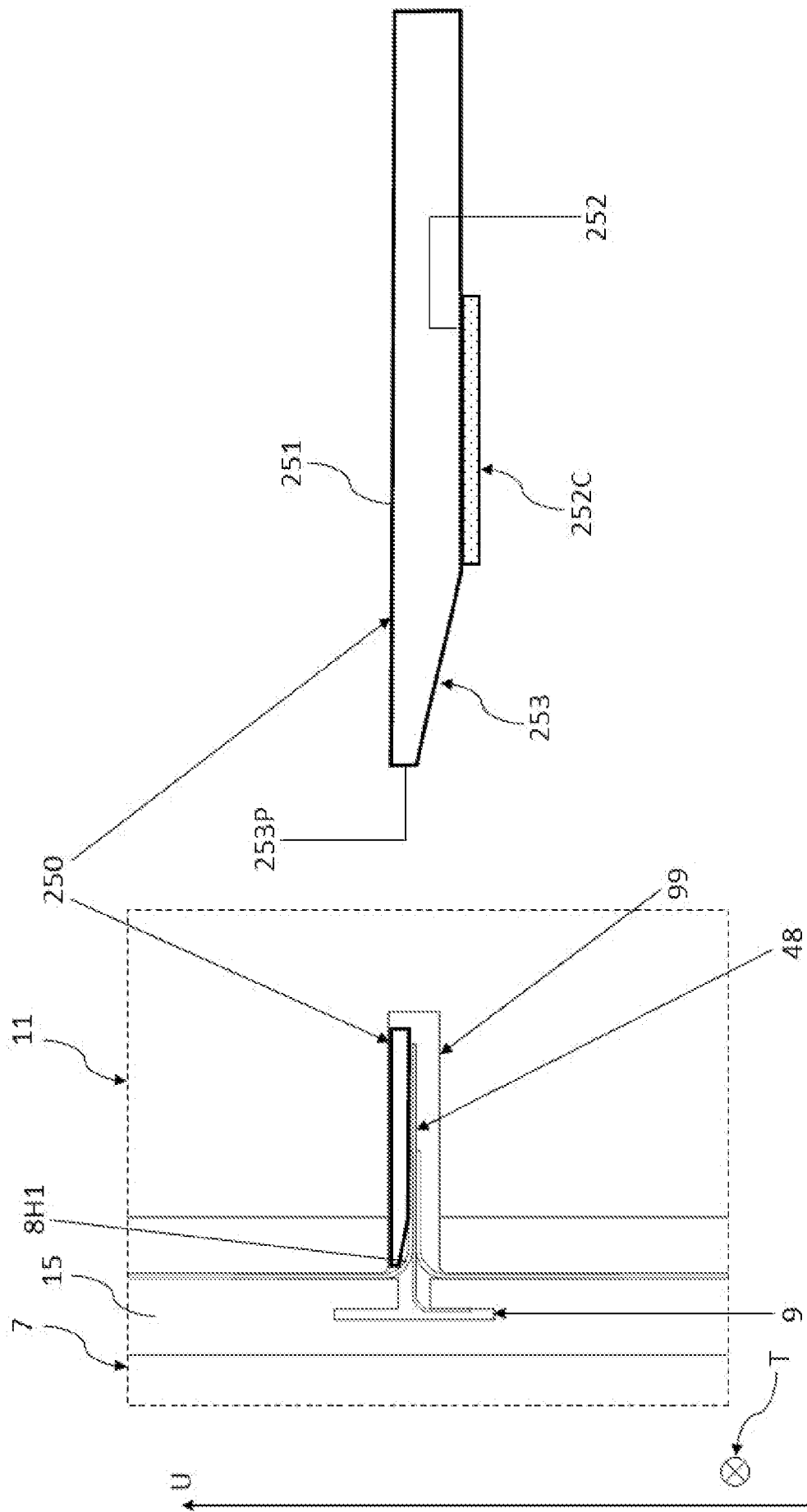
[Fig. 2]



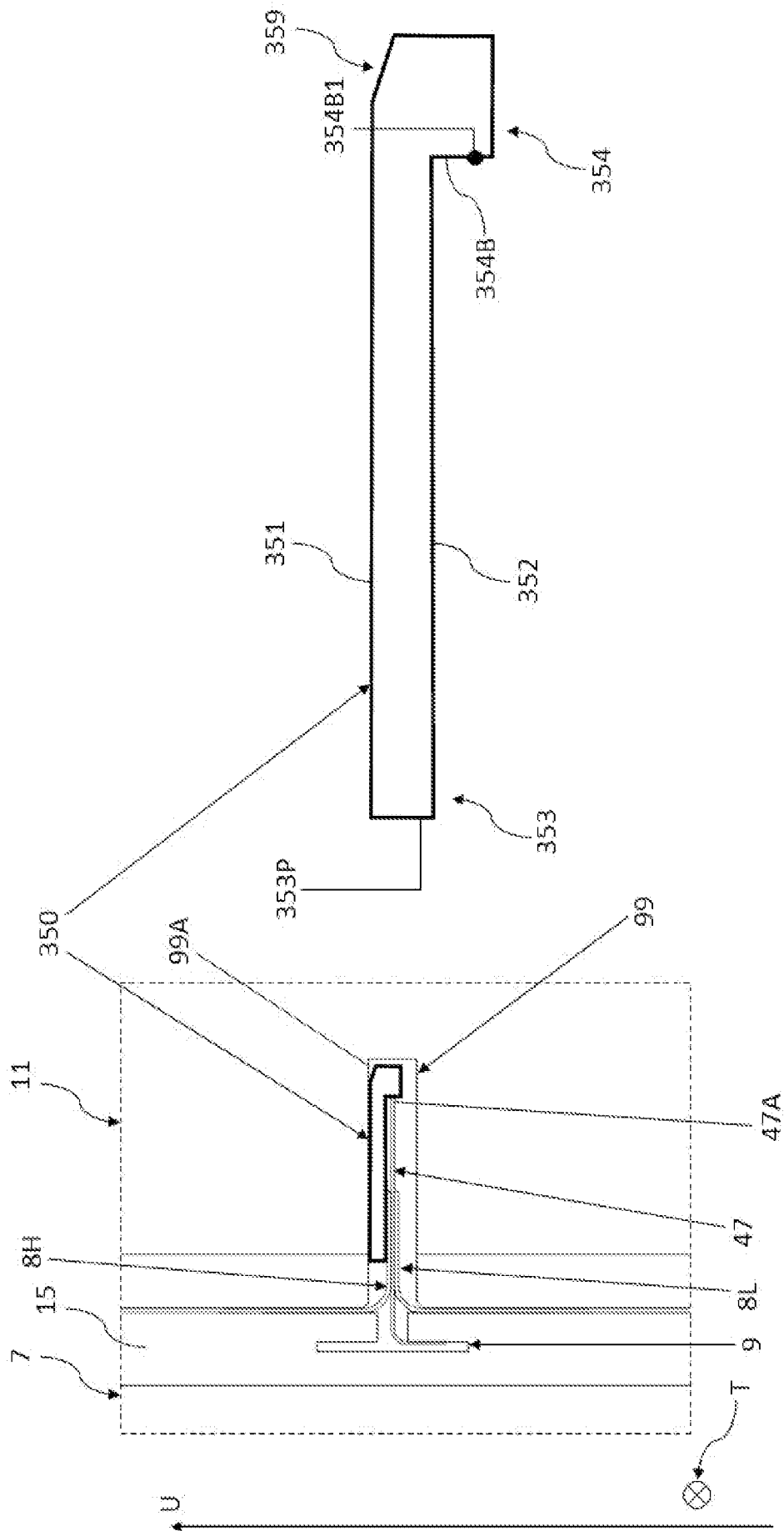
[Fig. 3]



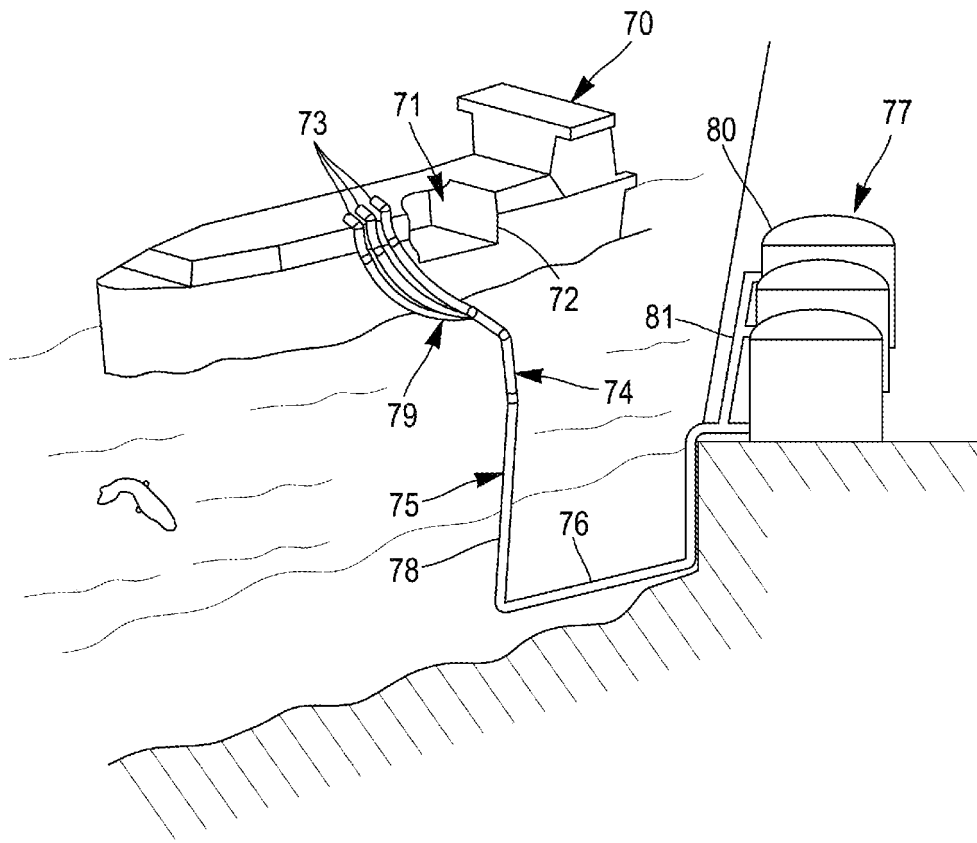
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 9]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 919991
FR 2306146

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	KR 100 782 737 B1 (HYUN DAI HEAVY IND CO LTD [KR]) 5 décembre 2007 (2007-12-05) * figure 2 * -----	1-20	B63B 25/16 F17C 13/08 F17C 3/06
A	FR 3 078 136 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 23 août 2019 (2019-08-23) * figure 12 * -----	1-20	
A	US 3 793 976 A (KLEINMANN E) 26 février 1974 (1974-02-26) * figures 7,8 * -----	1-20	
A	FR 2 462 336 A1 (GAZ TRANSPORT [FR]) 13 février 1981 (1981-02-13) * figure 1 * -----	1-20	
A	WO 2020/021189 A1 (GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ [FR]) 30 janvier 2020 (2020-01-30) * figure 3 * -----	1-20	
A	KR 2017 0050588 A (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE [KR]) 11 mai 2017 (2017-05-11) * figure 14 * -----	1-20	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F17C
A	KR 2017 0050589 A (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE [KR]) 11 mai 2017 (2017-05-11) * figure 3 * -----	1-20	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 décembre 2023		Papagiannis, Michail	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2306146 FA 919991**

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 **15-12-2023**
 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
KR 100782737	B1	05-12-2007	AUCUN	
FR 3078136	A1	23-08-2019	CN 111742173 A	02-10-2020
			FR 3078136 A1	23-08-2019
			KR 20200123157 A	28-10-2020
			WO 2019162596 A1	29-08-2019
US 3793976	A	26-02-1974	AUCUN	
FR 2462336	A1	13-02-1981	BE 884457 A	26-01-1981
			CA 1141238 A	15-02-1983
			DE 3027222 A1	12-02-1981
			ES 8104101 A1	16-04-1981
			FR 2462336 A1	13-02-1981
			JP S5620897 A	26-02-1981
			NL 8004288 A	29-01-1981
			SE 437806 B	18-03-1985
WO 2020021189	A1	30-01-2020	CN 112543691 A	23-03-2021
			EP 3826796 A1	02-06-2021
			FR 3084270 A1	31-01-2020
			KR 20210031938 A	23-03-2021
			SG 11202100789Q A	30-03-2021
			WO 2020021189 A1	30-01-2020
KR 20170050588	A	11-05-2017	AUCUN	
KR 20170050589	A	11-05-2017	AUCUN	