

(19)



(11)

**EP 3 943 801 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**26.01.2022 Bulletin 2022/04**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**F17C 13/00<sup>(2006.01)</sup> B63B 43/06<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **21187549.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**F17C 13/004; B63B 25/16; F17C 2201/0157;  
F17C 2201/052; F17C 2221/033; F17C 2223/0161;  
F17C 2223/033; F17C 2227/0304;  
F17C 2227/0309; F17C 2227/0316;  
F17C 2227/0383; F17C 2250/0439;  
F17C 2250/0491; F17C 2250/0631;  
F17C 2260/032;**

(22) Date de dépôt: **23.07.2021**

(Cont.)

(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**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

- **SPITTAEL, Laurent**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**
- **BEIRNAERT, Paul**  
**78400 CHATOU (FR)**
- **BONNISSEL, Marc**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**
- **BRENAC, Damien**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

(30) Priorité: **24.07.2020 FR 2007829**

(74) Mandataire: **Callu-Danseux, Violaine**  
**GTT**  
**1, route de Versailles**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

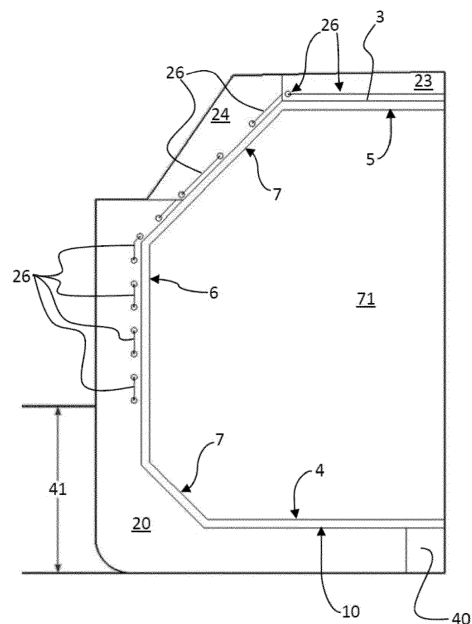
(71) Demandeur: **GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **LORMIER, Frédéric**  
**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse (FR)**

**(54) SYSTEME ET PROCEDURE DE CHAUFFAGE D'UNE CUVE DE STOCKAGE POUR GAZ LIQUEFIE**

(57) L'invention concerne un système et un procédé de chauffage d'une cuve (71) de stockage pour gaz liquéfié dans lequel on prévoit une étape de chauffage d'au moins un ballast (20) lorsque ledit ballast (20) est au moins essentiellement vide d'eau de mer et/ou de chauffage de l'espace inter-ponts (23) situé au-dessus de la cuve.

[Fig.5]



**EP 3 943 801 A1**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
(Cont.)  
F17C 2270/0107

## Description

**[0001]** L'invention se rapporte au domaine des installations de stockage pour gaz liquéfié comprenant une cuve étanche et thermiquement isolante. 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 très basse température, telles que des cuves pour le transport d'éthane (à environ -90°C), d'éthylène (environ -104°C) et 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 ou encore des gaz liquéfiés tels que l'ammoniac (à environ -30°C). La cuve peut être destinée au transport et au stockage de gaz liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant (navire).

**[0002]** Le document FR2991430, déposé au nom de la demanderesse, décrit un exemple d'une installation de stockage pour gaz liquéfié comprenant une cuve étanche et thermiquement isolante intégrée à une structure porteuse constituée par la double coque d'un navire. Chaque paroi de la cuve comprend une barrière thermiquement isolante secondaire, une membrane d'étanchéité secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire et une membrane d'étanchéité primaire, ces différents éléments constituant la structure principale de la cuve de stockage de gaz liquéfié.

**[0003]** Lorsque les conditions extérieures ou d'environnement du navire sont particulièrement froides, dans des zones géographiques telles que l'arctique et l'antarctique, la demanderesse a constaté une incidence technique susceptible d'avoir des répercussions dommageables pour la cuve étanche et thermiquement isolante.

**[0004]** Dans de telles zones du globe, la température de l'air extérieure peut facilement atteindre -50°C tandis que l'eau de mer, fortement salée, est à environ -2°C. Or, les blocs isolants de la cuve sont classiquement collés sur la structure porteuse grâce à une résine polymère chargée désigné sous le terme de mastic. Ce mastic pour le collage de la cuve intégrée ou installée dans la structure porteuse consiste souvent en des résines époxy se présentant sous forme de bicomposants. De tels mastic sont certifiés pour tenir jusqu'à - 25°C, c'est-à-dire que leurs propriétés physico-chimiques ne doivent pas se détériorer significativement jusqu'à atteindre cette température.

**[0005]** Néanmoins, lorsque les conditions extérieures sont telles qu'énoncées ci-dessus, soit avec une température de l'air de l'ordre de -50°C, la température du mastic peut descendre en-deçà de ces -25°C. En effet, lorsque la cuve contenant le GPL, le GNL ou d'autres produits du type éthane ou éthylène ou ammoniac, est pleine ou quasi-pleine, les ballasts sont généralement vides ou quasi-vides car le tirant d'eau du navire convient dans une telle situation aux manœuvres et à la direction du navire.

**[0006]** Or, la demanderesse a découvert, après de multiples tests et analyses, que dans une telle configuration dans laquelle les ballasts sont remplis d'air, et non avec de l'eau de mer, ceux-ci présentent au moins pour la partie des ballasts ainsi que les autres zones entourant la cuve, située au-dessus du niveau de la mer, à une température identique ou très proche de celle de l'air extérieur ou environnant, ce qui risque d'amener ce mastic, nécessaire au maintien et à la fixation de la cuve à une température si basse que celui-ci peut être altéré. Outre le mastic, la peinture utilisée sur la paroi interne de la structure porteuse du navire est également susceptible d'être endommagée ou dégradée. Or, cette peinture présente des fonctions techniques dont l'isolation chimique afin que cette paroi ne s'oxyde pas.

**[0007]** A l'heure actuelle, il n'existe aucun moyen de prévenir le risque de dégradations du mastic et de la peinture disposés et fixés sur les faces internes de la structure porteuse de la cuve intégrée ou installée dans une structure porteuse d'un navire.

**[0008]** Ainsi, la présente invention concerne un procédé de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse d'un navire comprenant une cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans la structure porteuse, le navire comportant au moins un ballast apte et destiné être rempli d'un liquide, avantageusement consistant en de l'eau de mer, et un espace inter-ponts disposé adjacent ou contigu à la cuve, respectivement latéralement et sous la ladite cuve pour le ballast et au-dessus de la cuve pour l'espace inter-ponts,

la cuve étanche et thermiquement isolante comportant une structure principale formée par une pluralité de parois de la cuve reliées les unes aux autres et fixées à la structure porteuse, la structure principale définissant un espace interne de stockage pour le gaz liquéfié, la structure principale comprenant au moins une membrane d'étanchéité et au moins une barrière thermiquement isolante, la barrière thermiquement isolante étant placée entre la membrane d'étanchéité et la structure porteuse ; une pluralité de cordons de mastic étant disposés entre la structure porteuse et la structure principale de la cuve. L'invention se caractérise en ce que le procédé de chauffage comprend une étape de chauffage du ballast lorsque ledit ballast est au moins essentiellement vide de liquide, l'étape de chauffage du ballast étant réalisée à l'aide d'un moyen de chauffage de l'espace interne dudit ballast, et/ou

en ce que le procédé de chauffage comprend une étape de chauffage de l'espace inter-ponts, l'étape de chauffage de l'espace inter-ponts étant réalisée à l'aide d'un moyen de chauffage disposé au niveau de l'espace inter-ponts.

**[0009]** Ainsi, la demanderesse propose un système simple, efficace et peu coûteux pour éviter tout risque de dégradations du mastic et/ou de la peinture disposés et fixés sur la face interne de la structure porteuse du navire.

**[0010]** En effet, la demanderesse a cherché un systè-

me modifiant le moins possible la structure actuelle d'un navire de stockage et de transport de gaz liquéfié disposant de telles cuves intégrées. C'est pourquoi, la demanderesse part du constat que les ballasts sont traditionnellement équipés d'un moyen de chauffage de l'eau de mer qu'ils peuvent contenir et modifie avantageusement certaines de leurs caractéristiques quant à leur structure et/ou leur position afin de les adapter à une nouvelle fonction, à savoir réchauffer l'air présent dans ces ballasts, de manière à ce que le mastic et la peinture de l'autre côté de la paroi - les ballasts étant adjacents ou contigus à la cuve étanche et thermiquement isolante - ne descendent pas à une température trop basse, typiquement inférieure à - 25°C.

**[0011]** L'invention part du constat susmentionné et des modifications appliquées dans les ballasts pour réaliser des modifications quant au chauffage existant ou ajouter un tel chauffage aux autres zones entourant classiquement une cuve intégrée contenant un gaz liquéfié, étant entendu que certaines zones telles que les cofferdams n'ont pas à être modifiées car ce sont des zones dites « chaudes », c'est-à-dire qu'une telle zone est chauffée à une température au moins égale à 0°C, voire bien supérieure.

**[0012]** On entend par le terme de « ballast » tout réservoir, citerne ou analogue équipant certains navires, dont ceux stockant et/ou transportant du gaz liquéfié, destiné, par remplissage ou vidange, à corriger la gîte ou l'assiette du navire à accroître l'enfoncement d'un navire léger notamment afin que l'hélice soit suffisamment immergée et également pour diminuer le fardage, à éviter les efforts trop importants au navire (répartition des poids sur la longueur) ou encore à améliorer la stabilité en modifiant la position du centre de gravité général.

**[0013]** Etant donné que la présente invention est illustrée avec un navire de type LNGC ou désigné plus généralement par le terme de « méthanier », sans évidemment être limité à un tel navire, il doit être noté que ces « ballasts » peuvent être remplacés sur d'autres types de navire par des pièces ou zones ne présentant pas les fonctions classiques d'un ballast, à savoir en particulier qu'elles ne sont pas destinées à être remplies au moins en partie par un liquide tel que l'eau de mer. Pour autant, la présente invention, qui s'applique en particulier quand ces « ballasts » sont essentiellement vides, trouve à s'appliquer même si ces pièces ou ces zones situées aux emplacements actuels des ballasts, à savoir latéralement et sous la cuve (ou sa structure porteuse), ne peuvent être désignées par le terme de « ballast », d'un point de vue structurel et/ou fonctionnel. Ainsi, dès l'instant où de telles pièces ou zones sont chauffés, alors qu'elles sont remplies essentiellement d'air ou d'un gaz ou mélange gazeux quelconque, le procédé et le système de chauffage selon l'invention sont mis en oeuvre de sorte que le terme de « ballast » n'est pas strictement limité à son sens structurel et/ou fonctionnel. Néanmoins, l'application de la présente invention aux « ballasts » actuels, tels que considéré ci-dessus avec leurs caracté-

ristiques structurelles et/ou fonctionnelles, est particulièrement avantageuse.

**[0014]** On entend par l'expression « espace inter-ponts » le volume, classiquement défini par une pièce unique, situé au-dessus de la cuve logeant le gaz liquéfié dont la paroi inférieure est constituée par le pont inférieur et la paroi supérieure est constituée par le pont supérieur, ce dernier étant désigné classiquement comme le pont sur lequel toute personne se déplace pour évoluer sur le navire tout en étant à l'extérieur.

**[0015]** On entend par l'expression de « cordons de mastic » tout produit, consistant classiquement en une matrice polymère contenant des charges, destiné à assurer la fixation et le maintien de la structure principale de la cuve contre la surface interne de la structure porteuse du navire, étant entendu que d'autres éléments, tels que des goujons, sont utilisés pour fixer mécaniquement la cuve intégrée à la structure porteuse.

**[0016]** On entend par l'expression de « essentiellement vide » en lien avec le ou les ballasts le fait que le ou les ballasts sont remplis de liquide, classiquement de l'eau de mer, jusqu'à au plus vingt pourcent (20%) du volume total du ou des ballasts. De manière générale, lorsqu'un ballast est vidé, une quantité résiduelle d'eau de mer est présente mais cette quantité résiduelle n'excède pas cinq pourcent (5%) du volume total du ballast.

**[0017]** Dans la suite, la présente invention est illustrée avec un navire de stockage et de transport de gaz liquéfié du type LNGC (« Liquefied Natural Gas Carrier »).

**[0018]** D'autres caractéristiques avantageuses de l'invention sont présentées succinctement ci-dessous :

**[0019]** Avantageusement, le procédé de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse d'un navire comprend :

- une étape de mesure de la température (de l'espace interne) du ballast et/ou de l'espace inter-ponts, et
- une étape de comparaison de la température mesurée avec une température de seuil prédéterminée de sorte que le chauffage du ballast et/ou de l'espace inter-ponts est déclenché lorsque la température mesurée est égale ou inférieure à la température de seuil prédéterminée.

**[0020]** Bien entendu, l'étape de mesure indiquée ci-dessus est réalisée préalablement à la ladite étape de comparaison, c'est-à-dire que ces deux étapes, telles qu'énoncées, sont consécutives l'une à l'autre même si le laps de temps de temps écoulé est avantageusement minimum, soit de l'ordre de quelques millisecondes, en particulier si l'on se trouve dans le cas d'une gestion automatique du chauffage du ballast et/ou de l'espace inter-ponts.

**[0021]** Par ailleurs, il est possible de prévoir plusieurs températures de seuil prédéterminée de sorte à prévenir le refroidissement de la structure porteuse, et donc du mastic ou de la peinture, en modulant le chauffage de la

zone de ballast et/ou de la zone inter-ponts. Par exemple, on peut prévoir trois températures de seuil prédéterminée, la première étant supérieure à la deuxième qui elle-même est supérieure à la troisième. Ainsi, lorsque la première température de seuil est atteinte, le chauffage par le moyen de chauffage peut représenter 50% de sa capacité de chauffage maximale tandis que lorsque la deuxième et la troisième (et dernière) température de seuil sont atteintes, alors le chauffage par le moyen de chauffage peut représenter 75% et au moins 95% de la capacité de chauffage maximale du moyen de chauffage, respectivement.

**[0022]** Par ailleurs, le caractère prédéterminé de la température de seuil est bien entendu susceptible d'évolution, dans le sens où cette température peut être réglée à tout instant manuellement ou automatiquement, par exemple en fonction de la pression atmosphérique locale et de la température de l'air extérieur/environnant, présente ou future (c'est-à-dire prévue par un moyen météorologique).

**[0023]** Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le chauffage du ballast et/ou de l'espace inter-ponts est déclenché de manière automatique dès que la température mesurée est égale ou inférieure à la température de seuil prédéterminée.

**[0024]** On entend par l'expression « de manière automatique » en lien avec le chauffage du ballast et/ou de l'espace inter-ponts le fait que le déclenchement de ce chauffage se produit dès qu'une température de seuil prédéterminée est atteinte, sans aucune action d'un opérateur ou analogue. Bien entendu, dans cette hypothèse de réalisation avantageuse, un moyen de commande automatique est utilisé et consiste classiquement en des moyens électroniques et thermomécaniques pour réguler le système de chauffage ou encore en au moins un ordinateur utilisant un programme d'ordinateur destiné à gérer les informations de températures relevées et les actionnements de chauffage, partiel ou total pour les différents moyens de chauffage, ainsi que leurs arrêts.

**[0025]** Avantageusement, la température de seuil prédéterminée est comprise entre  $-15^{\circ}\text{C}$  et  $0^{\circ}\text{C}$  à pression atmosphérique, de préférence égale à  $-10^{\circ}\text{C}$ .

**[0026]** Avantageusement, le chauffage du ballast utilise le système de génération et de distribution de vapeur d'eau du navire.

**[0027]** Un tel système de génération et de distribution de vapeur d'eau du navire est classiquement prévu sur des navires d'une certaine taille, notamment pour permettre de dégivrer et nettoyer telles ou telles parties du pont supérieur, maintenir à température les caisses à combustibles (« fuel oil »), ou pour le fonctionnement de certains appareils et équipements tels que par exemple des pompes, des réchauffeurs ou vaporisateurs. En utilisant ce système préexistant sur le navire, le système de chauffage selon l'invention n'engendre la nécessité d'aucune infrastructure, équipements ou conduits supplémentaires pour créer et gérer le ou les moyens de chauffage selon l'invention.

**[0028]** De ce point de vue, la demanderesse a analysé les besoins énergétiques du système de chauffage selon l'invention et a conclu que les besoins énergétiques sont compris entre 0,7 MégaWatt (MW) et 2 MW, de préférence d'environ 1,1 MW pour un navire de type LNGC classique, soit présentant une capacité de transport comprise entre environ  $160000\text{m}^3$  et  $180000\text{m}^3$ . Il doit être noté que la dépense énergétique actuelle nécessaire au chauffage de l'eau de mer des ballasts, en particulier pour éviter le givrage, est d'au moins 8 MW, étant considéré qu'un navire de type LNGC génère habituellement au moins 40 MW pour son circuit de vapeur d'eau. Ainsi, considérant le fait que le système de chauffage s'utilise ou s'opère en particulier lorsque les ballasts sont vides, autrement dit qu'il n'y a pas lieu de chauffer le liquide s'y trouvant, la dépense énergétique nécessaire à la mise en œuvre de l'invention est absorbable sans difficulté avec la production d'énergie actuelle dans un tel navire, sans aucune modification ou adaptation des installations.

**[0029]** De préférence, une pluralité de ballasts sont disposés adjacents ou contigus à la cuve et comportent un moyen de chauffage, avantageusement la totalité ou la quasi-totalité des ballasts adjacents ou contigus à la cuve comportent un moyen de chauffage.

**[0030]** On entend par l'expression de « quasi-totalité des ballasts » le fait qu'au moins soixante-dix pourcent (70%) des ballasts sont concernés. Ainsi, dans un navire de type LNGC qui comporte classiquement quatre cuves de GNL, il y a huit ballasts - soit deux ballasts entourant chaque cuve - et donc la quasi-totalité des ballasts signifie qu'au moins six des huit ballasts disposent d'un moyen de chauffage selon l'invention. On peut noter ici qu'il existe classiquement sur un navire de type LNGC d'autres ballasts non contigus ou adjacents aux cuves contenant un gaz liquéfié, en l'espèce à l'avant et à l'arrière du navire.

**[0031]** Avantageusement, le liquide venant occuper l'espace interne du ou des ballasts lorsque ce(s) dernier(s) est/sont rempli(s) ou quasi-rempli(s) est chauffé par le (même) moyen de chauffage utilisé pour chauffer ledit ou lesdits ballasts au moins essentiellement vide. Il est entendu ici qu'il est également possible de conserver deux systèmes de chauffage distincts, l'un dédié à chauffer le ballast lorsqu'il est rempli d'eau de mer et l'autre, selon l'invention, dédié à chauffer le ballast lorsqu'il est essentiellement vide.

**[0032]** En effet, grâce aux modifications simples du système de chauffage classiquement présent dans les ballasts pour la mise en œuvre du procédé de chauffage selon l'invention, il n'y a pas lieu d'avoir deux moyens de chauffage distincts, l'un pour chauffage du liquide dans les ballasts et l'autre pour le chauffage de l'air dans les ballasts lorsque ceux-ci sont vides ou quasi-vides. Le moyen de chauffage de l'invention permet, de par ses légères modifications, de réaliser un chauffage du liquide dans les ballasts au moins tout aussi efficace, et donc de réduire la dépense énergétique pour cette opération.

**[0033]** Par analogie avec l'expression de « essentiellement vide », l'expression de « quasi-rempli » en lien avec le niveau de remplissage d'un ballast en liquide signifie le fait que ce ballast est considéré comme quasi-rempli lorsqu'au moins quatre-vingt pour-cent (80%) du volume interne du ballast est occupé par le liquide, classiquement l'eau de mer.

**[0034]** La présente invention concerne également un système de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse d'un navire comprenant une cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans la structure porteuse, le navire comportant au moins un ballast apte et destiné être rempli d'un liquide, avantageusement consistant en de l'eau de mer, et un espace inter-ponts disposé adjacent ou contigu à la cuve, respectivement latéralement et sous la ladite cuve pour le ballast et au-dessus de la cuve pour l'espace inter-ponts, la cuve étanche et thermiquement isolante comportant une structure principale formée par une pluralité de parois de la cuve reliées les unes aux autres et fixées à la structure porteuse, la structure principale définissant un espace interne de stockage pour le gaz liquéfié, la structure principale comprenant au moins une membrane d'étanchéité et au moins une barrière thermiquement isolante, la barrière thermiquement isolante étant placée entre la membrane d'étanchéité et la structure porteuse ; une pluralité de cordons de mastic étant disposés entre la structure porteuse et la structure principale de la cuve.

**[0035]** L'invention se caractérise en ce que le système de chauffage comporte :

- un moyen de chauffage de l'espace interne d'au moins l'un des ballasts et/ou un moyen de chauffage de l'espace inter-ponts,
- un moyen de commande pour l'actionnement et l'arrêt du moyen de chauffage du ballast lorsque ledit ballast est au moins essentiellement vide de liquide et/ou un moyen de commande pour l'actionnement et l'arrêt du moyen de chauffage de l'espace inter-ponts.

**[0036]** Un tel système de chauffage peut notamment être utilisé pour la mise en œuvre du procédé décrit ci-dessus.

**[0037]** Ici, on peut remarquer que la présence d'un moyen de chauffage de l'espace inter-ponts est bien noté comme optionnelle, bien qu'avantageuse, car un tel agencement n'existe pas dans l'état de la technique alors qu'il existe des ballasts disposant d'un moyen de chauffage, même si ces derniers n'ont pas la même fonction que celle prévue dans le cadre de la présente invention.

**[0038]** Par ailleurs, le moyen de commande peut consister en un système automatique géré par au moins un ordinateur / programme d'ordinateur, ou bien un système d'actionnement électrique / électronique nécessitant une activation réalisée manuellement par un opérateur.

**[0039]** Par ailleurs, dans son acceptation la plus large,

la présente invention prévoit que seul un ballast ou seul l'espace inter-ponts puisse être doté d'un moyen de chauffage, s'il peut bien entendu permettre de résoudre les inconvénients constatés avec un refroidissement trop important du mastic et/ou de la peinture présent(s) sur les parois internes de la structure porteuse. De ce fait, on peut notamment envisager un mode de réalisation dans lequel seul un ballast, ou même les deux ballasts entourant classiquement une cuve de GNL d'un navire du type LNGC, est doté d'un moyen de chauffage, sans qu'il y ait besoin de prévoir également un moyen de chauffage au niveau de l'espace inter-ponts, même si cette dernière solution est particulièrement avantageuse.

**[0040]** De préférence, le moyen de commande est relié à au moins un capteur de température destiné à mesurer la température (de l'espace interne) du ballast et/ou de l'espace inter-ponts de manière à déclencher, via le moyen de commande, le chauffage du ballast et/ou de l'espace inter-ponts lorsque la température (de l'espace interne) du ballast et/ou de l'espace inter-ponts est détectée comme inférieure ou égale à une température de seuil prédéterminée.

**[0041]** Avantageusement, le moyen de chauffage consiste en un échangeur de chaleur utilisant un fluide circulant dans ledit échangeur de chaleur, avantageusement le fluide consistant en de la vapeur d'eau provenant du circuit de génération et de distribution de vapeur d'eau du navire.

**[0042]** Dans ce mode de réalisation avantageux, le moyen de chauffage comporte un serpentin destiné à l'échange de chaleur, à l'aide d'un fluide caloporteur, d'une longueur comprise entre 250 et 500 mètres et d'une section de diamètre externe compris entre 60 et 75 millimètres, de préférence d'une longueur d'au moins 300 mètres. Il est entendu ici que la longueur exprimée, comprise entre 250 et 500 mètres, consiste en la somme des longueurs des serpentins échangeurs de chaleur dans le cas où il existe plusieurs serpentins ou analogues au sein d'un ballast ou d'un espace inter-ponts. A titre d'exemple, on peut prévoir plusieurs serpentins, ou boucles, distincts d'échanges de chaleur dans un ballast, chacune mesurant une longueur de cent mètres.

**[0043]** On entend par l'expression de « diamètre externe » en lien avec le serpentin du moyen de chauffage le diamètre de ce tuyau considéré comme le plus grand, par opposition au diamètre interne plus petit du tuyau dans lequel le fluide caloporteur circule.

**[0044]** Selon une variante d'exécution de l'invention, le moyen de chauffage peut également consister en un échangeur de chaleur dans lequel on fait circuler un mélange d'eau et de glycol ou de l'huile. Dans l'hypothèse où un mélange d'eau et de glycol est envisagé, il peut être avantageusement possible de connecter le réseau du moyen de chauffage du ballast et/ou de l'espace inter-ponts à celui du système de chauffage équipant les zones de cofferdam, utilisant à l'heure actuelle un mélange d'eau et de glycol, de manière à ne disposer qu'un seul et même réseau d'échanges de chaleur pour l'ensemble

des zones à (ré)chauffer autour d'une cuve de GNL.

**[0045]** Selon une autre possibilité offerte par l'invention, on peut également prévoir que le moyen de chauffage consiste en un moyen de chauffage électrique. On peut également prévoir que le moyen de chauffage consiste en un système autolimitant apte à s'affranchir de la mesure de température pour la régulation. Dans une telle configuration, le système est, par construction, fait pour limiter la puissance thermique délivrée en fonction d'une température connue à la fabrication.

**[0046]** Selon une autre possibilité offerte par l'invention, on peut également prévoir d'installer sur toute ou partie du serpentin échangeur de chaleur des dispositifs permettant d'augmenter l'échange thermique de ce dernier avec l'air. Ces dispositifs peuvent être de type ailettes et être optimisés pour l'échange avec l'air tout en conservant une compatibilité avec des séjours réguliers dans de l'eau de mer.

**[0047]** Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée dans son application à l'utilisation d'un unique type de moyen de chauffage pour l'ensemble des ballasts et des espaces inter-ponts. Ainsi, on peut par exemple envisager d'utiliser un moyen de chauffage du type échangeur à vapeurs d'eau pour un ou l'ensemble des ballasts et un chauffage du type électrique pour un ou tous les espaces inter-ponts.

**[0048]** Avantageusement, le moyen de chauffage est disposé contre ou à proximité de la paroi du ballast située adjacente ou contiguë à la cuve.

**[0049]** On entend par l'expression « contre ou à proximité de la paroi » le fait que le moyen de chauffage est fixé directement sur cette paroi ou encore au moins en partie fixé sur une autre paroi mais que le moyen de chauffage s'étend à proximité de la paroi adjacente ou contiguë à la cuve, autrement dit à une distance d'au plus cinquante centimètres, de préférence d'au plus vingt centimètres, de cette dernière.

**[0050]** De préférence, le système de chauffage comprend une pluralité de capteurs de température présents dans le ballast et/ou dans l'espace inter-ponts, avantageusement au moins trois capteurs de température pour le ballast et/ou l'espace inter-ponts.

**[0051]** Avantageusement, les trois capteurs de température sont disposés linéairement, avantageusement espacés les uns des autres en hauteur dans le ballast et avantageusement espacés les uns des autres longitudinalement dans l'espace inter-ponts. L'espacement entre chacun des trois capteurs de températures est fonction de la longueur (longitudinale) de l'espace inter-ponts pour leurs placements dans la zone de ce dernier et de la hauteur classiquement émergée - le tirant d'eau d'un navire de type LNGC varie de plus ou moins deux mètres en fonction de son niveau de chargement et de remplissage de ses ballasts - pour leurs placements dans la zone des ballasts. Dans l'hypothèse où l'on dispose de trois capteurs de température pour un ballast et un espace inter-ponts, deux capteurs de températures adjacents sont distants l'un de l'autre d'au moins cinq mètres

pour un ballast et d'au moins dix mètres pour l'espace inter-ponts.

**[0052]** Dans un mode de réalisation classique pour un navire de type LNGC, deux ballasts sont présents latéralement de part et d'autre de la cuve et un espace inter-ponts est présent au-dessus de la cuve.

**[0053]** On peut noter ici que les caractéristiques présentées ci-dessus en lien avec le système de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse d'un navire s'adaptent ou conviennent au procédé de chauffage de cette même installation, et inversement.

**[0054]** L'invention se rapporte plus particulièrement à un navire pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque, un pont interne ainsi qu'un pont externe et une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse du navire comprenant une cuve étanche et thermiquement isolante agencée dans la structure porteuse, la structure comportant au moins un ballast apte et destiné être rempli d'un liquide, avantageusement consistant en de l'eau de mer, et/ou un espace inter-ponts disposé adjacent ou contigu à la cuve, respectivement latéralement et sous la ladite cuve pour le ballast et au-dessus de la cuve pour l'espace inter-ponts, caractérisé en ce que le navire comprend un système de chauffage de ladite installation tel que succinctement présenté ci-dessus disposé dans la double coque.

**[0055]** L'invention concerne également un système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire tel que décrit ci-dessus, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation externe de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation externe de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

**[0056]** Enfin, la présente invention se rapporte à un procédé de chargement ou déchargement d'un navire tel que décrit ci-dessus, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation externe de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

**[0057]** 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.

[fig. 1] La figure 1 est une vue schématique en coupe d'un navire de type LNGC, vue de dessus, disposant classiquement de quatre cuves étanches et thermiquement isolantes destinées à être remplies de GNL.

[fig. 2] La figure 2 est une figure équivalente à la figure

1 sur laquelle est visible un système de génération de vapeur d'eau et son circuit de distribution associé dans le navire.

[fig.3] La figure 3 illustre schématiquement une vue latérale du navire LNGC représenté sur les figures 1 et 2.

[fig.4] La figure 4 est une vue schématique en coupe transversale d'une moitié du navire LNGC visible sur les figures 1 à 3.

[fig.5] La figure 5 est une figure équivalente à la figure 4 sur laquelle est visible, en coupe, les moyens de chauffage disposés tout autour de la cuve ou de la structure porteuse du navire dans laquelle est logée ladite cuve.

[fig.6] La figure 6 illustre schématiquement, vue de face, un mode de réalisation d'un moyen de chauffage appliqué sur la paroi d'un ballast adjacente ou contiguë à la cuve étanche et thermiquement isolante contenant un gaz liquéfié.

[fig.7] La figure 7 illustre schématiquement, vue de face, un mode de réalisation d'un moyen de chauffage appliqué sur la paroi d'un compartiment ou passage de circulation également adjacente ou contiguë à la cuve étanche et thermiquement isolante contenant un gaz liquéfié.

[fig.8] La figure 8 illustre schématiquement, vue de face, un mode de réalisation d'un moyen de chauffage appliqué sur la paroi d'un espace inter-ponts adjacente ou contiguë à la cuve étanche et thermiquement isolante contenant un gaz liquéfié.

[fig.9] La figure 9 est une représentation schématique écorchée d'une installation de stockage de navire méthanier de type LNGC et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

**[0058]** Le terme « vertical » signifie ici s'étendant dans la direction du champ de gravité terrestre. Le terme « horizontal » signifie ici s'étendant dans une direction perpendiculaire à la direction verticale.

**[0059]** Dans la suite, la présente invention est illustrée avec un navire 70 de type LNGC (« Liquide Natural Gas Carrier ») comportant classiquement quatre cuves 71 étanches et thermiquement isolantes. En effet, c'est sur ce type de structures logeant une installation de stockage selon l'état de la technique que la demanderesse a pu mettre à jour de potentiels dysfonctionnements et ainsi les résoudre grâce à la présente invention. Néanmoins, on peut envisager d'appliquer les caractéristiques de la présente invention sur un autre type de navire transportant/stockant un gaz liquéfié, voire même sur une structure de nature différente, telle que par exemple une struc-

ture de type réservoir terrestre ou maritime (dit « GBS » signifiant « Gravity Based Storage ») pour autant que la problématique et/ou le besoin soit similaire.

**[0060]** Plus précisément, le navire 70 de type LNGC représenté sur les figures annexées présente quatre cuves 71, trois cuves 71 de dimensions identiques et une cuve 71' présentant une longueur et une largeur différentes, celle 71' située à l'avant du navire 70.

**[0061]** Les dimensions des cuves du navire de type LNGC sont les suivantes :

Pour une cuve 71, sa longueur est de 47,065 mètres (m), sa largeur de 20,303 m et sa hauteur (verticale) de 30,405 m.

Pour une cuve 71', sa longueur est de 31,765 m, sa largeur de 17,923 m et sa hauteur (verticale) de 30,405 m.

**[0062]** La longueur est considérée dans le sens longitudinal du navire 70 tandis que la largeur est considérée dans le sens transverse, soit perpendiculairement à l'axe longitudinal du navire, étant entendu que toutes les dimensions ci-dessus sont exprimées en mètre. Les dimensions des cuves 71, 71' qui sont reprises ici sont celles d'un navire 70 de type LNGC classique et un tel navire 70 dispose d'une contenance - soit la somme des volumes internes des quatre cuves 71, 71' - de cent soixante-quatorze mille mètre cubes (174 000 m<sup>3</sup>).

**[0063]** Sur les figures 1 à 5, on a représenté de manière schématique une installation de stockage, ou une portion de celle-ci, installée ou intégrée dans une structure porteuse 10 d'un navire 70. Autrement dit, à l'intérieur de la structure porteuse 10, l'installation de stockage comprend au moins une cuve 71 étanche et thermiquement isolante.

**[0064]** La structure porteuse 10 comporte une pluralité de parois reliées les unes aux autres et notamment une paroi porteuse supérieure 3 qui est située, comme on peut le voir sur la figure 4, en haut de l'installation de stockage. Lorsque l'installation de stockage est positionnée sur un navire 70 tel qu'un navire LNGC, la structure porteuse 10 est formée par la double coque du navire. La paroi porteuse supérieure 3 est ainsi appelée le pont interne 3 du navire 70 tandis qu'il existe également un pont externe 13, également visible sur la figure 4.

**[0065]** La cuve 71 comporte une structure principale formée d'une paroi de fond 4, une paroi de plafond 5, deux parois latérales 6 reliant la paroi de fond 4 à la paroi de plafond 5 et optionnellement deux à quatre parois de chanfrein 7 reliant les parois latérales 6 à la paroi de fond 4 ou à la paroi de plafond 5. Les parois 4, 5, 6, 7 de la cuve 71 sont ainsi reliées les unes aux autres de façon à former une structure polyédrique et à délimiter un espace interne de stockage, en particulier destiné à recevoir un gaz liquéfié.

**[0066]** Afin de charger et décharger la cuve 71 en gaz liquéfié, l'installation de stockage comporte une ouver-

ture de chargement/déchargement, également désignée par l'expression de « dôme liquide » 46, ainsi qu'une ouverture dédiée à la libération de gaz, également désignée par l'expression de « dôme gaz » 47, visibles sur la figure 8, interrompant localement la paroi de plafond 5 de la cuve 71 de manière à permettre notamment à des conduites de chargement/déchargement, non représentées sur les figures annexées, d'atteindre le fond de la cuve 71 en traversant cette ouverture 46.

**[0067]** Bien que la présente invention ne soit pas limitée à ce type de cuves, la cuve 71, 71' est une cuve à membranes permettant de stocker du gaz liquéfié pour lesquelles on utilise du mastic, non représenté sur les figures annexées, appliqué traditionnellement sous forme de cordons destinés à venir fixer la structure principale de la cuve 71 à la structure porteuse 10 du navire 70, étant entendu que d'autres éléments mécaniques - classiquement des goujons - ont également pour fonction de fixer et maintenir la structure principale de la cuve 71 dans la structure porteuse 10 du navire 70. De tels cordons de mastic sont bien connus et sont notamment décrits dans le document FR 2909356, déposé au nom de la demanderesse. La structure principale de la cuve 71 comprend une structure multicouche, non représentée sur les figures annexées, comportant par exemple, depuis l'extérieur de la cuve 71, 71' vers l'intérieur, une barrière thermiquement isolante secondaire comportant des éléments isolants, reposant contre la structure porteuse 10, une membrane d'étanchéité secondaire reposant contre la barrière thermiquement isolante secondaire, une barrière thermiquement isolante primaire comportant des éléments isolants, reposant contre la membrane d'étanchéité secondaire et une membrane d'étanchéité primaire destinée à être en contact avec le gaz liquéfié, sous forme liquide ou gazeuse, contenu dans la cuve 71.

**[0068]** Selon un mode de réalisation, la structure principale de la cuve 71 peut être réalisée selon la technologie NO<sup>®</sup> qui est notamment décrite dans le document FR2691520 ou la technologie MARK<sup>®</sup> qui est notamment décrite dans le document FR2724623. Néanmoins, il est bien entendu que la présente invention n'est en aucun cas limitée à ce type de cuves, ni même de manière générale à des cuves de nature différente dites indépendantes selon les définitions du code IGC « Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des navires transportant des gaz liquéfiés en vrac », édition 2016.

**[0069]** Sur les figures 1 et 2, on peut voir la distribution des quatre cuves 71 de GNL classiquement présentes dans un navire 70 méthanier du type LNGC. Ainsi, comme on l'a vu précédemment, trois des quatre cuves 71 présentent les mêmes dimensions tandis qu'une dernière, celle 71' située à l'avant du navire 70, présente des dimensions plus réduite de manière en particulier à ce que les ballasts 20, disposés latéralement et sous les cuves 71, présentent des dimensions bien supérieures aux autres ballasts 20, situés autour des trois autres cu-

ves 71, afin de rééquilibrer plus facilement l'assiette du navire 70, compte tenu du fait que l'essentiel du poids du navire 70 est situé à l'arrière de ce dernier lorsque les cuves 71 sont vides.

**[0070]** A l'arrière du navire 70 se trouve classiquement les machines 30, ou salle des machines, destinées à gérer l'ensemble du navire 70, depuis la propulsion jusqu'à l'ensemble des circuits de génération et d'alimentation des différents équipements du navire 70. Par ailleurs, au-dessus des machines 30 se trouve le château 31 qui consiste classiquement en une tour ou analogue où sont situés notamment les logements de l'équipage et le poste de commandement du navire.

**[0071]** Toutes les cuves 71 de gaz liquéfié sont entourées latéralement de ballasts 20 et de cofferdam 21, ces derniers 21 étant des espaces inter-cuves 71 ou disposés entre une cuve 71 et une salle 30 ou autre pour les cuves 71, 71' situées aux deux extrémités du navire 70. Comme on peut le voir sur les figures 4 et 5, les ballasts 20 s'étendent classiquement au-delà des parois latérales 6, 7 de la cuve 71 jusqu'à la paroi inférieure 4 de la cuve 71 ; les deux ballasts 20 étant classiquement séparés par une cloison étanche 40 s'étendant longitudinalement (dans la direction avant-arrière du navire 70). Toutefois, la présente invention entend s'appliquer en particulier à la zone émergée du navire 70, par opposition à la partie immergée 41 du navire 70 définissant également le tirant d'eau.

**[0072]** En effet, compte tenu que l'eau de mer est à une température d'au moins 0°C, ou légèrement inférieure - de l'ordre de moins deux ou trois degrés Celsius dans la mer arctique - du fait de sa forte salinité, il n'y pas lieu de réaliser un chauffage de cette zone immergée 41 du navire 70 car le mastic et la peinture fixés ou disposés sur la face interne de la structure porteuse 10 du navire 70 sont homologués ou certifiés pour ne pas se dégrader, ou pas significativement, à une température proche de zéro degrés Celsius.

**[0073]** Les cuves 71, 71' sont également adjacentes ou contiguës à l'espace inter-ponts 23, situé au-dessus de la cuve 71, 71' défini au sens large par le volume ou l'espace entre le pont inférieur 3 et le pont supérieur 13 du navire 70. Enfin, entre l'espace inter-ponts 23 et les ballasts 20 se trouvent classiquement un compartiment 24 de circulation des opérateurs et de passages de câbles et autres tuyauteries, désigné classiquement par l'expression de « passage way ». De tels compartiments 24 de circulation sont donc prévus habituellement de part et d'autre de l'espace inter-ponts 23.

**[0074]** La présente invention entend rationaliser au mieux le chauffage de la paroi adjacente ou contiguë d'une cuve 71, 71' ou de la structure porteuse 10, ainsi dans son acception la plus large, l'invention prévoit d'équiper au moins un ballast 20, avantageusement les deux ballasts 20 entourant une cuve 71, ou au moins l'espace inter-ponts 23 qui sont des zones ou des espaces dans lesquels on ne prévoit pas de chauffage - cas de l'espace inter-ponts 23 - ou pas de chauffage lorsqu'ils

sont vides ou quasi-vides de liquide (cas des ballasts 20). Ces compartiments/passages 24 de communication, à la différence des ballasts 20 et de l'espace inter-ponts 23, sont des zones où l'équipage circule régulièrement. Ainsi, le fait d'y trouver un moyen de chauffage 26 est commun ou usuel dès l'instant où le navire 70 est susceptible de transiter dans des régions froides, étant entendu que la fonction première de ce moyen de chauffage 26 dans de tels zones 24 est d'offrir un environnement approprié aux humains qui y circulent. C'est pourquoi de tels chauffages, lorsqu'ils sont présents dans ces compartiments/passages 24 de circulation, sont généralement situés sur ou à proximité de la paroi extérieure 25 de manière à isoler thermiquement lesdits compartiments/passages 24 de l'environnement extérieur au navire 70. Dans le cadre de la présente invention, de tels moyens de chauffage 26 présents dans le compartiment ou passage de circulation 24 sont avantageusement déplacés pour être situés contre la paroi adjacente ou contiguë à la cuve 71 ou à la structure porteuse 10 de cette dernière 71.

**[0075]** En conséquence de ce qui précède, selon un mode d'exécution avantageux, les deux ballasts 20 adjacents ou contigus ainsi que l'espace inter-ponts 23 sont équipés d'un moyen de chauffage 26 et l'on peut utiliser l'ensemble de ces moyens de chauffage 26 de manière simultanée ou seulement une partie de ces moyens de chauffage 26 pour réchauffer en particulier le mastic et les peintures disposés sur la face interne de la structure porteuse 10. Par ailleurs, même si la présente invention n'est pas dirigée spécifiquement vers cette possibilité, on peut également envisager d'équiper le ou les deux compartiments/passages 24 de circulation d'un moyen de chauffage 26, lorsque ceux-ci 24 n'en sont pas dotés, à l'identique de ce qui est pratiqué pour le(s) ballast(s) 20 et/ou l'espace inter-ponts 23 et/ou disposés ce moyen de chauffage 26 dans le compartiment ou passage de circulation 24 contre la paroi adjacente à la structure porteuse 10 ou à la cuve 71, 71', le cas échéant. Ce faisant, si l'on considère une section transversale du navire 70, comme illustré sur la figure 5, la partie émergée - c'est-à-dire située au-dessus du niveau de la mer - des cuves 71 de gaz liquéfié se trouve avantageusement continuellement entourée d'un moyen de chauffage 26, soit un moyen de chauffage 26 dans les deux ballasts 20 contigus, un moyen de chauffage 26 dans l'espace inter-ponts 23 et un moyen de chauffage 26 dans les deux compartiments ou passages 24 de communication contigus.

**[0076]** Sur les figures 6 à 8 sont visibles le réseau de l'échangeur de chaleur 26 selon un mode d'exécution de l'invention dans lequel le moyen de chauffage 26 est du type identique ou similaire à celui équipant à l'heure actuelle les ballasts 20 pour chauffer ceux-ci lorsqu'ils sont remplis de liquide, en particulier pour dégivrer certaines parties des ballasts 20 (fonction « anti-icing ») et présenter un effet bactéricide et/ou fongicide ou plus généralement pour combattre le développement d'organismes vivants. Bien entendu, comme évoqué précédemment, la

nature du moyen de chauffage 26 n'est pas limitée dans le cadre de la présente invention et peut consister en divers appareils adaptés à un environnement corrosif qui peut se trouver au moins en partie immergée par l'eau de mer, pour ce qui est des ballasts 20.

**[0077]** Un tel moyen de chauffage 26 utilise avantageusement le système de génération et de distribution de vapeur d'eau du navire 70. Ainsi, comme on peut le voir sur la figure 2, un tel système de génération et de distribution de vapeur d'eau comprend un générateur de vapeur d'eau 32, classiquement situé dans la salle des machines 30, et un circuit de distribution de vapeur d'eau 33. Ce circuit de distribution de vapeur d'eau 33 n'est en rien modifié dans le cadre de la présente invention par rapport à l'état de la technique mais simplement adapté afin que les moyens de chauffage 26 situés dans les ballasts 20 et l'espace inter-ponts 23, voire dans le compartiment de circulation 24, soient raccordés audit circuit de distribution de vapeur d'eau 33, avec de façon classique une entrée et une sortie pour cette vapeur d'eau agissant comme un fluide caloporteur. De façon classique, un tel circuit de distribution de vapeur d'eau 33 comprend un circuit de distribution de vapeur à tribord 33' et un circuit de distribution de vapeur d'eau à bâbord 33'', chacun disposant indépendamment d'un parcours de la vapeur d'eau en circuit fermé depuis et vers le générateur de vapeur d'eau 32. Ainsi, à titre d'exemple, chaque ballast 20 présente un raccordement en entrée 37 et un raccordement en sortie 38 au circuit de vapeur d'eau 33, 33', respectivement pour l'introduction de la vapeur d'eau et son évacuation en direction du générateur 32.

**[0078]** On note ici que le moyen de chauffage 26 situé dans le compartiment ou le passage de circulation 24 consiste en un échangeur de chaleur fonctionnant classiquement avec de l'huile et non de la vapeur d'eau. Bien entendu, cet échangeur de chaleur 26 peut également utiliser le circuit de distribution de vapeur d'eau 33, à l'instar des moyens de chauffage 26 des ballasts 20 et de l'espace inter-ponts 23. Ce faisant, le système de l'invention est implémenté dans l'ensemble des espaces situés autour de la cuve 71, considérant la partie émergée du navire 70, à l'aide d'un système unique de génération et de distribution 32, 33 d'un même fluide caloporteur.

**[0079]** Ainsi, les figures 6 à 8 illustrent un mode de réalisation d'un moyen de chauffage 26 positionné et fixé sur la paroi adjacente ou contiguë respectivement d'un ballast 20 (figure 6), du compartiment ou passage de circulation 24 (figure 7) et de l'espace inter-ponts 23 (figure 8). Dans ce mode de réalisation similaire pour ces trois espaces ou volumes 20, 23 et 24, le moyen de chauffage 26 consiste en un serpentín, c'est-à-dire un tuyau enroulé en spires, sous forme de grandes lignes droites compte tenu des dimensions en longueur, largeur et hauteur, dans lequel circule un liquide ou un gaz consistant en un fluide caloporteur.

**[0080]** Etant donné que les parois adjacentes ou contiguës situées dans les ballasts 20 et le compartiment ou

passage de circulation 24 ne présentent *a priori* aucun obstacle ou éléments protubérants, le moyen de chauffage 26 y est apposé et fixé sans nécessité aucun agencement particulier concernant son parcours ou son installation, classiquement le raidissage dit secondaire des parois ou cloisons est mis à contribution pour réaliser les fixations du moyen de chauffage. Concernant le moyen de chauffage 26 situé sur ou contre la paroi adjacente ou contiguë à la cuve 71 dans l'espace inter-ponts 23, ce moyen de chauffage 26 doit adapter son parcours et son installation à la présence du dôme liquide 46 et du dôme gaz 47, sans que cela n'ait aucun impact significatif sur l'efficacité du moyen de chauffage 26.

**[0081]** Le moyen de chauffage 26 dans le cadre de la présente invention est simplement modifié au regard de deux caractéristiques avantageuses, à savoir d'une part la longueur ou la surface d'échange de chaleur car l'échange de chaleur dans ou avec un gaz, et non dans ou avec un liquide, requiert une plus grande zone d'échange pour être efficace et d'autre part le placement ou la position du moyen de chauffage 26 qui doit être situé contre ou à proximité immédiate de la paroi contiguë ou adjacente à la structure porteuse 10 et donc à la cuve 71, 71' dans l'espace considéré, à savoir dans les ballasts 20, l'espace inter-ponts 23 voire les passages de communication 24.

**[0082]** Par ailleurs, la fixation du moyen de chauffage 26 est classique ou connue de l'homme du métier et peut consister en une fixation identique à celle des moyens de chauffage présents dans les ballasts 20 de l'état de la technique.

**[0083]** Si l'on considère la zone d'échange de chaleur pour les ballasts 20 et l'espace inter-ponts 23, soit les dimensions des cuves d'un navire 70 de type LNGC classique telles que notés ci-dessus, la demanderesse a déterminé, après plusieurs essais et analyses, qu'il est particulièrement avantageux de réaliser une surface d'échange d'au moins cinquante mètre carré (50 m<sup>2</sup>) pour un ballast 20 comme pour l'espace inter-ponts 23, de préférence d'au moins soixante-dix mètre carré (70 m<sup>2</sup>) pour les deux espaces 20 et 23, étant considéré que le tuyau pour l'échangeur de chaleur consiste en un tuyau présentant un diamètre externe de soixante-treize (73) millimètres.

**[0084]** Autrement dit, si l'on considère la surface des parois adjacentes ou contiguës de la cuve 71, 71', la surface d'échange de chaleur couverte par un moyen de chauffage 26, lorsqu'il est positionné dans un ballast 20, un espace inter-ponts 23 ou un compartiment/passage de circulation 24, représente au moins cinq pourcent (5%) de la surface de cette paroi adjacente ou contiguë située dans l'un de ces emplacements 20, 23 ou 24.

**[0085]** Ainsi, à titre d'exemple non limitatif, si l'on considère les dimensions classiques des cuves d'un navire 70 de type LNGC et celle du diamètre externe d'un tuyau d'échange de chaleur habituellement utilisé pour chauffer l'eau de mer des ballasts 20, soit soixante-treize millimètres, l'espace inter-ponts 23 présente ainsi un ser-

pentin formant le moyen de chauffage 26 d'une longueur d'environ trois cent vingt (320) mètres et un ballast 20 présente une telle tuyauterie formant le moyen de chauffage 26 (de la partie émergée) d'une longueur d'environ trois cent cinquante (350) mètres.

**[0086]** Des capteurs de température 35 sont avantageusement disposés ou fixés dans chaque zone 20, 23 et/ou 24 où un moyen de chauffage 26 est prévu de sorte que lorsqu'une température de seuil prédéterminée est relevée, un moyen de commande ou un opérateur, non représenté sur les figures annexées, déclenche le chauffage d'au moins un moyen de chauffage 26, avantageusement de l'ensemble des moyens de chauffage 26 dans les différentes zones 20, 23 et 24. Ces capteurs de température 35 sont avantageusement espacés les uns des autres, au sein de chacune des zones 20, 23 et 24, de manière à détecter de façon fiable la température dans l'ensemble des parties émergées entourant une cuve 71. En particulier, ces capteurs de température 35 sont placés ou positionnés dans les ballasts 20 de manière étagée, linéairement suivant un axe vertical. Ainsi, si la partie émergée dans un ballast 20 présente classiquement une hauteur de dix mètres, on positionne avantageusement un capteur de température 35 approximativement tous les cinq mètres, soit un capteur de température 35 situé au niveau de la surface de la mer, un capteur de température 35 situé cinq mètres au-dessus du niveau de la mer et enfin un dernier capteur de température 35 situé proche du plafond du ballast 20, soit à environ dix mètres au-dessus du niveau de la mer.

**[0087]** La figure 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.

**[0088]** 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.

**[0089]** 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.

**[0090]** 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.

**[0091]** 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.

**[0092]** Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

## Revendications

1. Procédé de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) comprenant une cuve (71) étanche et thermiquement isolante agencée dans la structure porteuse (10), le navire (70) comportant au moins un ballast (20) apte et destiné être rempli d'un liquide, avantageusement consistant en de l'eau de mer, et un espace inter-ponts (23) disposé adjacent ou contigu à la cuve (71), respectivement latéralement et sous la ladite cuve (71) pour le ballast (20) et au-dessus de la cuve (71) pour l'espace inter-ponts (23), la cuve (71) étanche et thermiquement isolante comportant une structure principale formée par une pluralité de parois de la cuve (71) reliées les unes aux autres et fixées à la structure porteuse (10), la structure principale définissant un espace interne de stockage pour le gaz liquéfié, la structure principale comprenant au moins une membrane d'étanchéité et au moins une barrière thermiquement isolante, la barrière thermiquement isolante étant placée entre la membrane d'étanchéité et la structure porteuse (10) ; une pluralité de cordons de mastic étant disposés entre la structure porteuse (10) et la structure principale de la cuve (71) ; **caractérisé en ce que** le procédé de chauffage comprend une étape de chauffage du ballast (20) lorsque ledit ballast (20) est au moins essentiellement vide de liquide, l'étape de chauffage du ballast étant réalisée à l'aide d'un moyen de chauffage (26) de l'espace interne dudit ballast (20), et/ou **en ce que** le procédé de chauffage comprend une étape de chauffage de l'espace inter-ponts (23), l'étape de chauffage de l'espace inter-ponts (23) étant réalisée à l'aide d'un moyen de chauffage disposé au niveau de l'espace inter-ponts (23).

2. Procédé de chauffage d'une installation de stockage

pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon la revendication 1, dans lequel le procédé comprend :

5 - une étape de mesure de la température du ballast (20) et/ou de l'espace inter-ponts (23), et  
 - une étape de comparaison de la température mesurée avec une température de seuil prédéterminée de sorte que le chauffage du ballast (20) et/ou de l'espace inter-ponts (23) est déclenché lorsque la température mesurée est égale ou inférieure à la température de seuil prédéterminée.

15 3. Procédé de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon la revendication 2, dans lequel le chauffage du ballast (20) et/ou de l'espace inter-ponts (23) est déclenché de manière automatique dès que la température mesurée est égale ou inférieure à la température de seuil prédéterminée.

25 4. Procédé de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon la revendication 2 ou 3, dans lequel la température de seuil prédéterminée est comprise entre -15°C et 0°C à pression atmosphérique, de préférence égale à -10°C.

30 5. Procédé de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le chauffage du ballast (20) utilise le système de génération et de distribution (32, 33) de vapeur d'eau du navire.

35 6. Procédé de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une pluralité de ballasts (20) sont disposés adjacents ou contigus à la cuve (71) et comportent un moyen de chauffage (26), avantageusement la totalité ou la quasi-totalité des ballasts (20) adjacents ou contigus à la cuve (71) comportent un moyen de chauffage.

40 7. Procédé de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le liquide venant occuper l'espace interne du ou des ballasts (20) lorsque ce(s) dernier(s) est/sont rempli(s) ou quasi-rempli(s) est chauffé par le moyen de chauffage (26) utilisé pour chauffer ledit ou lesdits ballasts (20) au moins essentiellement vide.

8. Système de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) comprenant une cuve (71) étanche et thermiquement isolante agencée dans la structure porteuse (10),  
le navire (70) comportant au moins un ballast (20) apte et destiné être rempli d'un liquide, avantageusement consistant en de l'eau de mer, et un espace inter-ponts (23) disposé adjacent ou contigu à la cuve (71), respectivement latéralement et sous la ladite cuve (71) pour le ballast (20) et au-dessus de la cuve (71) pour l'espace inter-ponts (23),  
la cuve (71) étanche et thermiquement isolante comportant une structure principale formée par une pluralité de parois de la cuve (71) reliées les unes aux autres et fixées à la structure porteuse (10), la structure principale définissant un espace interne de stockage pour le gaz liquéfié, la structure principale comprenant au moins une membrane d'étanchéité et au moins une barrière thermiquement isolante, la barrière thermiquement isolante étant placée entre la membrane d'étanchéité et la structure porteuse (10) ;  
une pluralité de cordons de mastic étant disposés entre la structure porteuse (10) et la structure principale de la cuve (71) ;  
**caractérisé en ce que** le système de chauffage comporte :
- un moyen de chauffage (26) de l'espace interne d'au moins l'un des ballasts (20) et/ou un moyen de chauffage (26) de l'espace inter-ponts (23),
  - un moyen de commande pour l'actionnement et l'arrêt du moyen de chauffage (26) du ballast (20) lorsque ledit ballast (20) est au moins essentiellement vide de liquide et/ou un moyen de commande pour l'actionnement et l'arrêt du moyen de chauffage (26) de l'espace inter-ponts (23).
9. Système de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon la revendication 8, dans lequel le moyen de commande est relié à au moins un capteur de température (35) destiné à mesurer la température du ballast (20) et/ou de l'espace inter-ponts (23) de manière à déclencher, via le moyen de commande, le chauffage du ballast (20) et/ou de l'espace inter-ponts (23) lorsque la température du ballast (20) et/ou de l'espace inter-ponts (23) est détectée comme inférieure ou égale à une température de seuil prédéterminée.
10. Système de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon la revendication 8 ou 9, dans lequel le moyen de chauffage (26) consiste en un échangeur de chaleur utilisant un fluide circulant dans ledit échangeur de chaleur, avantageusement le fluide consistant en de la vapeur d'eau provenant du circuit de génération et de distribution (32, 33) de vapeur d'eau du navire (70).
11. Système de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon la revendication 10, dans lequel le moyen de chauffage (26) comporte un serpentín destiné à l'échange de chaleur, à l'aide d'un fluide caloporteur, d'une longueur comprise entre 250 et 500 mètres et d'une section de diamètre externe compris entre 60 et 75 millimètres, de préférence d'une longueur d'au moins 300 mètres.
12. Système de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, dans lequel le moyen de chauffage (26) est disposé contre ou à proximité de la paroi du ballast (20) située adjacente ou contiguë à la cuve (71).
13. Système de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, dans lequel le système de chauffage comprend une pluralité de capteurs de température (35) présents dans le ballast (20) et/ou dans l'espace inter-ponts (23), avantageusement au moins trois capteurs de température (35) pour le ballast (20) et/ou l'espace inter-ponts (23).
14. Système de chauffage d'une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) d'un navire (70) selon la revendication 13, dans lequel les trois capteurs de température (35) sont disposés linéairement, avantageusement espacés les uns des autres en hauteur dans le ballast (20) et avantageusement espacés les uns (35) des autres (35) longitudinalement dans l'espace inter-ponts (23).
15. Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72), un pont interne (3) ainsi qu'un pont externe (13) et une installation de stockage pour gaz liquéfié installée dans une structure porteuse (10) du navire (70) comprenant une cuve (71) étanche et thermiquement isolante agencée dans la structure porteuse (10), la structure comportant au moins un ballast (20) apte et destiné être rempli d'un liquide, avantageusement consistant en de l'eau de mer, et/ou un espace inter-ponts (23) disposé adjacent ou contigu à la cuve (71), respectivement latéralement et sous ladite cuve (71) pour le ballast (20) et au-dessus de la cuve (71) pour l'espace inter-ponts (23), **caracté-**

**risé en ce que** le navire (70) comprend un système de chauffage de ladite installation de stockage selon l'une des revendications 8 à 14 disposé dans la double coque.

5

- 16.** Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 15, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire (70) à une installation externe de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation externe de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

10

15

- 17.** Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 15, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation externe de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve du navire (71).

20

25

30

35

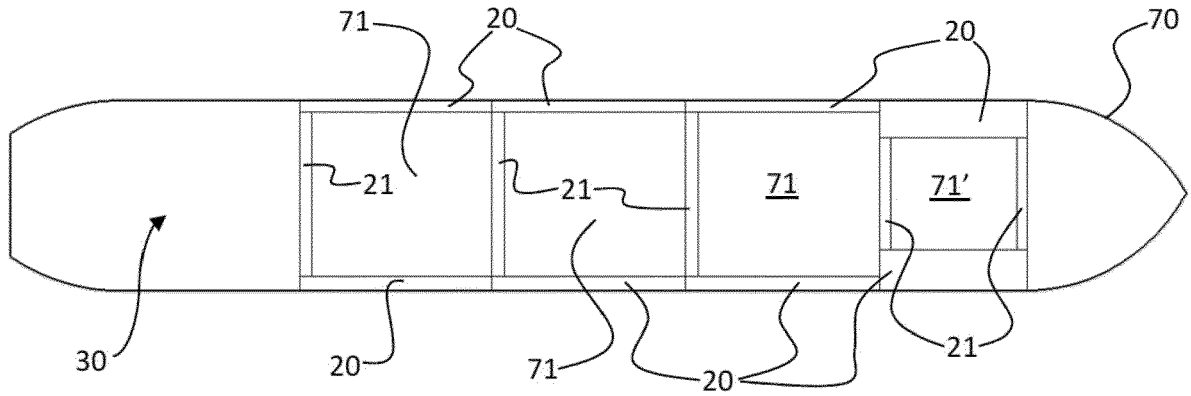
40

45

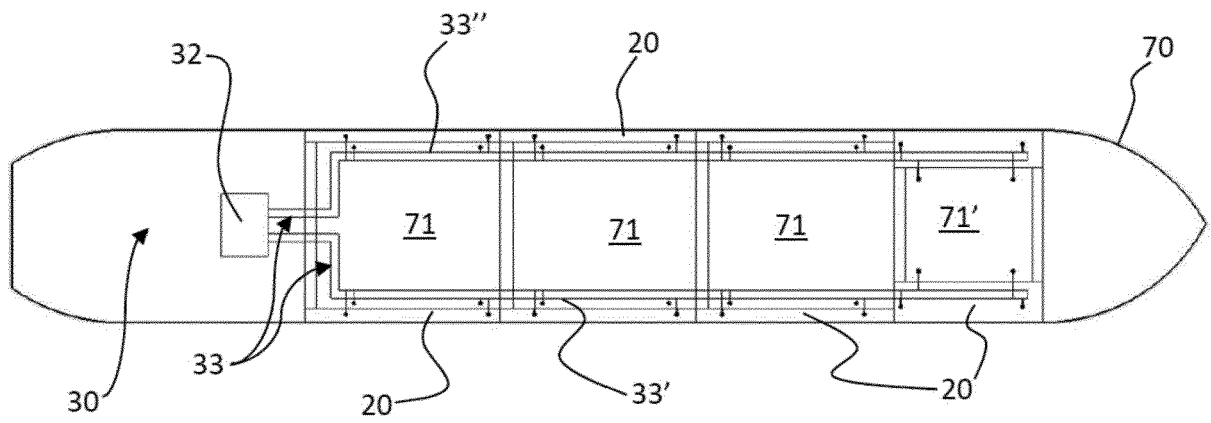
50

55

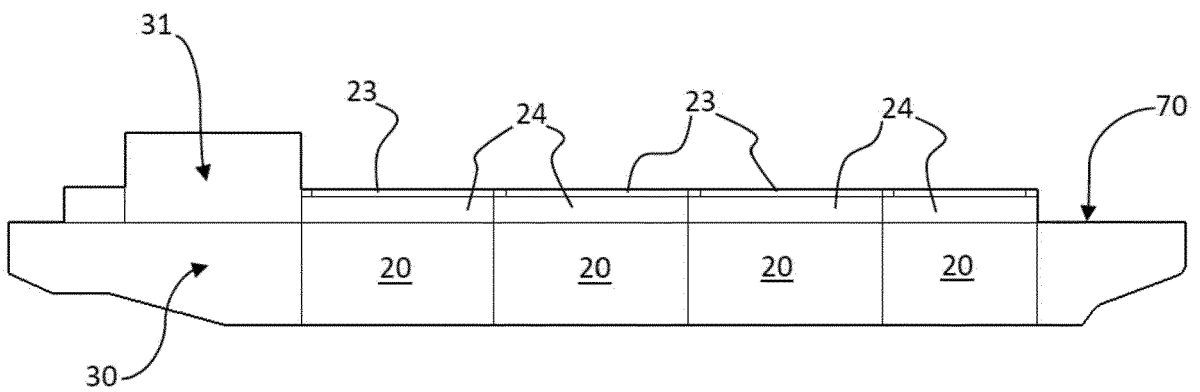
[Fig.1]



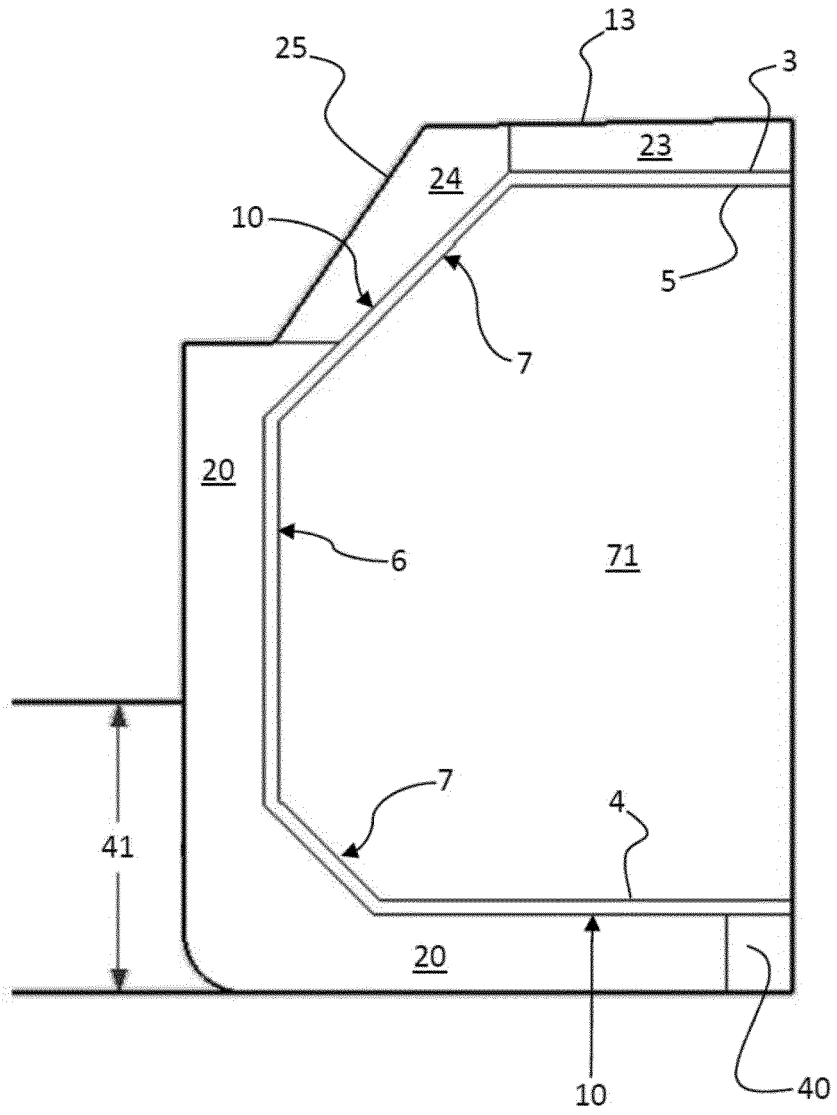
[Fig.2]



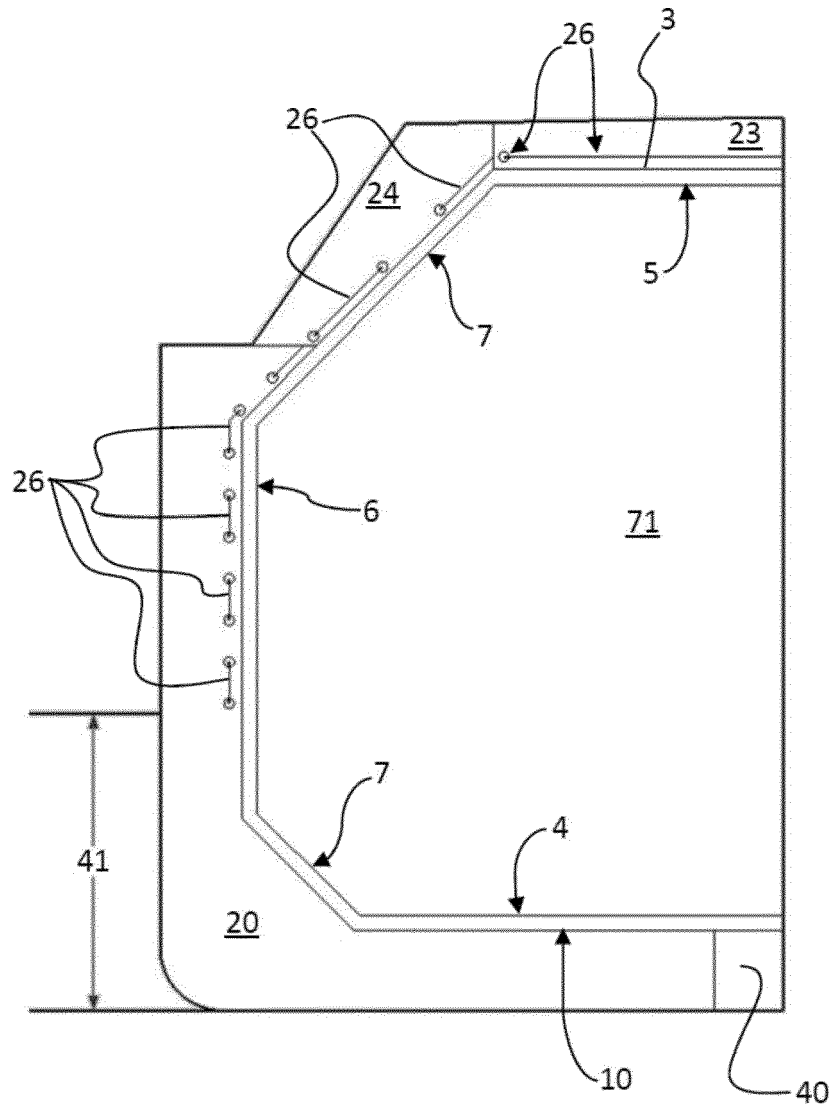
[Fig.3]



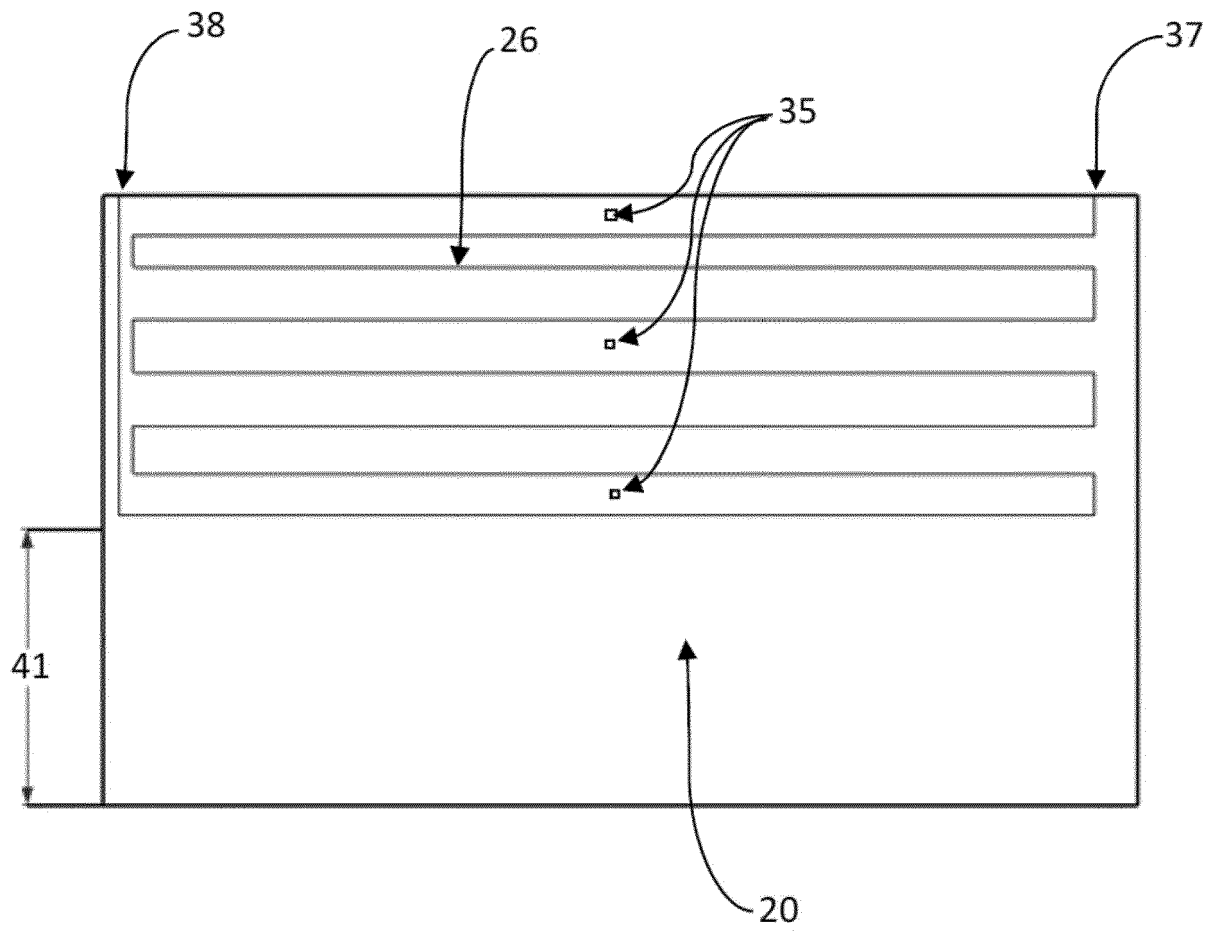
[Fig.4]



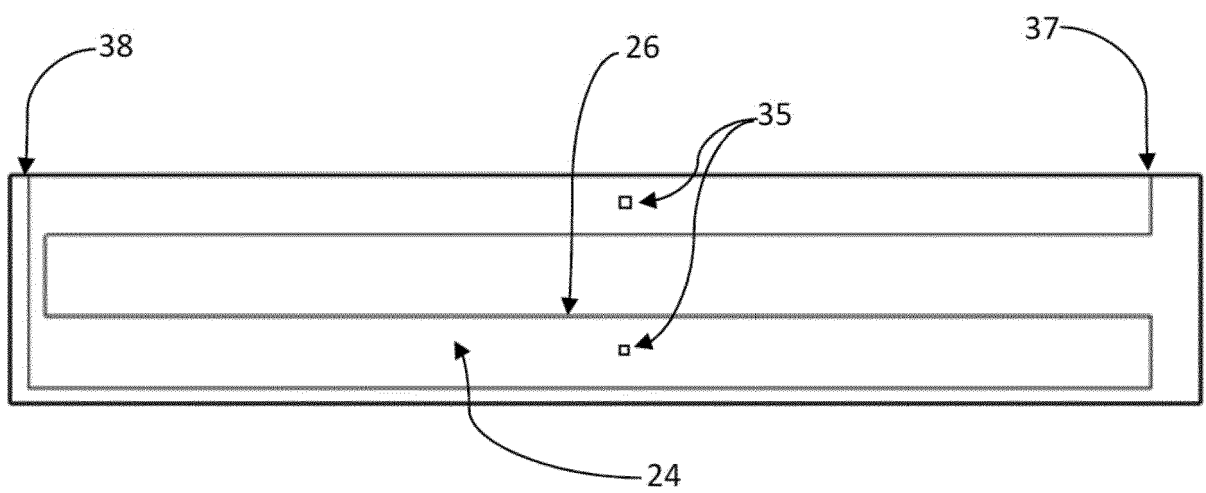
[Fig.5]



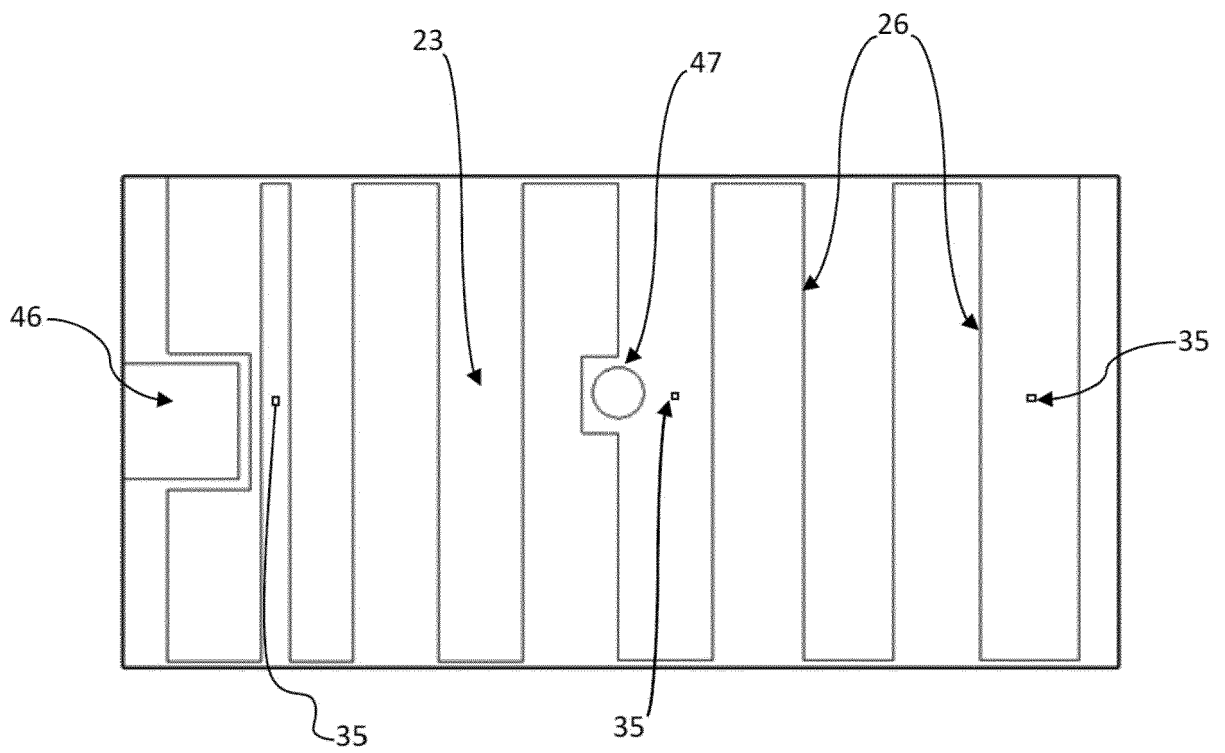
[Fig.6]



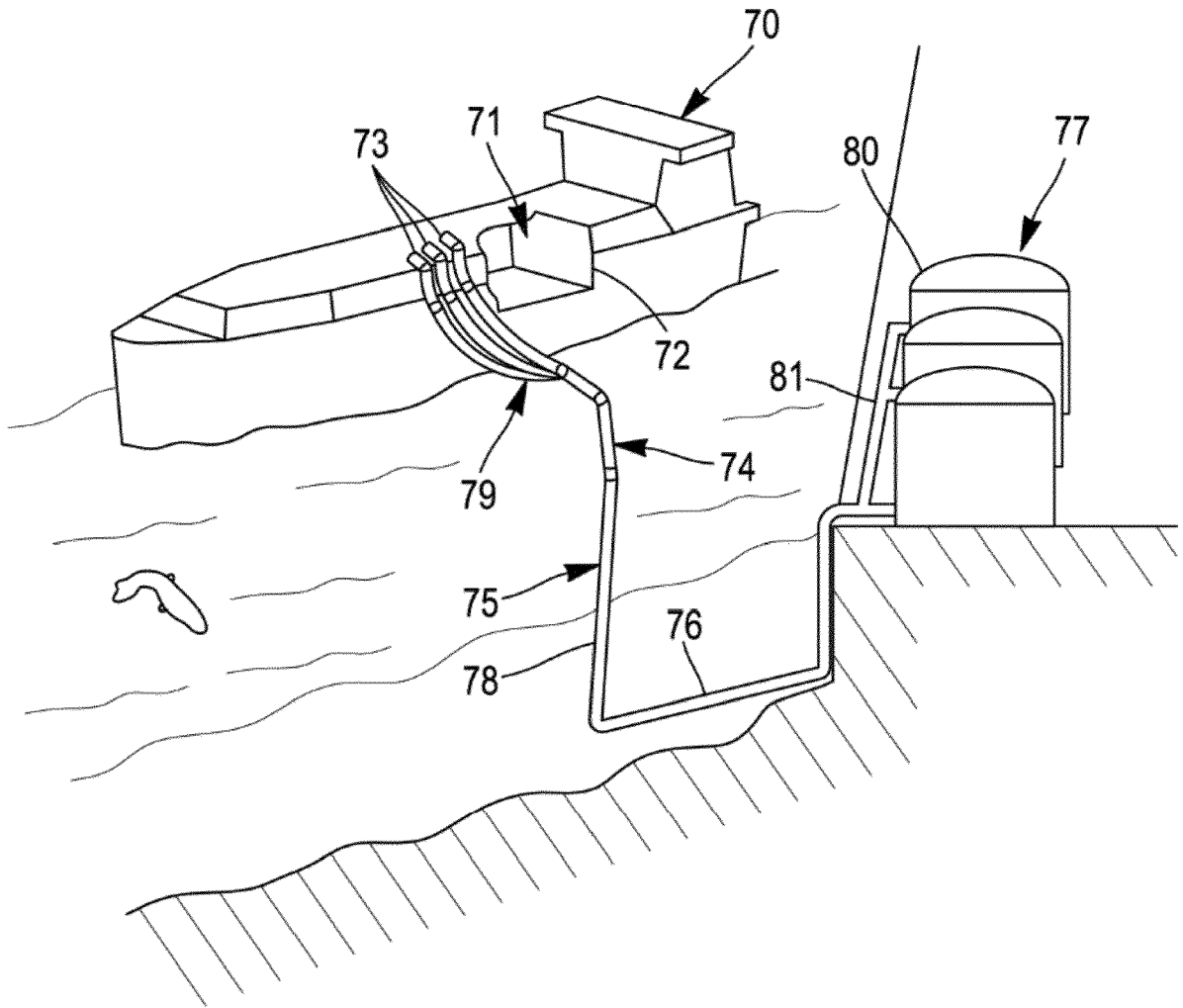
[Fig.7]



[Fig.8]



[Fig.9]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 21 18 7549

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2016/159438 A1 (YOO BYEONG YONG [KR] ET AL) 9 juin 2016 (2016-06-09) * alinéas [0002] - [0040], [0089] - [0091], [0117], [0124] - [0127], [0218] - [0230]; figures 1-23 *	1-13, 15-17	INV. F17C13/00 B63B43/06
X	KR 2012 0119697 A (SAMSUNG HEAVY IND [KR]) 31 octobre 2012 (2012-10-31) * figures 1-5 *	1-17	
X	WO 2015/132307 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 11 septembre 2015 (2015-09-11) * figures 3-5 *	1,5,6,8, 10,15-17	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F17C B63J B63B
2 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>18 novembre 2021</b>	Examineur <b>Nicol, Boris</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.

EP 21 18 7549

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-11-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2016159438 A1	09-06-2016	CN 105531184 A	27-04-2016
		JP 2016531038 A	06-10-2016
		RU 2016105234 A	29-08-2017
		US 2016159438 A1	09-06-2016
		WO 2015012578 A1	29-01-2015
-----			
KR 20120119697 A	31-10-2012	AUCUN	
-----			
WO 2015132307 A1	11-09-2015	AU 2015226237 A1	29-09-2016
		CN 106170378 A	30-11-2016
		FR 3018278 A1	11-09-2015
		JP 6570536 B2	04-09-2019
		JP 2017516030 A	15-06-2017
		KR 20160128407 A	07-11-2016
		PH 12016501610 A1	06-02-2017
		RU 2016134936 A	05-04-2018
		SG 11201606700Y A	28-10-2016
		WO 2015132307 A1	11-09-2015
-----			

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**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 2991430 [0002]
- FR 2909356 [0067]
- FR 2691520 [0068]
- FR 2724623 [0068]

**Littérature non-brevet citée dans la description**

- Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des navires transportant des gaz liquéfiés en vrac. 2016 [0068]