

Description

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine des navires de transport d'un fluide froid. En particulier, l'invention se rapporte au domaine des navires comportant des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le transport d'un gaz liquéfié, notamment du GNL et au navire propulsé au gaz liquéfié, par exemple propulsé au GNL.

Arrière-plan technologique

[0002] Le gaz naturel liquéfié est stocké dans des cuves étanches et thermiquement isolantes, dans un état d'équilibre diphasique liquide/vapeur, à des températures cryogéniques, notamment le Gaz Naturel Liquéfié (GNL) est à environ -162°C à pression atmosphérique.

[0003] La cuve peut être réalisée selon différentes techniques, notamment sous la forme d'une cuve de cargaison intégrée à membrane ou d'une cuve autoporteuse. Les barrières d'isolation thermique des cuves de stockage de gaz naturel liquéfié et les compartiments adjacents sont le siège d'un flux thermique tendant à réchauffer le contenu des cuves, ce qui se traduit par une évaporation du gaz naturel liquéfié. Le gaz issu de l'évaporation naturelle est généralement utilisé pour alimenter un organe consommateur de gaz, afin de le valoriser. Ainsi, sur un navire méthanier, le gaz évaporé est utilisé pour alimenter le groupe motopropulseur permettant de propulser le navire. Toutefois, si une telle pratique permet de valoriser le gaz issu de l'évaporation naturelle dans les cuves de transport de gaz liquéfié, elle ne permet pas de diminuer sa quantité.

[0004] En outre, il est fréquent que le GNL contenu dans les cuves soit destiné à être transporté et non à être consommé par le navire. Ainsi, le taux d'évaporation, appelé couramment « *Boil-Off Rate* » (BOR) du liquide contenu dans la cuve est une problématique importante entraînant notamment une perte d'une partie de la cargaison.

[0005] On connaît plusieurs solutions permettant de diminuer le BOR ou de recycler le gaz évaporé dans une cuve contenant du GNL, notamment :

- des dispositifs de re-liquéfaction via un échangeur de chaleur permettant de condenser le gaz issu de l'évaporation naturelle ;
- augmenter l'épaisseur de l'isolation dans la cuve ; ou
- utiliser des matériaux davantage performants thermiquement.

Cependant, ces solutions arrivent à saturation et ne permettent plus d'obtenir un rapport performances / coût favorable. De plus, modifier une cuve destinée à recevoir du GNL est compliqué et coûteux.

[0006] Il est également fréquent que le gaz naturel liquéfié soit embarqué pour constituer le, ou au moins un

des, carburant assurant la propulsion de navires de tout type, par exemple des transporteurs GNL ou navires méthaniers, pétrolier, mais aussi des porte-containers. On parle alors de navire propulsé au GNL ou en anglais « LNG Fueled Ship » ou LFS. Dans de tels navires, il est fréquent qu'au moins une cuve de GNL se situe à proximité d'une source de chaleur, par exemple une salle des machines.

Résumé

[0007] Une idée à la base de l'invention est de fournir un navire dont la température puisse être abaissée dans l'espace interne d'un cofferdam transversal afin de réduire les flux thermiques entre cet espace interne et une cuve adjacente et donc le taux d'évaporation dans la cuve contenant du liquide froid. Un objectif est par exemple de diminuer le BOR 5 % ou 6 %.

[0008] Une idée à la base de l'invention est de réduire les flux thermiques entre des espaces creux du navire adjacents aux cuves de stockage de GNL et l'environnement extérieur, notamment les eaux de ballast et l'air atmosphérique, par exemple réduire les flux thermiques transitant par la périphérie des cofferdams.

[0009] Une autre idée à la base de l'invention est de diminuer les flux thermiques dans les cofferdams situés entre une source chaude et une cuve de GNL afin de préserver des changements de température ladite source chaude et ladite cuve de GNL.

[0010] Une autre idée à la base de l'invention est de gérer l'atmosphère gazeuse dans les cofferdams d'un navire.

[0011] Une autre idée à la base de l'invention est de diminuer la température dans les cofferdams afin de diminuer le BOR dans les cuves stockant le GNL.

[0012] Une autre idée à la base de l'invention est d'obtenir une température d'équilibre dans les cofferdams, par exemple -15 degrés Celsius (°C) ou -25 °C, tout en préservant son intégrité.

[0013] La diminution de la température dans les espaces creux du navire et notamment les cofferdams entraîne des risques d'apparitions de givre dans l'espace interne du cofferdam, notamment sur les parois ou dans l'isolation. Ce risque est notamment dû à l'humidité présente dans l'atmosphère ambiante. Cette création de givre présente des risques de détérioration des performances thermiques de l'isolation et des risques de corrosion des parois du cofferdam.

[0014] L'invention propose ainsi d'intégrer une installation de gestion de gaz pour gérer une atmosphère gazeuse dans un espace creux du navire tel que les cofferdams pour résoudre les problèmes techniques présentés.

Définitions :

[0015] Le terme « fluide » inclut les liquides et les gaz.

[0016] Le terme « froid » ou « cryogénique » est défini

comme étant une basse température, par exemple des températures négatives (en °C) telle que - 50 °C ou - 162 °C.

[0017] Le terme « cofferdam » est défini comme étant un espace creux de séparation dans un navire adjacent à au moins une cuve, il peut également être nommé « batardeau » ou « maille sèche ».

[0018] Le terme « vanne » désigne une vanne ou une soupape.

[0019] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit un navire pour le transport d'un fluide froid, le navire comprenant :

une structure porteuse comprenant une coque s'étendant selon une direction longitudinale et au moins un cofferdam transversal subdivisant la coque en plusieurs segments, le ou chaque cofferdam transversal comportant une paire de cloisons transversales délimitant un espace interne du cofferdam transversal et une paroi supérieure fermant ledit espace interne,
au moins une cuve étanche et thermiquement isolante disposée dans un segment de la coque adjacent audit cofferdam transversal,
une installation de gestion de gaz pour gérer une atmosphère gazeuse dans l'espace interne du cofferdam transversal, dans lequel l'installation de gestion de gaz comprend :

un conduit d'alimentation d'air sec comprenant une première extrémité située à l'extérieur du cofferdam transversal et raccordée à un générateur d'air sec fournissant de l'air sec, et une deuxième extrémité débouchant dans l'espace interne du cofferdam transversal,
une vanne d'admission montée sur le conduit d'alimentation d'air sec,
un conduit d'évacuation de gaz comprenant une première extrémité débouchant dans l'espace interne du cofferdam transversal et une deuxième extrémité débouchant à l'extérieur du navire,
une vanne d'évacuation montée sur le conduit d'évacuation de gaz, la vanne d'évacuation étant configurée pour s'ouvrir lorsqu'une pression relative dans l'espace interne devient supérieure à une première valeur seuil,
un capteur de pression configuré pour détecter une pression relative dans l'espace interne du cofferdam transversal,
un régulateur de pression connecté au capteur de pression et à la vanne d'admission, le régulateur de pression étant configuré pour :
ouvrir la vanne d'admission lorsque la pression relative dans l'espace interne devient inférieure à une deuxième valeur seuil, la deuxième valeur seuil étant une valeur positive inférieure à la première valeur seuil.

[0020] Grâce à ces caractéristiques, la pression de l'atmosphère gazeuse dans l'espace interne du cofferdam transversal est régulée de manière à rester supérieure à la pression ambiante, de sorte qu'une entrée spontanée d'air ambiant et d'humidité est empêchée. Ces caractéristiques permettent notamment de prévenir la détérioration due à la corrosion des différents éléments situés dans l'espace interne du cofferdam transversal. En outre, l'installation de gestion de gaz permet de maintenir la pression relative dans une plage positive comprise entre la deuxième valeur seuil et la première valeur seuil malgré les variations de température dans l'espace interne et les variations de la pression ambiante. Grâce à la première valeur seuil, il est possible de limiter la pression qui sera exercée sur la paire de cloisons transversales et la paroi supérieure du cofferdam transversal.

[0021] Selon des modes de réalisation, un tel navire peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

[0022] Selon un mode de réalisation, le régulateur de pression est configuré en outre pour :
fermer la vanne d'admission lorsque la pression dans l'espace interne devient supérieure à une troisième valeur seuil comprise entre la deuxième valeur seuil et la première valeur seuil.

[0023] Grâce à ces caractéristiques d'hystérèse, le fonctionnement de la vanne d'admission est optimisé et permet également d'éviter de trop nombreuses ouverture ou fermeture de la vanne d'admission qui pourrait entraîner une usure précoce du matériel.

[0024] Selon un mode de réalisation, une différence entre la troisième valeur seuil et la deuxième valeur seuil est inférieure à 2 kPa (kilopascal) (20 mbarg).

[0025] Selon un mode de réalisation, une différence entre la troisième valeur seuil et la deuxième valeur seuil est comprise entre 0,5 kPa et 1,5 kPa, par exemple une différence de 1 kPa.

[0026] Selon un mode de réalisation, le régulateur de pression est connecté en outre à la vanne d'évacuation, le régulateur de pression est configuré en outre pour :
ouvrir la vanne d'évacuation lorsque la pression dans l'espace interne devient supérieure à la première valeur seuil.

[0027] Grâce à ces caractéristiques, la programmation et la gestion des paramètres d'ouverture et de fermeture de la vanne d'admission et de la vanne d'évacuation de l'installation de gestion de gaz sont facilitées et peuvent être gérées de manière centralisée.

[0028] Selon un mode de réalisation, le régulateur de pression est configuré en outre pour :
fermer la vanne d'évacuation lorsque la pression dans l'espace interne devient inférieure à une quatrième valeur seuil comprise entre la première valeur seuil et la deuxième valeur seuil.

[0029] Grâce à ces caractéristiques d'hystérèse, le fonctionnement de la vanne d'évacuation est optimisé et permet également d'éviter de trop nombreuses ouverture ou fermeture de la vanne d'évacuation qui pourrait en-

trainer une usure précoce du matériel.

[0030] Selon un mode de réalisation, une différence entre la quatrième valeur seuil et la première valeur seuil est inférieure à 2 kPa (20 mbarg).

[0031] Selon un mode de réalisation, une différence entre la quatrième valeur seuil et la première valeur seuil est comprise entre 0,5 kPa et 1,5 kPa, par exemple une différence de 1 kPa.

[0032] Selon un autre mode de réalisation, la vanne d'évacuation est une vanne d'évacuation à ouverture et fermeture mécanique configurée pour :
s'ouvrir lorsqu'une pression relative dans l'espace interne devient supérieure à la première valeur seuil.

[0033] Selon un mode de réalisation, la vanne d'évacuation est configurée pour :
se fermer lorsque la pression dans l'espace interne du cofferdam transversal devient inférieure à une quatrième valeur seuil comprise entre la première valeur seuil et la deuxième valeur seuil.

[0034] Selon un mode de réalisation la vanne d'évacuation est choisie parmi, une vanne à boisseau, une vanne à pointeau, une vanne papillon, une vanne guillotine, une vanne à clapet, une vanne à clapet anti-retour, une vanne à piston, une vanne à membrane, une vanne de décharge de pression de vide à grande vitesse, une vanne de sûreté, une vanne de sûreté à ressort ou clapet.

[0035] Selon un mode de réalisation, la deuxième valeur seuil est comprise entre 1 kPa (10 mbarg) et 10 kPa (100 mbarg), préférentiellement entre 2 kPa (20 mbarg) et 5 kPa (50 mbarg).

[0036] Selon un mode de réalisation, la deuxième valeur seuil est 2 kPa ou 5 kPa.

[0037] Selon un mode de réalisation, la première valeur seuil est comprise entre 12 kPa (120 mbarg) et 18 kPa (180 mbarg), préférentiellement entre 13 kPa (130 mbarg) et 15 kPa (150 mbarg).

[0038] Selon un mode de réalisation, la première valeur seuil est 14 kPa (140 mbarg).

[0039] Selon un mode de réalisation, l'installation de gestion de gaz comprend en outre une vanne de prélèvement de gaz, la vanne de prélèvement de gaz étant montée sur le conduit d'évacuation de gaz, en amont de la vanne d'évacuation afin de permettre un prélèvement d'un volume de gaz venant de l'espace interne du cofferdam transversal.

[0040] Grâce à ces caractéristiques, il est possible de prélever un volume de gaz dans l'espace interne du cofferdam transversal facilement, c'est-à-dire sans entrer dans l'espace interne du cofferdam transversal ou sans devoir prélever un échantillon de gaz au niveau de la deuxième extrémité du conduit d'évacuation qui n'est pas toujours facilement accessible. En outre cela permet de réaliser un prélèvement de gaz sans intervenir sur la vanne d'évacuation et donc sans perturber son fonctionnement.

[0041] Selon un mode de réalisation, la paire de cloisons transversales est fabriquée dans une nuance d'acier choisie parmi le grade D, le grade E, le grade DH

et/ou le grade EH. Une nuance d'acier de grade D et/ou de grade E est préférée.

[0042] Selon un mode de réalisation, la paire de cloisons transversale présente une épaisseur supérieure ou égale à 10 mm, par exemple une épaisseur comprise entre 10 mm et 50 mm, préférentiellement une épaisseur comprise entre 15 mm et 20 mm.

[0043] Selon un mode de réalisation, les parois longitudinales du cofferdam sont fabriquées dans une nuance d'acier choisie parmi le grade D, le grade E, le grade DH et/ou le grade EH. Une nuance d'acier de grade D et/ou de grade E est préférée.

[0044] Selon un mode de réalisation, les parois longitudinales du cofferdam présentent une épaisseur supérieure ou égale à 10 mm, par exemple une épaisseur comprise entre 10 mm et 50 mm, préférentiellement une épaisseur comprise entre 15 mm et 20 mm.

[0045] Les caractéristiques spécifiques des nuances d'aciers indiquées sont détaillées dans la norme International Gas Code.

[0046] Grâce à ces caractéristiques, il est possible d'atteindre des températures inférieures à -15 °C et/ou -25 °C dans l'espace interne du cofferdam transversal sans détériorer la paire de cloisons transversales.

[0047] Selon un mode de réalisation, le cofferdam transversal comprend un isolant thermique.

[0048] Grâce à ces caractéristiques, les flux thermiques sont diminués entre la cuve étanche et thermiquement isolante et la ou les sources chaleurs situées à proximité de ladite cuve.

[0049] Selon un mode de réalisation, l'isolant thermique est situé sur une surface extérieure du cofferdam. Selon un mode de réalisation, l'isolant thermique est situé sur une surface extérieure de la paire de cloisons transversales.

[0050] Selon un mode de réalisation, l'isolant thermique est situé dans l'espace interne du cofferdam transversal, l'isolant thermique étant de préférence fixé sur des parois longitudinales du cofferdam transversal incluant la paroi supérieure et une portion de la coque interne.

[0051] Grâce à ces caractéristiques, l'installation de gestion de gaz permet le maintien de l'isolant thermique à l'état sec. Ainsi, l'isolant thermique n'est pas détérioré par l'humidité ni gorgé d'eau. Les propriétés thermiques de l'isolant thermique sont donc conservées de manière optimale.

[0052] Selon un mode de réalisation, lorsque le cofferdam transversal est adjacent à une unique cuve, l'isolant thermique recouvre en outre la cloison de la paire de cloisons qui est la plus éloignée de ladite cuve.

[0053] Selon un mode de réalisation, l'isolant thermique est une laine de verre thermiquement isolante recouverte sur une face externe par une feuille métallique ou une mousse thermiquement isolante. De manière préféré, l'isolant thermique est la laine de verre thermiquement isolante recouverte sur une face externe par une feuille métallique, par exemple une couche d'aluminium.

Selon un mode de réalisation, la mousse thermiquement isolante est une mousse polyuréthane (PUF).

[0054] Selon un mode de réalisation, la densité de la laine de verre thermiquement isolante est comprise entre 20 kg/m³ et 60 kg/m³, préférentiellement la densité est de 22 kg/m³.

[0055] Selon un mode de réalisation, la densité de la mousse thermiquement isolante est comprise entre 20 kg/m³ et 80 kg/m³, préférentiellement la densité est de 50 kg/m³.

[0056] Grâce à ces caractéristiques, les déperditions thermiques sont diminuées et donc la gestion de l'atmosphère gazeux dans l'espace interne du cofferdam transversal est facilitée.

[0057] Selon un mode de réalisation, l'épaisseur de la laine de verre thermiquement isolante est comprise entre 100 mm et 400 mm, préférentiellement entre 200 mm et 350 mm, par exemple 200 mm.

[0058] Selon un mode de réalisation, l'épaisseur de la mousse thermiquement isolante est comprise entre 100 mm et 400 mm, préférentiellement entre 200 mm et 350 mm, par exemple 200 mm.

[0059] Grâce à ces caractéristiques, il est possible d'atteindre des températures inférieures à -15 °C et/ou -25 °C dans l'espace interne du cofferdam transversal.

[0060] Selon un mode de réalisation, le conduit d'alimentation en air sec traverse la paroi supérieure.

[0061] Selon un mode de réalisation, la deuxième extrémité du conduit d'alimentation d'air sec débouche à proximité d'une paroi de fond du cofferdam transversal.

[0062] Selon un mode de réalisation, le conduit d'évacuation de gaz traverse la paroi supérieure.

[0063] Selon un mode de réalisation, la première extrémité du conduit d'évacuation de gaz est située à proximité de la paroi supérieure.

[0064] Grâce à ces caractéristiques, l'air sec envoyé dans l'espace interne du cofferdam transversal permet d'évacuer plus efficacement le gaz situé dans l'espace interne du cofferdam transversal via le conduit d'évacuation.

[0065] Selon un mode de réalisation, le conduit d'alimentation en air sec et le conduit d'évacuation de gaz sont fabriqués en acier ou autre matériau choisi parmi l'acier : inoxydable, de grade D, de grade E, de grade DH et/ou de grade EH.

[0066] Selon un mode de réalisation, un taux d'humidité dans l'espace interne du cofferdam transversal est maintenu inférieur à 25 %, par exemple inférieure à 15 % et préférentiellement inférieure à 5 %. Selon un mode de réalisation, le taux d'humidité dans l'espace interne du cofferdam transversal est proche de 0 %.

[0067] Grâce à ces caractéristiques, la création de givre sur l'isolation thermique ou sur les parois du cofferdam est limitée. En conséquence, les risques de détérioration des performances thermiques de l'isolation ou les risques de corrosion des parois du cofferdam sont fortement diminués.

[0068] Selon un mode de réalisation, l'air sec a une

température de point de rosée inférieure à -15 °C, préférentiellement une température inférieure à -20 °C, par exemple une température inférieure ou égale à -45 °C ou encore par exemple une température comprise entre -20 °C et -40 °C ou -25 °C et -30 °C.

[0069] Selon un mode de réalisation, le capteur de pression est un capteur de pression piézorésistif mesurant la pression manométrique (PG). Selon un mode de réalisation, le capteur est fabriqué à base d'acier résistant à la corrosion et résistant à des températures négatives, par exemple fabriqué à partir d'acier SUS316L. Selon un mode de réalisation, le capteur de pression comporte un diaphragme.

[0070] Selon un mode de réalisation, le régulateur de pression est électronique.

[0071] Selon un mode de réalisation, la vanne d'admission et/ou la vanne d'évacuation sont des électrovannes.

[0072] Selon un mode de réalisation, plusieurs vannes d'admission sont montées en série ou en dérivation sur le conduit d'alimentation d'air sec. Ces vannes d'admission peuvent être différentes.

[0073] Selon un mode de réalisation, plusieurs vannes d'évacuation sont montées en série ou en dérivation sur le conduit d'évacuation de gaz. Ces vannes d'évacuation peuvent être différentes.

[0074] Grâce à ces caractéristiques, l'installation de gestion de gaz du navire est davantage adaptable au navire auquel elle est intégrée. En outre, ces caractéristiques permettent d'accroître la sécurité et de faciliter la surveillance et la maintenance de l'installation de gestion de gaz du navire.

[0075] Selon un mode de réalisation, le générateur d'air sec est un appareil qui assèche de l'air atmosphérique par chauffage.

[0076] Selon un mode de réalisation, le générateur d'air sec est un appareil qui fournit de l'air sec présentant une température de rosée inférieure à -40 °C, préférentiellement à une température de rosée de -45 °C.

[0077] Selon un mode de réalisation, le générateur d'air sec fournit de l'air sec dans l'espace intérieur du cofferdam transversal avec un débit compris entre 10000 m³/h et 20000 m³/h, par exemple 15000 m³/h pour remplir le cofferdam transversal d'air sec.

[0078] Selon un mode de réalisation, le générateur d'air sec fournit de l'air sec dans l'espace intérieur du cofferdam transversal avec un débit compris entre 50 et 500 m³/h afin de gérer l'atmosphère gazeuse dans l'espace interne du cofferdam transversal.

[0079] Selon un mode de réalisation, le générateur d'air sec utilisé est un générateur d'air sec déjà installé sur le navire. Cela permet de diminuer les coûts en évitant de prévoir un générateur d'air sec spécifique à l'installation de gestion de gaz pour gérer l'atmosphère gazeuse dans l'espace interne du cofferdam transversal.

[0080] Selon un autre mode de réalisation, l'installation de gestion gaz pour gérer une atmosphère gazeuse dans l'espace interne du cofferdam transversal comprend :

un conduit d'alimentation d'air sec comprenant une première extrémité située à l'extérieur du cofferdam transversal et raccordée à un premier générateur d'air sec fournissant de l'air sec, et une deuxième extrémité débouchant dans l'espace interne du cofferdam transversal, une première vanne d'admission étant montée sur le conduit d'alimentation d'air sec,

le générateur d'air sec étant configuré pour délivrer un débit d'air sec supérieur à 10000 m³/h, par exemple entre 10000 m³/h et 20000 m³/h, dans l'espace interne du cofferdam ;

un deuxième générateur d'air sec raccordé au conduit d'alimentation d'air sec en dérivation du premier générateur d'air sec, une deuxième vanne d'admission étant montée entre le deuxième générateur d'air sec et le conduit d'alimentation d'air sec, le deuxième générateur d'air sec étant configuré pour délivrer un débit d'air sec inférieur à 1000 m³/h, par exemple entre 50 et 500 m³/h, dans l'espace interne du cofferdam.

[0081] Avantageusement, le premier générateur d'air sec, le conduit d'alimentation d'air sec et la première vanne d'admission sont des composants habituellement présents dans un navire méthanier. Ce mode de réalisation est particulièrement avantageux en ce qu'il limite les composants supplémentaires à installer sur le navire.

[0082] Selon un mode de réalisation, le générateur d'air sec est connecté audit régulateur de pression est le régulateur de pression est configuré en outre pour : activer l'émission d'air sec par le générateur d'air sec dans le conduit d'alimentation lorsque la pression relative dans l'espace interne devient inférieure à la deuxième valeur seuil, ou autrement dit quand la vanne d'admission est ouverte.

[0083] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant le navire précité, des canalisations isolées agencées de manière à relier la cuve installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

[0084] Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé de chargement ou déchargement d'un tel navire, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre vers ou depuis la cuve du navire.

[0085] Grâce à ces caractéristiques, le BOR peut être diminué de 2 % à 6 %, préférentiellement de 5 à 6 %.

[0086] Certains aspects de l'invention partent de l'idée d'assécher l'espace interne du cofferdam transversal afin de permettre une diminution de la température dans l'espace interne du cofferdam transversal sans détériorer le navire.

[0087] Une telle installation de gestion de gaz d'un navire peut être intégrée via une tuyauterie et des vannes déjà existantes dans le navire, par exemple déjà existante dans un méthanier. En outre, des vannes supplémentaires de gestion ou de sécurité peuvent être intégrées au navire.

Brève description des figures

[0088] 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 un diagramme représentant des variations typiques de la température dans un cofferdam d'un navire de transport de gaz naturel liquéfié en service en fonction du temps. La figure 1 ne fait pas partie de l'invention mais est utile à la compréhension.

[Fig. 2] La figure 2 est une vue en coupe selon un axe longitudinal d'un navire de transport de gaz naturel liquéfié selon un mode de réalisation.

[Fig. 3] La figure 3 est une vue en perspective et en coupe d'un cofferdam transversal pouvant être utilisé dans le navire de la figure 2 selon un mode de réalisation.

[Fig. 4] La figure 4 est une vue en coupe d'un cofferdam transversal pouvant être utilisé dans le navire de la figure 2 selon mode de réalisation comprenant un isolant thermique.

[Fig. 5] La figure 5 est un schéma représentant un cofferdam transversal muni d'une installation de gestion de gaz pour gérer une atmosphère gazeuse dans l'espace interne du cofferdam transversal, pouvant être utilisé dans le navire de la figure 2 selon un mode de réalisation.

[Fig. 6] La figure 6 est un schéma représentant un cofferdam transversal muni d'une installation de gestion de gaz pour gérer une atmosphère gazeuse dans l'espace interne du cofferdam transversal, pouvant être utilisé dans le navire de la figure 2 selon un autre mode de réalisation.

[Fig. 7] La figure 7 est une représentation schématique écorchée d'un navire méthanier selon un mode de réalisation comprenant une cuve et un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.

[Fig. 8] La figure 8 illustre une vue schématique en coupe selon une direction transversale d'un navire

pétrolier.

[Fig. 9] La figure 9 est une vue en coupe de la partie arrière d'un navire comportant une cuve étanche et thermiquement isolante pour le stockage d'un gaz combustible liquéfié, la cuve étant située en arrière du château du navire suivant la direction longitudinale du navire

Description des modes de réalisation

[0089] La figure 1 représente un diagramme représentant les variations de la température T (°C) d'un cofferdam en fonction du temps (t). Des variations importantes de température sont courantes lorsque le navire navigue. En effet, lorsque le navire comprend des cuves de GNL remplies, une étape 1 consiste vidanger les ballasts du navire d'eau de mer et les températures des cofferdams adjacents aux cuves cryogéniques refroidissent fortement en raison du flux thermique de la cuve vers les cofferdams. Selon une étape 2, lorsque le navire décharge ou utilise le GNL, une partie des cuves est donc vidée et les ballasts sont remplis d'eau de mer afin d'optimiser la navigation. Ainsi, la température des cofferdams varie via un transfert thermique depuis l'eau de mer présente dans les ballasts vers les cofferdams. De manière générale, durant l'étape 2, la température dans le cofferdam augmente. Le navire réalise ainsi des cycles répétant l'étape 1 et l'étape 2. Il est donc difficile de réguler la température dans les cofferdams.

[0090] La figure 2 représente un navire 3 équipé d'une installation de stockage et de transport de gaz naturel liquéfié qui comporte quatre cuves 4 étanches et thermiquement isolantes. Chaque cuve 4 est associée à un mât de dégazage 5 qui est prévu sur le pont 12 du navire 3 et permettant l'échappement du gaz en phase vapeur lors d'une surpression à l'intérieur de la cuve 4 associée. A l'arrière du navire 3 est prévu un compartiment des machines 6 qui comporte classiquement une turbine à vapeur à alimentation mixte apte à fonctionner soit par combustion de gazole, soit par combustion de gaz d'évaporation provenant des cuves 4. Les cuves 4, présentent une dimension longitudinale s'étendant selon la direction longitudinale du navire 3. Chaque cuve 4 est bordée au niveau de chacune de ses extrémités longitudinales par une paire de cloisons transversales 7, 8 délimitant un espace intercalaire étanche, connu sous le terme de « cofferdam » 9. Les cuves 4 sont ainsi séparées les unes des autres par un cofferdam transversal 9. On observe ainsi que les cuves 4 sont chacune ménagées à l'intérieur d'une structure porteuse qui est constituée, d'une part, par la double coque du navire 3 et, d'autre part par l'une des cloisons transversales 7, 8 de chacun des cofferdams 9 bordant la cuve 4.

[0091] Les navires selon les modes de réalisation de l'invention peuvent comprendre plusieurs types de cuve sans être limité à une cuve particulière, par exemple une cuve à membranes permettant de stocker du gaz liquéfié.

La cuve 4 présente une structure multicouche non représentée comportant, depuis l'extérieur vers l'intérieur, une barrière thermiquement isolante secondaire comportant des éléments isolants reposant contre une structure porteuse, 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 contenu dans la cuve. La membrane d'étanchéité primaire définit un espace interne de la cuve 4 destiné à recevoir le gaz liquéfié.

[0092] Le gaz liquéfié destiné à être stocké dans les cuves peuvent 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.

[0093] La figure 3 représente une vue en coupe et en perspective d'un cofferdam transversal 19 selon un mode de réalisation dans un navire à double coque comportant une coque externe 10 et une coque interne 15. Le cofferdam transversal 19 comporte une paire de cloisons transversales délimitant un espace interne 13 du cofferdam transversal 19. Seule une des deux cloisons transversales 17 est représentée sur cette figure 3 afin de permettre la visualisation de l'espace interne 13 du cofferdam transversal 19. Le cofferdam transversal 19 comporte en outre une paroi supérieure 37 fermant ledit espace interne 13. A titre d'exemple, la paroi supérieure 37 peut être une paroi parallèle au pont supérieur 12 du navire. Une portion de la coque interne 15 située à l'opposé de la paroi supérieure 37 définit le fond de l'espace interne du cofferdam transversal 19. Le navire présente en outre un ballast 41 situé à l'extérieur du cofferdam transversal 19. Le ballast 41 est formé par une portion de fond de l'espace situé entre la coque interne 15 et la coque externe 10 du navire.

[0094] Le cofferdam transversal 19 comporte en outre une structure de raidisseurs 14 quadrillant l'espace interne 13 de manière non étanche. L'espace interne 13 du cofferdam transversal 19 peut contenir un système de chauffage 16 permettant de contrôler la température du cofferdam transversal 19. Le dispositif de chauffage est constitué d'un conduit tortueux dans lequel du glycol ou une autre solution antigel chauffé circule.

[0095] La figure 4 représente un mode de réalisation d'un cofferdam transversal 19 comprenant en outre un isolant thermique 40 située dans l'espace interne 23 du cofferdam transversal. L'isolant thermique 40 est fixé sur les parois longitudinales du cofferdam transversal 29 incluant la paroi supérieure 37 et une portion de la coque interne 15. Si le cofferdam transversal 19 est situé entre deux cuves 4, seules les deux cloisons transversales 17 ne sont pas recouvertes d'isolant thermique 40.

[0096] La figure 5 représente l'installation de gestion de gaz d'un navire pour gérer une atmosphère gazeuse dans l'espace interne 23 du cofferdam transversal 29 du navire selon un mode de réalisation. Le cofferdam transversal 29 comporte une paire de cloisons transversales 107, 109 délimitant un espace interne 23 du cofferdam transversal et une paroi supérieure 37 fermant ledit espace interne. De manière similaire à la figure 4, le cofferdam transversal 29 comprend un isolant thermique 40 située dans l'espace interne 23 du cofferdam transversal, l'isolant thermique 40 étant fixé sur les parois longitudinales du cofferdam transversal 29 incluant la paroi supérieure 37 et une portion de la coque interne 15.

L'installation de gestion de gaz du navire comprend : un conduit d'alimentation d'air sec 30 traversant la paroi supérieure 37 du cofferdam transversal 29 et comprenant une première extrémité située à l'extérieur du cofferdam transversal 29 et raccordée à un générateur d'air sec 31 fournissant de l'air sec, et une deuxième extrémité débouchant dans l'espace interne 23 du cofferdam transversal 29, à proximité de la portion de la coque interne 15 qui est située à proximité du fond du cofferdam, c'est-à-dire située à l'opposé de la paroi supérieure 37.
L'installation de gestion de gaz du navire comprend en outre :

une vanne d'admission 32 montée sur le conduit d'alimentation d'air sec 30 et située à l'extérieur du cofferdam transversal 29,
un conduit d'évacuation de gaz 33 traversant la paroi supérieure 37 et comprenant une première extrémité débouchant dans l'espace interne 23 du cofferdam transversal 29 et une deuxième extrémité débouchant à l'extérieur du navire,
une vanne d'évacuation 34 située à l'extérieur du cofferdam transversal 29 montée sur le conduit d'évacuation de gaz 33,
un capteur de pression 35 configuré pour détecter une pression relative dans l'espace interne 23 du cofferdam transversal 29,
un régulateur de pression 36 situé à l'extérieur du cofferdam transversal 29 et connecté au capteur de pression 35, à la vanne d'admission 32 et à la vanne d'évacuation 34.

[0097] Ici, le régulateur de pression 36 est configuré pour :

ouvrir la vanne d'admission 32 lorsque la pression relative dans l'espace interne 23 devient inférieure à une deuxième valeur seuil, la deuxième valeur seuil étant une valeur positive, par exemple environ 5kPa
ouvrir la vanne d'évacuation 34 lorsque la pression relative dans l'espace interne 23 devient supérieure à une première valeur seuil supérieure à la deuxième

valeur seuil, par exemple environ 15kPa. En outre, le régulateur de pression 36 peut être configuré pour réaliser une ou plusieurs de ces actions :

fermer la vanne d'admission 32 lorsque la pression relative dans l'espace interne 23 devient supérieure à la première valeur seuil ou, avec une hystérèse, quand elle devient supérieure à une troisième valeur seuil comprise entre la deuxième valeur seuil et la première valeur seuil,
fermer la vanne d'évacuation 34 lorsque la pression relative dans l'espace interne 23 devient inférieure à la deuxième valeur seuil ou, avec une hystérèse, quand elle devient inférieure à une quatrième valeur seuil comprise entre la première valeur seuil et la deuxième valeur seuil.

Une telle installation de gestion de gaz peut être intégrée par exemple pour réguler l'atmosphère gazeuse des cofferdams 9 et 19 présentés précédemment.

[0098] La figure 6 représente une installation de gestion de gaz pour gérer une atmosphère gazeuse dans l'espace interne 23 du cofferdam transversal 29 selon un autre mode de réalisation. Le régulateur de pression 136 est connecté au capteur de pression 35 et à la vanne d'admission 32 comme précédemment. Ce mode de réalisation diffère de la figure 5 en ce que la vanne d'évacuation 134 est une vanne d'évacuation à ouverture et fermeture mécanique 134 qui n'est pas connecté au régulateur de pression 136 et qui s'ouvre et se ferme de manière autonome en fonction de la pression présente dans l'espace interne 23. La vanne d'évacuation à ouverture et fermeture mécanique 134 est configurée pour s'ouvrir lorsqu'une pression relative dans l'espace interne 23 devient supérieure à la première valeur seuil et se refermer lorsqu'elle repasse en-dessous de cette valeur, éventuellement avec une hystérèse. Pour cela, la vanne d'évacuation à ouverture et fermeture mécanique 134 comporte par exemple un mécanisme de fermeture à ressort ou un mécanisme de fermeture à clapet. Cette vanne d'évacuation à ouverture et fermeture mécanique 134 remplit une fonction de sécurité car elle permet notamment d'éviter les dommages pouvant être causés par une surpression dans l'espace interne 23 du cofferdam transversal 29.

[0099] L'installation de gestion de gaz comprend en outre une vanne de prélèvement de gaz 18. La vanne de prélèvement de gaz 18 est montée sur le conduit d'évacuation de gaz 33 à l'extérieur du cofferdam transversal 29 et en amont de la vanne d'évacuation à ouverture et fermeture mécanique 134. Ainsi, un prélèvement d'un volume de gaz depuis l'espace interne 23 du cofferdam transversal 29 peut être effectué afin d'analyser l'atmosphère gazeuse ou la température de l'espace interne 23

du cofferdam transversal 29. Ainsi, il est possible de réguler l'atmosphère gazeuse dans l'espace interne 23 du cofferdam transversal 29. Les modes de réalisations décrits via les figures ne se limitent pas à un type de cofferdam transversal en particulier, par exemple le mode de réalisation décrit dans la figure 6 peut être appliqué dans le cofferdam décrit dans l'une des figures précédentes.

[0100] Le cofferdam transversal 29 comprend un isolant thermique 40 recouvrant la surface interne des parois longitudinales du cofferdam transversal 29, incluant la paroi supérieure 37 et la coque interne 15, sur toute la périphérie de l'espace interne 23 de manière similaire à la figure 5. Dans le mode de réalisation présenté figure 6, le cofferdam transversal 29 comprend en outre un isolant thermique 140 sur la surface interne de la cloison transversale 107, située à l'opposé de la cuve 4 adjacente. Dans ce mode de réalisation, l'isolant thermique 40 limite les flux thermiques avec l'eau de ballast et l'air ambiant et l'isolant thermique 140 limite en outre les flux thermiques avec les compartiments adjacents à la cloison transversale 107, limitant par exemple les flux thermiques avec le compartiment des machines 6 ou tout autre source de chaleur dont la température est supérieure à celle de la température de la cuve 4.

[0101] L'isolant thermique 40 ou 140 peut être une laine de verre recouverte sur une face externe par un pare-vapeur, par exemple une couche d'aluminium. La laine de verre peut être fixée par des pointes saillantes (non représentées) ayant une première extrémité soudée sur les parois du cofferdam transversal 29 et qui traversent la laine de verre. Afin de maintenir la laine de verre en place, un moyen de blocage est ajouté par-dessus la laine de verre sur une deuxième extrémité des pointes, par exemple un fermoir de serrage.

[0102] En relation avec les figures 8 et 9, on décrit ci-dessus des modes de réalisation dans lesquels l'installation de gestion de gaz décrite précédemment est installée dans d'autres types de navires.

[0103] Par exemple, dans un navire pétrolier 80 tel qu'illustré en coupe sur la figure 8, le navire 80 comprend une cuve étanche et thermiquement isolante 4 positionnée entre deux cuves de cargaison 42 remplies d'une cargaison, par exemple remplies de pétrole.

[0104] Le pétrole présente une température supérieure à la température du GNL présent dans la cuve 4. Le pétrole est en outre susceptible d'être chauffé par un dispositif de chauffage afin d'augmenter sa viscosité de sorte à faciliter son chargement ou son déchargement. Il peut par exemple présenter une température de 60 °C.

[0105] Chaque cuve de cargaison 42 est espacée de la cuve 4 étanches et thermiquement isolantes par un cofferdam transversal 39. Le cofferdam transversal 39 est analogue au cofferdam transversale 29 présenté ci-dessus et comprend un isolant thermique sur au moins la surface interne d'une cloison transversale, limitant ainsi les flux thermiques 43 avec les compartiments adjacents, c'est-à-dire limitant les flux thermiques entre la

cuve 4 et les cuves de cargaison 42, notamment en limitant le transfert de chaleur depuis les cuves de cargaison 42 vers la cuve 4. En d'autres termes, la cuve 4 est thermiquement isolée du pétrole stocké dans la cuve de cargaison 42 à une température supérieure à celle du gaz liquéfié stocké dans la cuve 4. De même, les cuves de cargaison 42 sont thermiquement isolées du GNL présent dans la cuve 4.

[0106] De manière analogue, le navire 90 illustré sur la figure 9 est un navire propulsé au GNL. Le navire 90 peut être un porte-conteneurs ou un vraquier (« bulk carrier » en anglais). Le vraquier est un navire conçu pour le transport de produits solides en vrac. Ainsi, de façon connue en soi, le navire 90 comporte, en avant de son château 44 suivant une direction longitudinale X'-X du navire 90, une ou plusieurs cales 45 de transport d'un produit solide en vrac. Les cales 45 sont espacées suivant la direction longitudinale X'-X du navire 90 de façon connue en soi. On précise qu'une seule de ces cales 45, à savoir la cale 45 la plus proche du château 44, est représentée schématiquement sur la figure 9. Le navire 90 comporte en outre une cuve étanche et thermiquement isolante 4 comportant du GNL qui est destiné à alimenter un système de propulsion 46. La cuve 4 est située en arrière du château 6 suivant la direction longitudinale X'-X. La cuve 4 est espacée des sources de chaleur, à savoir : du château, du système de propulsion 46 et de la cale 45, via un cofferdam transversal 49. Le cofferdam transversal 49 comporte notamment de l'isolant thermique et l'installation de gestion de gaz tels que décrits précédemment. Ainsi, de manière analogue aux navires présentés ci-dessus, les flux thermiques sont fortement limités entre les sources de chaleurs et la cuve 4.

[0107] L'installation de gestion de gaz décrite précédemment permet de réaliser un procédé comprenant les étapes suivantes :

- envoyer de l'air sec dans l'espace interne du cofferdam transversal via un générateur d'air sec qui fournit un conduit d'alimentation en air sec lorsqu'une pression relative dans l'espace interne du cofferdam descend en dessous de 5 kPa, de sorte que le cofferdam reçoit seulement de l'air sec et non de l'air ambiant humide,
- évacuer le gaz depuis l'espace intérieur du cofferdam transversal vers l'espace extérieur du cofferdam transversal via le conduit d'évacuation lorsque la pression relative augmente au-dessus de 14 kPa.

Ainsi, il est possible de diminuer la température de l'espace interne du cofferdam à -15 degrés Celsius (°C) ou -25 °C sans endommager le navire.

Les valeurs indiquées peuvent être adaptées en fonction de la gestion de gaz souhaitée.

[0108] En référence à la figure 7, une vue écorchée d'un navire méthanier 70 montre une cuve étanche et isolée 71 de forme générale prismatique montée dans la double coque 72 du navire. La paroi de la cuve 71 com-

porte une barrière étanche primaire destinée à être en contact avec le GNL contenu dans la cuve, une barrière étanche secondaire agencée entre la barrière étanche primaire et la double coque 72 du navire, et deux barrières isolante agencées respectivement entre la barrière étanche primaire et la barrière étanche secondaire et entre la barrière étanche secondaire et la double coque 72.

[0109] 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.

[0110] La figure 7 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.

[0111] 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.

[0112] 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.

[0113] L'installation de gestion de gaz pour gérer une atmosphère gazeuse dans l'espace interne du cofferdam transversal peut par exemple comprendre en outre des conduits de dérivation comprenant une vanne manuelle enjambant par exemple la vanne d'admission ou la vanne d'évacuation ou encore des systèmes d'alarmes (PAL, PAH, PALL, PAHH) liés au capteur de pression sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

[0114] Certains des éléments, notamment les composants du régulateur de pression, peuvent être réalisés

sous différentes formes, de manière unitaire ou distribuée, au moyen de composants matériels et/ou logiciels. Des composants matériels utilisables sont les circuits intégrés spécifiques ASIC, les réseaux logiques programmables FPGA ou les microprocesseurs. Des composants logiciels peuvent être écrits dans différents langages de programmation, par exemple C, C++, Java ou VHDL. Cette liste n'est pas exhaustive.

[0115] 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.

[0116] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

1. Navire (3, 70) pour le transport d'un fluide froid, le navire (3, 70) comprenant :

une structure porteuse comprenant une coque (110) s'étendant selon une direction longitudinale et au moins un cofferdam transversal (9, 19, 29) subdivisant la coque en plusieurs segments, le ou chaque cofferdam transversal (9, 19, 29) comportant une paire de cloisons transversales (7, 8, 17, 107, 109) délimitant un espace interne (13, 23) du cofferdam transversal (9, 19, 29) et une paroi supérieure (37) fermant ledit espace interne (13, 23),

au moins une cuve étanche et thermiquement isolante (4, 71) disposée dans un segment de la coque (110) adjacent audit cofferdam transversal (9, 19, 29),

une installation de gestion de gaz pour gérer une atmosphère gazeuse dans l'espace interne (13, 23) du cofferdam transversal (9, 19, 29), dans lequel l'installation de gestion de gaz comprend :

un conduit d'alimentation d'air sec (30) comprenant une première extrémité située à l'extérieur du cofferdam transversal (9, 19, 29) et raccordée à un générateur d'air sec (31) fournissant de l'air sec, et une deuxième extrémité débouchant dans l'espace interne (13, 23) du cofferdam transversal (9, 19, 29),

une vanne d'admission (32) montée sur le conduit d'alimentation d'air sec (30),

un conduit d'évacuation de gaz (33) comprenant une première extrémité débouchant dans l'espace interne (13, 23) du cofferdam transversal (9, 19, 29) et une deuxième extrémité débouchant à l'extérieur du

- navire (3, 70),
une vanne d'évacuation (34, 134) montée sur le conduit d'évacuation de gaz (33), la vanne d'évacuation (34, 134) étant configurée pour s'ouvrir lorsqu'une pression relative dans l'espace interne (13, 23) devient supérieure à une première valeur seuil, un capteur de pression (35) configuré pour détecter une pression relative dans l'espace interne (13, 23) du cofferdam transversal, un régulateur de pression (36, 136) connecté au capteur de pression (35) et à la vanne d'admission (32), le régulateur de pression (36, 136) étant configuré pour :
- ouvrir la vanne d'admission (32) lorsque la pression relative dans l'espace interne (13, 23) devient inférieure à une deuxième valeur seuil, la deuxième valeur seuil étant une valeur positive inférieure à la première valeur seuil.
2. Navire selon la revendication 1, dans lequel le régulateur de pression (36, 136) est configuré en outre pour :
fermer la vanne d'admission (32) lorsque la pression dans l'espace interne (13, 23) devient supérieure à une troisième valeur seuil comprise entre la deuxième valeur seuil et la première valeur seuil.
 3. Navire selon la revendication 2, dans lequel une différence entre la troisième valeur seuil et la deuxième valeur seuil est inférieure à 2 kPa (20 mbarg).
 4. Navire selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le régulateur de pression (136) est connecté en outre à la vanne d'évacuation (34, 134), le régulateur de pression (136) est configuré en outre pour :
ouvrir la vanne d'évacuation (34, 134) lorsque la pression dans l'espace interne (13, 23) devient supérieure à la première valeur seuil.
 5. Navire selon la revendication 4, dans lequel le régulateur de pression (36) est configuré en outre pour :
fermer la vanne d'évacuation (34) lorsque la pression dans l'espace interne (13, 23) devient inférieure à une quatrième valeur seuil comprise entre la première valeur seuil et la deuxième valeur seuil.
 6. Navire selon la revendication 5, dans lequel une différence entre la quatrième valeur seuil et la première valeur seuil est inférieure à 2 kPa (20 mbarg).
 7. Navire selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la vanne d'évacuation (34, 134) est une vanne d'évacuation (34, 134) à ouverture et fermeture mécanique configurée pour :
s'ouvrir lorsqu'une pression relative dans l'espace interne (13, 23) devient supérieure à la première valeur seuil.
 8. Navire selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la deuxième valeur seuil est comprise entre 1 kPa (10 mbarg) et 10 kPa (100 mbarg), préférentiellement entre 2 kPa (20 mbarg) et 5 kPa (50 mbarg).
 9. Navire selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel la première valeur seuil est comprise entre 12 kPa (120 mbarg) et 18 kPa (180 mbarg), préférentiellement entre 13 kPa (130 mbarg) et 15 kPa (150 mbarg).
 10. Navire selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel l'installation de gestion de gaz comprend en outre une vanne de prélèvement de gaz (18), la vanne de prélèvement de gaz (18) étant montée sur le conduit d'évacuation de gaz (33), en amont de la vanne d'évacuation (34, 134) afin de permettre un prélèvement d'un volume de gaz venant de l'espace interne (13, 23) du cofferdam transversal.
 11. Navire selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel la paire de cloisons transversales (7, 8, 17, 107, 109) est fabriquée dans une nuance d'acier choisie parmi le grade D, le grade E, le grade DH et le grade EH.
 12. Navire selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel le cofferdam transversal (9, 19, 29) comprend un isolant thermique (40) située dans l'espace interne (13, 23) du cofferdam transversal, l'isolant thermique (40) étant de préférence, fixé sur des parois longitudinales du cofferdam transversal (9, 19, 29) incluant la paroi supérieure (37) et une portion de la coque interne (15).
 13. Navire selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel le cofferdam transversal (9, 19, 29) comprend un isolant thermique situé sur une surface extérieure du cofferdam.
 14. Navire selon la revendication 12 ou 13, dans lequel l'isolant thermique (40) est une laine de verre thermiquement isolante recouverte sur une face externe par une feuille métallique.
 15. Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant le navire (3, 70) selon l'une des revendications 1 à 14, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (4, 71) installée dans la coque (110) du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un flux de produit liquide froid à travers les canalisations isolées depuis ou vers l'installation de stockage flottante ou terrestre

vers ou depuis la cuve du navire.

- 16.** Procédé de chargement ou déchargement du navire (3, 70) selon l'une des revendications 1 à 15, dans lequel on achemine un produit liquide froid à travers des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) depuis ou vers une installation de stockage flottante ou terrestre (77) vers ou depuis la cuve (4, 71) du navire (3, 70).

5

10

15

20

25

30

35

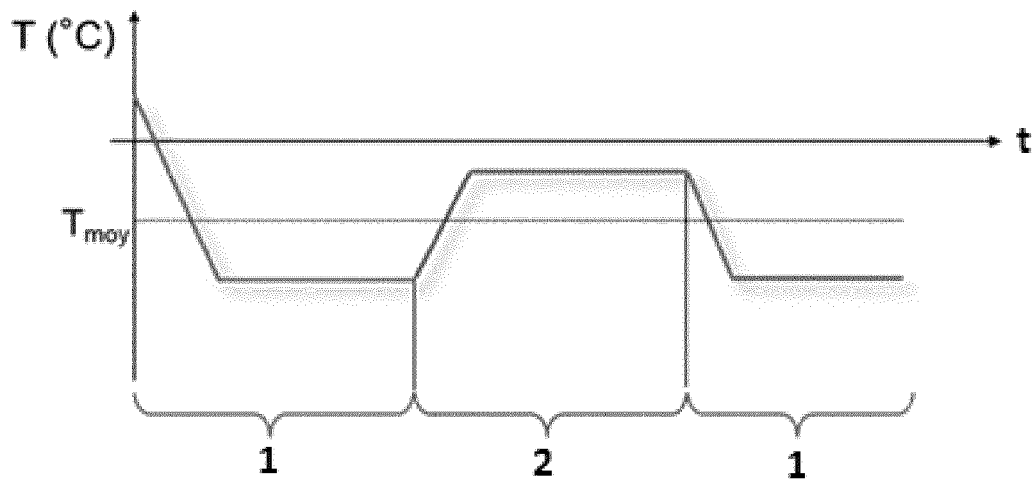
40

45

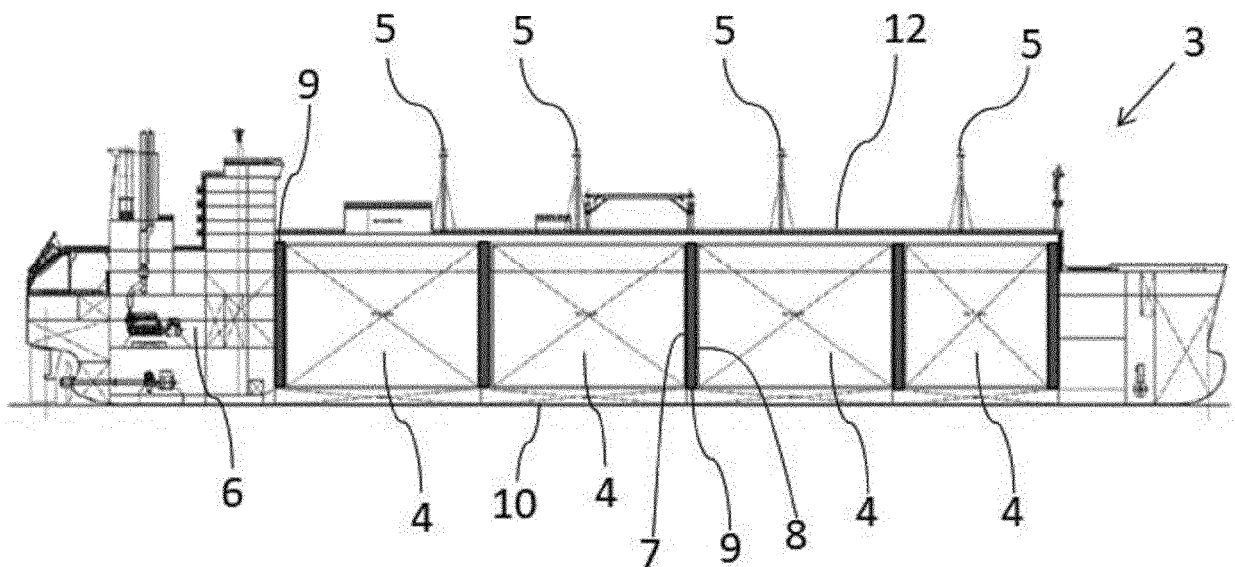
50

55

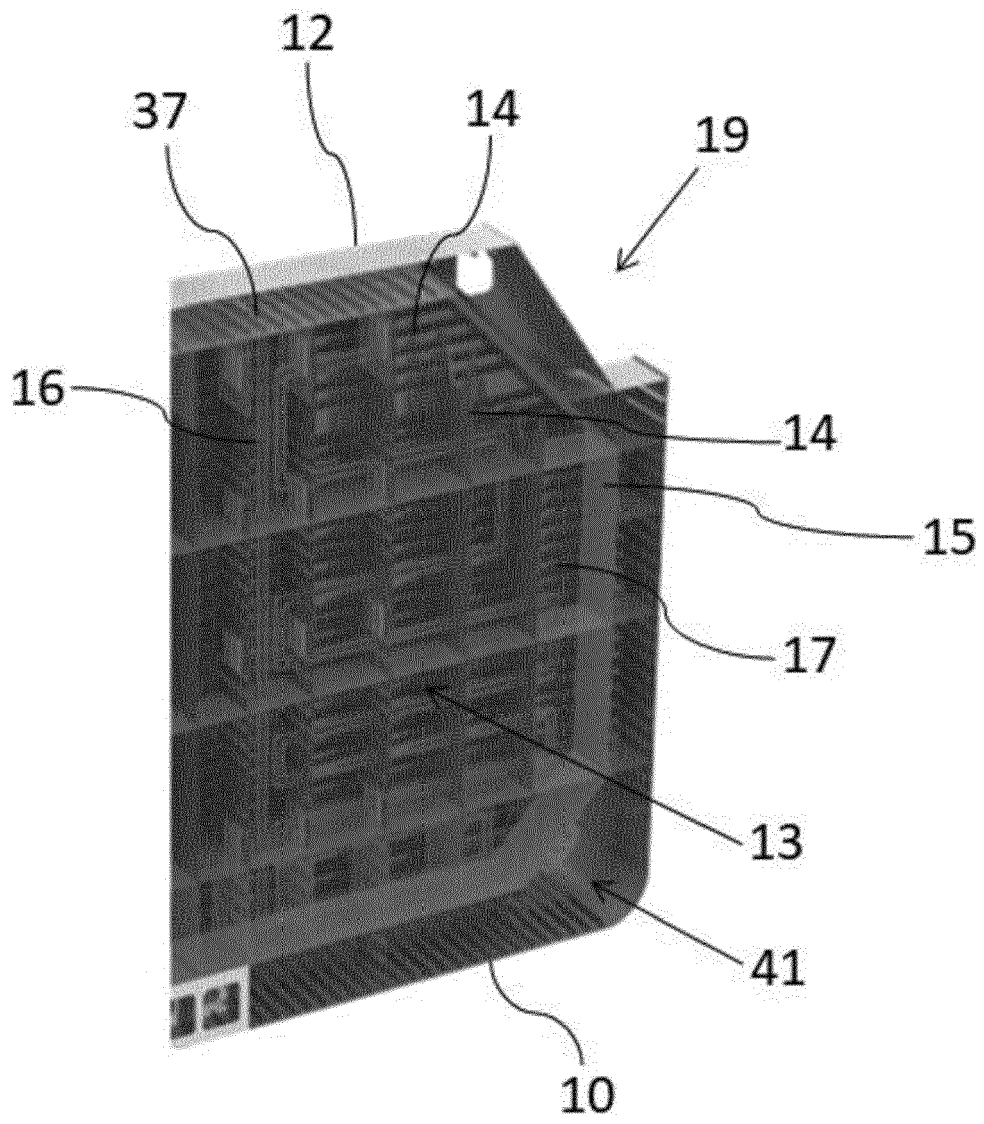
[Fig. 1]



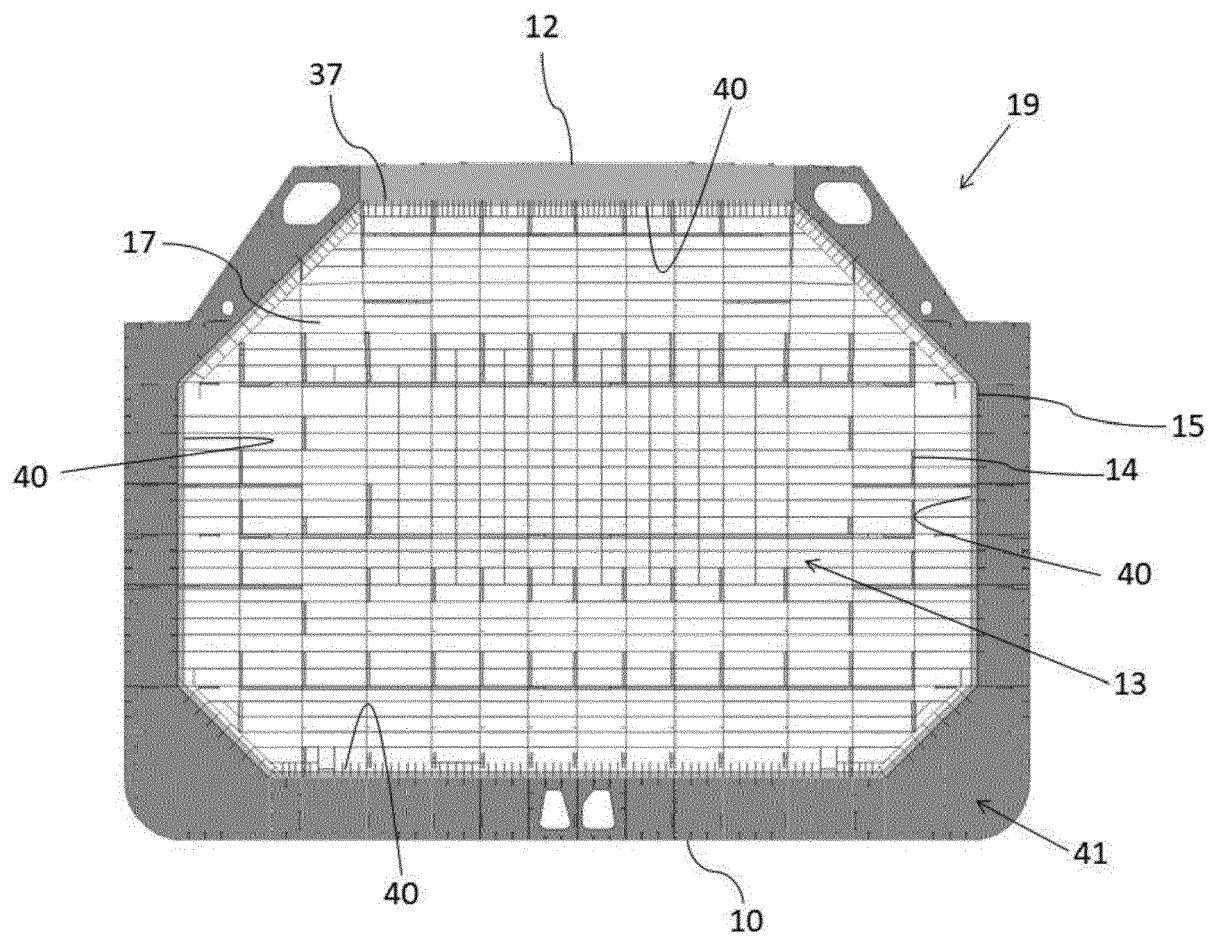
[Fig. 2]



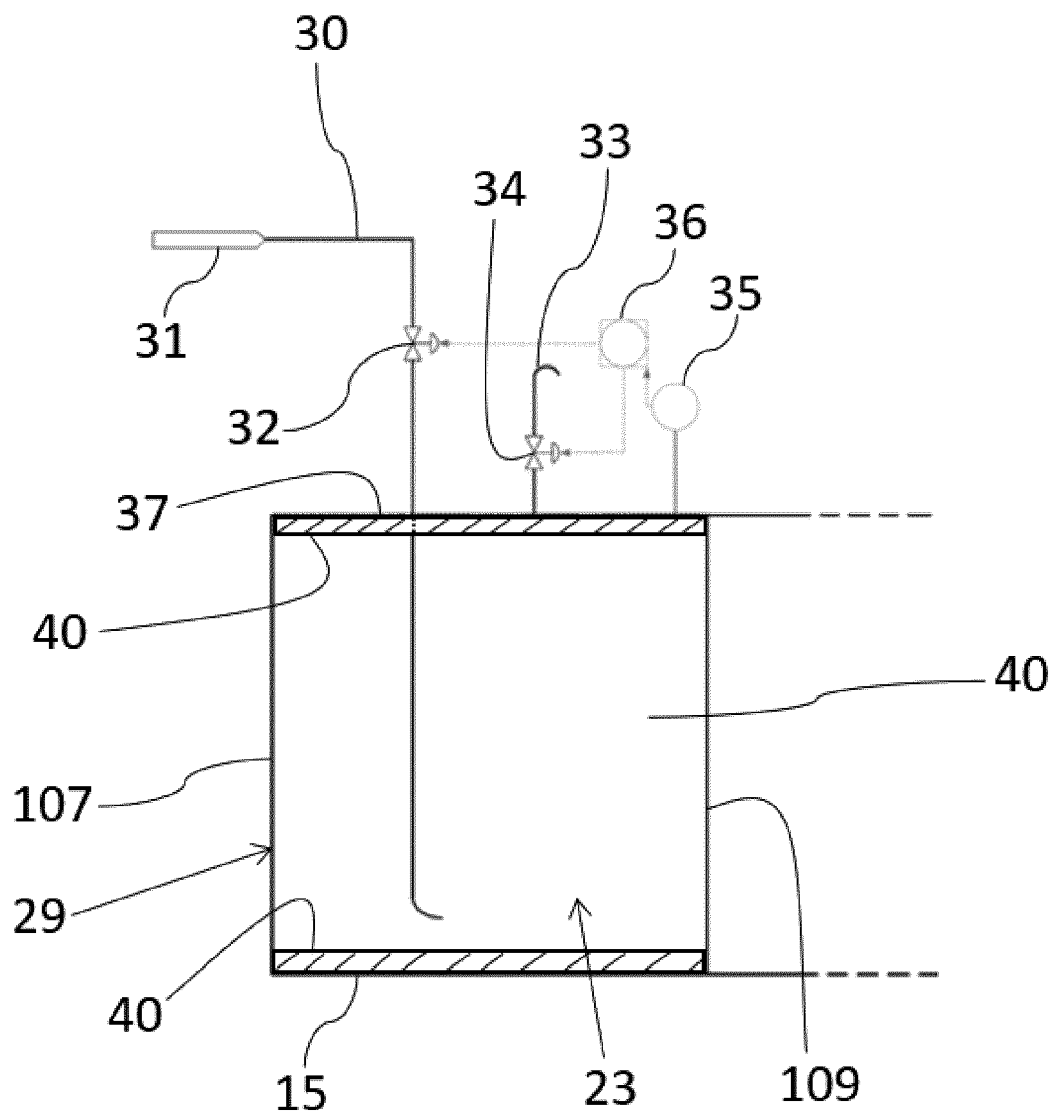
[Fig. 3]



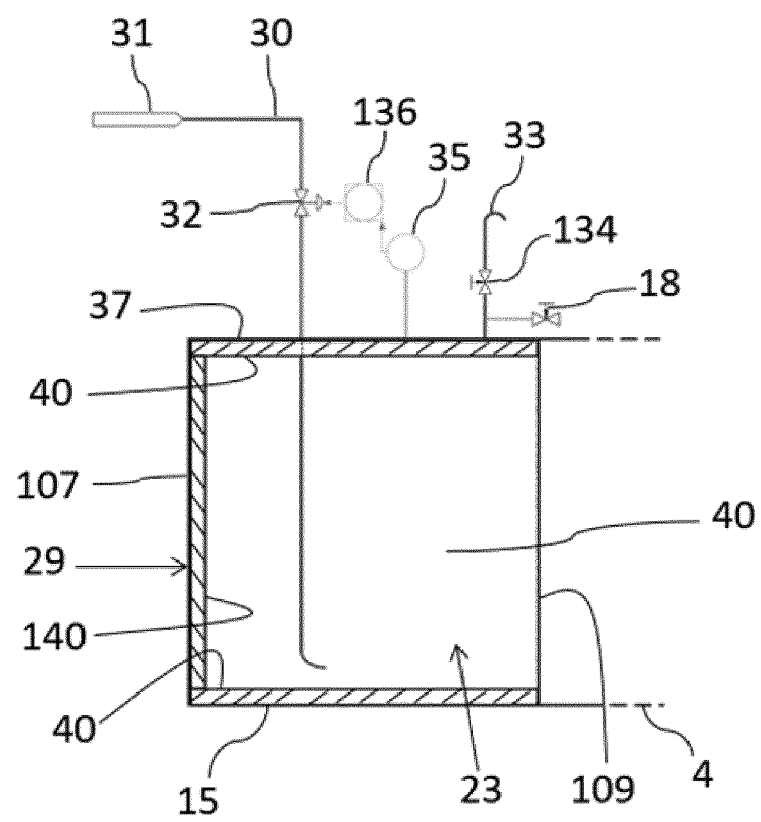
[Fig. 4]



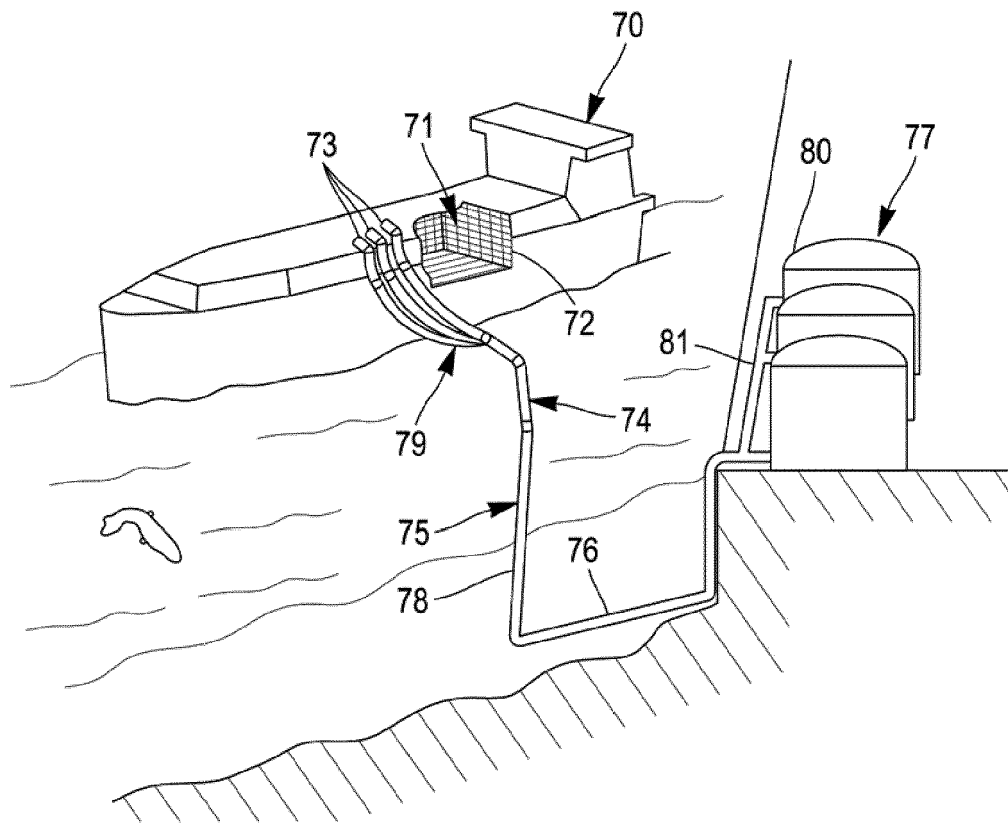
[Fig. 5]



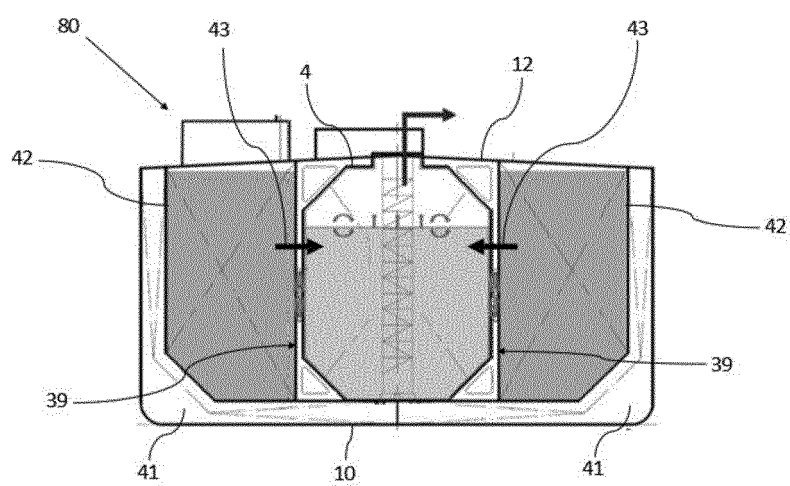
[Fig. 6]



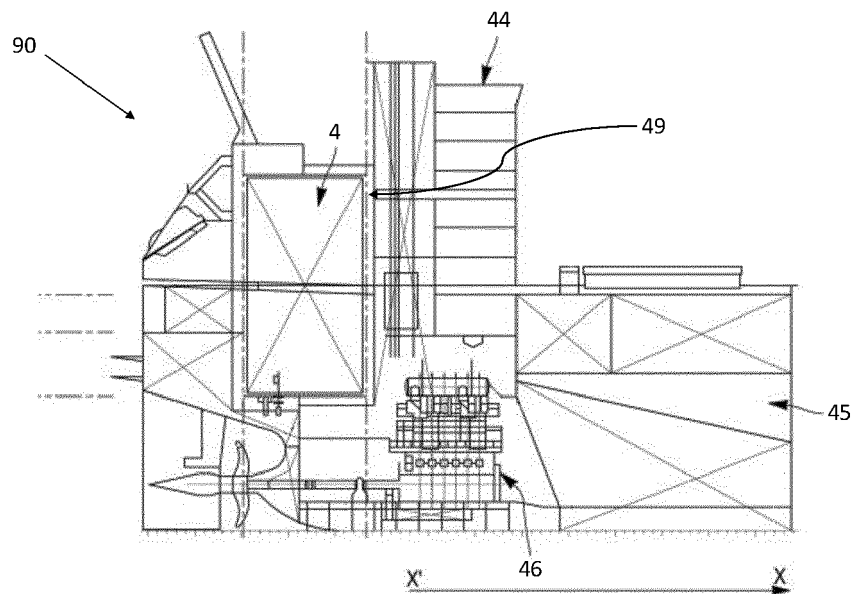
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 17 3908

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 2016/159438 A1 (YOO BYEONG YONG [KR] ET AL) 9 juin 2016 (2016-06-09) * alinéas [0168] - [0180]; figures 1-5, 8, 9, 19 *	1-15	INV. B63B25/16 F17C13/00
A	KR 2015 0011439 A (JANG J H; MOON Y S; MUN Y; SHIN J; SHIN JS; SHIN YU S; YOO B; YOO B Y) 2 février 2015 (2015-02-02) * Machine translation; alinéas [0146] - [0149], [0162] - [0166]; figures 1, 2, 9, 17, 19 *	1-15	
A	JP 2006 143003 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 8 juin 2006 (2006-06-08) * alinéas [0026] - [0028], [0031] - [0034]; figures 1, 3, 5 *	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B63B B63J F17C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 25 octobre 2022	Examineur Mauriès, Laurent
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	

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

EP 22 17 3908

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.

25-10-2022

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	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

20	KR 20150011439 A	02-02-2015	AUCUN	

	JP 2006143003 A	08-06-2006	JP 4727212 B2	20-07-2011
			JP 2006143003 A	08-06-2006

25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

EPO FORM P0460

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