

Description

Titre de l'invention : Installation de stockage pour un gaz liquéfié et/ou un liquide dangereux

[0001] L'invention se rapporte au domaine des installations de stockage pour gaz liquéfié et/ou liquide dangereux comprenant en particulier une cuve étanche indépendante de type A, B ou C selon le Code IGC. Dans le cadre de la présente invention, les définitions données pour les cuves indépendantes de type A, B et C selon Code IGC renvoie au « Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des navires transportant des gaz liquéfiés en vrac », édition 2016.

[0002] Ainsi, en particulier mais non exclusivement, l'invention se rapporte au domaine des cuves étanches pour le stockage et/ou le transport de gaz liquéfié à basse température, telles que des cuves pour le transport d'ammoniac. Ces cuves peuvent également être installées à terre ou sur un ouvrage flottant.

[0003] Dans l'état de la technique, on connaît le document FR 2996556 qui décrit un liner, ou revêtement interne, pour réservoir CNG (« Compressed Natural Gas ») de type polyamide avec au moins un modificateur de choc représentant de 10% à 30% en poids, ce modificateur de choc pouvant consister en un caoutchouc. Egalement, le document US 20090203845 qui décrit un réservoir pour hydrogène comportant un liner en polyamide et copolyamide comportant entre 15% et 20% d'un agent de résistance aux chocs.

[0004] On connaît également le document US 20120080106 qui décrit un réservoir pour fluide liquide sous pression avec une paroi principale métallique et un liner en polyéthylène, en copolymère à base de polyéthylène ou encore une polyoléfine à blocs en C₃-C₈.

[0005] Enfin, le document DE 202010017414 décrit un réservoir pour gaz, de forme cylindrique, comportant un liner constitué d'une matrice polyamide, d'additifs fonctionnels, de copolymères d'oléfine et d'ester acrylique ainsi que d'absorbeurs de chocs.

[0006] Toutes ces solutions constituent certes une amélioration de l'étanchéité d'une cuve mais elles sont très imparfaites au niveau de leur fonction première consistant à éviter toute fuite de l'espace de stockage ou toute pénétration d'un composant étranger suite à une rupture d'étanchéité des parois de la cuve, tout en étant complexes et coûteuses à installer dans la cuve.

[0007] En effet, le liner polymère adhère souvent mal à une paroi métallique et sa mise en place est particulièrement difficile pour un résultat quant à l'amélioration de l'étanchéité de la cuve assez peu homogène sur les différentes faces internes.

[0008] Fort de ce constat, la demanderesse a cherché à remédier aux lacunes de telles cuves et a découvert après diverses expériences et analyses qu'il était souhaitable et particulièrement avantageux de dissocier le liner, ou revêtement interne, de la paroi de la cuve.

[0009] Par ailleurs, dans des cuves de ce type, il est impossible de détecter un défaut d'étanchéité, en particulier pour éviter tout écoulement du gaz liquéfié ou du liquide dangereux dans la structure d'installation.

[0010] Ce faisant, la demanderesse a conçu un système simple à mettre en œuvre et très efficace permettant de fixer de manière optimale, au regard en premier lieu de sa fonction d'étanchéité, le liner – dans la suite le terme « liner » est remplacé par l'expression « couche de revêtement » - et également d'autoriser d'autres fonctions très utiles, en particulier la surveillance, le contrôle et l'alerte en cas d'une éventuelle perte d'étanchéité de la cuve avec un système fiable, modulaire et peu coûteux avant que cette perte d'étanchéité ne se traduise par une fuite critique de l'espace de stockage pour la structure de l'installation, typiquement un navire, y compris dans le cas où la paroi de la cuve subit un endommagement du fait d'une collision/choc ou d'un accident de route.

[0011] Ainsi, la présente invention concerne une installation de stockage pour un gaz liquéfié et/ou un liquide comprenant :

- une cuve étanche de stockage du gaz liquéfié et/ou du liquide consistant en une cuve métallique disposant d'une paroi disposant d'une face interne et externe, la paroi comportant une paroi inférieure, une paroi supérieure et une

paroi latérale reliant les parois inférieure et supérieure, délimitant un espace de stockage du gaz liquéfié et/ou du liquide, et

- une couche de revêtement de la surface interne de la paroi de la cuve en un matériau polymère ou en un mélange de matériaux polymères, la couche de revêtement (3) étant déformable.

[0012] L'invention se caractérise en ce l'installation de stockage comprend une couche intermédiaire, disposée entre la couche de revêtement et la paroi de la cuve, en ce que la couche de revêtement (3) est ancrée et/ou fixée de manière discontinue à la couche intermédiaire (5) et/ou en ce que la couche intermédiaire est ancrée et/ou fixée de manière discontinue à la paroi (8,9,10), et en ce que ladite couche intermédiaire autorise la circulation de gaz afin :

- de plaquer ladite couche intermédiaire, et donc la couche de revêtement, contre la paroi de la cuve, et/ou
- d'autoriser la détection de liquide ou de gaz, grâce à un dispositif de détection de fluide, provenant de l'espace de stockage en cas de perte d'étanchéité de la couche de revêtement et/ou de l'extérieur dudit espace de stockage en cas de perte d'étanchéité de la cuve.

[0013] Ainsi, la couche de revêtement n'est pas solidaire de la cuve ou du réservoir de sorte que ladite couche n'est pas soumise au même déformation que la cuve en cas d'impact, survenant depuis l'extérieur.

[0014] Sans être exhaustive, un tel agencement couche de revêtement / couche intermédiaire, associant le fait que la couche intermédiaire autorise la circulation de gaz pour son plaquage et/ou pour la détection d'un fluide provenant de la cuve ou de l'extérieur offre les propriétés et avantages suivants :

- un lissage de la surface de la couche de revêtement en polymère(s) dans la cuve,
- une limitation de la friction entre la couche de revêtement en polymère(s) et la surface interne de la paroi de cuve,
- grâce au balayage avec un gaz inerte tel que le diazote, l'inhibition de la corrosion de la face interne de la cuve,

- la circulation de gaz au sein de la couche intermédiaire permet de surveiller cet espace, c'est-à-dire d'analyser facilement tout fluide y circulant, afin de détecter toute fuite provenant de l'espace de stockage ou de l'extérieur de la cuve.

[0015] On entend par l'expression de « perte d'étanchéité » le fait qu'il existe une fuite d'un fluide, soit au niveau de la couche de revêtement (= perte d'étanchéité de l'espace de stockage) soit au niveau d'au moins une paroi de la cuve (= perte d'étanchéité de la cuve), pénétrant dans la couche intermédiaire.

[0016] On entend par l'expression de « liquide dangereux » des liquides inflammables, toxiques ou corrosifs/réactifs. Concernant les « gaz liquéfiés », cette expression est connue *per se* et se trouve définie notamment dans la code IGC. Il peut s'agir par exemple de méthane ou d'ammoniac, de préférence d'ammoniac comme on le verra par la suite.

[0017] Ainsi, par exemple, le Gaz Naturel Liquéfié (GNL) entre bien entendu dans la définition des gaz liquéfiés mais peut également correspondre à la définition d'un liquide dangereux puisque notamment inflammable. De la même manière, l'ammoniac est ici avant tout un « liquide dangereux » puisque toxique, inflammable et corrosif mais on le trouve souvent dans de telles cuves sous forme de gaz liquéfié. Enfin, le kérosène et le diesel ou encore le fioul sont définis ici comme « liquide dangereux » en raison de leur toxicité, particulièrement par risque de pollution de l'aquifère.

[0018] On entend par l'expression de « circulation de gaz » le fait que la couche intermédiaire est perméable aux gaz de sorte qu'il est possible de faire circuler tout type de gaz entre n'importe quels deux points distants de la couche intermédiaire, typiquement entre un point situé sur la paroi supérieure et un point situé sur la paroi inférieure, dès que l'on utilise une pompe classique ou encore une pompe de circulation entre ces deux points, avec une légère pression ou dépression – typiquement d'au moins 5 mbarg (milli-barg) – imposée lesdits deux points sans aucune déformation notable de la couche intermédiaire.

[0019] De façon plus précise, si on considère le matériau seul formant la couche intermédiaire, on a donc une perméabilité intrinsèque de cette dernière au moins égale à :

- 100 mDarcy ($1 \text{ mDarcy} = 0,987 \times 10^{-12} \text{m}^2$) sous air et à température ambiante (20°C) selon la norme ISO 8841 lorsque la couche intermédiaire est essentiellement composée de fibres de verre ou d'un autre type de fibres tel que des fibres de basalte, de carbone, d'aramide ou d'inox ;
- 100 mDarcy sous air et à température ambiante (20°C) selon la norme ISO 7229 (2015) lorsque la couche intermédiaire est essentiellement composée d'une matrice plastique ou caoutchouc imprégnée de fibres textiles ;
- 100 mDarcy sous air et à température ambiante (20°C) selon la norme ISO 2782-1 (de 2016) lorsque la couche intermédiaire est essentiellement composée d'un thermoplastique, d'un élastomère ou de caoutchouc.

[0020] Il doit être noté ici que, lorsque la couche intermédiaire est essentiellement composée d'une matrice plastique ou caoutchouc imprégnée de fibres textiles ou essentiellement composée d'un thermoplastique, d'un élastomère ou de caoutchouc, celle-ci comprend avantageusement des canaux ou analogues permettant ou autorisant la circulation canalisée de gaz.

[0021] Dans son acceptation la plus large, la présente invention entend s'appliquer quels que sont la forme et les dimensions de la cuve. Ainsi, il a simplement été défini ici que la cuve comporte une paroi supérieure, une paroi inférieure et une paroi latérale ce qui permet de correspondre notamment à une forme cylindrique ou encore polyédrique dans lesquelles respectivement il n'y pas vraiment de paroi latérale plane (juste une unique paroi latérale courbe) et au contraire une pluralité de parois latérales.

[0022] Egalement, dans son acceptation la plus large, la couche de revêtement peut consister en tous types de polymères ou de mélange de polymères, pour autant qu'ils sont compatibles avec leur usage, c'est-à-dire en particulier chimiquement et physiquement compatible (aucune réaction physico-chimique ni dégradation) avec le gaz liquéfié et/ou le liquide dangereux contenu dans la cuve.

[0023] A titre d'exemples non limitatif, la couche de revêtement selon l'invention peut consister en du polytétrafluoroéthylène (PTFE), en un polyéthylène de préférence haute densité, en du polychlorure de vinyle (PVC), en du propylène, en du polyamide de préférence un nylon, en du polysulfure de phénylène (PPS), en du

polyfluorure de vinylidène (PVDF), en du néoprène, en un monomère d'éthylène-propylène-diène (EPDM) et ses co-laminés, en fluoropolymères (FKM) par exemple en Viton® ou perfluoropolymères (FFKM) par exemple en Kalrez®, en gomme naturelle et ses dérivés, ou un mélange (multicouches ou matrice de mixtion) d'au moins deux ces polymères.

[0024] Par convention, les termes « externe » et « interne » sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'intérieur et à l'extérieur de la cuve.

[0025] D'autres caractéristiques avantageuses de l'invention sont présentées succinctement ci-dessous :

[0026] Avantageusement, afin de plaquer la couche intermédiaire, l'installation de stockage comprend un système de plaquage de la couche intermédiaire contre la paroi de la cuve, ledit système de plaquage comprenant un moyen :

- de mise en dépression de la couche intermédiaire avec une dépression moyenne d'au moins 5 mbarg ; et/ou
- de mise en surpression de l'espace de stockage de la cuve avec une surpression moyenne d'au moins 5 mbarg.

[0027] Dans le cadre de la présente invention, on entend par les expressions de « dépression moyenne » et de « surpression moyenne » le fait que :

- pour la surpression de l'espace de stockage, la surpression moyenne est celle moyennant les pressions au niveau de différents emplacements de la surface de revêtement, lesdits différents emplacements étant répartis au moins sur ou contre la paroi latérale, la paroi supérieure et la paroi inférieure de la cuve ;
- pour la dépression de la couche intermédiaire, la dépression moyenne est celle moyennant les dépressions au niveau de différents emplacements dans la couche de revêtement, lesdits différents emplacements étant répartis au moins sur ou contre la paroi latérale, la paroi supérieure et la paroi inférieure de la cuve.

[0028] Avantageusement, la couche intermédiaire est :

- ancrée à la paroi de la cuve par un moyen mécanique et/ou chimique, et/ou
- est fixée chimiquement à la couche de revêtement.

[0029] On entend par l'expression de « fixation mécanique » le fait que la fixation entre les deux éléments considérés est rendue possible grâce à un élément formant liaison physique, sans aucun recours à une énergie électrique, magnétique, électromagnétique ou encore chimique (collage ou analogue).

[0030] De préférence, la couche de revêtement présente une épaisseur comprise entre 1 millimètre (mm) et 9 millimètres, de préférence entre 2 mm et 6 mm.

[0031] Selon un aspect particulièrement intéressant de l'invention, avantageusement la couche de revêtement – le polymère ou le mélange de polymères - présente une température de transition vitreuse T_v inférieure à la température de liquéfaction à pression atmosphérique du gaz liquéfié et/ou du liquide dangereux.

[0032] De préférence, la couche de revêtement consiste en un élastomère, de préférence en un EPDM. Bien entendu, un tel choix préféré pour constituer la couche de revêtement est lié directement, comme on l'a vu précédemment, au gaz liquéfié et/ou au liquide dangereux contenu dans la cuve.

[0033] Pour des hydrocarbures tels que le Diesel ou le Kérosène on préférera une couche de revêtement faite de kalrez® ou de viton®.

[0034] Avantageusement, la couche de revêtement comprend des fibres de renfort, de préférence des fibres de verre.

[0035] A titre d'exemples préférés non limitatif de fibres de renfort, on peut également citer des fibres de basalte, de carbone, d'aramide, d'inox, présentes dans le polymère ou le mélange (matrice) de polymères sous forme de mat, de feutre ou de tissus.

[0036] Avantageusement, la couche intermédiaire présente une épaisseur comprise entre 2 mm et 30 mm, de préférence comprise entre 4 mm et 10 mm.

[0037] De préférence, la dépression ou la surpression moyenne, respectivement de la couche intermédiaire et de l'espace de stockage, réalisée par le moyen du système de plaquage d'au moins 10 mbarg, de préférence d'au moins 15 mbarg.

- [0038] On note que le terme « barg » présente ici son sens technique connu de l'homme du métier, à savoir que cette mesure consiste en une pression relative mesurée par rapport à la pression ambiante, autrement dit elle est égale à la pression absolue moins la pression atmosphérique ou celle de l'espace de stockage.
- [0039] Selon un mode d'exécution avantageux de l'invention, le moyen de mise en dépression de la couche intermédiaire comprend au moins une pompe reliée à au moins un orifice présent dans la paroi de la cuve de manière à créer la dépression moyenne.
- [0040] Dans ce cadre, de préférence, la paroi de la cuve comporte une pluralité d'orifices répartis dans cette dernière. Dans le cadre de la présente invention, on entend par le terme de « réparti » le fait que les orifices sont présents sur la paroi supérieure et la paroi inférieure lorsqu'il n'y a que deux orifices et également sur la paroi latérale lorsqu'il y a au moins trois orifices. Au-delà de trois orifices, chaque paroi de la cuve comporte avantageusement un nombre d'orifices proportionné à leurs longueurs respectives.
- [0041] Avantageusement, l'installation comprend au moins une pièce de raccordement d'angle, fixée de manière étanche sur la face interne à une intersection entre les parois supérieure et/ou inférieure et/ou la paroi latérale, et ce que la pièce d'angle, dont les extrémités sont en contact avec chacune d'au moins deux parois adjacentes, comprend un profil de section dont au moins une portion est circulaire.
- [0042] Dans la suite de la description, un exemple de réalisation de cette pièce de raccordement sera donné en lien avec une figure annexée.
- [0043] Selon une possibilité offerte par l'invention, la pièce de raccordement d'angle comprend au moins un canal de communication, s'étendant sensiblement perpendiculairement à l'axe de la pièce de raccordement, pour relier la couche drainante présente sur chacune des deux parois adjacentes, et/ou un canal d'écoulement, s'étendant sensiblement dans l'axe de la pièce de raccordement, en particulier pour l'écoulement du gaz liquéfié et/ou un liquide dangereux contenu dans la cuve.

[0044] Outre ses vocation d'ancrage et d'étanchéité, une telle pièce de raccordement est prévue avant tout pour l'écoulement du gaz au sein de la couche intermédiaire :

- durant la phase de placage, par la mise en dépression de la couche intermédiaire mais également – même si à considérer dans une moindre mesure - par la mise en dépression de l'espace de stockage car on ne souhaite pas de présences de bulle ou analogue dans la couche intermédiaire,
- pendant la phase de détection de fluide extérieur (i.e. provenant de l'espace de stockage ou de l'extérieur de la cuve) afin que le gaz circule parfaitement entre les différentes parois.

[0045] Selon une particularité de la présente invention, la couche intermédiaire ou de drainage ne présente aucune fonction d'isolation thermique. C'est pourquoi, si une telle isolation thermique est nécessaire ou souhaitable, il s'agit d'un élément distinct de la couche intermédiaire / de drainage, préférentiellement situé à l'extérieur de la cuve dans le cas où cette dernière consiste en une cuve de type A, B ou C selon le code IGC.

[0046] Selon une possibilité offerte par l'invention, avantageusement la couche intermédiaire consiste en une couche de drainage destinée à drainer un liquide, provenant de l'espace de stockage de la cuve ou de l'extérieure de cette dernière.

[0047] Avantageusement, le dispositif de détection de fluide comprend un moyen d'alerte apte à déclencher une alerte lorsqu'un tel fluide est détecté.

[0048] Une telle alerte peut être visuelle et/ou sonore afin qu'un opérateur puisse en prendre connaissance le plus rapidement possible. Cette alerte peut également commander automatiquement un système de mise en sécurité de la cuve et ses abords, par exemple en commandant l'évacuation du fluide contenu dans la cuve vers une zone sécurisée ou encore la destruction dudit contenu, par exemple par une combustion contrôlée.

[0049] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'installation comprend, sur la paroi inférieure de la cuve, une portion de collecte située au point le plus bas de

la cuve, et en ce que le dispositif de détection de fluide est apte à analyser ladite portion de collecte pour détecter la présence de liquide (provenant de l'espace de stockage ou éventuellement de l'extérieur de la cuve).

[0050] On entend par l'expression « le point le plus bas » le fait que la portion de collecte est située sur la paroi inférieure de la cuve, avantageusement au niveau le plus inférieur au sens de la gravitation terrestre si cette paroi inférieure n'est pas plane. On peut noter que dans le cas des cuves indépendantes, il est classiquement prévu une rétention secondaire de type « drip tray », classiquement située au niveau de la coque du navire, sous la cuve proprement dite, et qui forme alors cette portion de collecte, dans le cas où une fissure viendrait à se développer dans la cuve elle-même. Cette rétention secondaire, qui est de volume réduit, a pour principale vocation de contenir une fuite de débit modéré en protégeant la structure du navire de températures qui pourraient l'endommager et peut être associé à un système de pompage destiné à évacuer une fuite trop importante.

[0051] Avantageusement, l'installation comprend une pompe de circulation et en ce qu'un gaz inerte circule, grâce à la pompe de circulation, dans la couche intermédiaire ou de drainage entre au moins un point d'entrée et au moins un point de sortie.

[0052] Dans le cadre de la présente invention, on entend par l'expression de « gaz inerte » un gaz différent du gaz liquéfié ou du liquide dangereux contenu dans la cuve et non susceptible de réaction chimique avec celui-ci, en particulier et de manière générale avec tous autres composants. Typiquement, ce gaz inerte consiste en du diazote ou en un gaz rare tel que de l'argon.

[0053] Avantageusement, le dispositif de détection de fluide détecte la présence de gaz et/ou de liquide au niveau du point d'entrée ou de sortie. Selon une possibilité offerte par l'invention, le susdit point d'entrée est situé au niveau de la paroi inférieure de la cuve tandis que le susdit point de sortie est situé au niveau de la paroi supérieure de la cuve.

[0054] Néanmoins, pour le choix de l'orifice d'entrée et de sortie du gaz inerte de circulation, on est guidé par le ratio des densités du composant contenu dans la

cuve (lorsque sous forme de gaz) d_{cuve} sur la densité du gaz inerte d_{inerte} circulant pour bénéficier d'une forme d'effet piston. Ainsi, avantageusement :

- si $d_{cuve} > d_{inerte}$: le point d'entrée ou d'injection du gaz inerte est situé en haut de la cuve, soit au niveau de la paroi supérieure de la cuve, et le point de sortie du gaz inerte est situé en bas, soit sur la paroi inférieure de la cuve.
- si $d_{cuve} < d_{inerte}$: le point d'entrée ou d'injection du gaz inerte est situé en bas de la cuve, soit au niveau de la paroi inférieure de la cuve, et le point de sortie du gaz inerte est situé en haut, soit sur la paroi supérieure de la cuve.

[0055] Ainsi, à titre d'exemple non limitatif, si la cuve renferme de l'ammoniac et le gaz inerte consiste en du diazote, alors le point d'entrée ou d'injection du gaz inerte est situé en bas en bas de cuve, soit sur la paroi inférieure de cette dernière, et le point de sortie en haut, soit sur la paroi supérieure de la cuve.

[0056] Selon une possibilité offerte par l'invention, l'installation comprend au moins un dispositif de filtration du gaz circulant dans la couche de drainage permettant en particulier de séparer les particules issues du gaz liquéfié et/ou du liquide dangereux.

[0057] Les deux intérêts principaux à disposer d'un tel dispositif de séparation des gaz, en particulier celui inerte et celui provenant de la cuve voire de l'extérieur, sont :

- le fait de fonctionner en boucle fermée sur le gaz inerte tant qu'il n'y a pas de fuite.
- si le gaz provenant de la cuve voire de l'extérieur est toxique, une telle filtration permet de le récupérer et de le stocker, surtout dans l'hypothèse où le gaz circulant n'est pas en boucle dite fermée (également désigné par l'expression de « boucle ouverte »).

[0058] Bien entendu, une telle filtration n'est pas la seule solution si on dispose d'une boucle ouverte : on peut en outre injecter le gaz circulant, en sortie, dans un brûleur. Pour une cuve contenant de l'ammoniac, on peut également rincer les vapeurs (gaz en sortie) à l'eau et ainsi récupérer une solution d'ammonium qu'on traite indépendamment.

[0059] De préférence, le dispositif de détection de fluide consiste en un spectromètre de masse, un spectromètre à infrarouge, une cellule électrochimique et/ou un catharomètre.

[0060] Dans le cas où la cuve contient de l'ammoniac, le dispositif de détection de fluide consiste avantageusement en une cellule électrochimique, c'est-à-dire une pile dans laquelle l'ammoniac va alimenter l'électrolyte de la cellule. On peut également prévoir des capteurs capacitifs mesurant la variation de la constante diélectrique d'un condensateur ouvert, ou une spectroscopie d'absorption ou encore une spectrométrie de masse. Bien entendu, le choix du dispositif de détection de fluide le plus adapté est fonction avant tout de la nature du fluide contenu dans la cuve.

[0061] Avantageusement, la couche intermédiaire ou la couche de drainage consiste en :

- un mat, un feutre, un mesh ou un textile tissé en fibres de verre, de basalte, de polyéthylène et/ou de polypropylène et leurs assemblages; ou

- un matériau agrégé à base de résine et de granulats minéraux et/ou polymères ; ou

- un matériau composite à matrice thermodurcissable, de préférence à base époxyde, ou thermoplastique, de préférence polyéthylène, polypropylène et/ou polyamide, de préférence fibré avec des fibres de verre, de basalte ou des particules de bois.

[0062] Concernant la nature de la couche intermédiaire ou de drainage, pour la détection de fluide, il est souhaitée une matière qui tienne la pression de service considérée – lorsqu'une dépression est mise en œuvre pour son plaquage ou la circulation de gaz ou encore lorsque cette dernière nécessite l'application d'une surpression locale - et qui présente toujours une perméabilité qui rende la circulation de gaz possible. On peut ainsi envisager, dans une application, des panneaux de bois aggloméré, des particules de bois coextrudées avec une matrice thermoplastique ou encore des panneaux de fibrociment.

[0063] De manière générale, sur des géométries non planes des parois de la cuve, on favorise une approche « textile » - soit le mat, feutre, mesh ou un textile tissé

en fibres ainsi qu'en matériau agrégé à base de résine et de granulats minéraux et/ou polymères - dans laquelle la couche intermédiaire ou de drainage s'adapte aux parois de la cuve. Sur les géométries planes, toutes les solutions évoquées ci-dessus, sans être limitatives, sont possibles et adaptées.

[0064] De préférence, le moyen de mise en surpression de l'espace de stockage de la cuve comprend un compresseur ou un réservoir de gaz sous pression, relié à l'espace de stockage de la cuve fermé de manière à délivrer la surpression à l'aide d'un gaz neutre ou du gaz liquéfié destiné à ladite cuve.

[0065] Dans le cadre de la présente invention, on entend par le terme de « compresseur » tout type de moyen apte à délivrer un gaz sous pression par rapport à sa pression d'entrée et par l'expression de « gaz neutre » tout gaz, différent dans sa nature du gaz liquéfié ou du liquide dangereux présent dans l'espace de stockage, qui n'est susceptible d'aucune réaction chimique ou interaction physique avec la couche de revêtement et la couche intermédiaire, tel que par exemple du diazote.

[0066] De préférence, le gaz liquéfié et/ou le liquide dangereux consiste en de l'ammoniac liquide. La présente invention entend en effet s'appliquer en particulier, mais non exclusivement, à des réservoirs ou cuves contenant de l'ammoniac.

[0067] De préférence, la cuve métallique consiste en une cuve indépendante de type A, B ou C selon la définition donnée par le code IGC.

[0068] Les cuves indépendantes sont des cuves autoporteuses. Elles ne font pas partie de la coque du navire et ne sont pas essentielles à la résistance de la coque. Il existe trois catégories de cuves indépendantes, qui sont les cuves de type A, B ou C.

[0069] A titre d'exemple, une cuve de type A est une cuve dont la conception est fondée essentiellement sur les méthodes classiques d'analyse de la structure des navires conformément à des normes reconnues. Lorsque ces cuves sont construites essentiellement avec des surfaces planes, la pression de vapeur de calcul P_0 doit être inférieure à 0,07 MPa (Méga Pascal). Lorsque la température de la cargaison à la pression atmosphérique est inférieure à -10°C , il faut prévoir

une barrière secondaire de la manière prescrite à la section 4.5 du susdit code IGC. Cette barrière doit être conçue conformément aux dispositions prévues dans ce code IGC.

[0070] L'invention se rapporte également à un procédé d'installation d'une couche de revêtement et d'une couche intermédiaire/de drainage dans une cuve d'une installation de stockage pour un gaz liquéfié et/ou un liquide dangereux selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant les étapes successives :

- de fixation contre la face interne de la paroi de la cuve d'une couche intermédiaire/de drainage,
- de fixation d'une couche de revêtement contre la couche intermédiaire/de drainage,
- de préférence de mise en température de service de la cuve,
- de mise en dépression de la couche intermédiaire avec une dépression moyenne d'au moins 5 mbarg, de préférence d'au moins d'au moins 10 mbarg ou de mise en surpression de l'espace de stockage de la cuve à pression d'au moins 5 mbarg, de préférence d'au moins d'au moins 10 mbarg.

[0071] On entend par l'expression de « mise en température de service » le fait que la couche de revêtement est mise à une température égale ou légèrement supérieure à celle du gaz liquéfié ou du liquide dangereux destiné à venir occuper l'espace de stockage. Plus précisément, cette température de service est égale à la température du gaz liquéfié ou du liquide dangereux T plus 20° degré Celsius ($T + 20^{\circ}\text{C}$), de préférence plus 10 degré Celsius ($T + 10^{\circ}\text{C}$).

[0072] La présente invention se rapporte également à un navire pour le transport d'un gaz liquéfié et/ou d'un liquide dangereux, le navire comportant une coque, un pont extérieur et au moins un pont interne ainsi qu'une installation de stockage telle que présentée succinctement ci-dessus disposée dans la coque, sur le pont extérieur ou intérieur.

[0073] A nouveau, comme mentionné précédemment, l'invention entend s'appliquer également à une installation de stockage comportant une cuve étanches pouvant consister en un réservoir terrestre aérien, semi enterré ou enterré ou maritime (dit

« GBS » signifiant « GROUND Based Storage »). Ces cuves ou réservoirs peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz liquéfié ou d'un liquide dangereux ou à recevoir de liquides servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

[0074] L'invention concerne aussi un système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire tel qu'exposé 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.

[0075] Enfin, l'invention concerne un procédé de chargement ou déchargement d'un navire tel que défini 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.

[0076] 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.

[0077] [fig.1] La figure 1 est une vue schématique d'une installation de stockage selon un premier mode de réalisation de l'invention dans lequel le système de plaquage comprend un moyen de mise en dépression de la couche intermédiaire.

[0078] [fig.2] La figure 2 illustre schématiquement une installation de stockage selon un second mode de réalisation de l'invention dans lequel le système de plaquage comprend un moyen de mise en surpression de l'espace de stockage de la cuve.

[0079] [fig.3] La figure 3 illustre schématiquement une installation de stockage selon un mode d'exécution de l'invention dans lequel un dispositif de détection de fluide au niveau de la couche intermédiaire est installé et mis en œuvre.

[0080] [fig.4] La figure 4 illustre schématiquement en coupe une pièce d'angle qui peut être utilisée dans une cuve de l'installation de stockage selon l'invention.

- [0081] [fig.5] La figure 5 illustre schématiquement en coupe une autre pièce d'angle qui peut être utilisée dans une cuve de l'installation de stockage selon l'invention.
- [0082] [fig.6] La figure 6 est une vue schématique en perspective d'une pièce de raccordement d'angle entre les parois d'une cuve d'une installation de stockage selon l'invention.
- [0083] [fig.7] La figure 7 est une représentation schématique écorchée d'une installation de stockage de navire méthanier et d'un terminal de chargement/déchargement de cette cuve.
- [0084] 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.
- [0085] Dans la suite, la présente invention est illustrée avec un navire. En effet, c'est en particulier 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 dysfonctionnement et ainsi les résoudre grâce à la présente invention. Néanmoins, on peut tout à fait envisager d'appliquer les caractéristiques de la présente invention sur une structure de nature différente, telle que par exemple une structure de type réservoir terrestre ou maritime.
- [0086] La figure 1 illustre un mode d'exécution dans lequel le système de plaquage de la couche intermédiaire 5 comprend une pompe 6 relié à une pluralité d'orifices 7 sur les différentes parois, latérales 8, supérieure 9 et inférieure 10 d'une cuve 71 d'une installation de stockage 1 selon l'invention.
- [0087] Ces orifices 7 sont ici au nombre de quinze et sont répartis de manière équilibrée en fonction des dimensions de chacune des parois 8, 9 et 10 de manière à produire une dépression équivalente dans l'ensemble de la couche intermédiaire ou drainante 5. Lorsque la pompe 6 est activée, créant une dépression au niveau de la couche intermédiaire 5, cette dernière 5 se plaque contre la paroi 8, 9 ou 10 de la cuve 71 entraînant dans son mouvement la couche de revêtement 3.
- [0088] Comme on l'a vu précédemment, la couche intermédiaire 5 peut être solidarisée à la surface support, en l'espèce les parois 8, 9 ou 10 de la cuve 71, par collage ou toute sorte d'ancrage discret. Dans une alternative, la couche

intermédiaire 5 est solidaire de la couche de revêtement 3 et tapisse les surfaces des parois 8, 9 et 10 qui ne sont pas destinées à accueillir des joints ou zones de fixation.

[0089] La couche de revêtement 3, étanche, est constituée de laizes en matériaux polymères jointes entre elles par soudage, vulcanisation ou collage tandis que la couche intermédiaire 5 peut être constituée, outre les caractéristique présentées précédemment, de plaques réalisées en un matériau tel qu'un composite thermodurcissable, de préférence à base époxydes, ou thermoplastique, de préférence à base polyéthylène (PE), polypropylène (PP) polyamide (PA), éventuellement fibré/chargé de verre ou de basalte, monolithique ou expansé et usinées ou formées sur au moins une de leurs faces de manière à créer un réseau de canaux permettant l'écoulement de gaz dans ces derniers.

[0090] Lors du processus de montage des couches de revêtement 3 et intermédiaire 5, il est avantageux, une fois ces dernières 3, 5 mises en place et fixées, de procéder à la mise en température de service de la cuve. Comme on l'a vu précédemment, cette étape de mise en température de service a pour but de tendre la couche de revêtement 3, qui présente d'importantes propriétés élastiques, afin que cette dernière 3, au moment de la mise en dépression de la couche intermédiaire 5 se plaque contre cette dernière 5 en présentant une surface la plus lisse, sans aspérités ou surcouche, lorsque la cuve 71 est remplie avec le gaz liquéfié et/ou le liquide dangereux.

[0091] Bien entendu, cette température de mise en service est le plus souvent une température inférieure à zéro lorsque la cuve contient un gaz liquéfié ce qui va entraîner un rétreint plus ou moins fort de la couche de revêtement 3. La demanderesse a pu ainsi déterminer qu'il est particulièrement avantageux, en particulier avec des gaz liquéfiés, de procéder à une mise en température égale ou légèrement supérieure à celle du gaz liquéfié, soit jusqu'à 10°C au-dessus de cette température moyenne (une certaine variation de température peut exister dans un tel liquide entre les couches supérieure et inférieure) du gaz liquéfié, voire jusqu'à 20°C au-dessus de cette température, en fonction du gaz liquéfié présent dans la cuve 71. Néanmoins, cette mise en température de service est également

avantageuse dans le cas où le liquide dangereux contenu dans la cuve est à une température supérieure voire légèrement supérieure à 0°C.

[0092] Les propriétés d'élasticité de la couche de revêtement 3 sont également importantes et cette dernière 3 présente avantageusement des capacités d'allongement à la rupture comprise entre 100% et 300%. Outre les aspects d'assemblage dans la cuve 71, une telle couche de revêtement 3 permet également d'améliorer la robustesse de la cuve 71 face aux accidents de collision, d'abordage ou de chute d'objets sur la cuve 71. Ainsi, en cas d'impact important sur la cuve 71, cette dernière 71 est en effet susceptible de se déchirer localement perdant alors sa fonction de contenant étanche. La couche de revêtement 3 subit sensiblement le même état de déformation mais du fait de ses propriétés élastiques ainsi qu'en raison du fait que les ancrages/fixations entre l'ensemble couche de revêtement 3 / couche intermédiaire 5 et les parois 8, 9 et 10 de la cuve 71 sont avantageusement discontinus - de manière à répartir d'éventuelles déformées locales de la structure sur de grandes zones - ou que ces zones d'ancrage/fixation sont aptes, mécaniquement et/ou de par leurs propriétés intrinsèques, à absorber les efforts mécaniques ou, au contraire, sont dimensionnées pour céder de manière certaine avant que la couche de revêtement ne puisse être endommagée, la couche de revêtement 3 conserve son étanchéité même sous des déformations menant la cuve 71 à une rupture dite débouchante.

[0093] Egalement le fait que le polymère ou les polymères formant la couche de revêtement 3 présente(nt) une température de transition vitreuse T_v inférieure à la température en particulier du gaz liquéfié, mais également du liquide dangereux, est avantageux car cela permet de disposer d'une couche 3 suffisamment malléable et élastique, d'une part pour sa mise en place dans la cuve puis le remplissage de la cuve mais également pour la tenue vis-à-vis de tout effort ou contrainte mécanique que pourrait subir la cuve 71.

[0094] Si l'on considère une cuve 71 contenant de l'ammoniac dont la température liquide à pression atmosphérique est de moins trente-quatre degrés Celsius (-34°C), il est ainsi avantageux de choisir un polymère ou un mélange de polymère présentant une température de transition vitreuse – au moins l'un des polymères dans le cas d'un mélange – inférieure à cette température. Typiquement, outre ses

qualités d'élasticité et d'allongement à la rupture, un EPDM qui présente une T_v aux environs de -55°C est un candidat particulièrement intéressant pour former la couche de revêtement 3 d'une cuve 71 d'une installation de stockage 1 selon l'invention. Dans un tel cas, une mise en température de service à -34°C , préalablement ou au moment de la mise en dépression de la couche intermédiaire 5 est particulièrement avantageuse.

[0095] Comme on le verra dans la suite, dans le cadre de la surpression de l'espace de stockage 4 de la cuve 71, en particulier représentée sur la figure 2 annexée, la mise en température de service peut coïncider avec l'étape de mise en surpression par injection de gaz ou gouttelettes sous pression à une température équivalente ou légèrement supérieure à la température du contenu de la cuve 71. Typiquement, une injection de gaz ou vapeur d'ammoniac sous pression dans la cuve 71 permet de réaliser en même temps l'étape de mise en surpression et l'étape de mise en température de service, ces deux étapes étant destinées à réaliser un plaquage et une disposition optimums de la couche de revêtement 3 dans la cuve 71. Il est important de noter que, comme exposé précédemment, l'étape de mise en température de service est une étape non essentielle même si celle-ci est souhaitée ou avantageuse.

[0096] La figure 2 illustre une variante dans laquelle le système de plaquage de l'installation de stockage 1 selon l'invention comprend un moyen de mise en surpression 11 susceptible de consister en un réservoir comportant idéalement un gaz sous pression identique dans sa nature au gaz liquéfié et/ou au liquide dangereux ou bien un compresseur ou analogue, relié à l'espace de stockage 4 de la cuve 71.

[0097] Ainsi, dans cette variante, la surpression de l'espace de stockage 4 permet, éventuellement avec l'étape de mise en température de service comme indiqué ci-dessus, d'obtenir le même résultat, ou sensiblement le même résultat, que dans le cadre du premier mode de réalisation représenté sur la figure 1.

[0098] Bien que présenté ici de manière indépendante, avec les figures 1 et 2 annexées, il est tout à fait possible de combiner respectivement le premier et le deuxième mode de réalisation afin d'obtenir un système de plaquage comportant

un moyen de mise en dépression 6 de la couche intermédiaire 5 et un moyen de surpression 11 de l'espace de stockage 4 de la cuve 71.

[0099] Sur la figure 3 on a représenté une installation de stockage 1 selon l'invention avec un dispositif de détection de fluide provenant de l'espace de stockage 4 ou de l'extérieur de la cuve 71, dans le cas où cette dernière 71 a été endommagée et a perdu au moins localement son étanchéité.

[0100] Dans ce mode d'exécution dans lequel l'installation de stockage 1 comprend un dispositif de détection de fluide, la couche intermédiaire 5 peut consister en une couche drainante bien qu'une telle couche est particulièrement avantageuse lorsque le fluide détecté consiste essentiellement en un liquide – et non sous forme essentiellement gazeuse - et que la cuve dispose d'une portion de collecte, non représentée sur les figures annexées, comme présentée précédemment.

[0101] Que la couche intermédiaire 5 consiste ou non en une couche drainante, la chambre intermédiaire 5 doit être perméable aux gaz. Ainsi, dans l'architecture complète présentée sur la figure 3, le dispositif de détection comprend au moins un moyen de circulation de gaz 21 inerte dans la couche intermédiaire / de drainage 5 et un moyen d'analyse 20 du gaz circulant afin d'autoriser la détection d'un fluide susceptible d'être celui contenu dans la cuve 71 et/ou provenant de l'extérieur de la cuve 71, telle que par exemple l'air si la quantité en oxygène (O_2) détecté est trop importante.

[0102] Ainsi, un tel dispositif de détection comprend ici une pompe de circulation 21 permettant la circulation du gaz inerte, depuis un réservoir de stockage dudit gaz inerte 22 jusqu'à une entrée 23 puis une sortie 24 de la couche intermédiaire / de drainage 5. Ensuite, le gaz circulant provenant de la couche intermédiaire / de drainage 5 est analysé par le moyen d'analyse 20 en lien avec un moyen de contrôle 25, apte à gérer/commander ledit moyen d'analyse 20, de manière à détecter la présence d'un fluide « étranger » (c'est-à-dire provenant de l'espace 4 ou de l'extérieur de la cuve 71), éventuellement en quantité significative – un seuil de quantité peut être prédéterminé pour définir si une détection d'un corps ou composant étranger doit s'avérer positive ou non – afin de déclencher une alerte et/ou des moyens annexes de sécurité vis-à-vis de l'installation de stockage 1 ou du la structure environnante, navire 70 ou autre.

- [0103] Dans un tel mode d'exécution, la pompe de circulation 21 peut faire office de pompe pour réaliser la dépression dans la couche intermédiaire / de drainage 5 afin de plaquer cette dernière pour son installation et sa fixation dans la cuve 71. Ainsi, le mode de réalisation illustré sur la figure 3 permet tout à la fois de réaliser le plaquage de la couche intermédiaire / de drainage 5 contre les parois 8, 9, 10 de la cuve 71 et de détecter toute fuite de l'espace de stockage 4 ou de perte d'étanchéité de la cuve 71 elle-même.
- [0104] Par ailleurs, bien que les modes d'exécution des figures 1 et 2, illustrant un système de plaquage de la couche intermédiaire / de drainage 5, et le mode d'exécution de la figure 3, illustrant un mode de détection de fluide consécutive à une perte d'étanchéité de l'espace de stockage 4 et/ou de la cuve 71, sont présentés de manière indépendantes, tous ces modes de réalisation peuvent se combiner les uns aux autres, avantageusement deux d'entre ces modes de réalisation ou les trois modes de réalisation ensemble.
- [0105] Comme on l'a vu précédemment, le moyen d'analyse 20 peut consister en une cellule électrochimique, un spectromètre à infrarouge ou de masse. Dans le cas où la cuve 71 contient de l'ammoniac, ce moyen d'analyse 20 consiste avantageusement en une cellule électrochimique.
- [0106] De manière optionnellement mais avantageuse, le dispositif de détection 20, 21 peut comprendre un moyen de nettoyage 26, par exemple par rinçage et/ou filtrage, du gaz circulant dans la couche intermédiaire / de drainage 5, qui peut envoyer tout ou partie desdits gaz vers un mât d'évacuation des gaz 27 classiquement présent sur un navire 70 transporteur de gaz liquéfié et/ou de liquide dangereux.
- [0107] Dans l'hypothèse où le gaz inerte circulant est utilisé dans un système en boucle, c'est-à-dire avec récupération dudit gaz pour sa réutilisation dans plusieurs boucles de circulation, le dispositif de détection 20, 21 peut comprendre un moyen de dosage 28 permettant de délivrer, avec ou sans nécessiter un apport complémentaire provenant du réservoir de stockage 22, une quantité de gaz inerte suffisante pour la (re)circulation de gaz inerte dans la couche intermédiaire / de drainage 5. En complément, sur la figure 3 sont représentées un certain nombre

de vannes 29, sans que ni leurs nombres ni leurs positions ne soient exhaustives ou précises, qui permettent de gérer la circulation du gaz inerte.

[0108] Tant pour le système de plaquage de la couche intermédiaire / de drainage 5 – illustré avec deux modes de réalisation sur les figures 1 et 2 – que pour le système de détection de liquide ou de gaz 20, 21 provenant de l'espace de stockage 4 en cas de rupture d'étanchéité de la couche de revêtement 3 et/ou de l'extérieur dudit espace de stockage 4 en cas de rupture d'étanchéité de la cuve – illustré selon un mode d'exécution sur la figure 3 – les caractéristiques essentielles de l'invention consistent, dans leur acceptation la plus large, en la présence d'une couche intermédiaire / de drainage 5 et le fait que cette dernière 5 autorise, de par sa (haute) perméabilité aux gaz, la circulation de gaz pour l'une et/ou l'autre des fonctions qui sont de ce fait liées par un principe commun.

[0109] Les figures 4 et 5 illustrent en coupe schématique des pièces d'angle 35, 36 qui peuvent être disposées et fixées entre deux parois 8, 9, 10 de la cuve 71, par exemple entre une paroi latérale 8 et une paroi inférieure 10 comme présenté sur ces deux figures.

[0110] Ces pièces d'angle 35, 36 présentent avantageusement sur la face interne de la cuve des rayons de raccordement compris entre 50 à 1000 mm de telle manière que la couche de revêtement 3 ainsi que la couche intermédiaire / de drainage 5 sont bien supportées vis-à-vis des efforts de pression dans les angles.

[0111] Les pièces d'angle 36 peuvent être constituées de barreaux de polymères moulés ou extrudés munis d'inserts métalliques surmoulés destinés à être soudés aux parois 8, 10 de la cuve 71 et disposés en extrémité de profil. Ces zones d'ancrage sont ensuite recouvertes par l'extrémité d'une seconde portion de profil mitoyenne.

[0112] Sur la figure 6, on a représenté une variante consistant en une pièce de raccordement d'angle 37 fixée entre deux parois adjacentes 8, 10 de la cuve 71. La pièce de raccordement d'angle 37 peut être constituée de secteurs de tubes métalliques dont le rayon est le rayon de courbure approprié au regard de l'angle entre les deux parois adjacentes 8, 10, celui de l'arête de l'angle de la cuve 71

considérée. Le secteur de tube peut alors être revêtu d'un liner polymère solidarisé à ce dernier par vulcanisation ou par collage.

- [0113] Outre les ancrages de la couche de revêtement 3 et/ou de la couche intermédiaire / de drainage 5 dans les zones où se trouvent fixées les pièces d'angle 35, 36 ou de raccordement d'angle 37, pour les grandes cuves, la couche de revêtement 3 et/ou de la couche intermédiaire / de drainage 5 sont avantageusement ancrés de manière discontinue, c'est-à-dire localement, sur les parois 8, 9 et 10 de la cuve 71.
- [0114] L'ancrage peut être réalisé par exemple par collage de la couche de revêtement 3 et/ou de la couche intermédiaire / de drainage 5 sur les parois 8, 9, 10 de la cuve 71, de manière continue ou non. Sur les parois verticales 8 de la cuve 71, les laizes formant la couche de revêtement 3 et/ou la couche intermédiaire / de drainage 5 peuvent par exemple présenter des zones de collage horizontales sensiblement continues, d'une hauteur de dix (10) à cinquante (50) centimètres (cm) et espacées entre elles de deux (2) à cinq (5) mètres, par exemple.
- [0115] Sur les parois supérieure 9 et latérale 8, un collage plus dense, éventuellement selon un maillage spécifique permettra d'éviter la formation de bâches trop prononcées dans les zones non ancrées. Sur ces zones, un collage complet est également envisageable avec l'utilisation d'une couche de revêtement 3 contrefacé de la couche intermédiaire / de drainage 5. Dans ce cas, le matériau de la couche intermédiaire / de drainage 5 est directement collé aux parois 8, 9, 10 de la cuve 71.
- [0116] 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 qui coopèrent avec une installation de stockage selon l'invention, c'est-à-dire une cuve 71 comportant les caractéristiques essentielles ainsi qu'avantageusement une partie ou l'ensemble des caractéristiques additionnelles, de préférence dans le cadre du premier ou du deuxième mode d'exécution décrits ci-dessus. Sur la figure 7, on peut noter que la cuve 71 est installée au niveau d'un pont interne d'un navire 70 mais bien entendu cette même cuve peut être installée sur le pont supérieur ou au niveau de toute autre partie de la coque du navire 70.

- [0117] La cuve 71 peut évidemment être intégrée de manière conventionnelle, de telle manière qu'elle soit libre de se contracter vis-à-vis de la coque du navire 70 et qu'elle 71 ne subisse pas les mêmes elongations. Dans ce cas, la cuve 71 repose sur une surface support intégrée à la coque, éventuellement munie d'une rupture de pont thermique, par exemple en bois. Une zone unique de la paroi inférieure 10 de la cuve 71 est guidée dans les deux directions et des patins de butée disposés sur la coque, au mur et au plafond, font office d'anti-flottaison, de telle manière que la cuve reste solidaire du navire 70 en cas de perte de flottaison du navire 70 lui-même. Dans cette architecture, la cuve 71 est avantageusement isolée de l'extérieur, par exemple avec une couche de mousse basse densité de 50 à 150 millimètres (mm) revêtue d'un pare-feu, de manière à limiter le flux thermique avec le contenu de la cuve 71.
- [0118] Pour les gaz liquéfiés dont la température d'équilibre à pression quasi-atmosphérique est supérieure à -50°C, on peut envisager des systèmes intégrés dans lesquels la cuve 71 fait partie de la structure du navire 70 ou en d'autres termes dans lesquels une partie du navire 70 fait office de cuve 71. A ces températures, des aciers à bas carbone permettent en effet de garantir qu'aucune chute de résilience ne vient mettre la structure en péril, outre d'autres dispositions thermiques particulières. Dans ce cas, on peut également envisager une isolation thermique externe.
- [0119] 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.

[0120] 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.

[0121] 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.

[0122] 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.

[0123] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.