Description

Titre : Procédé de réparation d'une paroi de cuve de transport et/ou de stockage de gaz naturel liquéfié

La présente invention se rapporte au domaine des cuves de transport à membrane ondulée, pour le stockage et/ou transport d'un fluide, et en particulier les cuves étanches et thermiquement isolantes pour gaz liquéfié.

L'invention se rapporte au domaine des cuves étanches et thermiquement isolantes pour le stockage et/ou le transport de liquide à basse température, telles que des cuves pour le transport de Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL), présentant par exemple une température comprise entre -50°C et 0°C, ou pour le transport de Gaz Naturel Liquéfié (GNL), à environ -162°C à pression atmosphérique. Ces cuves peuvent être installées à terre ou sur un ouvrage flottant. Dans le cas d'un ouvrage flottant, la cuve peut être destinée au transport de gaz liquéfié ou à recevoir du gaz liquéfié servant de carburant pour la propulsion de l'ouvrage flottant.

Les cuves étanches et thermiquement isolantes utilisées pour le stockage de ces liquides à basse température sont habituellement composées d'un massif isolant et d'une membrane composée d'une pluralité d'ondes venant au contact de la cargaison liquide. Entre le massif isolant et la membrane, des renforts compatibles avec la forme des ondes de ladite membrane peuvent être imbriqués dans les ondes de la membrane. Les renforts ont alors pour fonction de soutenir mécaniquement les ondes de la membrane, en présence d'un stress mécanique appliqué à la cuve. Les renforts sont par exemple assemblés pas des pièces de liaison afin de former un ensemble solidaire.

Un inconvénient d'une telle paroi de cuve réside dans sa réparation et plus particulièrement la réparation d'un renfort inséré ou non dans une des ondes de la membrane. En effet, les éléments de la paroi de cuve étant superposés et imbriqués les uns sur les autres, l'accès à chacun des éléments de ladite paroi de cuve nécessite habituellement un démontage au moins d'une partie de la paroi de cuve.

L'invention a donc pour but de palier à cet inconvénient en proposant un procédé de réparation optimisé, ne nécessitant pas un démontage trop important de la paroi de cuve.

L'invention a donc pour objet un procédé de réparation d'une paroi de cuve de transport et/ou de stockage de gaz naturel liquéfié, la paroi de cuve comprenant au moins une membrane et une pluralité de renforts, la membrane comprend une pluralité d'ondes dans au moins une desquelles est disposé au moins un renfort, le renfort s'étend dans une direction d'allongement principale et comprend au moins une paroi externe qui délimite une cavité du renfort, procédé de réparation au cours duquel, à au moins une étape, on découpe le renfort suivant une direction sécante à sa direction d'allongement principale de telle sorte à former au moins une première portion de renfort et une deuxième portion de renfort séparables de la paroi de cuve, à une autre étape, on substitue la première portion de renfort et la deuxième portion de renfort par au moins deux portions de remplacement et à une autre étape, on insert un manchon dans la cavité des au moins deux portions de remplacement.

La cuve peut notamment être la cuve d'un navire de transport de gaz naturel liquéfié et ledit navire peut alors comporter plusieurs cuves pour son stockage et/ou son transport.

La paroi de cuve comprend alors au moins un massif isolant qui assure l'isolation thermique de la cuve nécessaire pour le transport de gaz naturel liquide et peut notamment comprendre au moins une couche d'isolation. La membrane comprend la pluralité d'ondes réparties sur sa surface. Une telle configuration de la membrane lui procure une plus grande résistance aux contraintes générées sur la cuve, notamment la rétractation thermique lors de la mise à froid de la cuve, la pression hydrostatique due au chargement de la cargaison liquide, ainsi que la pression dynamique due au mouvement de la cargaison, notamment en raison de la houle. Les ondes sur la membrane lui permettent alors de se déformer pour palier à ces contraintes.

De manière plus précise, la pluralité d'ondes de la membrane est agencée en premières séries d'ondes et deuxièmes séries d'ondes, perpendiculaires l'une de l'autre et dont le croisement forme des nœuds. La pluralité de renforts de la paroi de cuve est alors

agencée en premières séries de renforts et deuxièmes séries de renforts, qui s'étendent perpendiculairement l'une de l'autre et respectivement dans les premières séries d'ondes et deuxièmes séries d'ondes. Des pièces de liaison en forme de croix sont alors disposées entre chacun des renforts des premières séries de renforts et deuxièmes séries de renforts, et plus précisément sous les nœuds de la membrane. On comprend alors que les pièces de liaison en croix agencées sous les nœuds ont pour fonction de relier les renforts des premières séries de renforts et deuxièmes séries de renforts entre eux et s'étendent ainsi dans la partie basse des cavités de chacun des renforts.

L'invention vise à découper un renfort de la paroi de cuve, par exemple endommagé, afin de former au moins deux portions de renfort réparties en la première portion de renfort et la deuxième portion de renfort. Les portions de renfort sont alors séparables, en ce sens qu'elles sont ôtées de la paroi de cuve. Le manchon enfilé dans la cavité des portions de remplacement permet d'aligner lesdites portions de remplacement selon la direction d'allongement principale du renfort. Le manchon se positionne plus particulièrement dans la partie haute de la cavité des portions de remplacement et forme un lien mécanique entre les deux portions de remplacement. On comprend alors que les portions de remplacement utilisées durant le procédé ont pour objectif de remplacer un même et unique renfort endommagé, c'est-à-dire un renfort unitaire avant sa découpe.

L'invention trouve une application avantageuse en ce qu'elle permet de réparer au moins un des renforts de la paroi de cuve sans nécessiter de démontage de celle-ci. De manière alternative, l'invention trouve une application avantageuse en ce qu'elle permet la réparation d'au moins un des renforts lors du montage de la paroi de cuve. Les caractéristiques listées ci-dessous relative à un unique renfort s'appliquent mutatis-mutandis à la pluralité de renforts qui compose la paroi de cuve.

Selon le procédé de réparation de la paroi de cuve, la pluralité de renforts comprend un renfort adjacent au renfort découpé, le renfort adjacent étant aligné le long de la direction d'allongement principale, procédé au cours duquel on enfile le manchon dans le renfort adjacent préalablement au positionnement des portions de remplacement.

La pluralité de renforts de la paroi de cuve est organisée en première série de renforts et deuxième série de renforts. Ainsi, on entend par renfort adjacent, celui qui est disposé à côté du renfort découpé dans une même première série de renforts ou dans une même deuxième série de renforts. Le renfort adjacent présente donc les mêmes caractéristiques structurelles que la pluralité de renforts et le manchon est alors inséré dans la cavité dudit renfort adjacent. On comprend également que le renfort adjacent est distinct du renfort endommagé et qu'ainsi, ledit renfort adjacent n'est pas destiné à être remplacé par les portions de remplacement.

Selon le procédé de réparation de la paroi de cuve, on bloque le manchon dans le renfort adjacent.

De manière plus précise, on bloque temporairement le manchon dans le renfort adjacent avant la mise en œuvre des étapes ultérieures du procédé de réparation. Ce blocage du manchon dans le renfort adjacent est avantageux en ce qu'il maintien les éléments entre eux et ainsi facile les opérations de réparations de la paroi de cuve. Le blocage du manchon dans le renfort adjacent peut être mis en œuvre par un moyen de blocage du manchon prenant la forme d'une vis ou encore d'une rondelle, par exemple en téflon.

Selon le procédé de réparation de la paroi de cuve, on insère le manchon dans la cavité des portions de remplacement postérieurement au positionnement de ces portions de remplacement sur la paroi de cuve.

Selon une alternative du procédé de réparation de la paroi de cuve, on translate le manchon suivant la direction d'allongement principale du renfort, depuis le renfort adjacent jusque dans les cavités des portions de remplacement.

Selon le procédé de réparation de la paroi de cuve, on bloque le manchon dans les cavités des portions de remplacement.

De manière plus précise, on bloque de manière définitive le manchon dans les cavités des portions de remplacement. Le blocage du manchon dans les cavités des portions de remplacement s'effectue par le moyen de blocage pouvant être une vis ou une rondelle, par exemple en téflon. De manière alternative, le blocage du manchon dans les cavités

des portions de remplacement peut être mis en œuvre en sertissant le manchon par déformation d'une extrémité d'une des portions de remplacement. Toujours de manière alternative, le blocage du manchon dans les cavités d'une des portions de remplacement peut s'effectuer en formant une butée sur l'une des portions de remplacement par apport d'un matériau métallique extérieur, via une opération de soudage.

Selon le procédé de réparation de la paroi de cuve, on ferme une cavité du renfort adjacent, pour empêcher le manchon de translater dans celle-ci.

Dit autrement, on obture en partie la cavité du renfort adjacent au niveau de son extrémité en regard du renfort découpé, cette opération pouvant être mise en œuvre préalablement au blocage définitif du manchon dans les cavités des portions de remplacement. A cette fin, un dispositif de fermeture pouvant prendre la forme par exemple d'un adhésif peut être disposé de telle sorte qu'il ferme au moins partiellement la cavité du renfort selon les conditions évoquées précédemment.

Selon le procédé de réparation de la paroi de cuve, préalablement à l'étape de découpe du renfort, on retire une portion de membrane positionnée en regard du renfort.

Dit autrement, on met à nu le renfort faisant l'objet de la mise en œuvre du procédé de réparation de la paroi de cuve, cette étape étant nécessaire à la mise en œuvre des étapes ultérieures dudit procédé. Le retrait de la portion de la membrane peut être effectué par exemple par un découpage mécanique ou laser de ladite membrane.

Selon le procédé de réparation de la paroi de cuve, on solidarise une tôle de réparation de la membrane en regard du renfort.

Dit autrement, l'étape finale du procédé de réparation de la paroi de cuve consiste en la mise en place de la tôle de réparation de la membrane en regard du au moins un renfort ayant fait l'objet de la mise en œuvre du procédé de réparation. On comprend alors que la solidarisation de la tôle de réparation de la membrane s'effectue postérieurement à la mise en place des portions de remplacement sur la paroi de cuve. Dit encore autrement, on place la tôle de réparation en substitution de la portion de la membrane ayant été préalablement retirée lors du procédé de réparation.

L'invention porte également sur un kit de réparation d'une paroi de cuve de transport et/ou de stockage de gaz naturel liquéfié, comprenant au moins deux portions de remplacement destinées à remplacer au moins un renfort de la paroi de cuve et au moins un manchon destiné à relier mécaniquement les deux portions de remplacement. Le kit de réparation peut également comprendre une tôle de réparation permettant de recouvrir les portions de remplacement.

Le kit de réparation participe à la mise en œuvre du procédé de réparation de la paroi de cuve. On comprend ainsi que les deux portions de remplacement du kit de réparation sont destinées à remplacer toutes deux tout ou partie d'un seul et même renfort endommagé de la paroi de cuve. Dit autrement, le kit de remplacement selon l'invention est utilisé pour le remplacement d'un seul et unique renfort de la paroi de cuve.

Selon un aspect de ce kit, le manchon est configuré pour se loger dans une partie haute d'une cavité des portions de remplacement, la partie haute de la cavité étant de forme triangulaire.

Selon un autre aspect, le manchon est de section circulaire.

Selon une caractéristique de l'invention, le kit de réparation comprend au moins un moyen de blocage du manchon par rapport aux portions de remplacement.

Selon une caractéristique de l'invention, le kit de réparation comprend au moins un dispositif de fermeture configuré pour obturer la cavité d'un renfort adjacent à l'une des portions de remplacement.

De manière plus précise, le renfort adjacent est aligné dans la direction d'allongement principale du renfort faisant l'objet du procédé de réparation, c'est-à-dire le renfort découpé. Le renfort découpé comprend alors la portion de remplacement.

L'invention porte également sur une cuve de transport et/ou de stockage de gaz naturel liquéfié pour un navire, comprenant une paroi de cuve et au moins un kit de réparation selon l'une quelconque des caractéristiques précédentes, dans laquelle les portions de remplacement sont rendues solidaires de la paroi de cuve par le manchon, les portions de remplacement étant couvertes par au moins une tôle de réparation.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description qui suit d'une part, et de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :

[Fig.1] est une vue de côté en perspective d'un navire de transport de gaz liquide avec quatre cuves comprenant l'invention ;

[Fig.2] est une vue rapprochée d'une paroi de cuve montrant un massif isolant, une pluralité de renforts ainsi qu'une partie de la membrane ;

[Fig.3] est une vue rapprochée d'un des renforts de la paroi de cuve découpé en une première portion de renfort, une deuxième portion de renfort et une troisième portion de renfort ;

[Fig.4] est une vue rapprochée du renfort de la figure 3 comprenant trois portions de remplacement ;

[Fig.5] est une vue en perspective d'un manchon selon l'invention ;

[Fig.6] est une vue rapprochée du renfort de la figure 4 dans lequel est inséré le manchon de la figure 5 ;

[Fig.7] est une vue rapprochée d'une tôle de réparation disposée sur le renfort de la figure 6 ;

[Fig.8] est une vue rapprochée du renfort de la figure 3 où a été retiré la première portion de renfort, la deuxième portion de renfort et la troisième portion de renfort et où est visible un renfort adjacent dans lequel on enfile le manchon de la figure 5 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

[Fig.9] est une vue rapprochée du renfort adjacent de la figure 8 dans lequel a été inséré le manchon de la figure 5 et sur lequel est visible un moyen de blocage.

[Fig.10] est une vue rapprochée du renfort de la figure 8 dans lequel ont été intégrées les portions de remplacement, et au sein desquels on a translaté le manchon préalablement inséré dans le renfort adjacent de la figure 7.

Les caractéristiques, variantes et les différentes formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres, selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes aux autres. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite de manière isolée des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.

Dans la suite de la description, les dénominations longitudinales ou transversales, se réfèrent à l'orientation de la membrane selon l'invention. Une direction longitudinale L correspond à l'axe de la membrane dans lequel elle s'étend majoritairement, alors que les orientations transversales correspondent à des droites concourantes, c'est-à-dire qui croisent la direction longitudinale, notamment perpendiculaires à la direction longitudinale L de la membrane, pour ce qui concerne la direction transversale T. L'une des directions, illustrée par la flèche référencée V, correspond à une épaisseur de la membrane.

Les directions évoquées ci-dessus sont visibles dans un repère orthonormé LVT représenté sur les figures.

Sur la figure 1 est représenté un navire 1, par exemple un méthanier, qui comporte quatre cuves 2 pour le stockage de gaz à l'état liquide, notamment du gaz naturel liquide. Les cuves 2 sont séparées les unes des autres par des doubles cloisons transversales 3, autrement appelées « cofferdam ». Chacune des cuves 2 est formée d'une paroi de cuve 4 comprenant entre autres un massif isolant 5, visible sur la figure 2, formant en partie l'isolation thermique de la paroi de cuve 4, et d'au moins une membrane 6 destinée à être au contact de la cargaison liquide et ancrée sur le massif isolant 5.

La membrane 6, visible à la figure 2, est une plaque d'un matériaux anti-corrosion, notamment de l'inox d'épaisseur, par exemple comprise entre 0.5 mm et 1.5 mm, avantageusement 1.2 mm, mesurée dans la direction verticale V de la membrane 6. La membrane peut également comprendre une longueur comprise de 680 mm et 3060

mm, mesurée dans la direction longitudinale L de la membrane 6. Enfin, la membrane 6 peut comprendre une largeur comprise entre de 680 mm et 1030 mm, mesurée dans la direction transversale T de la membrane 6.

La membrane 6 comporte une pluralité d'ondes 7 réparties en une pluralité de premières séries d'ondes 8 parallèles entre elles et s'étendant suivant la direction longitudinale L de la membrane et une pluralité de deuxièmes séries d'ondes 9 parallèles entre elles et s'étendant suivant la direction transversale T de la membrane 6.

Les premières séries d'ondes 8 et les deuxièmes séries d'ondes 9 s'étendent majoritairement le long de directions qui sont perpendiculaires entres elles, et forment à leur croisement des nœuds 10. Les nœuds 10 émergent verticalement d'un plan AB dans lequel s'inscrit la membrane 6. On entend par onde 7 une déformation de la surface de la membrane 6 dans la direction verticale V.

La membrane 6 comprend également des portions planes 11 de la forme d'un quadrilatère, dont les deux cotés qui s'étendent suivant la direction longitudinale L de la membrane 6 sont délimités par deux premières séries d'ondes 8, et les deux cotés qui s'étendent suivant la direction transversale T de la membrane 6 sont délimités par deux deuxièmes séries d'ondes 9. L'ensemble des portions planes 11 définit alors la surface non déformée de la membrane 6 s'étendant suivant le plan AB de la membrane 6 et venant au contact du massif isolant 5 de la paroi de cuve 4, lorsque la membrane est montée contre le massif isolant 5.

La figure 2 met également en évidence la présence de renforts 12, répartis en premiers renforts 13 et en deuxièmes renforts 14. Dans la suite de la description détaillée, on regroupera les premiers renforts 13 et les deuxièmes renforts 14 sous le terme de renfort 12, lorsque les caractéristiques évoquaient s'appliquent à la fois aux premiers renforts 13 et aux deuxièmes renforts 14. L'invention n'est néanmoins pas limitée à une pluralité de renforts 12 et s'applique dès qu'il est nécessaire de mettre en œuvre le procédé de réparation sur au moins un renfort 12 de la paroi de cuve 4.

Les premiers renforts 13 sont alignés pour former au moins une première série de renforts 15 s'étendant suivant la direction longitudinale L de la membrane 6. Les

deuxièmes renforts 14 sont alignés pour former au moins une deuxième série de renforts 16 s'étendant dans la direction transversale T de la membrane 6. La première série de renforts 15 et la deuxième série de renforts 16 sont donc sécantes, notamment perpendiculairement.

Les premiers renforts 13 sont disposés dans la première série d'ondes 8 de la membrane 6. On comprend que les premiers renforts 13 sont positionnés de manière à être imbriqués dans la déformation de l'onde 7, la forme des premiers renforts 13 étant complémentaire de la forme des ondes de la première série d'ondes 8 de la membrane 6.

Les deuxièmes renforts 14 sont disposés dans la deuxième série d'ondes 9 de la membrane 6. On comprend alors que les deuxièmes renforts 14 sont positionnés de manière à être imbriqués dans la déformation de l'onde 7, la forme des deuxièmes renforts 14 étant complémentaire de la forme des ondes 7 de la deuxième série d'ondes 9 de la membrane 6.

On comprend également que l'intersection entre la première série de renforts 15 et la deuxième série de renforts 16 est positionnée sous un nœud 10 de la membrane 6.

Les renforts 12 comprennent une paroi externe 17 qui délimite une cavité 18. On comprend alors de ce qui précède que la paroi externe 17 procure une forme aux renforts 12 afin que ceux-ci soient aptes à être disposés dans les ondes 7 de la membrane 6 selon les caractéristiques précédentes.

Des pièces de liaison 21, sont disposées dans les premiers renforts 13 et dans les deuxièmes renforts 14 de la membrane 6, de telle sorte qu'ils soient reliés entre eux sous les séries d'ondes 8, 9 de la membrane 6. Les pièces de liaison 21 sont ainsi placées au droit d'un nœud 10 de la membrane 6 et insérée dans chacune des cavités 18 des renforts 12. Les pièces de liaison 21 peuvent être, par exemple et de manière non limitative, sous forme de croix 22. On comprend alors que l'ensemble des renforts 12 composant les premières séries de renforts 15 et les deuxièmes séries de renforts 16 forment un ensemble solidaire disposé entre la membrane 6 et le massif isolant 5 de la paroi de cuve 4 tel que cela a été décrit précédemment.

Un procédé de réparation de la paroi de cuve 4 va maintenant être décrit en rapport avec les figures 3 à 10. Plus particulièrement, le procédé de réparation permet la mise en œuvre d'une réparation simplifiée de la paroi de cuve 4, par exemple la réparation d'au moins un des renforts 12 de ladite paroi de cuve 4. Dans la suite de la description, on comprendra que le procédé peut être mis en œuvre sur au moins un des renforts 12 de la première série de renforts 15 et/ou sur au moins un des renforts 12 de la deuxième série de renforts 16. Ainsi on définit et regroupe sous le terme de direction d'allongement principale du renfort, la direction longitudinale L de la membrane 6 pour les premiers renforts 13 et la direction transversale T de la membrane 6 pour les deuxièmes renforts 14.

Une première étape du procédé de réparation de la cuve 2 consiste à ménager un accès au renfort 12 faisant l'objet du procédé de réparation, à l'opérateur. A cette fin, on retire une portion P, visible sur la figure 2, de la membrane 6 se trouvant en regard dudit renfort 12, par exemple au moyen d'un découpage laser ou mécanique.

Il convient de considérer que de manière alternative et non illustré, le procédé de réparation peut être mis en œuvre lors du montage de la paroi de cuve, avant que la membrane ne soit disposée en recouvrement des renforts qui composent la paroi de cuve, et qu'ainsi la première étape de retrait de la portion de membrane n'est pas mise en œuvre.

Une fois le renfort 12 mis à nu, une deuxième étape du procédé de réparation consiste au découpage du renfort 12 suivant une direction sécante de sa direction d'allongement principale, de telle sorte qu'on forme des portions de renfort 23, et plus précisément au moins une première portion de renfort 24 et une deuxième portion de renfort 25. Dans l'exemple illustré, on forme également une troisième portion de renfort 26, mais on comprend que le procédé peut s'appliquer à plus ou moins de portions de renfort 23. On comprend également que lors de la deuxième étape du procédé, on découpe un unique et même renfort 12 de la paroi de cuve 4, de telle sorte que ce même renfort 12 devient la première portion de renfort 24, la deuxième portion de renfort 25 et la troisième portion de renfort 26 après découpage du renfort 12.

On obtient ainsi, selon l'exemple illustré à la figure 3, la première portion de renfort 24, la deuxième portion de renfort 25 et la troisième portion de renfort 26 qui sont destinées à être séparées de la paroi de cuve 4. On entend par séparable de la paroi de cuve 4 que les portions de renfort 24, 25, 26 sont destinées à être retirées définitivement de la paroi de cuve 4 afin d'être remplacées par des portions de remplacement 27.

De manière alternative et non illustré, au moins une des portions de renfort 24, 25, 26 peut être amovible, en ce sens qu'elle peut être réinstallée sur la paroi de cuve à la suite de la substitution d'au moins une des portions de renforts 24, 25, 26 par au moins une portion de remplacement 27.

Selon un premier mode de réalisation du procédé visible à la figure 4, à l'issue du retrait de la première portion de renfort 24, de la deuxième portion de renfort 25 et de la troisième portion de renfort 26, on dispose les portions de remplacement 27, de telle sorte qu'elles se substituent auxdites première portion de renfort 24, deuxième portion de renfort 25 et troisième portion de renfort 26. On comprend alors que les portions de remplacement 27 sont toutes trois alignées selon la direction d'allongement du renfort 12. On comprend également que les portions de remplacement 27 ont pour fonction de remplacer un même et unique renfort 12 de la paroi de cuve 4.

Par la suite, à une étape additionnelle, on enfile un manchon 28, visible à la figure 5, au moins dans deux cavités 18 de deux portions de remplacement 27. Dans l'exemple illustré à la figure 6, le manchon 28 est enfilé dans les trois cavités 18 des trois portions de remplacement 27.

Le manchon 28 présente une forme allongée ainsi qu'une première extrémité 29 et une deuxième extrémité 30, opposées l'une de l'autre de part et d'autre du manchon 28. L'insertion du manchon 28 telle que précédemment évoquée, s'effectue majoritairement par un mouvement translatoire, suivant la direction d'allongement principale du renfort 12, depuis la deuxième extrémité 30 vers la première extrémité 29, que l'on qualifie alors de premier sens d'insertion I1. Le manchon 28 a alors pour fonction de bloquer au moins les mouvements entre les portions de remplacement 27 suivant des directions perpendiculaires à la direction d'allongement dudit renfort 12.

Toujours dans ce premier mode de réalisation, on peut prévoir qu'on insère le manchon 28 selon les caractéristiques d'insertion précédentes, tout en laissant subsister la deuxième extrémité 30 dudit manchon 28 en dehors d'un volume définit par la cavité 18 d'une des portions de remplacement 27 située à une extrémité de l'alignement des portions de remplacement 27. De la sorte on permet la mise en place d'un moyen de blocage 31 du manchon 28 au niveau de sa deuxième extrémité 30. Le moyen de blocage 31 peut être par exemple et de manière non limitative une vis ou une rondelle en téflon. Le moyen de blocage 31 a pour fonction de bloquer le mouvement du manchon 28, ici de manière définitive, suivant le mouvement translatoire précédemment décrit, au moins dans le premier sens d'insertion I1 en formant une butée contre la portion de remplacement 27. De manière alternative, le moyen de blocage 31 peut être une déformation d'une des portions de remplacement 27 de telle sorte qu'elle empêche les mouvements du manchon 28, ou encore une adjonction d'un matériau métallique sur une des portions de remplacement 27 afin de former un moyen de butée et de telle sorte que le manchon 28 soit laissé libre.

Par la suite, on dispose une tôle de réparation 32 de membrane 6, visible à la figure 7, en recouvrement des portions de remplacement 27. On comprend alors que la tôle de réparation 32 présente des dimensions suivant la direction longitudinale L et transversale T de la membrane 6 sensiblement identiques aux dimensions suivant ces mêmes directions, de la portion P retirée lors de la première étape.

La tôle de réparation 32 peut alors être soudée au reste de la membrane 6 afin de rétablir l'étanchéité de celle-ci.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, à l'issue du retrait de la première portion de renfort 24, de la deuxième portion de renfort 25 et de la troisième portion de renfort 26 de la paroi de cuve, à une étape additionnelle, on enfile le manchon 28 dans la cavité 18 d'un renfort adjacent 33 au renfort 12 découpé, c'est-à-dire celui faisant l'objet du procédé de réparation. On entend par renfort adjacent 33 le renfort disposé à côté du renfort 12 découpé et aligné le long de la direction d'allongement du renfort 12. Le renfort adjacent 33 se distingue également en ce qu'il n'est pas destiné à être remplacé

par les portions de remplacement 27, ces dernières étant utilisées exclusivement pour l'unique renfort 12 objet de la réparation. Dit autrement, le renfort 12 découpé et le renfort adjacent 33 sont distincts mais font partie d'une même première série de renforts 15 ou deuxième série de renforts 16, et sont directement reliés l'un à l'autre par une des pièces de liaison 21 de ladite série de renforts 15, 16.

Le manchon 28 est alors inséré dans la cavité 18 du renfort adjacent 33 par un mouvement de translation suivant la direction d'allongement principale du renfort 12, dans un deuxième sens d'insertion I2 allant de la première extrémité 29 vers la deuxième extrémité 30, de telle sorte que la première extrémité 29 émerge en dehors d'un volume définit par la cavité 18 du renfort adjacent 33, en regard de la première portion de renfort 24.

Selon un exemple de l'invention, visible à la figure 9, on peut disposer le moyen de blocage 31 du manchon 28 au niveau de sa première extrémité 29. Dans cette configuration, le moyen de blocage 31 empêche temporairement le mouvement du manchon 28 suivant le mouvement translatoire précédemment décrit dans le deuxième sens d'insertion I2. Le moyen de blocage 31 peut alors être ici, la vis ou la rondelle en téflon.

Une autre étape du procédé selon ce deuxième mode de réalisation, consiste comme pour le premier mode de réalisation, à substituer la première portion de renfort 24, la deuxième portion de renfort 25 et la troisième portion de renfort 26 par les portions de remplacement 27, et de telle sorte que les trois portions de remplacement 27 soient alignées suivant la direction d'allongement principale du renfort 12 comme cela est visible à la figure 10.

Comme illustré à la figure 10, à la suite de cette étape, on retire le moyen de blocage 31 du manchon 28 positionné à sa première extrémité 29 et on translate ledit manchon 28 selon la direction d'allongement principale du renfort 12, suivant le premier sens d'insertion I1 de telle sorte qu'il s'insère au moins dans les cavités 18 de deux portions de remplacement 27. Selon un exemple de l'invention, la deuxième extrémité 30 peut subsister en dehors de la cavité 18 d'une des portions de remplacement 27 située en

regard du renfort adjacent 33, de telle sorte qu'on dispose le moyen de blocage 31 du manchon 28 sur ladite deuxième extrémité 30 du manchon 28. Ainsi, on bloque définitivement le mouvement translatoire du manchon 28 selon le premier sens d'insertion I1 et selon le deuxième sens d'insertion I2, le moyen de blocage 31 formant une butée contre la portion de remplacement 27 et le renfort adjacent 33.

Une étape supplémentaire de ce deuxième mode de réalisation du procédé, peut-être la fermeture de la cavité 18 du renfort adjacent 33 au niveau de son extrémité en regard du renfort 12 découpé, au moyen d'un dispositif de fermeture 34. Dit autrement, on obture l'extrémité de la cavité 18 du renfort adjacent 33 se trouvant en regard de la deuxième extrémité 30 du manchon 28 portant le moyen de blocage 31. De la sorte, on permet le retrait du moyen de blocage 31 de la deuxième extrémité 30 du manchon 28, le dispositif de fermeture 34 empêchant le manchon 28 de translater dans la cavité 18 du renfort adjacent 33 suivant le deuxième sens d'insertion I2.

Selon un exemple, le moyen de fermeture 34 peut prendre la forme d'une bande adhésive. Selon un autre exemple de l'invention, le moyen de fermeture 34 peut comprendre au moins un insert synthétique présentant une forme complémentaire à la cavité 18 du renfort adjacent 33. Le moyen de fermeture 34 peut alors être disposé à l'intérieur de la cavité 18 du renfort adjacent 33 ou à l'extérieur de ce dernier. Également, ce moyen de fermeture 34 peut être assemblé en force autour du renfort adjacent 33 ou dans la cavité 18 dudit renfort adjacent 33, le moyen de fermeture 34 pouvant alors être crénelé pour assurer une tenue mécanique dudit moyen de fermeture 34 sur ou dans le renfort adjacent 33.

De manière alternative, le dispositif de fermeture 34 peut être mis en place préalablement au blocage définitif du manchon 28 dans les cavités 18 des portions de remplacement 27 par le moyen de blocage 31.

Enfin et de manière commune au premier mode de réalisation de l'invention, on dispose la tôle de réparation 32 de membrane 6, visible à la figure 7, en recouvrement des portions de remplacement 27. La tôle de réparation 32 présente alors des caractéristiques structurelles identiques que dans le premier mode de réalisation de l'invention.

La présente invention ne saurait toutefois se limiter aux moyens et configurations décrits et illustrés ici, et elle s'étend également à tout moyen et configuration équivalents et à toute combinaison techniquement opérante de tels moyens.