

Revendications

- [Revendication 1] Membrane d'étanchéité (1) pour cuve étanche de stockage de fluide, dans laquelle la membrane d'étanchéité (1) comporte au moins une plaque métallique (2), la plaque métallique (2) comportant une portion plane (3) définissant un plan de la plaque et une pluralité de reliefs (4) faisant saillie de la portion plane (3) dans une direction d'épaisseur perpendiculaire au plan de la plaque, les reliefs (4) étant espacés les uns des autres, la plaque métallique (2) comportant dans toutes les directions du plan au moins un relief (4), chaque relief (4) comportant une base (5) faisant la liaison entre le relief (4) et la portion plane (3), et comportant au moins un sommet (6), la base (5) comprenant dans le plan formé par la portion plane (3) une première dimension (7) égale au diamètre du plus petit cercle circonscrit autour de la base (5) et une deuxième dimension (8) égale au diamètre du plus grand cercle inscrit dans la base (5), et la distance entre le sommet (6) et la base (5) dans la direction d'épaisseur formant une hauteur (9) du relief,
- dans laquelle la hauteur (9) du relief (4) est inférieure à 20 mm,
- dans laquelle chaque relief (4) est écarté d'un relief (4) adjacent dans toutes les directions du plan par une distance inférieure ou égale à 2 fois la première dimension (7) de la base (5), et le ratio de la première dimension (7) de la base (5) sur hauteur (9) de chaque relief (4) est inférieur ou égal à 2
- [Revendication 2] Membrane d'étanchéité (1) selon la revendication 1, dans laquelle le ratio de la deuxième dimension (8) de la base (5) sur la hauteur (9) du relief (4) est supérieur ou égal à 0,6.
- [Revendication 3] Membrane d'étanchéité (1) selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans laquelle les reliefs (4) sont réalisés par formage, de préférence emboutissage, ou bien par estampage, matriçage, ou encore magnétoformage.
- [Revendication 4] Membrane d'étanchéité (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle l'épaisseur (11) de la plaque métallique (2) e_{plaque} exprimée en mm au niveau de la portion plane (3) est supérieure ou égale à $\frac{115}{E}$, avec E le module d'Young du matériau constitutif de la plaque métallique (2) exprimé en GPa.
- [Revendication 5] Membrane d'étanchéité (1) selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle les plaques métalliques (2) ont une épaisseur (11) comprise entre 0,5 mm et 2 mm.
- [Revendication 6] Membrane d'étanchéité (1) selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle les plaques métalliques (2) sont réalisées dans un matériau métallique dont le module d'Young est compris entre 130 GPa et 230 GPa.

[Revendication 7] Membrane d'étanchéité (1) selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle les plaques métalliques (2) sont réalisées dans un matériau métallique dont la limite élastique est supérieure à 170 MPa à température ambiante.

[Revendication 8] Membrane d'étanchéité (1) selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle le nombre de reliefs (4) par mètre linéaire de plaque métallique N_{relief} est compris dans l'intervalle suivant :

$$\frac{\alpha \times \Delta T \times 10^6}{11 \times h} \leq N_{\text{relief}} \leq \frac{\alpha \times \Delta T \times 10^7}{35 \times h}$$

avec α le coefficient de dilatation thermique de la plaque métallique (2) en K^{-1} , ΔT la différence de température entre la température ambiante et la température du fluide stocké dans la cuve en K, et h la hauteur (9) du relief (4) en mm.

[Revendication 9] Membrane d'étanchéité (1) selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle la base (5) présente une forme d'ellipse ou de polygone.

[Revendication 10] Membrane d'étanchéité (1) selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle la base (5) présente une forme d'ellipse et le ratio de la première dimension (7) de la base (5) sur hauteur (9) du relief (4) est inférieur ou égal à 1,4.

[Revendication 11] Membrane d'étanchéité (1) selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle le ratio de la première dimension sur la deuxième dimension est inférieur ou égale à 1,4.

[Revendication 12] Cuve étanche et thermiquement isolante (71) de stockage de gaz liquéfié intégrée dans une structure porteuse (15), la cuve comprenant une pluralité de parois de cuve formant un espace interne de réception du gaz liquéfié, au moins une des parois de cuve comportant une barrière thermiquement isolante (12) fixée à la structure porteuse (15) et une membrane d'étanchéité (1) selon l'une des revendications 1 à 11 reposant sur la barrière thermiquement isolante (12) et destinée à être en contact avec le gaz liquéfié dans la cuve.

[Revendication 13] Cuve selon la revendication 12, dans laquelle les reliefs (4) font saillie de la portion plane (3) en direction de l'espace interne de la cuve.

[Revendication 14] Cuve selon la revendication 12, dans laquelle les reliefs (4) font saillie de la portion plane (3) en direction de la structure porteuse (15).

[Revendication 15] Cuve selon l'une des revendications 12 à 14, dans laquelle la membrane d'étanchéité est une membrane d'étanchéité primaire (1), la barrière thermiquement isolante est une barrière thermiquement isolante primaire (12), et la paroi de cuve (1) comporte dans une direction d'épaisseur depuis l'extérieur vers l'intérieur de la cuve, une barrière thermiquement isolante secondaire (14) fixée à la structure porteuse (15), une membrane d'étanchéité secondaire (13) reposant sur la barrière thermiquement isolante secondaire (14), la barrière thermiquement isolante

primaire (12) reposant sur la membrane d'étanchéité secondaire (13) et la membrane d'étanchéité primaire (1) reposant sur la barrière thermiquement isolante primaire (12).

5 [Revendication 16] Navire (70) pour le transport d'un produit liquide froid, le navire comportant une double coque (72) et une cuve (71) selon l'une des revendications 12 à 15 disposée dans la double coque, la double coque formant la structure porteuse de la cuve (71).

10 [Revendication 17] Système de transfert pour un produit liquide froid, le système comportant un navire (70) selon la revendication 16, des canalisations isolées (73, 79, 76, 81) agencées de manière à relier la cuve (71) installée dans la coque du navire à une installation de stockage flottante ou terrestre (77) et une pompe pour entraîner un flux de 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.

15 [Revendication 18] Procédé de chargement ou déchargement d'un navire (70) selon la revendication 16, 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 du navire (71).