

DESCRIPTION**TITRE : SYSTEME ET PROCEDE DE STOCKAGE POUR LE
STOCKAGE DE FLUIDES COMPRENANT DES MOYENS DE
REDUCTION DES RISQUES**

5

Domaine technique

10 La présente invention concerne le stockage souterrain et
notamment le stockage de fluides, par exemple d'hydrogène ou
d'oxygène. Plus particulièrement, l'invention se rapporte au domaine de
la réduction des risques d'un système de stockage de fluides et, en
particulier, d'un système de stockage de fluides à hautes pressions,
15 pouvant être comprises entre 100 bar et 1200 bar, plus particulièrement
entre 200 bar et 500 bar.

L'invention se rapporte également à un procédé de stockage
souterrain de fluides.

Arrière-plan technologique

20 Les risques d'un tel système sont principalement liés à
l'explosion et/ou à l'incendie produits par une fuite du fluide contenu
dans les réservoirs. En effet, un fluide explosif tel que l'hydrogène, est
25 inflammable très facilement et provoque instantanément une forte
détonation. Ce type d'incident entraîne des dégradations structurelles
et/ou des dommages humains potentiellement mortels.

Les solutions apportées aujourd'hui concernent notamment la
réduction des risques en cas de fuite du fluide et proposent par exemple
30 une soupape de surpression qui s'ouvre si une quantité de fluide est
libérée dans la cavité, pour diriger le fluide dans une conduite et
l'évacuer.

Ce type d'installation n'est en revanche pas fiable car les
conduites du système d'évacuation sont susceptibles d'être bouchées.

De même, avec le temps la soupape est susceptible de ne plus fonctionner efficacement. Cela nécessite des opérations de maintenance et, si besoin, des remplacements de composants. Par ailleurs, le fluide n'étant pas directement dilué dans l'air, une augmentation de la pression est susceptible de provoquer une explosion et des dégâts consécutifs dans le système d'évacuation.

Exposé de l'invention

10

L'invention a donc pour but de pallier les inconvénients précités en proposant une solution efficace qui ne soit pas soumise à des contraintes mécaniques entraînant des opérations de maintenance supplémentaires.

15

L'invention a pour objet un système de stockage souterrain pour le stockage de fluides comprenant un évidement aménagé dans un terrain, ledit évidement présentant un fond, un élément de support comprenant au moins une ouverture, un élément d'assemblage inséré dans l'ouverture de l'élément de support, l'élément d'assemblage comportant des événements d'aération pour permettre au fluide contenu dans le réservoir de s'évacuer en cas de fuite, au moins un réservoir, ledit réservoir présentant un axe longitudinal, une extrémité inférieure fermée par un premier moyen de fermeture, et une extrémité supérieure fermée par un deuxième moyen de fermeture. L'extrémité supérieure est assemblée à l'élément de support par l'intermédiaire de l'élément d'assemblage de sorte que le réservoir soit suspendu à l'intérieur de l'évidement et qu'un jeu axial apte à absorber une dilatation thermique axiale dudit réservoir subsiste entre le premier moyen de fermeture du réservoir et le fond de l'évidement.

30

Avantageusement, l'élément de support sépare une cavité supérieure d'une cavité inférieure, ladite cavité supérieure étant ouverte et comprenant un premier diamètre supérieur à un deuxième diamètre de la cavité inférieure. Ainsi, le réservoir est entièrement enterré sous le niveau du sol, y compris le deuxième moyen de fermeture qui ferme

l'extrémité supérieure du réservoir. Une telle configuration du système de stockage permet de guider une déflagration se produisant dans l'évidement et ainsi de réduire l'angle de déflagration en cas d'explosion.

5 Avantageusement, la cavité inférieure est remplie d'un fluide et/ou d'un solide anti-déflagration. Ainsi, la cavité inférieure étant déjà remplie, elle ne peut pas être remplie d'oxygène. La quantité d'oxygène dans la cavité inférieure est donc nulle ou négligeable. Par conséquent, en cas de fuite d'un réservoir, le risque d'explosion est
10 considérablement réduit, voir nul.

 Selon un mode de réalisation, le fluide et/ou le solide anti-déflagration comprend des agents antibactériens et/ou des agents anti-corrosion.

 Avantageusement, l'extrémité supérieure du réservoir comprend
15 un système de bouchon de levage lors de la manipulation du réservoir, et un système de raccord des vannes et tuyauteries lors du stockage et de la distribution du fluide contenu dans le réservoir.

 Avantageusement, le réservoir comprend au moins un tube métallique, ledit tube métallique présentant au moins une terminaison
20 dotée d'au moins une portion filetée.

 Le réservoir comprend au moins deux tubes métalliques assemblés par vissage, de sorte à former une colonne de tubes.

 Avantageusement, le jeu axial apte à absorber une dilatation thermique axiale du réservoir, respecte l'inéquation suivante :

25 [Math 1]

$$G \geq (L^2 * \beta * \alpha) + [20 * \alpha * 80 * (1 - e^{-0.11 * L})]$$

 Où : G est la longueur du jeu axial exprimée en mètres, L représente la longueur d'un réservoir exprimée en mètres, β représente le gradient géothermique exprimé en degrés Celsius par mètre, α
30 représente le coefficient de dilatation thermique du métal exprimé en mètres par degré Celsius.

 Selon un mode de réalisation, le système de stockage comprend une pluralité de réservoirs, chaque réservoir présentant un axe longitudinal, une extrémité inférieure et une extrémité supérieure, ladite

extrémité supérieure de chaque réservoir étant assemblée à l'élément de support par l'intermédiaire d'un élément d'assemblage de sorte que chaque réservoir soit suspendu à l'intérieur de l'évidement.

Optionnellement, le premier moyen de fermeture et/ou le
5 deuxième moyen de fermeture est apte à fermer le réservoir par vissage.

Avantageusement, l'évidement comporte au moins un cuvelage, ledit cuvelage étant en béton, en ciment, ou en acier.

L'invention a également pour objet un procédé de stockage
souterrain pour le stockage de fluides via un système de stockage tel
10 que décrit ci-dessus. Le procédé comporte au moins les étapes suivantes
:

- aménagement d'un évidement dans un terrain, ledit évidement présentant un fond,
- fourniture d'un élément de support comprenant au moins une
15 ouverture apte à recevoir un élément d'assemblage, l'élément d'assemblage comprenant des événements d'aération pour permettre au fluide contenu dans le réservoir de s'évacuer en cas de fuite,
- fourniture d'au moins un réservoir, ledit réservoir présentant un axe longitudinal, une extrémité inférieure et une extrémité
20 supérieure,
- fourniture d'un premier moyen de fermeture apte à fermer ledit réservoir à son extrémité inférieure, et un deuxième moyen de fermeture apte à fermer le réservoir à son extrémité supérieure,
- assemblage de ladite extrémité supérieure à l'élément de support
25 par l'intermédiaire de l'élément d'assemblage de sorte que le réservoir soit suspendu à l'intérieur de l'évidement, et qu'un jeu axial apte à absorber une dilatation thermique axiale dudit réservoir subsiste entre le premier moyen de fermeture du réservoir et le fond de l'évidement.

30

Définitions

On entend par « extrémité inférieure » du réservoir, l'extrémité du réservoir qui se situe à proximité du fond de l'évidement. Cette « extrémité inférieure » se définit en opposition à l'extrémité dite « extrémité supérieure » du réservoir, qui se situe à proximité de l'élément de support et donc de la surface du sol.

On entend par « jeu axial » une longueur, qui s'étend selon l'axe longitudinal du réservoir, mesurée entre le premier moyen de fermeture du réservoir et le fond de l'évidement. A noter que, la position d'un réservoir peut ne pas être parfaitement verticale. Dans ce cas, l'axe longitudinal du réservoir présente un angle par rapport à la verticale dans le repère (x ; y). Cet angle présente une valeur maximale de 15°. Dans ce cas, la mesure du jeu axial se fait par projection orthogonale sur l'axe vertical passant par un point du premier moyen de fermeture situé le plus proche du fond de l'évidement. Autrement dit, le jeu axial correspond toujours à la distance la plus courte, mesurée entre le fond de l'évidement et le premier moyen de fermeture.

On entend par « tube métallique fileté » un tube comprenant au moins une terminaison présentant au moins une portion fileté, apte à être assemblée à un tube métallique fileté comprenant au moins une terminaison présentant au moins une portion fileté complémentaire. Le filetage peut être mâle ou femelle.

On entend par « fond de l'évidement », la surface du fond de l'évidement. Ainsi, lorsque l'évidement est cuvelé et que ledit cuvelage est cimenté, le terme « fond de l'évidement » désigne alors la surface de la couche de ciment se trouvant au fond de l'évidement. Lorsque le cuvelage n'est pas cimenté, le terme « fond de l'évidement » désigne tout simplement la surface du terrain se trouvant au fond de l'évidement.

Brève description des dessins

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement

à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- La [Fig. 1] est une vue schématique de la structure générale d'un système de stockage souterrain ;
- 5 - La [Fig. 2] est une vue schématique représentant l'élément d'assemblage d'un système de stockage souterrain ;
- La [Fig. 3] est une vue schématique représentant les événements d'aération présents sur l'élément d'assemblage d'un système de stockage souterrain ;
- 10 - La [Fig. 4] est une vue schématique d'un élément de support séparant une cavité inférieure d'une cavité supérieure dans un système de stockage souterrain ;
- La [Fig. 5A] est une vue schématique d'un réservoir dans un système de stockage souterrain comprenant un système de bouchon de levage ; et
- 15 - La [Fig. 5B] est une vue schématique d'un réservoir dans un système de stockage souterrain comprenant un système de raccord.

20 *Description détaillée*

La figure 1 illustre une vue en coupe d'un système de stockage 1 selon un mode de réalisation de l'invention. Tel qu'illustré, le système est placé dans un repère (x ; y) dans lequel l'axe x du repère (x ; y) est un axe horizontal, et l'axe y du repère (x ; y) est un axe vertical.

Le système de stockage 1 comprend un évidement 2 réalisé dans un terrain 3, un élément de support 4 posé sur une surface du sol S du terrain 3, six réservoirs 5 suspendus à l'élément de support 4 dans l'évidement 2 (seulement quatre réservoirs 5 étant visibles sur la figure 1) et un élément d'assemblage 6 qui comprend des événements d'aération pour permettre au fluide contenu dans le réservoir 5 de s'évacuer en cas de fuite. Dans divers modes de réalisation, le système de stockage 1 comprend, de manière générale, au moins un réservoir 5.

L'évidement 2 présente un fond 7 et comprend un cuvelage 8. L'évidement 2 peut être obtenu par forage ou par excavation. L'évidement 2 est de forme sensiblement cylindrique circulaire et présente un diamètre moyen de 4 mètres. Le cuvelage 8 est en ciment et s'étend verticalement depuis la surface du sol S jusqu'au fond 7 de l'évidement 2.

L'élément de support 4 est une plaque cylindrique circulaire qui sépare le système de stockage 1 en une cavité supérieure C1 et une cavité inférieure C2. L'élément de support 4 présente un corps central et une collerette, ladite collerette présentant une surface inférieure reposant sur le sol S. Le corps central présente une première épaisseur et la collerette présente une deuxième épaisseur. L'élément de support 4 comprend en outre une surface supérieure, ladite surface supérieure étant opposée à la surface inférieure de la collerette.

L'élément de support 4 comprend également une ou plusieurs ouvertures 9. Les ouvertures 9 sont des trous débouchant, aménagés dans la première épaisseur du corps de l'élément de support 4. Dans le mode de réalisation illustré, l'élément de support comporte six ouvertures

Chaque réservoir 5 est suspendu à l'élément de support 4 par l'intermédiaire d'un élément d'assemblage 6. Ainsi, pour chaque réservoir 5 du système de stockage 1, un jeu axial G subsiste entre, d'une part, le premier moyen de fermeture 10 qui ferme le réservoir 5 à son extrémité inférieure 11 et, d'autre part, le fond 7 de l'évidement 2. Ce jeu axial G a pour fonction d'absorber une dilatation thermique axiale du réservoir 5, qui se produit notamment lors des opérations de remplissage et de vidage. Ainsi, pour chaque réservoir 5, le dimensionnement du jeu axial G, et notamment sa longueur, dépend directement des conditions environnantes du système de stockage 1, notamment des conditions de température, de pression, et de la capacité du réservoir 5 à s'allonger lorsqu'il est soumis à des variations de température et de pression, notamment lors d'opérations de remplissage et de vidage. Ainsi, le jeu axial G de n'importe quel réservoir 5 du système de stockage 1 répond à l'inéquation suivante :

[Math 1]

$$G \geq (L^2 * \beta * \alpha) + [20 * \alpha * 80 * (1 - e^{-0.11 * L})]$$

Où : G est la longueur du jeu axial exprimée en mètres. L représente la longueur d'un réservoir 5 exprimée en mètres. β représente le gradient géothermique exprimé en degrés Celsius par mètre. Le gradient géothermique β varie selon la formation géologique dans laquelle le système de stockage 1 est placé. Ainsi β est tel que $0,02^\circ/\text{m} \leq \beta \leq 2^\circ/\text{m}$. α représente le coefficient de dilatation thermique du métal exprimé en degré Celsius-1. Le coefficient de dilatation thermique α varie selon le type de métal qui compose les tubes utilisés pour former un réservoir 5. Ainsi, α est tel que $8 * 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \leq \alpha \leq 18 * 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Les réservoirs 5 sont tubulaires, de section circulaire, et présentent chacun un axe longitudinal, une extrémité inférieure 11 et une extrémité supérieure 12.

Chaque réservoir 5 est fermé à son extrémité inférieure 11 par un premier moyen de fermeture 10, et chaque réservoir 5 est fermé à son extrémité supérieure 12 par un deuxième moyen de fermeture 13. Dans le mode de réalisation illustré à la figure 1, l'extrémité inférieure 11 et l'extrémité supérieure 12 de chaque réservoir 5 sont des extrémités filetées, et le premier moyen de fermeture 10 et le deuxième moyen de fermeture 13 présentent également un filetage, ledit filetage étant complémentaire du filetage des extrémités inférieure 11 et supérieure 12. Ainsi, l'extrémité inférieure 11 est fermée de façon étanche par vissage avec le premier moyen de fermeture 10, et l'extrémité supérieure 12 est fermée de façon étanche par vissage avec le deuxième moyen de fermeture 13.

Le deuxième moyen de fermeture 13 est équipé de capteurs 14 tels que des manomètres, des thermomètres et des détecteurs de fuite. Bien entendu, le premier moyen de fermeture 10 peut aussi contenir des manomètres, des thermomètres et des détecteurs de fuite. D'autres types de capteurs peuvent être utilisés en fonction de la nature des paramètres à contrôler.

Chaque réservoir 5 peut comprendre une pluralité de tubes A. Dans le mode de réalisation illustré à la figure 1, les réservoirs 5 comportent plusieurs tubes A filetés. Ainsi, les tubes A sont assemblés

par vissage de sorte à former une colonne C de tubes A. Ainsi, chaque réservoir 5 est formé par un ensemble qui comporte une colonne C, fermée à ses extrémités 11, 12 par des moyens de fermetures 10, 13. Un réservoir 5 peut également être composé d'un unique tube A, fermé à ses extrémités 11, 12 par des moyens de fermeture 10, 13.

Chaque réservoir 5 est assemblé à un élément d'assemblage 6 visible sur la figure 2. Chaque élément d'assemblage 6 est inséré dans une ouverture 9 et est retenu par une collerette 15 qui bute contre la surface supérieure de l'élément de support 4. Chaque élément d'assemblage 6 est donc suspendu à l'élément de support 4. De cette manière, chaque réservoir 5 est suspendu à l'élément de support 4 par l'intermédiaire de l'élément d'assemblage 6 auquel il est assemblé.

Par exemple, un élément d'assemblage 6 est une pièce métallique tubulaire, de section circulaire, qui comprend un corps tubulaire 16, une collerette 15 et des événements d'aération 17.

Le corps 16 de l'élément d'assemblage 6 est fixé à l'extrémité supérieure 12 d'un réservoir 5, de préférence par vissage. Le corps 16 de l'élément d'assemblage 6 comporte un filetage (non représenté) mâle ou femelle complémentaire du filetage de l'extrémité supérieure 12 du réservoir 5 auquel ledit élément d'assemblage 6 est assemblé. La collerette 15 comprend une surface supérieure 18 et une surface inférieure 19, les événements d'aération 17 traversant ces deux surfaces 18, 19. Il est possible, en variante, de fixer le corps 16 de l'élément d'assemblage 6 par soudage. Dans une autre variante, le corps 16 de l'élément d'assemblage 6 comprend un filetage mâle complémentaire d'un filetage femelle de l'ouverture 9 de l'élément de support 4, ainsi l'élément d'assemblage 6 est vissé dans l'ouverture 9.

Dans le mode de réalisation illustré à la figure 1, le corps tubulaire 16 de chaque élément d'assemblage 6 est inséré dans une ouverture 9 de l'élément de support 4. Chaque élément d'assemblage 6 repose sur l'élément de support 4 par l'intermédiaire de sa surface inférieure 19 en appui contre la surface supérieure de l'élément de support 4. En outre, chaque élément d'assemblage 6 est assemblé à un réservoir 5 par vissage à l'extrémité supérieure 12 dudit réservoir 5.

La collerette 15 permet donc à l'élément d'assemblage 6 de reposer sur la surface supérieure de l'élément de support 4. Ainsi, l'élément d'assemblage 6 ne nécessite pas d'être fixé à l'élément de support 4, par exemple par soudage ou par vissage, ce qui simplifie l'assemblage du système de stockage 1, notamment pour suspendre les réservoirs 5.

La figure 3 illustre un réservoir 5 suspendu à l'élément de support 4 via l'élément d'assemblage 6. Effectivement, l'ensemble comprenant l'élément d'assemblage 6 fixé à l'extrémité supérieure 12 du réservoir 5 est inséré dans l'ouverture 9 et est en appui sur la face supérieure de l'élément de support 4. Dans cette configuration, l'ouverture 9 a un plus grand diamètre que le diamètre extérieur de l'élément d'assemblage 6. Il y a donc un espace radial entre l'élément de support 4 et l'élément d'assemblage 6.

S'il n'existe aucun moyen d'aération dans un tel système de stockage 1 et qu'une fuite se présente, le fluide libéré s'accumule dans l'évidement et monte en pression avant de créer une explosion, et/ou une détonation, et/ou un incendie. Afin de réduire au maximum ces risques, des événements d'aération 17 créent un passage de circulation de l'air entre la cavité supérieure C1 et la cavité inférieure C2. Le système de stockage 1 n'est ainsi pas hermétique, ce qui permet au fluide libéré des réservoirs 5 de s'évacuer facilement vers l'extérieur du système de stockage et de l'évidement, en cas de fuite. Les événements d'aération 17 sont des trous traversant la collerette de l'élément d'assemblage 6. Les événements d'aération peuvent être, par exemple les trous d'une grille d'aération, des trous circulaires et/ou rectangulaires. Bien sûr, les événements d'aération peuvent avoir d'autres formes non décrites dans le présent document.

La surface totale d'aération s'exprime selon les relations suivantes :

[Math 2]

$$A = N_{vent} * A_{vent}$$

$$A \leq A_{gap} * 0.9$$

Dans lesquelles A désigne la surface totale d'aération, Nvent est le nombre d'évents d'aération 17 supérieur ou égal à 1, Avent est la surface d'un évent d'aération 17, Agap est la surface totale de l'espace radial qui se trouve entre l'élément de support 4 et l'élément d'assemblage 6, et qui se calcule selon l'équation suivante :

[Math 3]

$$Agap = \frac{\pi}{4}(d9^2 - d6^2)$$

Dans laquelle Gap la largeur de l'espace radial, qui se calcule selon l'équation suivante :

10

[Math 4]

$$Gap = (d9 - d6)/2$$

Dans laquelle d9 est le diamètre de l'ouverture 9, et d6 est le diamètre extérieur de l'élément d'assemblage 6.

L'élément de support 4 sépare la cavité supérieure C1 de la cavité inférieure C2. Selon un mode de réalisation représenté sur la figure 4, la cavité supérieure C1 est ouverte et comprend un premier diamètre D1 supérieur à un deuxième diamètre D2 de la cavité inférieure C2.

En cas de déflagration, cette configuration permet de guider l'explosion et de réduire la pression induite de la déflagration.

En effet, s'il y a une fuite du fluide dans le système de stockage 1 et que celui-ci monte en pression avant d'avoir pu être évacué correctement par les évents d'aération 17, une explosion peut se produire. Une telle explosion engendre des dégradations structurelles et/ou des dommages humains potentiellement mortels. Afin de réduire la portée la déflagration, une fois que le fluide est à l'extérieur de l'évidement 2, une cavité supérieure C1 est créée, cette cavité ayant un diamètre plus élevé que celui d'une cavité inférieure C2 dans laquelle le fluide est libéré.

Dans l'exemple illustré sur la figure 4, la cavité supérieure C1 entraîne le flux gazeux en surpression vers l'extérieur du système de stockage 1 selon une forme conique d'angle solide α et dont le sommet coïncide avec le fond de la cavité supérieure C1, qui correspond à l'élément de support 4. Les structures environnantes sont alors évitées.

L'angle α est déterminé en fonction de la profondeur d de la cavité supérieure C1. S'il n'y a pas de cavité supérieure C1, l'angle α est égal à 90° , et l'explosion risque d'endommager les structures environnantes. De préférence, la profondeur de la cavité supérieure C1 est d'au moins un mètre.

Un autre moyen pour réduire les risques d'explosion et/ou d'incendie dans le système de stockage 1 est de remplir au moins en partie l'évidement 2, en particulier de remplir au moins en partie la cavité inférieure C2, d'un matériau comprenant au moins un fluide anti-déflagration et/ou au moins un solide anti-déflagration.

En cas de fuite du réservoir 5, le remplissage de la cavité inférieure C2 permet de diriger le fluide libéré au niveau de l'élément de support 4, afin d'éviter une augmentation de la pression dans la cavité inférieure C2. Le fluide libéré est ainsi dilué rapidement dans la cavité supérieure C1 via les événements d'aération 17 et les risques d'explosion et d'incendie sont évités. Le remplissage de la cavité inférieure C2 permet également de réduire ou d'éliminer sa teneur en oxygène pour éviter les détonations en cas de fuite d'un fluide inflammable.

Le matériau anti-déflagration est un liquide et/ou un solide, par exemple de l'eau déminéralisée, de l'eau douce, de l'eau salée, du sable, de la saumure ou encore de l'huile. Il peut également comporter des agents antibactériens tels que le chlore, un filtre antibactérien, ou du peroxyde d'hydrogène et des agents anti-corrosion.

Ce matériau ne doit pas induire de pression sur la cavité inférieure C2 et sur les réservoirs 5.

Le volume du matériau se caractérise par l'équation suivante :
[Math 5]

$$V_m = V_{c2} - V_R$$

Dans laquelle V_m est le volume du matériau, V_{c2} est le volume de la cavité inférieure C2, V_R est le volume des réservoirs contenus dans la cavité inférieure C2.

Le volume de la cavité inférieure C2 se calcule selon l'équation suivante :

[Math 6]

$$Vc2 = \frac{\pi}{4} * rc2^2 * hc2$$

Dans laquelle $rc2$ désigne le rayon de la cavité inférieure C2, et $hc2$ est la hauteur de la cavité inférieure C2.

Le volume des réservoirs 5 se calcule selon l'équation suivante :

5 [Math 7]

$$VR = \left(\frac{\pi}{4} * rR^2 * hR \right) * NR$$

Dans laquelle rR est le rayon d'un réservoir 5, hR désigne la hauteur d'un réservoir 5, NR désigne le nombre de réservoirs 5 contenu dans le système de stockage 1.

10 Le pression du matériau se caractérise par cette équation :

[Math 8]

$$Pm = hc2 * VMm * g$$

Dans laquelle Pm est la pression du matériau, VMm désigne la masse volumique du matériau et g est l'intensité de la pesanteur terrestre.

15

Les figures 5a et 5b illustrent le moyen de fermeture 13 de l'extrémité supérieure 12 d'un réservoir 5. La partie supérieure du moyen de fermeture 13 comprend une jonction mâle ou femelle usinée pour permettre le raccordement des vannes et des tuyauteries pour la distribution du fluide contenu dans le réservoir 5.

20

Selon un mode de réalisation illustré sur la figure 5a, un filetage est usiné sur le diamètre extérieur de la partie supérieure du moyen de fermeture 13, afin d'assurer la pose d'un bouchon de levage 20. Ce mode de réalisation est sensiblement utilisé lors de la manipulation du réservoir 5 typiquement durant les phases de maintenance, par exemple si des composants sont à remplacer. Le bouchon de levage 20 comprend un corps 22 et un moyen de levage 24. Le corps 22 présente un premier logement 23 fileté femelle et assemblé par vissage à la jonction mâle de la partie supérieure du moyen de fermeture 13. Le corps 22 comprend en outre un deuxième logement 25 axialement opposé au premier logement 23. Le deuxième logement 25 est configuré pour accueillir et fixer le moyen de levage 24. Le moyen de levage 24 est inséré et fixé dans le deuxième logement 25 par vissage. Selon le mode de réalisation

25

30

illustré sur la figure 5a, le moyen de levage 24 est un anneau de levage. Selon un autre mode de réalisation illustré sur la figure 5b, un filetage est usiné sur le diamètre intérieur de la partie supérieure du moyen de fermeture 13, afin d'assurer la pose d'un système de raccord 21. Ce système de raccord permet de raccorder les vannes et tuyauteries du réservoir 5 à des machines externes, permettant de gérer la distribution du fluide contenu dans le réservoir 5.

Ce système est avantageux en ce qu'il permet l'utilisation de plusieurs embouts nécessaires en fonction des opérations effectuées sur le système de stockage 1. La pose d'un bouchon de levage 20 permet notamment d'éviter les risques de blessures ou d'endommagement des structures lors de la manipulation du réservoir 5. De plus, le filetage interne et le filetage externe réalisés sur la partie supérieure d'un même moyen de fermeture 13 empêchent que le bouchon de levage 20 et le système de raccord 21 soient fixés en même temps sur le même réservoir 5. Une telle configuration oblige l'opérateur à vider le réservoir 5 avant de retirer le système de raccord 21 et de fixer le bouchon de levage 20 en vue de manipuler le réservoir 5, par exemple pour la maintenance. Cela empêche l'opérateur de manipuler un réservoir plein. Un système de stockage avec de telles caractéristiques présente donc moins de risques.

Le système de stockage 1 est utilisé pour stocker tout type de fluide, en particulier les gaz explosifs. Le fluide peut être de l'hydrogène, de l'oxygène, du méthane, de l'azote, de l'ammoniac, préférentiellement, le fluide est de l'hydrogène.

L'invention a également pour objet un procédé de stockage souterrain pour le stockage de fluides au moyen d'un système de stockage 1 tel que décrit ci-dessus.

Selon ce procédé, au cours d'une première étape, on aménage un évidement 2 dans un terrain 3, ledit évidement 2 présentant un fond 7.

Lors de l'étape suivante du procédé, on fournit un élément de support 4 comprenant au moins une ouverture 9 apte à recevoir un élément d'assemblage 6, l'élément d'assemblage 6 comprenant des

évents d'aération 17 pour permettre au fluide contenu dans le réservoir 5 de s'évacuer en cas de fuite.

On fournit ensuite, lors de l'étape suivante, au moins un réservoir 5, ledit réservoir 5 présentant un axe longitudinal, une
5 extrémité inférieure 11 et une extrémité supérieure 12, puis un premier moyen de fermeture 10 apte à fermer ledit réservoir 5 à son extrémité inférieure 11, et un deuxième moyen de fermeture 13 apte à fermer le réservoir 5 à son extrémité supérieure 12.

On assemble ensuite ladite extrémité supérieure 12 à l'élément
10 de support 4 par l'intermédiaire de l'élément d'assemblage 6 de sorte que le réservoir 5 soit suspendu à l'intérieur de l'évidement 2, et qu'un jeu axial G apte à absorber une dilatation thermique axiale dudit réservoir 5 subsiste entre le premier moyen de fermeture 10 du réservoir 5 et le fond 7 de l'évidement 2.

REVENDICATIONS

1. Système de stockage (1) souterrain pour le stockage de fluides, caractérisé en ce que ledit système (1) comprend :
- un évidement (2) aménagé dans un terrain (3), ledit évidement (2) présentant un fond (7),
 - un élément de support (4) comprenant au moins une ouverture (9),
 - un élément d'assemblage (6) inséré dans l'ouverture (9) de l'élément de support (4), l'élément d'assemblage (6) comportant des événements d'aération (17) pour permettre au fluide contenu dans le réservoir (5) de s'évacuer en cas de fuite,
 - au moins un réservoir (5), ledit réservoir (5) présentant un axe longitudinal, une extrémité inférieure (11) fermée par un premier moyen de fermeture (10), et une extrémité supérieure (12) fermée par un deuxième moyen de fermeture (13), ladite extrémité supérieure (12) étant assemblée à l'élément de support (4) par l'intermédiaire de l'élément d'assemblage (6) de sorte que le réservoir (5) soit suspendu à l'intérieur de l'évidement (2) et qu'un jeu axial (G) apte à absorber une dilatation thermique axiale dudit réservoir (5) subsiste entre le premier moyen de fermeture (10) du réservoir (5) et le fond (7) de l'évidement (2).
2. Système de stockage (1) selon la revendication 1, dans lequel l'élément de support (4) sépare une cavité supérieure (C1) d'une cavité inférieure (C2), ladite cavité supérieure (C1) étant ouverte et comprenant un premier diamètre (D1) supérieur à un deuxième diamètre (D2) de la cavité inférieure (C2).
3. Système de stockage (1) selon la revendication 2, dans lequel la cavité inférieure (C2) est remplie d'un fluide et/ou d'un solide anti-déflagration.
4. Système de stockage (1) selon la revendication 3, dans lequel le fluide et/ou le solide anti-déflagration comprend des agents antibactériens et/ou des agents anti-corrosion.

5 5. Système de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'extrémité supérieure (12) du réservoir (5) comprend un système de bouchon de levage (20) lors de la manipulation du réservoir (5), et un système de raccord (21) des vannes et tuyauteries lors du stockage et de la distribution du fluide contenu dans le réservoir (5).

10 6. Système de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le réservoir (5) comprend au moins un tube (A) métallique, ledit tube (A) métallique présentant au moins une terminaison dotée d'au moins une portion filetée.

15 7. Système de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le réservoir (5) comprend au moins deux tubes (A) métalliques assemblés par vissage, de sorte à former une colonne de tubes (C).

8. Système de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le premier moyen de fermeture (10) et/ou le deuxième moyen de fermeture (13) est apte à fermer le réservoir (5) par vissage.

20 9. Système de stockage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, qui comprend une pluralité de réservoirs (5), chaque réservoir (5) présentant un axe longitudinal, une extrémité inférieure (11) et une extrémité supérieure (12), ladite extrémité supérieure (12) de chaque réservoir (5) étant assemblée à l'élément de support (4) par l'intermédiaire d'un élément d'assemblage (6) de sorte
25 que chaque réservoir (5) soit suspendu à l'intérieur de l'évidement (2).

10. Procédé de stockage souterrain pour le stockage de fluides via un système de stockage (1) selon l'une quelconques des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes :

- 30
- aménagement d'un évidement (2) dans un terrain (3), ledit évidement (2) présentant un fond (7),
 - fourniture d'un élément de support (4) comprenant au moins une ouverture (9) apte à recevoir un élément d'assemblage (6), l'élément d'assemblage (6) comprenant des événements d'aération (17) pour

- permettre au fluide contenu dans le réservoir (5) de s'évacuer en cas de fuite,
- fourniture d'au moins un réservoir (5), ledit réservoir (5) présentant un axe longitudinal, une extrémité inférieure (11) et une extrémité supérieure (12),
 - fourniture d'un premier moyen de fermeture (10) apte à fermer ledit réservoir (5) à son extrémité inférieure (11), et un deuxième moyen de fermeture (13) apte à fermer le réservoir (5) à son extrémité supérieure (12),
 - assemblage de ladite extrémité supérieure (12) à l'élément de support (4) par l'intermédiaire de l'élément d'assemblage (6) de sorte que le réservoir (5) soit suspendu à l'intérieur de l'évidement (2), et qu'un jeu axial (G) apte à absorber une dilatation thermique axiale dudit réservoir (5) subsiste entre le premier moyen de fermeture (10) du réservoir (5) et le fond (7) de l'évidement (2).