

PROCEDE DE FABRICATION D'UN RESERVOIR DE STOCKAGE ENTERRE ET RESERVOIR CORRESPONDANT

5 DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention se rapporte à la construction de structures enterrées, plus particulièrement de réservoirs de stockage enterrés conçus pour contenir un fluide, notamment un liquide, par exemple de l'eau.

10 ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

Il est déjà connu de stocker des fluides tels que l'eau dans des réservoirs partiellement ou totalement enterrés dans le sol.

Ces réservoirs comportent de manière typique une paroi extérieure enterrée dans le sol et formant un système de soutènement de sol délimitant un premier volume à excaver, un radier, et un revêtement intérieur recouvrant la paroi extérieure et relié de manière étanche à la dalle inférieure, afin d'assurer l'étanchéité d'un espace de stockage pour le fluide. Ce revêtement intérieur est traditionnellement formé en acier ou en béton armé coulé directement contre la paroi extérieure et d'un seul tenant avec le radier.

20 La paroi extérieure et le revêtement intérieur doivent faire face à
des forces de traction et de compression importantes dues aux pressions du sol
et des eaux souterraines, ainsi qu'à la pression interne due au fluide. En
particulier, le revêtement intérieur a besoin de renforts importants pour résister
au retrait du béton qui le constitue, aux contraintes thermiques lors de la prise
25 dudit béton, et aux contraintes circonférentielles élevées, qui peuvent conduire
à une fissuration.

Pour se conformer aux normes récentes relatives aux structures de stockage d'eau, il est nécessaire de limiter davantage la largeur maximale des fissures dans les structures. Avec les procédés courants de construction, ceci conduit à augmenter les dimensions du revêtement dans le cas d'un revêtement en acier, ou à augmenter la quantité de ferrailage dans le cas d'un revêtement en béton. Cependant, les coûts supplémentaires peuvent être significatifs du fait des quantités d'acier à mettre en œuvre. De plus, dans le cas d'un revêtement en béton, la densité du ferrailage peut-être très

importante au point qu'il est difficile de placer et de compacter correctement le béton. Enfin, l'étanchéité des structures et leur durabilité peut dépendre fortement de la qualité d'exécution et du contrôle pendant la construction du revêtement.

5 Un objectif de la présente invention est de fournir un procédé de fabrication d'un réservoir de stockage enterré, notamment un réservoir enterré pour le stockage d'un fluide, en particulier un liquide, présentant une résistance améliorée et durable à la fissuration, facile à mettre en œuvre, économique et n'exigeant pas l'utilisation d'une quantité importante de matériaux.

10 Un autre objectif de la présente invention est de fournir un réservoir de stockage enterré présentant une résistance à la fissuration améliorée et durable.

RESUME DE L'INVENTION

15 Un procédé de fabrication d'un réservoir de stockage enterré selon la présente invention comprend au moins les étapes suivantes :

– on forme dans le sol une structure comportant une paroi extérieure formant un premier contour fermé délimitant un premier volume, un radier, et une paroi intérieure formant un deuxième contour fermé délimitant
20 un espace de stockage étanche pour un fluide à l'intérieur du premier volume, et

– on applique sur la paroi intérieure une force de précontrainte orientée vers l'intérieur de l'espace de stockage, de sorte que la paroi intérieure est soumise à une contrainte circonférentielle de compression.

25 La paroi intérieure forme un revêtement intérieur qui délimite, à l'intérieur du premier volume, un espace de stockage étanche pour un fluide devant être stocké. Selon la présente invention, cette paroi intérieure peut être soumise à une force de précontrainte radiale orientée vers l'intérieur de l'espace de stockage avant qu'un fluide ne soit introduit dans cet espace pour y être
30 stocké.

La paroi intérieure est déformée vers l'intérieur de l'espace de stockage, et est soumise à une contrainte circonférentielle de compression.

Dans le cas d'une structure à section circulaire s'étendant autour d'un axe, on définit une direction radiale comme une direction perpendiculaire à l'axe de la structure et passant par cet axe.

5 Une contrainte circonférentielle appliquée à ladite structure est dans ce cas orthoradiale, c'est-à-dire perpendiculaire à une telle direction radiale et à l'axe de la structure.

Lorsqu'on remplit ensuite l'espace de stockage avec le fluide stocké, ce dernier exerce sur la paroi intérieure une pression intérieure radiale, de sorte que la paroi intérieure tend à reprendre sa position initiale.

10 La contrainte circonférentielle due à la précontrainte compense une partie de la contrainte circonférentielle de traction dans la paroi intérieure induite par ladite pression intérieure, de telle sorte que des contraintes de traction résultantes dans la paroi intérieure sont maintenues à des amplitudes suffisamment faibles pour ne pas exiger la mise en œuvre de renforts
15 conséquents, voire éviter complètement la mise en œuvre d'un renfort. La paroi intérieure subit une traction limitée, et la formation de fissures est limitée ou même évitée.

Selon un exemple de mise en œuvre, la paroi extérieure et la paroi intérieure sont formées de façon à être espacées l'une de l'autre, de sorte
20 qu'un espace intermédiaire est formé entre elles.

Selon un exemple, lors de l'étape de précontrainte, on remplit l'espace intermédiaire avec au moins un fluide de précontrainte, le fluide de précontrainte exerçant la force de précontrainte radiale sur la paroi intérieure.

Comme on le sait, les parois en béton se rétractent habituellement pendant la prise du béton. Avec des procédés de construction conventionnels
25 où la paroi intérieure est coulée directement contre la paroi extérieure, la création d'un espace entre les deux parois due au retrait permet à la paroi intérieure de se déformer vers l'extérieur lors du remplissage de l'espace de stockage avec le fluide stocké. La paroi intérieure doit alors être encore plus
30 renforcée afin de limiter la fissuration.

Avec le procédé selon l'invention, la contrainte circonférentielle de compression créée dans la paroi intérieure du fait de la précontrainte bloque le mouvement relatif des parois intérieure et extérieure de telle sorte que la tension créée dans la paroi intérieure, et par conséquent la largeur des fissures

créées dans celle-ci, sont limitées. Des moyens de renfort de la paroi intérieure peuvent donc être encore plus limités ou même omis.

Avantageusement, le fluide de précontrainte est une matière liquide, par exemple de l'eau. Dans ce cas, la force de précontrainte exercée sur la paroi intérieure est due à la pression hydrostatique de la matière liquide versée dans l'espace intermédiaire. La matière liquide peut, dans certains modes de mise en œuvre, conserver son état liquide dans le temps.

Mais le fluide de précontrainte peut aussi être une matière durcissable, plus particulièrement une matière autdurcissable. Par exemple, le fluide de précontrainte peut comprendre du béton, en particulier du béton à prise lente.

Dans le cas où le fluide introduit dans l'espace intermédiaire est une matière durcissable, par exemple du béton, la rhéologie du fluide ainsi que la séquence de coulée sont avantageusement choisies pour ajuster la pression appliquée sur la paroi intérieure.

Par exemple, dans le cas où le fluide est du béton, la rhéologie de celui-ci peut être ajustée (par exemple en utilisant des adjuvants, des retardateurs) de telle sorte qu'il commence à faire prise (durcir) (notamment au fond de l'espace intermédiaire) seulement après que l'espace intermédiaire a été entièrement rempli, assurant ainsi que la force exercée sur le bas de la paroi intérieure soit à la valeur visée.

Le procédé selon l'invention peut également comprendre le contrôle de la vitesse d'introduction du fluide de précontrainte dans l'espace intermédiaire. En particulier, dans le cas où le fluide de précontrainte est une matière durcissable telle que le béton, le fluide peut être introduit dans l'espace intermédiaire en plusieurs phases, c'est-à-dire qu'un deuxième volume de béton peut être introduit dans l'espace seulement une fois qu'un premier volume de béton a déjà fait prise (durci) à l'intérieur de l'espace. La pression maximale mesurée dans le béton peut ainsi être limitée.

Le procédé peut également comprendre le contrôle d'au moins une pression à l'intérieur de l'espace.

Selon un exemple de mise en œuvre, des valeurs limites pour les pressions minimale et maximale du fluide de précontrainte à l'intérieur de l'espace intermédiaire sont établies avant de commencer la coulée.

Selon un exemple de mise en œuvre, avant l'étape de précontrainte, des valeurs limites de compression de la paroi intérieure pendant le remplissage de l'espace intermédiaire sont prédéterminées.

5 Selon un exemple de mise en œuvre, le dessus de l'espace intermédiaire est scellé, l'espace intermédiaire scellé restant relié à des moyens d'alimentation sous pression en une substance de remplissage, et on introduit la substance de remplissage dans l'espace intermédiaire par l'intermédiaire des dits moyens d'alimentation de façon à augmenter la force de précontrainte appliquée sur la paroi intérieure. A noter que la substance de remplissage est
10 généralement un fluide, qui peut être le fluide de précontrainte ou qui peut être un fluide différent, qui peut dans ce cas être ajouté après introduction du fluide de précontrainte par exemple pour ajuster la pression de précontrainte ou augmenter cette pression au cours de la vie de l'ouvrage, si celle-ci vient à diminuer.

15 Pour obtenir la compression finale visée à tout endroit du revêtement, la précontrainte de la paroi intérieure peut également être obtenue (en complément ou comme variante du procédé décrit ci-dessus) en utilisant des procédés conventionnels. Par exemple, la paroi intérieure peut être précontrainte en utilisant des armatures de précontrainte, notamment des
20 armatures installées horizontalement autour de la paroi intérieure. Les armatures peuvent être par exemple des câbles ou des barres.

La présente invention concerne également un réservoir de stockage enterré, notamment un réservoir pour le stockage d'un fluide tel que de l'eau, qui peut être obtenu grâce au procédé de fabrication mentionné ci-dessus.

25 Le réservoir de stockage enterré selon l'invention comporte une structure souterraine comprenant une paroi extérieure formant un premier contour fermé délimitant un premier volume, un radier, et une paroi intérieure formant un deuxième contour fermé délimitant un espace de stockage étanche au fluide pour un fluide à l'intérieur du premier volume, le réservoir étant adapté à être
30 dans un état rempli dans lequel un fluide est stocké dans l'espace de stockage ou dans un état vide dans lequel l'espace de stockage est vide, le réservoir comportant des moyens de précontrainte prévus pour appliquer sur la paroi intérieure une force de précontrainte orientée vers l'intérieur de l'espace de stockage dans au moins une configuration, de sorte que, dans l'état vide du

réservoir, la paroi intérieure est soumise à une contrainte circonférentielle de compression.

5 Selon un exemple de réalisation, la paroi extérieure et la paroi intérieure sont séparées l'une de l'autre par une couche intermédiaire, la couche intermédiaire comportant des moyens de précontrainte.

Selon un exemple de réalisation, la couche comprend une matière durcissable ayant fait prise (durcie), par exemple du béton, qui, dans son état fluide, est prévue pour appliquer une force de précontrainte radiale sur la paroi intérieure.

10 Selon un autre exemple de réalisation, la couche comprend une matière à l'état liquide, ladite matière exerçant sur la paroi intérieure une force de précontrainte vers l'intérieur de l'espace de stockage.

La paroi intérieure peut être une paroi en béton, en particulier une paroi en béton armé, ou peut être formée en acier.

15 La structure périphérique souterraine peut avoir une forme circulaire ou ovale.

Selon une forme de réalisation, la couche intermédiaire peut s'étendre de manière continue sur toute la périphérie de la paroi intérieure.

20 Hormis en cas d'incompatibilité évidente et sauf indication contraire, des caractéristiques d'un exemple de réalisation ou de mise en œuvre décrit ici peuvent être appliquées à d'autres exemples de réalisation ou de mise en œuvre décrits.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

25 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'une cuve de stockage enterrée selon la présente invention ;

30 Les figures 2 à 5 sont des vues en coupe schématiques selon II-II de la figure 1, montrant les différentes étapes de fabrication de la cuve de stockage enterrée de la figure 1 selon un exemple de mise en œuvre de la présente invention ;

Les figures 6a) à 6c) illustrent un deuxième exemple de mise en œuvre dans lequel un fluide de précontrainte est introduit dans l'espace dans un processus pas à pas ;

La figure 7 illustre un troisième exemple de mise en œuvre dans lequel l'espace est scellé avant d'y introduire le fluide de précontrainte ;

La figure 8 illustre un quatrième exemple de mise en œuvre dans lequel une précontrainte de la paroi intérieure est en outre obtenue à l'aide d'armatures de précontrainte horizontales ;

Les figures 9, 9A et 9B illustrent un cinquième exemple de mise en œuvre dans lequel la paroi intérieure est en outre comprimée en utilisant des armatures de précontrainte verticales.

Dans les dessins, des références identiques sur les différentes vues se réfèrent de manière générale aux mêmes éléments.

DESCRIPTION DETAILLEE

Les figures 1 à 5 illustrent un réservoir de stockage enterré selon un exemple de réalisation de la présente invention, en particulier un réservoir prévu pour le stockage de fluides, et en particulier de liquides tels que de l'eau. Un tel réservoir a par exemple un diamètre externe compris entre 10 et 60 mètres, et une hauteur totale comprise entre 10 et 100 mètres.

Le réservoir 100, illustré dans la figure 1, comporte une structure souterraine comprenant une paroi extérieure 20 formant un premier contour fermé délimitant un premier volume V1, un radier 10, et une paroi intérieure 30 formant un deuxième contour fermé délimitant, à l'intérieur du premier volume V1, un espace de stockage étanche S pour un fluide stocké W.

Dans la présente description, sauf indication contraire, le bas et le haut d'une structure sont définis le long d'un axe vertical, la partie basse se référant à la partie inférieure de la structure, dirigée vers la profondeur du sol.

Dans l'exemple illustré, le réservoir 100 est ouvert à son extrémité supérieure 100a. Cependant, bien que cela ne soit pas représenté, il est également possible que le réservoir soit pourvu d'une structure de recouvrement.

Dans la présente description, un état rempli du réservoir 100 est défini comme un état dans lequel un fluide est stocké dans l'espace de stockage

S. Au contraire, un état où l'espace de stockage S est vide (c'est-à-dire qu'il n'y a pas de fluide stocké à l'intérieur de cet espace) est défini comme un état vide du réservoir 100.

Comme il apparaîtra à la lecture de la description qui suit, le
5 réservoir comporte, dans l'exemple de la figure 1, des moyens de précontrainte prévus, dans au moins une configuration, pour appliquer sur la paroi intérieure 30 une force de précontrainte radiale orientée vers l'intérieur de l'espace de stockage et pour appliquer dans le même temps, sur la paroi extérieure 20 une force de précontrainte radiale orientée vers l'extérieur de l'espace de stockage.
10 Du fait desdits moyens, dans l'état vide du réservoir, la paroi intérieure 30 est soumise à une contrainte circonférentielle de compression.

Quand le réservoir 100 est rempli avec un fluide stocké comme cela est représenté sur la figure 1, une pression intérieure due au fluide stocké est exercée sur la paroi intérieure 30, induisant une contrainte circonférentielle
15 de traction dans ladite paroi. Du fait de la précontrainte, cette contrainte de traction dans la paroi intérieure 30 est équilibrée par la contrainte de compression déjà existante, empêchant par conséquent la formation de fissures dans la paroi intérieure 30.

La structure d'un tel réservoir sera mieux comprise à la lumière
20 des étapes de fabrication de celui-ci décrites ci-dessous en référence aux figures 2 à 5.

De façon usuelle, la paroi extérieure 20 est tout d'abord formée dans le sol G et le sol contenu dans le premier volume V1 ainsi délimité est ensuite excavé. Le radier 10 est alors formé. La paroi extérieure 20 et le radier
25 10 forment ainsi la structure de base du réservoir représentée sur la figure 2, qui définit dans le sol une excavation de forme correspondante.

Comme cela est représenté par exemple sur les figures 1 et 2, la paroi extérieure 20 forme une paroi de soutènement verticale épaisse ayant sa surface extérieure 20c en contact avec le sol G. Dans l'exemple illustré, la paroi
30 extérieure 20 a une forme générale cylindrique s'étendant autour d'un axe vertical principal X1. Dans l'exemple, lorsqu'elle est vue en projection dans un plan horizontal, la paroi extérieure 20 présente une forme circulaire. Selon d'autres formes de réalisation cependant, la paroi extérieure 20 peut avoir n'importe quelle autre forme adaptée, en particulier une forme ovale.

La paroi extérieure 20 est typiquement fabriquée en béton armé. Elle peut par exemple être réalisée par la technique des parois moulées in situ, en particulier en réalisant une pluralité de panneaux moulés individuels, à la suite ou bien de manière alternée. Cet exemple n'est cependant pas limitatif, et la paroi extérieure peut être fabriquée également par la technique connue des parois berlinoises ou par des systèmes de palplanches ou n'importe quelle autre technique appropriée pour la réalisation de fondations profondes. Les techniques mentionnées ci-dessus sont bien connues de l'homme du métier et ne sont pas décrites plus en détail ici.

Le radier 10 est relié à la paroi extérieure 20, de préférence de façon étanche. Le radier 10 s'étend horizontalement depuis la partie inférieure de la paroi extérieure 20, et est généralement réalisé en béton armé.

Comme cela est représenté sur la figure 3, la paroi intérieure 30 est alors formée pour délimiter, à l'intérieur du premier volume, un espace de stockage étanche S pour le fluide stocké W.

La paroi intérieure 30 recouvre la paroi extérieure par l'intérieur et est liée au radier 10 de manière étanche. De façon avantageuse, des joints étanches à l'eau (non représentés) peuvent être prévus à la jonction de la paroi intérieure 30 avec le radier 10.

La paroi intérieure 30 peut être réalisée en béton, notamment en béton fibré. Elle peut par exemple être construite en utilisant la technique du coffrage glissant.

Dans l'exemple de réalisation illustré, la paroi intérieure 30 présente une forme cylindrique centrée sur l'axe X1 et s'étend ainsi parallèlement à la paroi extérieure 20. La paroi intérieure 30 est espacée de la paroi extérieure 20 dans une direction radiale (c'est-à-dire une direction perpendiculaire à l'axe X1 et coupant cet axe), sur toute sa circonférence et ici sur toute sa hauteur. Un anneau ou espace intermédiaire 40 est ainsi formé entre les parois intérieure et extérieure 30, 20.

Dans le présent exemple de réalisation, la contrainte circonférentielle de compression mentionnée ci-dessus dans la paroi intérieure 30 est obtenue en introduisant un fluide de précontrainte dans l'espace 40, dans une étape illustrée sur la figure 4.

Dans l'exemple, le fluide de précontrainte est du béton (repéré C dans les dessins), qui peut être coulé directement dans l'espace intermédiaire 40 via une ou plusieurs trémies 42.

5 Quand le béton C contenu dans l'espace est dans son état fluide, du fait de la pression du béton C, la paroi intérieure 30 subit une déformation vers l'intérieur de l'espace de stockage, avec pour résultat une contrainte circonférentielle de compression. Les traits en pointillés D1 dans la figure 4 montrent de façon amplifiée la déformation de la paroi intérieure 30.

10 De manière avantageuse, des limites pour la pression minimale et la pression maximale du béton C à l'intérieur de l'espace intermédiaire sont établies avant de commencer la coulée, et des moyens sont utilisés, pendant la coulée du béton C dans l'espace intermédiaire 40, pour surveiller la pression à l'intérieur de cet espace 40.

15 Ces moyens peuvent comprendre des capteurs 50 comme illustré sur la figure 4, tels que capteurs de pression, reliés à la surface pour fournir des résultats en temps réel aux opérateurs.

20 De manière avantageuse, le béton C est choisi pour avoir une prise lente, de telle sorte qu'il commence à prendre au fond de l'espace 40 seulement après que l'espace intermédiaire 40 a été entièrement rempli, assurant ainsi que la force de pression F1 exercée par le béton versé C à l'extrémité inférieure de la paroi intérieure 30 soit maximale.

25 Comme cela est représenté sur les figures 1 et 5, l'anneau formé entre les parois intérieure et extérieure 20, 30 forme une couche intermédiaire 70 de béton. La couche intermédiaire forme une structure bien distincte des parois extérieure et intérieure, une première et une deuxième surface de jonction étant bien visibles entre respectivement la couche intermédiaire 70 et la paroi extérieure 20 et la couche intermédiaire 70 et la paroi intérieure 30. La couche intermédiaire 70 moulée entre les parois extérieure et intérieure forme, cependant, une construction unitaire avec lesdites parois, empêchant que des
30 vides soient formés entre elles.

La figure 5 montre le réservoir une fois que le béton C a durci et que l'espace de stockage S a été rempli avec du fluide stocké, notamment de l'eau W.

La pression intérieure exercée par le fluide stocké W sur la paroi intérieure 30 est représentée par les flèches F3, sur la figure 5.

La réaction de ladite paroi intérieure 30, précontrainte par le fluide de précontrainte C, est représentée par la flèche F2.

5 Comme conséquence de la pression du fluide stocké F3, la paroi intérieure 30 tend à se déformer vers l'extérieur (c'est-à-dire vers l'extérieur de l'espace de stockage), induisant ainsi une contrainte circonférentielle de traction dans la paroi intérieure.

10 La contrainte circonférentielle de compression de la paroi intérieure 30, due à la précontrainte, équilibre cette tension résultant de la pression de fluide stocké, de telle sorte que les contraintes de traction exercées sur la paroi intérieure restent à des niveaux acceptables. La paroi intérieure subit une traction limitée, et la formation de fissures est limitée ou même évitée.

15 La déformation résultante de la paroi intérieure 30 est représentée de façon amplifiée par le trait en pointillés D2, sur la figure 5.

Dans certains cas, on souhaite que la pression maximale dans l'espace intermédiaire ne dépasse pas une valeur prédéterminée.

20 De plus, des valeurs limites de compression appliquée à la paroi intérieure 30 pendant le remplissage de l'espace intermédiaire 40 peuvent être préétablies et des moyens (non représentés) peuvent être prévus pour contrôler la déformation de la paroi intérieure 30 pendant la précontrainte, par exemple des jauges de contrainte.

25 Selon un exemple de mise en œuvre illustré sur les figures 6a) à 6c), on peut, afin de ne pas dépasser ces valeurs limites, contrôler la vitesse d'introduction du béton dans l'espace intermédiaire.

En particulier, le béton C peut être introduit en plusieurs phases dans l'espace 40.

30 Comme cela est représenté sur la figure 6a), un premier volume de béton C1 est introduit dans l'espace 40 afin de remplir une partie (ici le tiers inférieur) de l'espace intermédiaire 40.

Après prise complète du premier volume de béton, et comme représenté sur la figure 6b), un deuxième volume de béton C2 est introduit

dans l'espace intermédiaire, remplissant ainsi une deuxième partie (ici un deuxième tiers) de l'espace 40.

Ensuite, après la prise du deuxième volume C2, un troisième volume de béton C3 est introduit dans l'espace, au-dessus des premier et
5 deuxième volumes C1, C2 (figure 6c)).

La pression maximale dans le béton augmentant avec la hauteur maximale de béton liquide, on comprend facilement que, selon ce processus en plusieurs phases, la pression maximale mesurée dans le béton est limitée en
10 comparaison de l'exemple de réalisation décrit en référence à la figure 4. En conséquence, la force de précontrainte appliquée sur la paroi intérieure est également limitée.

Dans d'autres cas, au contraire, la pression obtenue dans l'espace intermédiaire, sous pression atmosphérique, peut ne pas être suffisante.

Dans ces cas, le dessus de l'espace intermédiaire peut être scellé
15 par un couvercle 62 comme cela est représenté sur la figure 7, et une pression supplémentaire peut être appliquée.

L'espace intermédiaire scellé peut être relié à des moyens d'alimentation 60 configurés pour délivrer une substance de remplissage dans cet espace intermédiaire, la substance de remplissage étant la même ou étant
20 différente de la matière de précontrainte, et la substance de remplissage peut être introduite dans l'espace intermédiaire sous pression, par l'intermédiaire des moyens d'alimentation 60. La pression supplémentaire peut être appliquée par le haut de l'espace, à travers un trou 64 formé dans le couvercle 62, ou à travers des trous 66 placés dans des emplacements quelconques de la paroi
25 intérieure 30, en fonction de la compression visée à chaque endroit.

La force de précontrainte appliquée sur la paroi intérieure est ainsi augmentée.

L'exemple de réalisation de la figure 8 fournit une autre solution permettant d'obtenir la compression finale souhaitée à chaque emplacement du
30 revêtement.

Comme illustré, la précontrainte de la paroi intérieure est encore améliorée ici par des armatures de précontrainte 80 disposées horizontalement à l'intérieur de l'espace intermédiaire 40 et entourant la paroi intérieure 30. Ces

câbles peuvent être installés dans l'espace 40 avant d'y introduire le fluide de précontrainte.

Selon encore un autre exemple de réalisation illustré sur les figures 9, 9A et 9B, la paroi intérieure peut être davantage précontrainte en utilisant des armatures de précontrainte verticales 82 par exemple ancrées dans le radier en béton 10 et fixées à l'extrémité supérieure de la paroi intérieure 30. Comme cela est représenté sur la figure 9A qui est une vue en coupe le long de la ligne IXA-IXA de la figure 9, une pluralité de câbles 82 peut être répartie dans la direction circonférentielle, de préférence de manière régulière.

Les exemples de réalisation décrits ci-dessus ne sont cependant pas limitatifs de la présente invention.

Comme exemple, le fluide de précontrainte peut ne pas être une matière durcissable telle que du béton. Le fluide de précontrainte peut par exemple être de l'eau ou n'importe quel autre fluide restant dans un état liquide.

Dans ce cas, la couche intermédiaire 70 est constituée d'un liquide, le liquide exerçant une force sur la paroi intérieure 30 vers l'intérieur de l'espace de stockage 10 pendant toute la durée de vie du réservoir.

De plus, dans ce cas, des ouvertures telles que les trous 64, 66 décrits en référence à la figure 7 peuvent avantageusement être maintenues accessibles de telle sorte que du fluide de précontrainte ou toute autre substance de remplissage peut être ajouté(e) dans l'espace intermédiaire afin de maintenir la pression adéquate sur la paroi intérieure 30 pendant toute la durée de vie du réservoir 100.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un réservoir de stockage enterré (100) comprenant au moins les étapes suivantes :
 - 5 – on forme dans le sol une structure comportant une paroi extérieure (20) formant un premier contour fermé délimitant un premier volume (V1), un radier (10), et une paroi intérieure (30) formant un deuxième contour fermé délimitant un espace de stockage étanche (S) pour un fluide à l'intérieur du premier volume (V1), et
 - 10 – on applique sur la paroi intérieure (30) une force de précontrainte orientée vers l'intérieur de l'espace de stockage (S), de sorte que la paroi intérieure est soumise à une contrainte circonférentielle de compression.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, selon lequel la paroi extérieure (20) et la paroi intérieure (30) sont formées de façon à être espacées l'une de l'autre, de sorte qu'un espace intermédiaire (40) est formé entre elles, et lors de l'étape de précontrainte, on remplit l'espace intermédiaire (40) avec au moins un fluide de précontrainte (C), le fluide de précontrainte (C) exerçant la
- 20 force de précontrainte sur la paroi intérieure (30).
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel le fluide de précontrainte (C) est une matière durcissable.
- 25 4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le fluide de précontrainte (C) comprend du béton, en particulier du béton à prise lente.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel on contrôle la vitesse d'introduction du fluide de précontrainte (C) dans
- 30 l'espace intermédiaire (40).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel on contrôle au moins une pression à l'intérieur de l'espace intermédiaire (40).

5

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dans lequel on scelle le dessus de l'espace intermédiaire (40), l'espace intermédiaire scellé restant relié à des moyens d'alimentation (60) en une substance de remplissage, et on introduit la substance de remplissage dans l'espace intermédiaire par l'intermédiaire des moyens d'alimentation (60) de façon à augmenter la force de précontrainte appliquée sur la paroi intérieure (30).

10

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la paroi intérieure (30) est formée après que la paroi extérieure (20) a été formée et après que le sol à l'intérieur du premier volume (V1) a été retiré.

15

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la paroi intérieure (30) est précontrainte en utilisant des armatures de précontrainte (80, 82).

20

10. Réservoir de stockage enterré (100) comportant une structure souterraine comprenant une paroi extérieure (20) formant un premier contour fermé délimitant un premier volume (V1), un radier et une paroi intérieure (30) formant un deuxième contour fermé délimitant un espace de stockage étanche (S) pour un fluide à l'intérieur du premier volume, le réservoir étant adapté à être dans un état rempli dans lequel un fluide est stocké dans l'espace de stockage ou dans un état vide dans lequel l'espace de stockage est vide, le réservoir comportant des moyens de précontrainte prévus pour appliquer sur la paroi intérieure (30) une force de précontrainte orientée vers l'intérieur de l'espace de stockage (S) dans au moins une configuration, de sorte que, dans l'état vide du réservoir, la paroi intérieure (20) est soumise à une contrainte circonférentielle de compression.

25

30

11. Réservoir de stockage enterré (100) selon la revendication 10, dans lequel la paroi extérieure (20) et la paroi intérieure (30) sont séparées l'une de l'autre par une couche intermédiaire (70), et la couche intermédiaire comporte des moyens de précontrainte.

5

12. Réservoir de stockage enterré (100) selon la revendication 11, dans lequel la couche intermédiaire (70) comprend une matière durcissable ayant fait prise, notamment du béton.

10 13. Réservoir de stockage enterré (100) selon la revendication 11, dans lequel la couche intermédiaire (70) est formée d'une matière à l'état liquide, ladite matière exerçant sur la paroi intérieure (30) une force orientée vers l'intérieur de l'espace de stockage (S).

15 14. Réservoir de stockage enterré (100) selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel la couche intermédiaire (70) s'étend de manière continue sur toute la périphérie de la paroi intérieure (30).

20 15. Réservoir de stockage enterré (100) selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, dans lequel la paroi intérieure (30) est une paroi en béton.

25 16. Réservoir de stockage enterré (100) selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, dans lequel la paroi intérieure (30) est composée d'acier.