

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 14.05.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 18.06.99 Bulletin 99/24.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-  
MIQUE Etablissement de caractere scientifique techni-  
que et industriel — FR.

⑦2 Inventeur(s) : SERRE COMBE PIERRE et BLOCH  
DIDIER.

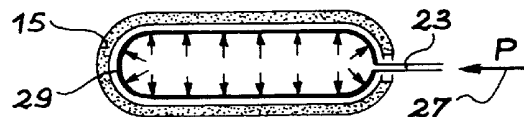
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BREVATOME.

⑤4 PROCEDE DE FABRICATION D'UNE ENVELOPPE ETANCHE ET D'UN RESERVOIR ETANCHE DE STOCKAGE, ET RESERVOIR ETANCHE DE STOCKAGE.

⑤7 La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'une enveloppe étanche, et à un procédé de fabrication d'un réservoir étanche, l'enveloppe étanche et le réservoir étanche étant destinés notamment à un stockage d'un fluide liquide ou gazeux sous pression. Ledit procédé comprend une étape d'introduction d'une préforme d'enveloppe étanche dans une enveloppe structurante (15) et une étape de mise en forme de la préforme en enveloppe étanche (29) pour former le réservoir.

L'invention se rapporte également à un réservoir pouvant être fabriqué selon le procédé de l'invention.



**PROCEDE DE FABRICATION D'UNE ENVELOPPE ETANCHE  
ET D'UN RESERVOIR ETANCHE DE STOCKAGE, ET  
RESERVOIR ETANCHE DE STOCKAGE**

5

**DESCRIPTION**

**Domaine technique de l'invention**

L'invention se rapporte à un procédé de fabrication d'une enveloppe étanche et d'un réservoir étanche, ainsi qu'à un réservoir étanche pouvant être obtenu par ledit procédé.

L'enveloppe étanche et le réservoir étanche selon l'invention peuvent être particulièrement intéressants pour un stockage d'un fluide liquide ou gazeux sous pression.

Le réservoir étanche permet par exemple le stockage d'un gaz sous pression, à petites molécules, tel que de l'hydrogène ou d'un liquide utilisé comme combustible pour piles à combustible.

L'enveloppe étanche et le réservoir selon l'invention ne sont cependant pas limité à ce type de stockage, ils permettent également de stocker un liquide, un solide, un gaz comprenant de fines particules en suspension, à une pression égale ou supérieure à la pression atmosphérique.

Le confinement d'un fluide liquide ou gazeux est d'autant plus difficile à obtenir que les molécules constituant le fluide sont petites et que la pression de ce fluide est grande.

L'étanchéité d'un réservoir est précisément définie par sa capacité de confinement d'un fluide liquide ou gazeux.

Une fuite, même petite, peut avoir de multiples conséquences, tant sur le plan de la disponibilité du fluide stocké que sur le plan de la sécurité.

L'étanchéité d'un réservoir est généralement  
5 facile à obtenir et avec une très bonne qualité. C'est essentiellement la nature des matériaux constituant le réservoir qui peut être responsable de fuites. Un choix judicieux de ces matériaux et de l'élaboration du réservoir permet d'éliminer les fuites possibles.  
10 Toutefois, les procédés actuellement utilisés pour la fabrication de réservoir étanches présentent l'inconvénient d'être relativement complexes, et ils nécessitent souvent une grande quantité de matériaux.

Il en résulte des réservoirs lourds et/ou coûteux.  
15

#### **Exposé de l'invention**

La présente invention a précisément pour but de fournir un procédé de fabrication d'une enveloppe étanche, appelée également vessie, et d'un réservoir  
20 étanche comprenant une enveloppe étanche et une enveloppe structurante.

Le procédé de fabrication d'une enveloppe étanche selon l'invention comprend les étapes consistant à :

- 25 - introduire dans une enveloppe structurante une préforme creuse d'une enveloppe étanche, ladite préforme étant sensiblement de même forme et de taille inférieure à ladite enveloppe structurante, et déformable dans des conditions déterminées fonctions de la nature physique et  
30 chimique de ladite préforme, et
- mettre en forme ladite préforme en enveloppe étanche dans ladite enveloppe structurante dans lesdites conditions déterminées par application

d'un différentiel de pression uniformément réparti sur la surface de ladite préforme entre l'intérieur et l'extérieur de celle-ci, de telle façon que l'enveloppe étanche vienne se  
5 plaquer contre et à l'intérieur de ladite enveloppe structurante, et

- séparer l'enveloppe étanche formée de ladite enveloppe structurante.

10 Le procédé selon l'invention de fabrication d'un réservoir étanche comprenant une enveloppe externe de structure de réservoir et une enveloppe interne étanche comprend la fabrication d'une enveloppe étanche selon le procédé de l'invention, et comprend en outre une  
15 étape consistant à disposer l'enveloppe étanche fabriquée dans une enveloppe externe de structure de réservoir de manière à former ledit réservoir étanche, ladite enveloppe étanche formant ladite enveloppe étanche interne dudit réservoir.

20 Le procédé selon l'invention de fabrication d'un réservoir étanche comprenant une enveloppe externe de structure de réservoir et une enveloppe interne étanche comprend les étapes consistant à :

- introduire dans une enveloppe structurante une  
25 préforme creuse d'une enveloppe étanche, ladite préforme étant sensiblement de même forme et de taille inférieure à ladite enveloppe structurante, et déformable dans des conditions déterminées fonctions de la nature physique et chimique de ladite préforme, et  
30 - mettre en forme ladite préforme en enveloppe étanche dans ladite enveloppe dans lesdites conditions déterminées par application d'un

différentiel de pression uniformément réparti sur la surface de ladite préforme entre l'intérieur et l'extérieur de celle-ci, de telle façon que l'enveloppe étanche vienne se  
5 plaquer contre et à l'intérieur de ladite enveloppe structurante, l'ensemble enveloppe structurante et enveloppe étanche plaquée constituant le réservoir étanche, ladite  
10 enveloppe structurante formant ladite enveloppe externe de structure de réservoir, et ladite enveloppe étanche formant ladite enveloppe interne étanche du réservoir.

Le procédé de l'invention est particulièrement  
15 avantageux pour la fabrication d'une enveloppe étanche et d'un réservoir étanche.

L'invention réside notamment dans le fait que l'enveloppe étanche est mise en forme dans une enveloppe structurante. Ladite enveloppe étanche ayant  
20 pour fonctions d'être étanche et d'assurer l'étanchéité d'un réservoir fabriqué selon le procédé de l'invention. Cette enveloppe étanche peut aussi dans certains cas assurer une fonction de tenue mécanique, notamment lorsqu'elle est destinée à stocker seule,  
25 sans enveloppe structurante, un fluide ou un gaz.

Selon l'invention, l'enveloppe structurante a notamment pour fonction de donner sa forme à l'enveloppe étanche formée, mais aussi d'assurer la tenue mécanique d'un réservoir fabriqué lorsqu'elle  
30 constitue l'enveloppe externe de structure de réservoir.

Lorsque l'enveloppe étanche assure simultanément les fonctions d'étanchéité et de tenue mécanique ou

lorsqu'elle est utilisée comme enveloppe interne étanche d'un réservoir muni d'une enveloppe externe de structure de réservoir réalisée par ailleurs, l'enveloppe étanche formée est séparée de l'enveloppe structurante utilisée selon l'invention pour mettre en forme l'enveloppe étanche. L'enveloppe structurante peut alors être réalisée en deux parties au moins pour permettre cette séparation. Selon l'invention, cette enveloppe structurante peut être réutilisée, pour fabriquer d'autres enveloppes étanches, ou détruite.

L'enveloppe structurante détermine la forme et la capacité de l'enveloppe étanche ou du réservoir fabriqué selon le procédé de l'invention. Cette enveloppe structurante peut avoir une forme quelconque, de préférence, selon le procédé de l'invention, elle est de forme sphérique, cylindrique ou cylindrosphérique de toute préférence de forme sphérique ou cylindrosphérique.

Une forme d'enveloppe structurante présentant des angles pourrait nuire à l'efficacité du procédé de l'invention. En effet, lors de la mise en forme de la préforme de l'enveloppe en enveloppe étanche, par application d'un différentiel de pression uniformément réparti sur la surface de ladite préforme entre l'intérieur et l'extérieur de celle-ci, il est important que l'enveloppe étanche vienne se plaquer sensiblement en même temps contre et à l'intérieur de ladite enveloppe structurante et sur toute la surface de celle-ci. La présence d'angles dans l'enveloppe structurante entraînerait une formation de zones de moindre résistance de l'enveloppe étanche formée, le plaquage de l'enveloppe étanche pouvant requérir une distension plus grande au niveau de ces angles.

L'enveloppe structurante, lorsqu'elle forme l'enveloppe externe de structure de réservoir, peut aussi être destinée dans certains cas, à supporter la pression d'un fluide gazeux ou liquide, par exemple  
5 dans le cas d'une fabrication d'un réservoir destiné à contenir un fluide sous pression.

L'enveloppe structurante est de préférence constituée d'un matériau pouvant résister à la pression, et ayant une bonne tenue mécanique. Selon  
10 l'invention, l'enveloppe structurante est de préférence autosupportée.

Le matériau de l'enveloppe structurante peut être par exemple un matériau composite, un matériau thermoplastique, un matériau à base de métal, ou un  
15 mélange de ces matériaux.

Lorsque ce matériau est un matériau composite, il peut comprendre par exemple des fibres, fils ou mèches qui peuvent être tissés, tricotés ou bobinés, et un liant ou matrice.

20 L'enveloppe structurante peut être réalisée selon le procédé d'enroulement filamentaire décrit notamment par Weiss et Bord dans "Les matériaux composites", Edition Usines Nouvelles, Paris vol. 2, 1983.

L'enveloppe structurante est rendue étanche, pour  
25 former un réservoir conformément au procédé de l'invention, par mise en place sur sa surface interne d'une enveloppe étanche formée à partir d'une préforme d'une enveloppe étanche.

La préforme de l'enveloppe étanche est  
30 sensiblement de même forme que l'enveloppe structurante. En effet, lors de la mise en forme de celle-ci dans l'enveloppe structurante, il est important que l'enveloppe étanche vienne se plaquer

sensiblement en même temps contre et à l'intérieur de l'enveloppe structurante de manière à obtenir une enveloppe étanche uniformément répartie à l'intérieur de ladite enveloppe structurante. Pour la même raison, 5 de préférence, selon le procédé de l'invention, la préforme est sensiblement centrée dans l'enveloppe structurante pour sa mise en forme.

Par exemple, lorsque le réservoir fabriqué est de forme cylindrosphérique, l'enveloppe structurante est 10 de cette forme, et la préforme de l'enveloppe étanche est de préférence de forme sensiblement cylindrique ou sensiblement cylindrosphérique.

Selon l'invention, la préforme est d'une taille inférieure à l'enveloppe structurante. En effet, 15 l'introduction de la préforme dans l'enveloppe doit pouvoir se faire de manière aisée, et sans endommager l'enveloppe structurante et/ou la préforme de l'enveloppe étanche lorsque cette dernière est déformable, notamment lorsque la mise en forme de la 20 préforme en enveloppe étanche nécessite une montée en température de celle-ci.

De manière avantageuse, l'enveloppe structurante étant par exemple de forme cylindrosphérique, et la préforme de l'enveloppe étanche étant sensiblement de 25 même forme et de taille inférieure à l'enveloppe structurante, la préforme est introduite par une des deux extrémités de l'enveloppe structurante par un orifice aménagé dans celle-ci. Cet orifice est fonction du diamètre de la préforme, et il est de préférence le 30 plus petit possible.

La préforme de l'enveloppe étanche est déformable dans des conditions déterminées fonction de sa nature chimique et physique. Selon l'invention, la préforme de

l'enveloppe étanche peut avantageusement être constituée d'un matériau choisi parmi un matériau thermoplastique, ou un matériau à base de métal. En effet, de par leur nature chimique, ces matériaux sont déformables à chaud, à une température proche et inférieure à leur température de fusion.

Les conditions déterminées de déformation de la préforme sont alors un chauffage de la préforme auxdites températures.

Le matériau thermoplastique peut être tout matériau thermoplastique déformable à une certaine température supérieure à la température ambiante, stable à température ambiante, et étanche. L'homme du métier comprendra aisément que ce matériau est de préférence choisi parmi les matériaux thermoplastique ou à base de métal compatibles avec le fluide à stocker.

Par exemple, le matériau thermoplastique peut être choisi parmi un polypropylène, un polyéthylène, un poly(chlorure de vinyle), un polystyrène, un copolymère de styrène, un polymère fluoré, et un polyimide.

Par exemple, le matériau à base de métal peut être de l'aluminium, ou un alliage d'aluminium, et de manière générale un métal compatible avec le fluide à stocker.

Par exemple, la température de déformation pour la mise en forme d'une préforme constituée d'aluminium est inférieure à 600°C, de préférence de 400 à 500°C, et de toute préférence de 450 à 500°C.

Selon l'invention, la préforme de l'enveloppe étanche est creuse et possède une quantité de matière adéquate pour que l'enveloppe étanche formée à partir de cette préforme, dans l'enveloppe structurante, ait

une épaisseur suffisante pour assurer l'étanchéité du réservoir fabriqué. De plus, en cas de fuite, lorsque le réservoir fabriqué contient un fluide sous pression, l'enveloppe étanche doit avoir une épaisseur  
 5 suffisamment fine pour qu'elle se déchire avant l'enveloppe de structure de réservoir afin d'éviter une mise en vitesse de rupture simultanée de l'enveloppe étanche et de l'enveloppe de structure.

L'épaisseur de la préforme à utiliser est  
 10 déterminée en fonction du matériau de la préforme et de l'épaisseur requise de l'enveloppe étanche à former.

Afin d'éviter une rupture de la préforme lors de sa mise en forme, il est nécessaire de prévoir en fonction de l'élasticité du matériau dans les  
 15 conditions déterminées de déformation de la préforme, une épaisseur de matériau, entre l'intérieur et l'extérieur de la préforme, suffisante pour supporter cette mise en forme.

Lorsque l'épaisseur de l'enveloppe étanche,  
 20 constituée d'un certain matériau, requise pour fabriquer un réservoir étanche conformément à l'invention est  $e$  en m, la surface de l'intérieur de l'enveloppe structurante est de  $s$  en  $m^2$ , l'épaisseur requise de la préforme creuse est de  $E$  en m, et la  
 25 surface extérieure de cette préforme est  $S$  en  $m^2$ , la relation liant l'épaisseur requise de l'enveloppe étanche et l'épaisseur requise de la préforme est la suivante :

$$e \times s \simeq E \times S,$$

30 et l'épaisseur requise de la préforme en m est  $E \simeq \frac{e \times s}{S}$ .

Par exemple, lorsque le matériau constituant la préforme est à base d'aluminium, et lorsque l'enveloppe

structurante a un diamètre interne de 0,18 m et une longueur de 1 m, la préforme peut avoir un diamètre interne de 0,03 m et une épaisseur de  $3 \times 10^{-3}$  m. Une préforme d'aluminium présente généralement une élasticité de 7 à 10% en longueur avant rupture à température ambiante.

Le moyen de chauffage utilisé pour chauffer la préforme peut être n'importe quel moyen de chauffage connu de l'homme du métier pour chauffer un matériau et le porter à une température déterminée.

Selon l'invention, lorsque la préforme comprend un matériau à base de métal, on utilise avantageusement un chauffage par induction qui présente les avantages d'être rapide et précis.

Avantageusement, selon l'invention, la préforme peut être en un matériau thermoplastique comprenant une charge de métal, de manière à pouvoir être chauffée par induction.

Selon l'invention, la préforme de l'enveloppe étanche peut être chauffée avant ou après introduction de celle-ci dans l'enveloppe structurante lorsque le moyen de chauffage utilisé et le matériau de la préforme le permettent. C'est le cas par exemple d'un matériau de préforme comprenant du métal et d'un chauffage par induction.

Dès que la préforme est dans les conditions déterminées de sa déformation, le chauffage est arrêté, la préforme est introduite dans l'enveloppe si elle n'y est pas déjà, et mise en forme d'enveloppe étanche.

Cette mise en forme de la préforme est réalisée dans les conditions déterminées de déformation, par application d'un différentiel de pression uniformément réparti entre l'intérieur et l'extérieur de celle-ci de

telle façon que l'enveloppe étanche vienne se plaquer contre et à l'intérieur de l'enveloppe structurante.

Le différentiel de pression permet, par gonflement, une distension de la préforme de l'enveloppe étanche déformable qui vient se plaquer  
5 contre l'enveloppe structurante pour former une enveloppe étanche.

Le différentiel de pression peut être appliqué en créant une dépression entre la préforme et l'enveloppe  
10 structurante et/ou en créant une surpression, par rapport à la pression existante entre la préforme et l'enveloppe structurante, dans l'enveloppe structurante.

Ce différentiel de pression peut être obtenu par  
15 injection dans la préforme creuse d'un fluide liquide ou gazeux sous pression. Ce fluide peut par exemple être de l'air ou de l'argon sous pression, et de manière plus générale, un gaz sous pression, non réactif avec le matériau de la préforme.

20 Le fluide liquide ou gazeux sous pression peut être chauffé à une température proche de la température de déformation de la préforme.

Lorsque l'enveloppe étanche est plaquée contre l'enveloppe structurante, le chauffage ayant été  
25 arrêté, et le matériau refroidi à la température ambiante, celle-ci n'est plus déformable et reste plaquée contre l'enveloppe.

De façon avantageuse, selon le procédé de l'invention, la préforme de l'enveloppe étanche  
30 comprend un tube, ou embout, qui est un prolongement ladite préforme de telle manière que lorsque la préforme est introduite dans l'enveloppe par un orifice, par exemple aménagé à l'une de ses extrémités,

l'embout dépasse de l'orifice et donc de l'enveloppe structurante. Cet embout peut alors servir de conduite pour créer le différentiel de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la préforme pour la mise  
5 en forme de cette dernière par exemple par injection d'air comprimé sous pression par cet embout dans la préforme.

Lorsque le réservoir est formé, c'est-à-dire lorsque l'enveloppe étanche a été mise en forme dans  
10 l'enveloppe structurante, l'embout émergeant de l'enveloppe structurante constitue alors une conduite de remplissage du réservoir fabriqué selon le procédé de l'invention.

Les avantages du procédé de l'invention sont  
15 nombreux. Parmi ces avantages, on peut noter les suivants :

- une réalisation rapide,
- une mise en oeuvre d'une enveloppe étanche en aluminium très mince,
- 20 - une absence de soudure notamment pour associer au réservoir un embout de remplissage de celui-ci,
- pas de contraintes sur l'enveloppe étanche au cours du bobinage de l'enveloppe structurante,
- 25 - puisque celle-ci est réalisée sur un moule, et
- un gain de productivité de l'ordre de 20%.

L'invention se rapporte également à un réservoir comportant une enveloppe structurante et une enveloppe  
30 étanche, ladite enveloppe étanche étant supportée par ladite enveloppe structurante.

L'invention se rapporte également à un réservoir étanche comprenant une enveloppe étanche fabriquée selon le procédé de l'invention.

5 L'enveloppe étanche peut être une enveloppe étanche à un fluide liquide ou gazeux à pression atmosphérique ou à une pression supérieure à la pression atmosphérique.

Selon l'invention, l'enveloppe étanche peut donc assurer une fonction d'étanchéité du réservoir, et  
10 l'enveloppe structurante assure une fonction structurante du réservoir.

Cette fonction structurante peut comprendre notamment la tenue mécanique du réservoir, sa capacité, sa forme et sa résistance à la pression d'un fluide  
15 gazeux ou liquide qu'il est éventuellement destiné à contenir.

Cette fonction est décrite dans l'exposé des procédés de l'invention.

Selon l'invention, l'enveloppe structurante et  
20 l'enveloppe étanche peuvent être constituées des matériaux respectivement décrits pour le procédé de l'invention.

Selon l'invention, l'épaisseur de l'enveloppe structurante peut être d'environ 0,001 m à 0,1 m.

25 Selon l'invention, l'enveloppe étanche peut être par exemple une enveloppe étanche d'aluminium d'une épaisseur d'environ  $0,1 \times 10^{-3}$  à  $3 \times 10^{-3}$ .

Selon l'invention, l'enveloppe étanche peut être prolongée par un embout de remplissage du réservoir,  
30 qui émerge de l'enveloppe structurante.

Le réservoir selon l'invention est particulièrement avantageux pour le stockage de fluides

sous pression, notamment gazeux, mais n'exclut pas d'autres stockages.

Il trouve par exemple une application dans le stockage d'hydrogène sous pression notamment de piles à  
5 combustible.

Ainsi, la présente invention se rapporte également à un réservoir étanche pour un stockage d'hydrogène de piles à combustible, ledit réservoir étant constitué d'un réservoir selon l'invention.

10 Le réservoir selon l'invention présente de nombreux avantages qui sont un gain de poids et de coût de matière d'environ 50%, une grande sûreté de fonctionnement du fait de l'absence de soudure pour l'embout et du fait du contact intime entre l'enveloppe  
15 étanche et l'enveloppe structurante.

Il permet également un stockage environ cinq fois plus important de fluide qu'un réservoir de l'art antérieur à poids égal, ce qui entraîne notamment une économie pour le transport du réservoir.

20 L'exposé de l'invention est ci-après illustré par un mode de réalisation préférentiel donné à titre d'exemple non limitatif en référence aux figures en annexe.

#### 25 **Description des figures**

- la figure 1 illustre un bobinage d'un fil autour d'un moule pour la fabrication d'une enveloppe structurante ;
- la figure 2 illustre le retrait du moule de  
30 l'enveloppe structurante fabriquée autour de celui-ci ;
- la figure 3 illustre une enveloppe structurante et une préforme de l'enveloppe étanche mise

dans des conditions déterminées pour sa déformation ;

5 - la figure 4 illustre l'introduction de la préforme de l'enveloppe étanche dans l'enveloppe structurante ;

10 - la figure 5 illustre la mise en forme d'une préforme de l'enveloppe étanche en enveloppe étanche dans une enveloppe structurante par application d'un différentiel de pression dans ladite préforme ;

15 - la figure 6 illustre la séparation de l'enveloppe structurante et de l'enveloppe étanche pour utiliser l'enveloppe étanche par ailleurs.

### Exemples

#### Exemple 1 : fabrication d'une enveloppe structurante

Les figures 1 et 2 illustrent un mode de fabrication d'une enveloppe structurante.

20 Sur la figure 1, un fil 1 est bobiné à partir d'un bras 9 d'amenée du fil autour d'un noyau 3 de forme cylindrosphérique de 0,18 m de diamètre et de 1 m de long.

25 Dans cet exemple, le noyau est composé d'un matériau soluble dans l'eau et le fil est en fibres de carbone de type T300 (marque déposée) de la société TORAY.

30 Le fil est imprégné de résine époxyde avant d'être bobiné sur le noyau par passage dans une solution de cette résine (non représenté sur la figure 1).

Le noyau est fixé sur un axe 5 rotatif d'un tour 7 et le bras 9 est mobile en va-et-vient le long de l'axe 5 de rotation du moule.

L'enroulement du fil 1 autour du noyau peut être contrôlé par un contrôle de la vitesse de rotation du noyau autour de l'axe 5, par un contrôle de la vitesse de déplacement en va-et-vient du bras 9, représenté par  
5 les flèches sur la figure 1, le long de l'axe 5, et par un contrôle de la tension du fil bobiné autour du noyau. Le contrôle de la tension du fil bobiné peut être réalisé en contrôlant la vitesse d'amenée du fil pour le bobinage et la vitesse de rotation du noyau.

10 Le bras 9 mobile peut être muni d'un dispositif permettant de régler la tension du fil.

La vitesse de déplacement du bras 9 détermine également, en fonction de la vitesse de rotation du noyau autour de l'axe 5, l'angle de bobinage du fil  
15 autour du noyau.

Le bobinage est interrompu dans cet exemple à une épaisseur uniforme de fil sur le moule de 10 mm.

La résine époxyde est durcie à température ambiante, et le composite fil/résine durcie formé  
20 constitue l'enveloppe structurante 15 illustrée sur la figure 2.

Le noyau en plâtre est ensuite retiré de l'enveloppe structurante 15 par dissolution dans l'eau, comme illustré sur la figure 2, et versé dans une cuve  
25 de réception 19.

On obtient une enveloppe structurante 15 vide, de forme cylindrosphérique, autosupportée, de 0,18 m de diamètre interne et de 1 m de long.

30 Exemple 2 : fabrication d'un réservoir étanche selon l'invention

Dans cet exemple, on utilise l'enveloppe structurante 15 dont la fabrication a été précédemment

décrite pour fabriquer un réservoir comprenant une enveloppe externe de structure de réservoir et une enveloppe interne étanche.

La préforme de l'enveloppe étanche utilisée dans  
5 cet exemple est un tube creux d'aluminium d'une longueur de 0,95 m, d'un diamètre interne de 30 mm et d'une épaisseur de 3 mm.

La figure 3 illustre cette préforme 21. Ce tube  
10 d'aluminium comporte une première et une deuxième extrémités. La première extrémité du tube est borgne et la deuxième extrémité de ce tube est prolongée par un embout 23 qui est un prolongement de la préforme 21, de diamètre inférieur à cette dernière.

La préforme 21 est chauffée très rapidement à  
15 440-500°C par un moyen de chauffage 25 par induction puis introduit à cette température dans l'enveloppe structurante 15 de manière à y occuper une position sensiblement centrale comme illustré sur la figure 4.

On applique ensuite un différentiel de pression  
20 uniformément réparti sur la surface de ladite préforme chauffée entre l'intérieur et l'extérieur de celle-ci en introduisant dans la préforme 25 par l'embout 23 de l'air à une pression de  $7 \times 10^7$  Pa, de telle façon que celle-ci se gonfle et vienne se plaquer contre et à  
25 l'intérieur de l'enveloppe structurante pour former une enveloppe étanche.

La figure 5 illustre cette mise en forme de la  
préforme 25 en enveloppe étanche 29 dans l'enveloppe structurante 15.

30 L'épaisseur de l'enveloppe étanche d'aluminium formée est d'environ 0,001 m.

Sur cette figure, les flèches indiquent la pression appliquée à l'intérieur de la préforme pour la mise en forme de cette dernière en enveloppe étanche.

On obtient un ensemble enveloppe structurante/enveloppe étanche formant un réservoir étanche, l'enveloppe étanche étant l'enveloppe interne étanche du réservoir et l'enveloppe structurante étant l'enveloppe externe de structure du réservoir.

L'embout 23 qui a servi à la montée en pression permet de relier ledit réservoir à des moyens de remplissage de celui-ci par le fluide sous pression et à des moyens de fermeture dudit réservoir après remplissage.

Ce réservoir trouve par exemple une application en tant que réservoir hyperbare, réservoir d'hydrogène de piles à combustible, et pour des équipements d'intervention civile ou militaire, notamment pour le stockage d'un fluide liquide ou gazeux, particulièrement pour le stockage d'un gaz y compris d'un gaz à petites molécules tel que l'hydrogène.

### Exemple 3 : fabrication d'une enveloppe étanche

Dans cet exemple, on utilise une enveloppe structurante 15a, fabriquée de la même manière que l'enveloppe structurante 15 décrite dans l'exemple 1, mais cette enveloppe 15a est coupée en deux, dans le sens de la longueur, pour former deux moitiés d'enveloppe structurante 15a. L'enveloppe étanche est mise en forme dans l'enveloppe structurante 15a de la même manière que dans l'exemple 2 précédent, les deux moitiés d'enveloppe structurante étant liées lors de cette mise en forme.

La figure 6 illustre cet exemple d'application du procédé de l'invention.

Lorsque l'enveloppe étanche est formée, l'enveloppe structurante 15a est séparée en ses deux  
5 moitiés et retirée de l'enveloppe étanche. L'enveloppe étanche 29 peut alors être utilisée par ailleurs comme réservoir étanche, sans l'enveloppe structurante, ou comme enveloppe étanche pour un réservoir comprenant une enveloppe externe de structure de réservoir et une  
10 enveloppe interne étanche, l'enveloppe étanche formant l'enveloppe interne de ce réservoir. Dans ce dernier cas, l'enveloppe étanche est disposée dans une enveloppe externe de structure de réservoir de manière à former un réservoir étanche. Cette enveloppe externe  
15 de structure peut être fabriquée par exemple suivant l'exemple 1 précédent.

L'enveloppe structurante 15a peut alors être réutilisée pour fabriquer une autre enveloppe étanche 29 par exemple selon l'exemple 2 précédent.

**REVENDEICATIONS**

1. Procédé de fabrication d'une enveloppe étanche  
d'un réservoir, ledit procédé comprenant les étapes  
5 consistant à :

- introduire dans une enveloppe structurante une  
préforme creuse d'une enveloppe étanche, ladite  
préforme étant sensiblement de même forme et de  
taille inférieure à ladite enveloppe  
10 structurante, et déformable dans des conditions  
déterminées fonctions de la nature physique et  
chimique de ladite préforme, et
- mettre en forme ladite préforme en enveloppe  
étanche dans ladite enveloppe structurante dans  
15 lesdites conditions déterminées par application  
d'un différentiel de pression uniformément  
réparti sur la surface de ladite préforme entre  
l'intérieur et l'extérieur de celle-ci, de  
telle façon que l'enveloppe étanche vienne se  
20 plaquer contre et à l'intérieur de ladite  
enveloppe structurante, et
- séparer l'enveloppe étanche formée de ladite  
enveloppe structurante.

25 2. Procédé de fabrication d'un réservoir étanche  
comprenant une enveloppe externe de structure de  
réservoir et une enveloppe interne étanche, ledit  
procédé comprenant la fabrication d'une enveloppe  
étanche selon le procédé de la revendication 1, et  
30 comprenant en outre une étape consistant à disposer  
l'enveloppe étanche fabriquée dans une enveloppe  
externe de structure de réservoir de manière à former  
ledit réservoir étanche, ladite enveloppe étanche

formant ladite enveloppe étanche interne dudit réservoir.

3. Procédé de fabrication d'un réservoir étanche  
5 comprenant une enveloppe externe de structure de réservoir et une enveloppe interne étanche, ledit procédé comprenant les étapes consistant à :

- 10 - introduire dans une enveloppe structurante une préforme creuse d'une enveloppe étanche, ladite préforme étant sensiblement de même forme et de taille inférieure à ladite enveloppe structurante, et déformable dans des conditions déterminées fonctions de la nature physique et chimique de ladite préforme, et
- 15 - mettre en forme ladite préforme en enveloppe étanche dans ladite enveloppe structurante dans lesdites conditions déterminées par application d'un différentiel de pression uniformément réparti sur la surface de ladite préforme entre  
20 l'intérieur et l'extérieur de celle-ci, de telle façon que l'enveloppe étanche vienne se plaquer contre et à l'intérieur de ladite enveloppe structurante, l'ensemble enveloppe structurante et enveloppe étanche plaquée  
25 constituant le réservoir étanche, ladite enveloppe structurante formant ladite enveloppe externe de structure de réservoir, et ladite enveloppe étanche formant ladite enveloppe interne étanche du réservoir.

30

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'enveloppe structurante a une forme choisie parmi une forme

sphérique, une forme cylindrique ou une forme cylindrosphérique.

5 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'enveloppe structurante est autosupportée.

10 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'enveloppe structurante est constituée d'un matériau choisi parmi un matériau composite, un matériau thermoplastique, et un matériau à base de métal.

15 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'enveloppe structurante est constituée d'un matériau composite comprenant des fibres, fils ou mèches et un liant.

20 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la préforme de l'enveloppe étanche est constituée d'un matériau choisi parmi un matériau thermoplastique, ou un matériau à base de métal.

25 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la préforme est constituée d'un matériau à base de métal tel que l'aluminium, ou un alliage d'aluminium.

30 10. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la préforme est constituée d'un matériau thermoplastique comprenant une charge métallique.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, dans lequel les conditions déterminées en fonction de la nature chimique de la préforme sont un chauffage de la préforme à une  
5 température proche et inférieure à la température de fusion du matériau constituant la préforme.

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel le chauffage de la préforme est réalisé au moyen d'un  
10 chauffage par induction.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, dans lequel le différentiel de pression est appliqué par injection d'un fluide liquide  
15 ou gazeux sous pression dans la préforme.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, dans lequel le différentiel de pression est appliqué par injection d'air ou d'argon  
20 sous pression dans la préforme.

15. Procédé selon la revendication 13 ou 14, dans lequel la préforme est prolongée par un embout qui dépasse de l'enveloppe structurante lorsque la préforme  
25 a été introduite dans cette dernière.

16. Réservoir étanche comprenant une enveloppe structurante et une enveloppe étanche, ladite enveloppe étanche étant supportée par ladite enveloppe  
30 structurante.

17. Réservoir étanche comprenant une enveloppe étanche selon la revendication 1.

18. Réservoir étanche selon la revendication 16 ou 17, dans lequel l'enveloppe structurante est constituée d'un matériau choisi parmi un matériau composite, un matériau thermoplastique, et un matériau à base de métal.

19. Réservoir étanche selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, dans lequel l'enveloppe étanche est constituée d'un matériau comprenant un matériau thermoplastique ou un matériau métallique.

20. Réservoir étanche selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, dans lequel l'enveloppe étanche est constituée d'un matériau métallique choisi parmi de l'aluminium, ou un alliage d'aluminium.

21. Réservoir étanche selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, dans lequel l'enveloppe étanche est en aluminium.

22. Réservoir étanche selon la revendication 21, dans lequel l'enveloppe étanche a une épaisseur d'environ  $0,1 \times 10^{-3}$  à  $3 \times 10^{-3}$  m.

23. Réservoir étanche selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, dans lequel l'enveloppe étanche est prolongée par un embout de remplissage dudit réservoir qui émerge de l'enveloppe structurante.

24. Réservoir étanche pour le stockage d'hydrogène de piles à combustible, ledit réservoir étant constitué

d'un réservoir selon l'une quelconque des  
revendications 17 à 23.

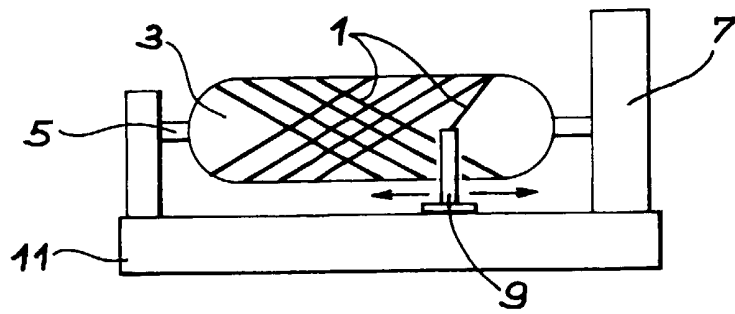


FIG. 1

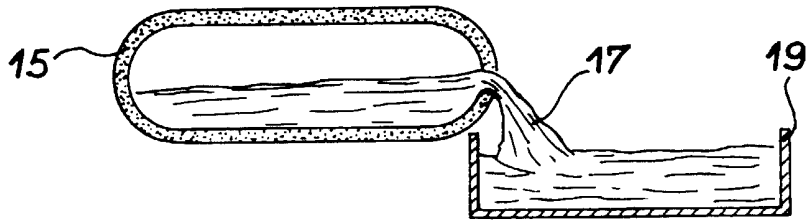


FIG. 2

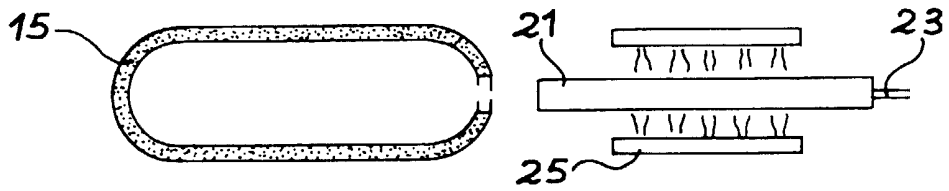


FIG. 3

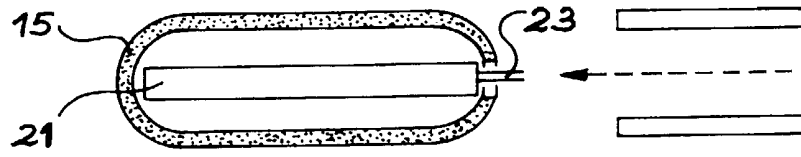


FIG. 4

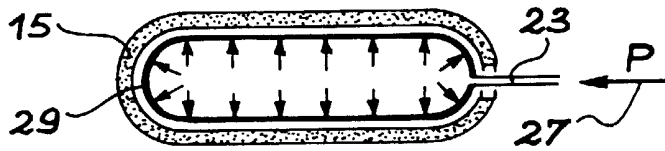


FIG. 5

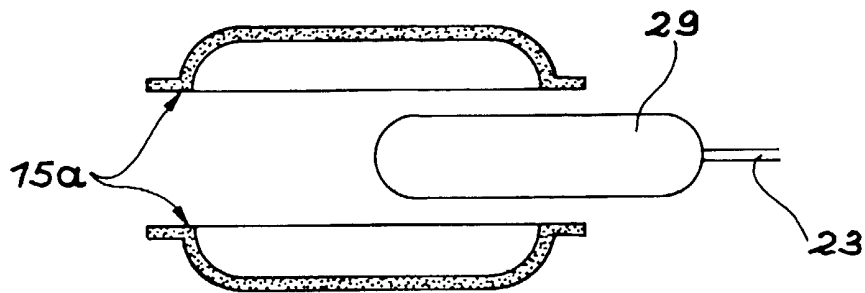


FIG. 6

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	FR 2 430 833 A (FOA MICHEL) 8 février 1980  * figures 2-10 *	1, 2, 5, 6, 8, 11, 14, 16-19, 23
X	EP 0 194 827 A (BRITISH AEROSPACE) 17 septembre 1986 * revendications 1,2; figures *	1, 2, 8, 9, 13
X	FR 2 579 731 A (NOIROT MT) 3 octobre 1986  * abrégé; figures *	3, 5, 6, 8, 11, 13-16, 18, 19, 23
X	US 3 426 940 A (BROERMAN ARTHUR B) 11 février 1969 * figures 2-4 *	3, 5-7, 16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 103 (M-377), 8 mai 1985 & JP 59 226799 A (TAIJI TANIGAKI), 19 décembre 1984 * abrégé *	16, 18-21
A	DE 35 26 561 A (HERRMANN HELGA MARGOT) 5 février 1987 * abrégé * * colonne 4, ligne 33 - colonne 5, ligne 15 *	1-3
X	DE 196 01 761 A (RABE JUERGEN) 31 juillet 1997 * le document en entier *	16
A	FR 1 345 493 A (CONTINENTAL CAN COMPANY) 9 mars 1964 * figures *	1, 3
A	FR 1 345 493 A (CONTINENTAL CAN COMPANY) 9 mars 1964 * figures *	1, 16
	-/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
15 janvier 1999		Kosicki, T
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou amorce-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>

 1  
 EPD FORM 1993 01.02 (P.06/07)

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 556467  
FR 9806104

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP 0 840 054 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 6 mai 1998 * abrégé; figures *	1, 16
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (InCL.6)
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
15 janvier 1999		Kosicki, T
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  O : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		