

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 06297

(54) Procédé et dispositif de fabrication d'une enveloppe cylindrique de grandes dimensions dont la surface intérieure doit être dimensionnée avec une tolérance rigoureuse.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). B 21 D 51/18; B 65 D 88/06 // F 42 B 37/00.

(22) Date de dépôt..... 30 mars 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 39 du 1-10-1982.

(71) Déposant : LE ROLLAND Marcel Désiré Guillaume et Société anonyme dite : SOUDURE ET
MECANIQUE APPLIQUEES DU VAL NOTRE-DAME, résidant en France.

(72) Invention de : Marcel Désiré Guillaume Le Rolland.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Kessler,
14, rue de Londres, 75441 Paris Cedex 09.

Les phénomènes de coopération industrielle qui ont accompagné le développement de l'industrie aéronautique ont conduit à transporter et à stocker des produits, tels notamment que des missiles à tête nucléaire, et présentant les caractéristiques suivantes :

- 5 - poids élevé,
- grandes dimensions,
- forme, notamment cylindrique, définie très précisément,
- faible résistance aux efforts de flexion,
- sensibilité aux variations de température.

10 Pour ce faire, on entoure le produit transporté d'une enveloppe de protection, généralement constituée de plusieurs segments, dont le processus de fabrication comprend quatre étapes essentielles :

- préparation des pièces constitutives de chaque segment,
- usinage desdites pièces en fonction des tolérances,
- 15 - obtention des segments, notamment par collage ou par soudage des pièces constitutives,
- assemblage de ces derniers en vue d'obtenir l'enveloppe désirée.

 L'état actuel de la technique permet d'obtenir des enveloppes
20 constituées de deux "peaux métalliques", l'une intérieure, l'autre extérieure, emprisonnant entre elles une nappe de "mousse".

 Toutefois, la géométrie très précise de ces enveloppes exige des tolérances très faibles, de l'ordre du dixième de millimètre, ce qui entraîne un usinage extrêmement poussé des pièces constitutives . Cet
25 usinage est d'autant plus difficile et demande par conséquent un appareillage d'autant plus important et un temps de travail plus long que les dimensions de l'enveloppe sont plus grandes.

 Les difficultés sont telles qu'il en résulte des rebus nombreux qui grèvent les prix de revient des enveloppes. Parallèlement, le positionnement des centres de gravité se trouve fortement perturbé.
30

 La présente invention a pour principal objet de remédier à ces inconvénients d'une façon à la fois simple et efficace.

 Elle propose un procédé de fabrication d'enveloppes éliminant la nécessité d'un usinage fort délicat pour chaque segment d'enveloppe.

35 En effet, ledit procédé se distingue par le fait que son application suppose l'utilisation d'un mandrin usiné préalablement avec la précision requise à la forme intérieure exacte des segments d'enveloppe qu'il permettra de mettre en forme.

Ainsi, la phase délicate constituée par un usinage très précis est exécutée une seule fois lors de la fabrication du mandrin, quel que soit le nombre de segments d'enveloppe fabriqués.

Ledit procédé, qui va maintenant être décrit en détail, consiste
5 à :

- positionner et appliquer, sur le mandrin, une "tôle mince" dont les dimensions correspondent à celles du développement géométrique du mandrin,
- 10 - exercer sur la tôle ainsi mise en forme sur le mandrin des efforts afin de l'immobiliser sur ledit mandrin et assurer entre eux un contact parfait en tous points,
- positionner une carcasse rigide sur la tôle mince,
- assujettir la tôle mince à la carcasse,
- 15 - relâcher les efforts immobilisant la tôle mince en forme sur le mandrin,
- dégager du mandrin la coquille constituée par la carcasse rigide et la tôle mince.

Ainsi, on réalise une coquille dans laquelle la carcasse rigide maintient la tôle intérieure dans une forme qui constitue une empreinte
20 rigoureuse du mandrin.

La bonne application de la tôle mince sur le mandrin pourra être avantageusement facilitée par les trois opérations suivantes :

- Avant le positionnement de la tôle mince sur le mandrin, on cinte cette tôle jusqu'à l'obtention d'une courbure correspondant sensiblement à celle du mandrin.
- 25 - Au cours de son application, on entoure la tôle mince de sangles dont la tension permet de serrer la tôle sur le mandrin.
- Enfin, avant de dégager la tôle mince du mandrin, on exerce
30 sur une grande partie de sa face extérieure une surpression uniforme.

Une carcasse conforme à l'invention sera réalisée préférentiellement en assemblant :

- une tôle extérieure
- 35 - sur des raidisseurs, notamment transversaux.

Selon une variante d'un tel mode de réalisation, on fixe,

- sur la carcasse, notamment le long des génératrices extrêmes,
- des raidisseurs longitudinaux.

Selon une forme particulièrement avantageuse de l'invention, on fixe la carcasse par rapport au mandrin,

- par serrage des raidisseurs longitudinaux de ladite carcasse
- sur la table supportant le mandrin.

5 Selon une autre forme particulièrement avantageuse de l'invention et lors de la mise en place de la carcasse, on rattrape le jeu entre

- les raidisseurs
- et la tôle mince enveloppant le mandrin.

10 Dans un mode d'application préféré de l'invention, pour rattraper le jeu, on enduit convenablement

- de colle
- chaque emplacement de la tôle mince sur lequel un raidisseur de la carcasse est destiné à être appliqué.

15 Ainsi, la tôle intérieure se trouve fixée à la carcasse par collage et on obtient une coquille à double paroi dont l'intérieur présente des espaces clos.

20 Conformément à l'invention, pour augmenter la pression à l'intérieur des espaces clos de la coquille, on injecte, dans lesdits espaces clos, un produit à l'état fluide, solidifiable, dont la solidification s'accompagne d'un accroissement de volume.

On s'assure du remplissage desdits espaces clos, par le produit fluide injecté, notamment en constatant le reflux de ce produit.

25 Dans une variante de l'invention, on utilise comme produit fluide un produit synthétique polymérisable à forte expansion et à bonne adhérence.

L'invention sera mieux comprise grâce à la description qui suit et qui en illustre, avec référence aux dessins annexés, un mode de réalisation non limitatif.

Sur ces dessins :

- 30 - La figure 1 est une vue en perspective illustrant le positionnement et l'application d'une tôle mince sur un mandrin demi-cylindrique ;
- La figure 2, similaire à la figure 1, montre la mise en place de sangles permettant de fixer la tôle mince contre le mandrin ;
- 35 - La figure 3 représente un détail, à plus grande échelle, de la fixation d'une sangle sur la table portant le mandrin ;
- La figure 4, similaire aux figures 1 et 2, montre la mise en place de la carcasse ;

- La figure 4A est un détail, à plus grande échelle, d'une chandelle permettant le guidage de la carcasse lors de sa mise en place ;
- La figure 5 est une coupe transversale du mandrin recouvert par la tôle mince et la carcasse ;
- 5 - Les figures 6, 7, 8 et 9 illustrent les différentes étapes de remplissage de la carcasse par un produit polymérisable.
- La figure 10 est une vue en perspective d'une enveloppe et présentant un arrachement qui montre l'agencement intérieur de la carcasse.

10 En se reportant à la figure 1, on voit un mandrin 1 s'appuyant sur une table 2.

La forme de ce mandrin 1 est cylindrique de section demi-circulaire, de rayon "R" et de longueur "L" et est constitué de tronçons 3 de même forme et même rayon "R" mais qui diffèrent entre eux par leur longueur "l" qui est évidemment inférieure à "L"; ces tronçons 3
15 étant disposés bout à bout, en parfaite coïncidence et assemblés entre eux par un clavettage demi-circulaire pour former le mandrin 1. Chaque tronçon 3 possède une structure à base d'éléments triangulés 3b.

On indiquera que la surface externe de ces tronçons 3 est parfaitement usinée et présente des tolérances très petites par rapport à la
20 valeur du rayon "R". De plus, la constitution de ces tronçons 3 est telle qu'ils peuvent supporter des efforts radiaux très grands sans présenter de déformations sensibles. Enfin, la longueur "L" du mandrin 1 est obtenue en choisissant des tronçons 3 de telle sorte que
25 l'addition de leurs longueurs respectives "l" soit égale à "L".

La table 2 est de forme rectangulaire et ses dimensions en longueur "L'" et largeur "l'" sont plus grandes que les dimensions en plan "L" et "2R" du mandrin 1, l'écart "e" entre l'un des bords longitudinaux 1a de ce mandrin 1 et le bord longitudinal 2a lui correspondant de la table 2 étant égal à au moins trente centimètres.
30

La face supérieure 2b de la table 2 comporte deux clavettes linéaires 4 qui correspondent aux bords longitudinaux 1a du mandrin 1 et qui sont insérées dans des mortaises 5 aménagées sur les bords 3a correspondants des tronçons 3. De la sorte, ces tronçons 3 se trouvent solidaires de la table 2 pour former le mandrin 1.
35

Un berceau 8 permettant de "rouler" une tôle mince 7 est placé le long du mandrin 1. Ce berceau 8 est monté sur des moyens (non représentés) qui permettent de le basculer (flèche F1) sur le mandrin 1.

Le mandrin 1 décrit plus haut est utilisé comme suit :

- on nettoie sa surface externe 1b,
- on place manuellement et on roule la tôle mince 7 dans le berceau 8 sous forme d'un demi-cylindre circulaire dont le rayon présente une tolérance d'environ quelques millimètres par rapport au rayon "R" du mandrin 1,
- on bascule (flèche F1) le berceau 8 sur le mandrin 1 de façon à mettre en place la tôle mince 7 roulée sur ce mandrin 1 et on évacue le berceau 8,
- puis (figure 2), on place une sangle plate 9 sur chaque bord demi-circulaire de la tôle mince 7 et, de place en place (par exemple tous les dix à douze centimètres), on dispose une sangle 10 en forme de cordon, sur cette tôle mince 7.

Les extrémités de ces sangles 9 et 10 sont équipées (figure 3) d'éléments de tige filetée 10b qui sont engagés dans des trous 11 convenablement aménagés dans la table 2 (figure 2) suivant les bords longitudinaux 1a du mandrin 1 ; des écrous 12 vissés sur ces tiges filetées 10b et appliqués sur la face inférieure 2c de la table 2 permettant ainsi :

- de fixer la tôle mince 7 par rapport au mandrin 1,
- d'exercer sur ces sangles 9 et 10 des efforts de tractions (flèche H1 sur la figure 3) qui engendrent des poussées T de ces dernières sur la tôle mince 7, ce qui entraîne par serrage une réduction de la dispersion géométrique sur le rayon lui assurant une valeur inférieure à un millimètre.

Sur la figure 4, on voit une carcasse demi-cylindrique 13 dont les dimensions correspondent à celles du mandrin 1. Cette carcasse 13 est constituée d'une tôle extérieure cintrée 14 assemblée à des raidisseurs longitudinaux, rectilignes et transversaux demi-circulaires 15 et présentant sur chacune de ses deux génératrices extrêmes 13a, une languette 20 percée de trous 21.

Ces deux languettes 20 constituent deux raidisseurs longitudinaux d'extrémité dont les trous 21 sont enfilés sur des chandelles 19 en fin de mise en place de la carcasse 13 sur la tôle mince 7.

Chacune des chandelles 19 présente (figure 4A) une partie filetée 19a passée à travers un trou 22 de la table 2 pour être fixée à cette table 2 à l'aide d'un écrou 23; les trous 22 étant convenablement aménagés dans la table 2 (figure 2) suivant les bords longitudinaux 1a

du mandrin 1. La surface interne de chaque raidisseur 15 qui sera en contact avec la tôle mince 7 est usinée à une grande précision.

La mise en place de la carcasse 13 sur la tôle mince 7 s'effectue de la manière suivante :

- 5 - on enduit la surface extérieure 7a de la tôle mince 7 de colle 17 en excès (épaisseur de l'ordre de quatre millimètres) sur des emplacements 18 correspondant aux raidisseurs 15,
- on amène et on positionne la carcasse 13 en la descendant (flèche F2) par un moyen de manutention, par exemple un
10 pont roulant 16, la fin de la descente étant guidée avec une grande précision par les chandelles coniques 19. Ainsi, le positionnement de la carcasse 13 est affiné lors de la descente par la forme conique des chandelles 19 et, durant la phase ultime, celle-ci vient en contact avec la tôle mince 7
15 exactement sur les emplacements 18, la colle 17 permettant de fixer les raidisseurs transversaux et longitudinaux 15 de la carcasse 13 sur la tôle mince 7.

La figure 5 est une coupe transversale du mandrin 1 portant le segment 24 constitué par la carcasse fixée sur la tôle mince 7. Des
20 systèmes 25 (tels que des serres joints) permettent de fixer chaque languette 20 de la carcasse 13 sur la table 2.

On comprend qu'il existe à l'intérieur du segment 24 des espaces clos 26 identiques entre eux, délimités par les raidisseurs longitudinaux et transversaux 15, la tôle mince 7 et la tôle extérieure 14 et que ces
25 espaces clos 26 peuvent être remplis par un produit polymérisable 27.

Les figure 6, 7, 8 et 9 permettent d'expliquer les principales étapes du processus de remplissage des espaces clos 26 par le produit polymérisable 27.

Chaque espace clos 26 présente en son milieu un orifice de remplissage 28 dont le diamètre est de l'ordre de vingt millimètres et, sur
30 sa partie supérieure, deux événements 29 dont le diamètre se situe autour de quatre millimètres. Le produit 27 est obtenu de façon classique par mélange d'une résine et d'un agent de polymérisation stockés dans un appareil 31 muni d'un mélangeur 31a et d'un tuyau d'injection 30 (Fig.
35 6). La quantité de produit 27 versée dans chaque espace clos 26 est fonction du volume de ces espaces clos et telle qu'en fin de polymérisation tout l'espace clos 26 est rempli de mousse 27a sous pression. Cette méthode permet d'obtenir après polymérisation un produit ho-

5 mogène de densité définie et constante dans tous les espaces clos. Sitôt cette quantité versée dans chaque espace clos 26, on occulte l'orifice de remplissage 28 par soudage d'un cache provisoire 33 de diamètre supérieur à celui de l'orifice (Fig. 7). Quelques secondes plus tard, lorsque la mousse 27a en formation arrive au niveau des événements 29, on bouche ces derniers, par soudage, à l'aide de caches 34 (figure 8). Chaque espace clos 26 est rempli de mousse 27a qui noie les sangles 9 à l'état "perdu".

10 La durée de toutes ces opérations n'excède pas vingt secondes. En vue d'accélérer la polymérisation de la mousse 27a, on peut chauffer le produit 27 par exemple à l'aide d'un moyen de chauffage 35 placé sous le mandrin 1. Ensuite, on enlève le cache provisoire 33 de l'orifice de remplissage 28 pour le boucher par un cache définitif 36 (Fig. 9).

15 Enfin, lorsque la mousse 27a est bien durcie, on désolidarise le segment 24 du mandrin 1 en dévissant les écrous 12 des tiges filetées 10b et en enlevant les systèmes 25 fixant chaque languette 20 sur la table 2. On coupe alors les sangles 9 et 10 au ras des bords 24a du segment 24 ainsi constitué et dont l'intérieur est une réplique fidèle du mandrin 1.

20 Il est utile de noter qu'avantageusement

- la tôle mince 7 est inoxydable,
- avant toute opération et en vue de faciliter l'adhérence de la mousse 27a sur les parois de chaque espace clos 26, on rend ces parois rugueuses par :

- 25 . un léger grenailage sur la surface convexe de la tôle mince 7
- 30 . un enduit comportant en suspension des fibres (en amiante par exemple) et anticorrosif s'il y a lieu, appliqué sur la surface concave de la tôle mince 14 de la carcasse 13.

35 On obtient ensuite par assemblage de deux segments 24 identiques entre eux une enveloppe "E" de grandes dimensions (fig. 10), ayant notamment un rayon de l'ordre du mètre et possédant une bonne isolation thermique grâce à la mousse 27a. On pourra réaliser une enveloppe de grande longueur en assemblant au moins deux enveloppes élémentaires (E et E') dans le prolongement l'une de l'autre. L'assujettissement de deux enveloppes élémentaires successives sera accompli

par boulonnage de deux brides 37 semi-circulaires à chacune desdites enveloppes élémentaires. On remarque (voir l'arrachement de la figure 10) la constitution interne de chaque segments 24, la tôle mince 7, interne à l'enveloppe "E", est solidaire de la carcasse 13 par les raidisseurs 15.

Ce processus de fabrication permet, en outre, d'obtenir une enveloppe comportant au moins un hublot 100 (Fig. 2), nécessaire si l'on désire pouvoir inspecter le matériel stocké à l'intérieur de l'enveloppe. Pour cela, on utilise une tôle mince 7 présentant un orifice 101 de dimensions adaptées à celles du hublot 100 (Fig. 1). On utilise également pour la carcasse 13, une tôle 14 présentant un orifice 104 analogue en dimensions et en position à l'orifice 101. Puis, on colle sur le bord 102 de l'orifice 101 une collerette 103 pour constituer la paroi du hublot 100 (Fig. 2). La fixation se fait aussi par collage. Celle-ci peut être améliorée dans les deux cas par soudage.

Ainsi une enveloppe "E" pesant "à vide" 6,5 tonnes et "en charge" 42 tonnes, de diamètre intérieur de deux mètres et de huit mètres de longueur, peut être obtenue à partir de trois paires de segments 24 mises bout à bout et formées de deux segments accolés par leurs languettes 20. Ces segments 24 sont fabriqués à partir de tôle mince de 2 millimètres d'épaisseur sur un mandrin de 1 mètre de rayon et de 3 mètres de long. Pour cette réalisation, les sangles 9 en forme de cordons ont un diamètre de 8 à 10 millimètres et les languettes 20 ont une largeur de 160 millimètres et les raidisseurs longitudinaux et transversaux 15 ont une hauteur variant de 60 à 70 millimètres.

On comprend donc que ce processus de fabrication permet la réalisation d'une enveloppe respectant des tolérances très étroites avec un taux de rebut nettement inférieur à celui résultant d'un processus au cours duquel chaque élément requiert un usinage fort problématique.

On notera que l'application uniforme de la tôle mince sur le mandrin au moyen d'une surpression uniforme permet d'obtenir une très grande précision de définition du rayon intérieur de l'enveloppe.

On remarquera par ailleurs que l'assemblage constitué par

- la tôle extérieure,
- les raidisseurs
- et la tôle mince

permet de réaliser une coquille à double paroi dont l'intérieur présente des espaces clos aptes à contenir un produit fluide.

On constate que l'injection d'un produit synthétique polymérisable à forte expansion en fin d'application de la tôle mince sur le mandrin

5 permet :

- d'une part, d'exercer instantanément une surpression uniforme sur la face extérieure de la tôle mince, contribuant à augmenter la précision obtenue sur le rayon R de la tôle mince,
- 10 - d'autre part, d'améliorer de façon notable, après solidification dudit produit, l'isolation thermique procurée par la coquille.

On remarquera enfin que l'existence de raidisseurs fixés sur les bords extrêmes de chaque carcasse permet de constituer une enveloppe
15 en reliant entre eux les raidisseurs correspondants de plusieurs coquilles.

L'enveloppe réalisée conformément au mode de fabrication décrit ci-dessus dans tout le détail de ses dispositions particulières répond
20 entièrement aux difficultés découlant des caractéristiques des produits à protéger, mais on peut à volonté s'abstenir de bénéficier de tel ou tel avantage particulier de l'invention tout en reproduisant l'aspect caractéristique que constitue son principe de fabrication avantageusement simple et performant.

L'invention ayant maintenant été convenablement exposée et son
25 intérêt justifié sur un exemple détaillé, la demanderesse s'en réserve l'exclusivité pendant toute la durée du brevet sans limitation autre que celle des termes des revendications ci-après.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un segment d'enveloppe de grandes dimensions, notamment d'une coquille hémicylindrique, dont la surface intérieure doit être dimensionnée avec une grande précision, ledit procédé étant caractérisé en ce que :
 - on positionne et on applique sur un mandrin, afin de la mettre en forme, une tôle mince destinée à constituer la face intérieure du segment d'enveloppe à fabriquer, ledit mandrin étant usiné avec une très grande précision aux dimensions intérieures exactes de ce segment,
 - on exerce sur la tôle mince ainsi mise en forme sur le mandrin des efforts afin de l'immobiliser sur ledit mandrin,
 - on positionne une carcasse rigide sur la tôle mince,
 - on maintient ladite carcasse fixe par rapport au mandrin,
 - on assujettit la tôle mince à la carcasse,
 - on relâche les efforts immobilisant la tôle mince en forme sur le mandrin,
 - on dégage du mandrin l'ensemble constitué par la carcasse rigide et la tôle mince,
(ce grâce à quoi on réalise une coquille dans
(laquelle la carcasse rigide maintient la tôle
(intérieure dans une forme qui constitue une
(empreinte rigoureuse du mandrin.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que :
 - on cintre d'abord la tôle mince jusqu'à une courbure sensiblement égale à celle du mandrin
 - puis on la positionne sur le mandrin afin de la mettre en forme,
(ce grâce à quoi la bonne application de la
(tôle sur le mandrin est facilitée.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, pour appliquer et maintenir la tôle sur le mandrin :
 - on entoure de sangles la tôle mince déjà positionnée sur le mandrin,
 - on plaque et on maintient ladite tôle mince sur le mandrin en tendant les sangles entourant l'ensemble formé par le mandrin recouvert de ladite tôle.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce

que :

- on établit une surpression uniforme sur une grande partie de la face extérieure de la tôle mince avant de dégager ladite tôle du mandrin,

5 (ce grâce à quoi la tôle mince est unifor-
(mément plaquée sur le mandrin.

5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que :

- on réalise la carcasse rigide en assemblant
- 10 . une tôle extérieure
. et des raidisseurs, notamment transversaux.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que :

- on fixe, notamment sur les extrémités latérales de la carcasse, des raidisseurs longitudinaux permettant l'assemblage
- 15 de deux ou plusieurs coquilles entre elles.

7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que, avant de positionner la carcasse rigide sur la tôle mince :

- on rattrape le jeu entre
- 20 . les parties de la carcasse destinées à être appliquées sur la tôle mince
. et cette tôle mince maintenue en forme sur le mandrin,- avant d'assujettir ladite tôle mince à la carcasse.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que :

- on enduit de colle chaque emplacement de la tôle mince sur
- 25 lequel un raidisseur est destiné à être appliqué.

(ce grâce à quoi on réalise simultanément
(. le rattrapage du jeu entre chaque rai-
(disseur et la tôle mince,
(. et l'assujettissement de la tôle mince
30 (à la carcasse.

9. Procédé selon les revendications 6, 7 et 8, caractérisé en ce que, après le positionnement de la carcasse sur la tôle mince :

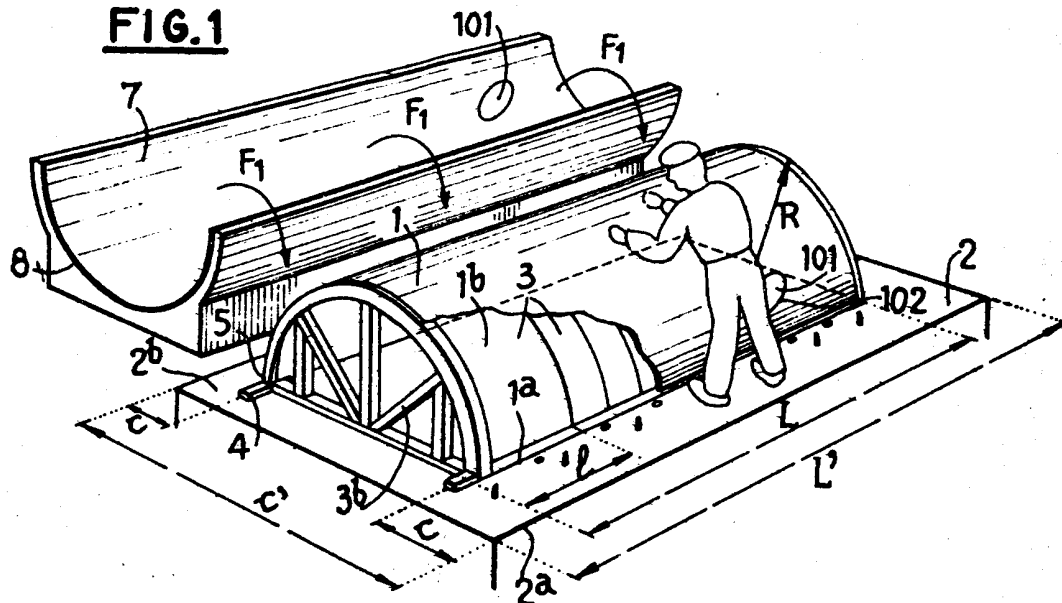
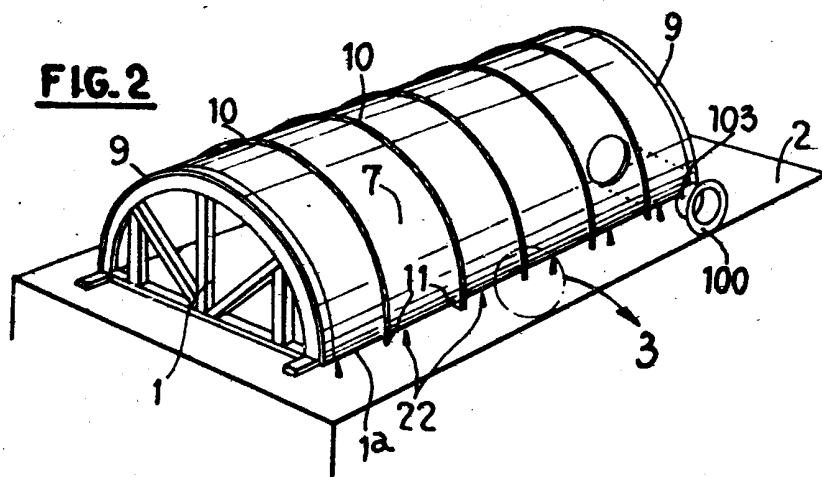
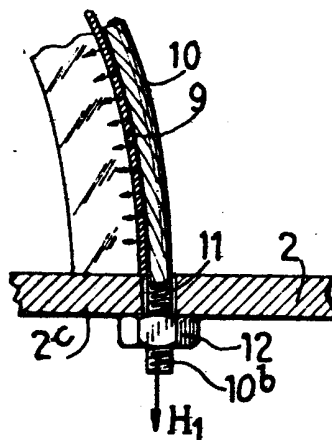
- on plaque ladite carcasse contre la tôle mince en serrant, notamment par boulonnage,
- 35 . les raidisseurs longitudinaux de ladite carcasse
. sur une table supportant le mandrin,- (ce grâce à quoi
(. on assujettit par collage la tôle mince

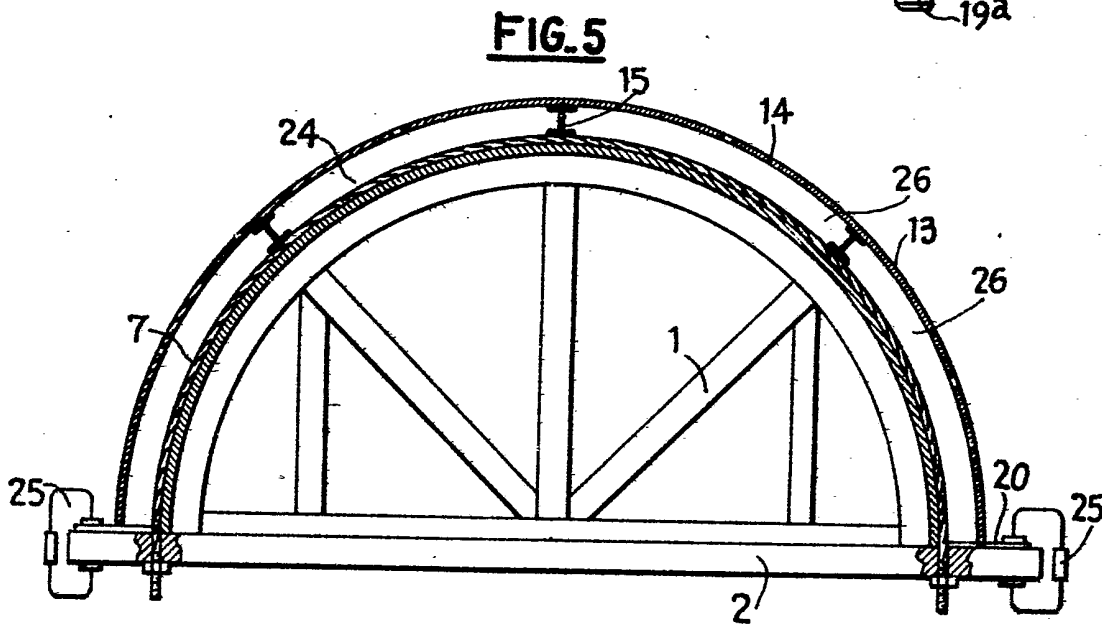
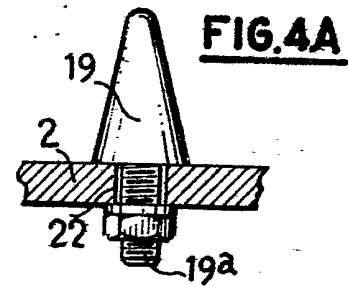
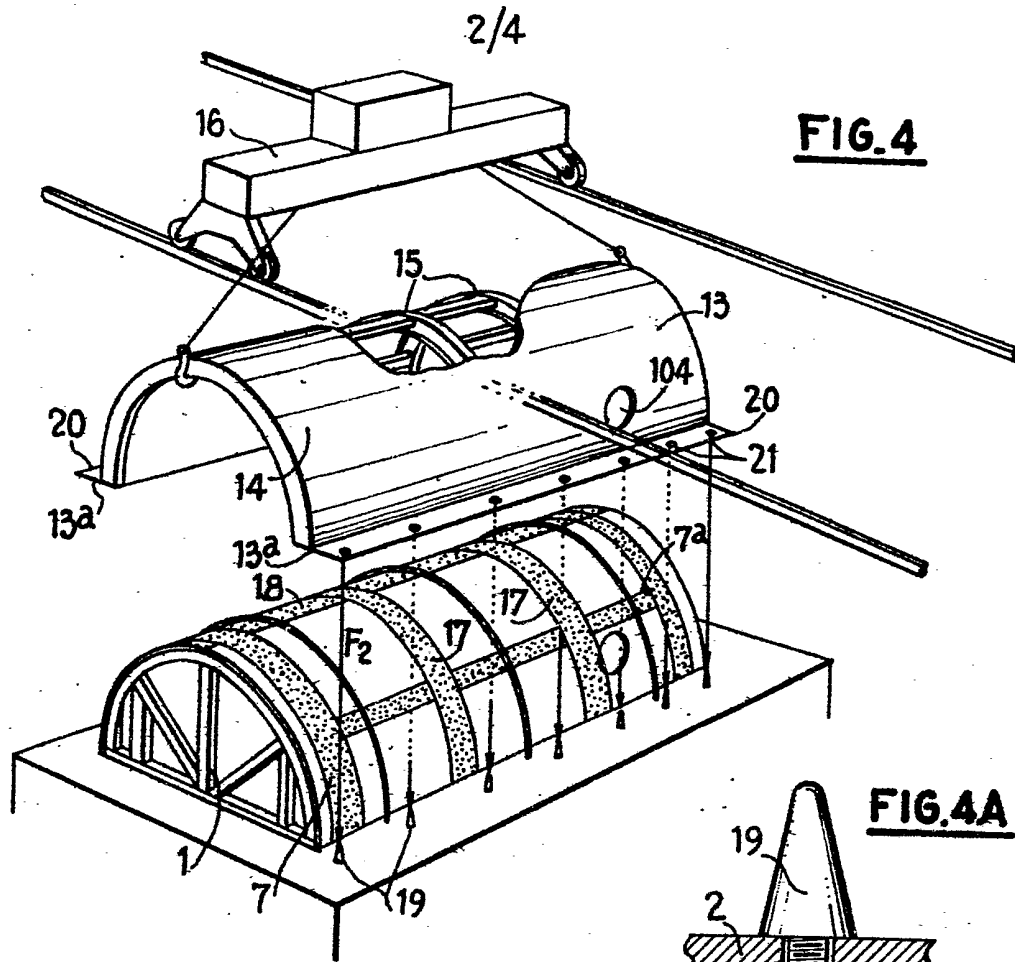
- (à la carcasse en maintenant l'ensemble
 - (fixe par rapport au mandrin
 - (on réalise une coquille à double paroi
 - (dont l'intérieur présente des espaces
 - (clos.
- 5
10. Procédé selon les revendications 4 et 9, caractérisé en ce que, pour augmenter la pression à l'intérieur des espaces clos de la coquille
- on injecte
- 10
- . dans lesdits espaces clos
 - . un produit fluide, solidifiable, dont la solidification s'accompagne d'un accroissement de volume.
11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que :
- on s'assure du remplissage des espaces clos par le produit fluide injecté, notamment par reflux de ce produit.
- 15
12. Procédé selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que :
- on utilise comme produit fluide un produit synthétique polymérisable à forte expansion et bonne adhérence, notamment une mousse expansible,
- 20
- (ce grâce à quoi on améliore l'isolation thermique à l'intérieur de la coquille.
13. Procédé selon les revendications 1 à 12, caractérisé en ce que :
- on sectionne les extrémités des sangles entourant la tôle mince lors du dégagement de la coquille du mandrin..
- 25
14. Dispositif permettant l'application d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 12 comprenant :
- une table support
 - un mandrin fixé à ladite table
 - des moyens de levage et de transport des éléments constitutifs d'une coquille
- 30
- caractérisé en ce que la table support est équipée
- de moyens de serrage sur le mandrin
 - . d'une part, d'une tôle mince appliquée sur ce mandrin
 - . d'autre part, d'une carcasse appliquée sur cette tôle mince.
- 35
15. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que le mandrin comprend :

- une surface convexe et usinée avec la précision requise pour la mise en forme de la coquille.
 - un ensemble triangulé supportant ladite surface et dimensionné pour résister sans déformation aux pressions appliquées sur la voûte.
- 5
16. Dispositif selon l'une des revendications 14 ou 15, caractérisé en ce que la table support :
- comporte des trous permettant le passage des sangles destinées à appliquer et maintenir la tôle mince sur le mandrin,
 - possède des moyens de serrage permettant de tendre lesdites sangles.
- 10
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 et 15, caractérisé en ce que :
- la table support est équipée de moyens de serrage disposés de chaque côté le long du mandrin,
- 15
- (ce grâce à quoi on pourra assujettir la
 - (tôle mince à la carcasse par collage en ser-
 - (rant contre la table les raidisseurs cons-
 - (tituant les bords extrêmes de la carcasse.
- 20
18. Coquille, notamment hémicylindrique, réalisée conformément au procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que :
- sa face concave est constituée d'une tôle mince,
 - ladite tôle mince est assujettie à une carcasse rigide, pouvant notamment être composée
- 25
- . d'une tôle extérieure
 - . de raidisseurs transversaux
 - . de raidisseurs longitudinaux permettant l'assemblage de deux coquilles adjacentes.
- 30
- des sections de sangles noyées dans la masse de la coquille sont apparentes le long de la tôle mince sur les deux tranches latérales de ladite coquille.
19. Enveloppe, notamment cylindrique, réalisée à partir de plusieurs coquilles, notamment deux coquilles hémicylindriques, selon la revendication 18 caractérisée en ce que :
- 35
- sa surface intérieure est constituée de plusieurs tôles minces, notamment deux tôles minces identiques composant chacune une moitié de ladite surface intérieure,

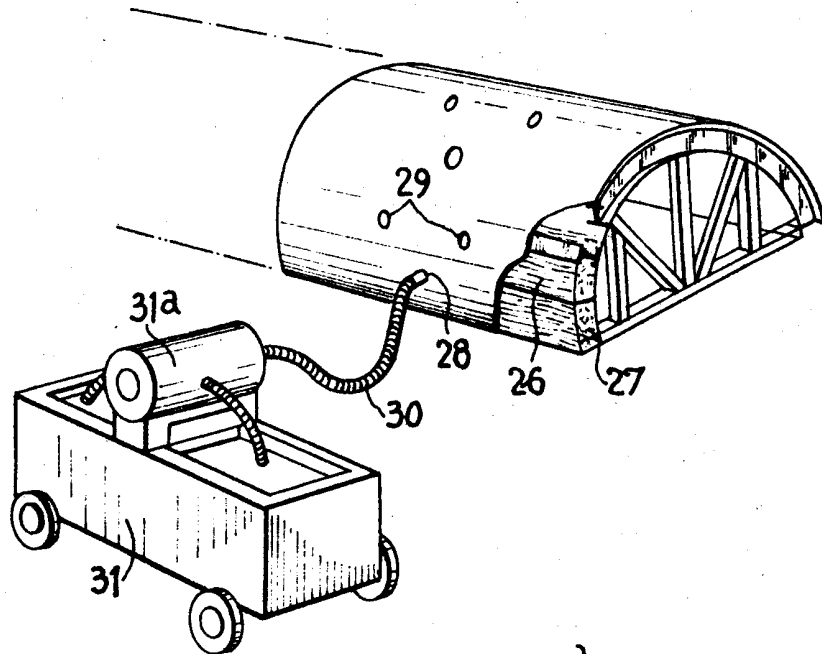
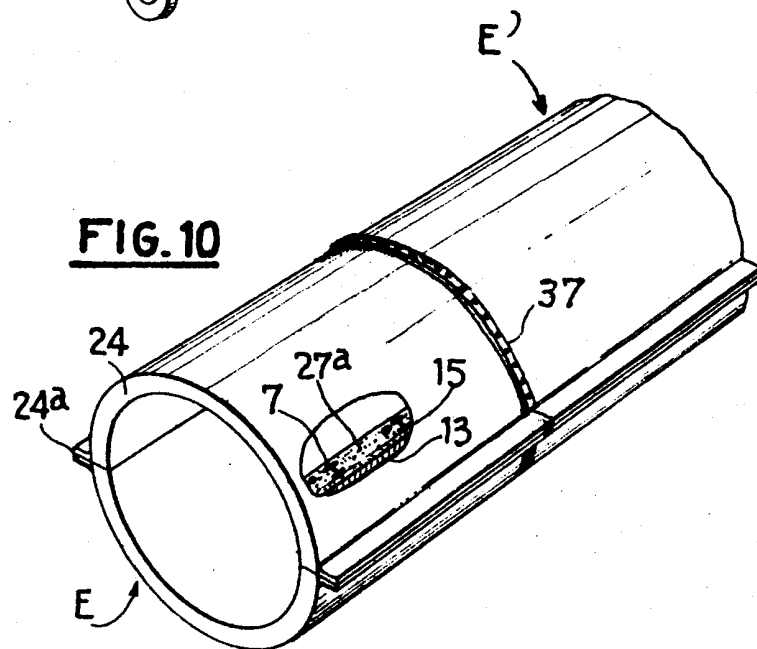
- chaque tôle mince est solidaire d'une carcasse rigide, pouvant notamment être composée
 - . d'une tôle extérieure
 - . de raidisseurs transversaux
 - 5 . de raidisseurs longitudinaux permettant l'assemblage de deux coquilles adjacentes.
 - lesdites carcasses sont assemblées entre elles, notamment par l'intermédiaire de raidisseurs longitudinaux.
20. Enveloppe cylindrique réalisée à partir de plusieurs enveloppes élémentaires selon la revendication 19, montées dans le prolongement l'une de l'autre, et caractérisée en ce que :
- 10
- des brides semi-circulaires sont fixées chacune sur deux enveloppes élémentaires consécutives, notamment par boulonnage.

1/4

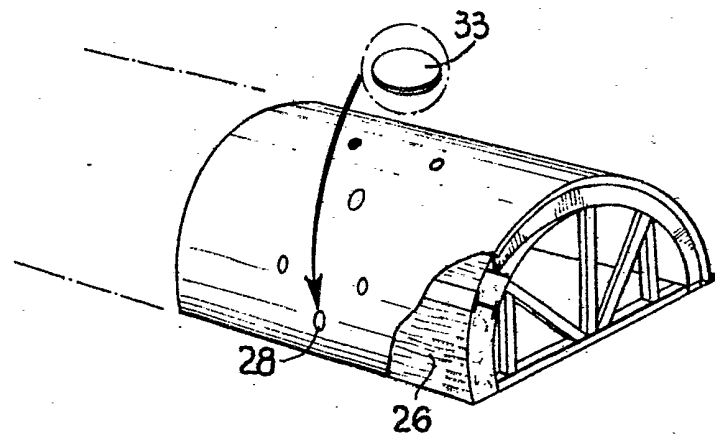
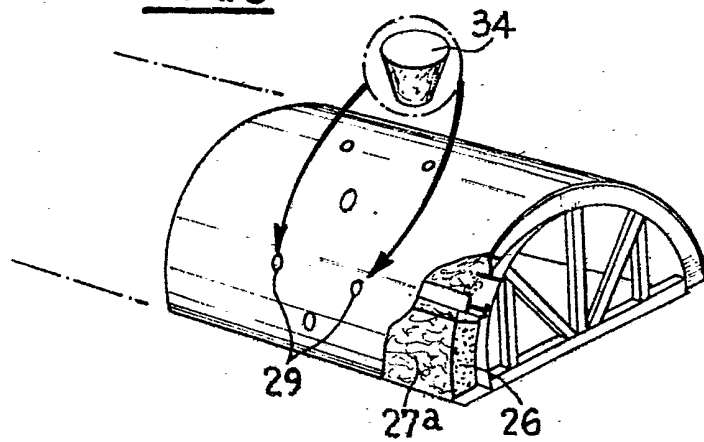
FIG. 1**FIG. 2****FIG. 3**



3/4

FIG. 6**FIG. 10**

4/4

FIG. 7FIG. 8FIG. 9