

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 095 610**

②1 N° d'enregistrement national : **19 04569**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 29 C 70/32** (2019.01), B 29 C 70/24, B 29 D 23/00

①2

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 Procédé de fabrication d'un tube en matériau composite, dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé, et tube obtenu.

②2 Date de dépôt : 30.04.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 06.11.20 Bulletin 20/45.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 26.11.21 Bulletin 21/47.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *CONSEIL ET TECHNIQUE Société  
par actions simplifiée* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : VALEMBOIS Guy.

⑦3 Titulaire(s) : *CONSEIL ET TECHNIQUE Société par  
actions simplifiée.*

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Bléger - Rhein - Poupon.

**FR 3 095 610 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : Procédé de fabrication d'un tube en matériau composite, dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé, et tube obtenu**

- [0001] La présente invention a pour objet un procédé de fabrication d'un tube en matériau composite par enroulement de fibres de renfort ou de nappes de fibres de renfort unidirectionnelles noyées dans une matrice thermoplastique ou thermodurcissable, ainsi que dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé, et le tube ainsi obtenu.
- [0002] Un tel tube trouvera une application, non limitativement, dans le domaine des arbres de transmission et de mâts.
- [0003] On connaît plusieurs procédés de fabrication de tubes composites, le plus exploité étant celui consistant à déposer des fibres de renfort pré-imprégnées sur un mandrin mû en rotation autour de son axe, le dépôt étant réalisé par au moins un chariot porte-fil mobile le long dudit mandrin. La vitesse de déplacement du robot et celle de rotation du mandrin définissent l'angle de dépôt. La mise en place des fibres par balayage alternatif et longitudinal du chariot dispose les fibres de manière hélicoïdale sur le mandrin en rotation.
- [0004] Cependant, on sait que la longueur d'un tissu fini est toujours inférieure à la longueur de la chaîne car le croisement des fils de chaîne avec la trame consomme de la longueur. Cette différence consiste en l'embuvage. Ainsi les fils de chaîne ondulent entre les fils de trame, et ne présentent donc pas de rectitude ce qui diminue la résistance et la rigidité de la pièce fabriquée.
- [0005] L'embuvage est donc un élément important à prendre en compte lors de la conception d'une pièce composite.
- [0006] Dans le cas de la fabrication d'un tube par enroulement de fibres ou de nappes de fibres, le croisement des hélicoïdes induit un embuvage des fibres, lequel génère une limitation à la performance finale du tube ainsi constitué.
- [0007] La présente invention a pour but de proposer un procédé de fabrication d'un tube en matériau composite par enroulement de fibres de renfort ou de nappes de fibres unidirectionnelles de renfort noyées dans une matrice thermoplastique ou thermodurcissable, ainsi que le dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé et le tube ainsi obtenu, permettant de remédier à l'inconvénient de l'embuvage.
- [0008] Le procédé de fabrication d'un tube en matériau composite par enroulement de fibres de renfort ou de nappes de fibres unidirectionnelles de renfort noyées dans une matrice thermoplastique ou thermodurcissable, consistant à déposer lesdites fibres ou nappes, sur un mandrin mû en rotation autour de son axe longitudinal, au moyen d'au moins un

chariot mobile le long dudit mandrin, et il se caractérise en qu'il consiste à superposer plusieurs couches distinctes, chaque couche étant constituée de fibres ou nappes arrangées en hélicoïdes toutes parallèles, et en ce que les hélicoïdes d'une couche sont d'angle d'hélice inverse de celui des hélicoïdes de la ou les couches adjacentes.

- [0009] Un tel procédé permet de s'affranchir des inconvénients de l'embuvage, puisqu'il n'y a pas d'entrelacement des fibres ou nappes de fibres entre elles, le croisement des fibres ou nappes de fibres n'étant réalisé d'une couche par rapport à une autre.
- [0010] Selon une caractéristique additionnelle du procédé selon l'invention, on dépose un fil ou une nappe de fil par la conjugaison du déplacement du chariot le long du mandrin et la rotation de ce dernier autour de son axe, et pour chaque couche, à chaque changement de direction dudit chariot correspond d'une part un changement de sens de rotation du mandrin, et d'autre un décalage angulaire du point de départ du dépôt.
- [0011] Selon une autre caractéristique additionnelle du procédé selon l'invention, on maintient les fibres d'une ou de plusieurs couches, sous tension contrôlée pendant la polymérisation.
- [0012] Selon une autre caractéristique additionnelle du procédé selon l'invention, on maintient les fibres de chacune des couches, sous tension contrôlée pendant la polymérisation, de manière indépendante pour chacune desdites couches.
- [0013] Selon une autre caractéristique additionnelle du procédé selon l'invention, on réalise localement en au moins un emplacement, un enroulement circonférentiel, ou quasi circonférentiel, afin de consolider une zone du tube pouvant servir à la réalisation d'interfaces de fixation par usinage.
- [0014] De cette manière, et en disposant les couches hélicoïdales à plus ou moins 30°, les couches de fibres sont alors décalées de 60° entre elles et sans embuvage, il est possible de réaliser un matériau localement isotropique, ou quasiment isotropique, ce qui lui donne des propriétés susceptibles de supporter des actions mécaniques dans des directions quelconques.
- [0015] Le dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention, comprend un mandrin monté en rotation autour de son axe longitudinal, ainsi qu'un chariot de dépôt de fibres ou de nappes de fibres, mobile le long dudit mandrin parallèlement audit axe, et il se caractérise en ce que ledit mandrin comporte à chacune de ses extrémités une multiplicité d'aiguilles ou analogues, faisant saillie radialement, et destinées à constituer un moyen d'appui et de renvoi angle pour une fibre ou une nappe de fibres.
- [0016] Selon une caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, à au moins l'une des extrémités du mandrin, les aiguilles radiales ou analogues, sont portées par une bague ou analogue, montée mobile selon l'axe dudit mandrin en éloignement ou rapprochement dudit mandrin, sous l'action d'un moyen moteur.
- [0017] La mobilité de la ou les bagues est destinée à la réalisation d'une certaine tension des

fibres avant polymérisation.

- [0018] Selon une autre caractéristique additionnelle du dispositif selon l'invention, à au moins l'une des extrémités du mandrin, les aiguilles radiales ou analogues, sont portées par plusieurs bagues ou analogues, empilées axialement, montées mobiles de manière indépendante selon l'axe dudit mandrin en éloignement ou rapprochement dudit mandrin, sous l'action d'un moyen moteur.
- [0019] Dans ce mode de réalisation chaque bague est destinée à la réalisation d'une couche, et pour chacune des couches on peut, lors de la polymérisation, adapter la tension souhaitée.
- [0020] Les avantages et les caractéristiques du procédé, du dispositif et du tube selon l'invention, ressortiront plus clairement de la description qui suit et qui se rapporte au dessin annexé, lequel en représente un mode de réalisation non limitatif.
- [0021] Dans le dessin annexé :
- [0022] [fig.1] représente une vue schématique d'une partie d'un tube lors sa fabrication par la mise en œuvre du procédé selon l'invention.
- [0023] [fig.2] représente une vue schématique illustrant une étape du même procédé selon l'invention.
- [0024] [fig.3] représente une vue schématique en perspective d'une partie d'un dispositif de mise en œuvre du procédé selon l'invention.
- [0025] [fig.4] représente une vue schématique d'une variante du même dispositif.
- [0026] [fig.5] représente une vue schématique partielle en perspective un tube fabriqué par le procédé selon l'invention.
- [0027] En référence à la figure 1, on peut voir un mandrin 1, sur lequel sont disposées deux couches superposées 2 et 3 de nappes, respectivement 20 et 30, de fibres de renfort unidirectionnelles noyées dans une matrice thermoplastique ou thermodurcissable.
- [0028] La couche 2 qui est en contact direct avec le mandrin 1, est constituée de nappes 20 disposées en hélicoïdes parallèles, accolées chacune aux deux hélicoïdes voisines, tandis que la couche 3 est constituée de nappes 30, disposées en hélicoïdes parallèles de sens inverse de celui des nappes 20, accolées chacune aux deux hélicoïdes voisines, et recouvrant les nappes 20.
- [0029] L'enroulement des différentes nappes est obtenu par l'association la rotation du mandrin sur son axe XX', avec les déplacements le long du mandrin 1, parallèlement à l'axe XX', d'un chariot de dépôt.
- [0030] En référence maintenant à la figure 2, on peut voir un mandrin 1, sur lequel est entamée la réalisation d'une première couche 2, par l'enroulement en hélicoïde d'une fibre 21.
- [0031] Le mandrin 1 comporte à chacune de ses extrémités 10, dont une seule est visible sur la figure, une multiplicité d'aiguilles 11 faisant saillie radialement. Chaque aiguille 1

est destinée à servir d'appui et de renvoi d'angle à la fibre 21 après réalisation d'une première hélicoïde pour réaliser une seconde hélicoïde parallèle.

[0032] En référence maintenant à la figure 3 on peut voir une variante du mandrin 1, et plus particulièrement de son extrémité 10.

[0033] Cette extrémité 10 comporte un disque 12 montée coulissant sur une extension axiale 13 du mandrin 1, en sorte de permettre la mobilité de ce disque 1 axialement en rapprochement ou en éloignement du mandrin 1. Ce disque 12, comporte en périphérie une multiplicité d'aiguilles radiales 11.

[0034] Après enroulement des fibres ou nappes de fibres en hélicoïdes et en couches, avant polymérisation, le disque 12 est éloigné du mandrin 1 sous un effort de traction T, avec pour conséquence la mise en tension des fibres ou nappes de fibres, tension qui est maintenue pendant la polymérisation.

[0035] En référence maintenant à la figure 4, on peut voir l'extrémité 10 d'un mandrin 1, laquelle comporte, non limitativement, trois disques 14, 15 et 16, représentés de manière déployée, conçus de manière identique au disque 12 de la figure précédente 13, à savoir qu'ils sont mobiles axialement par rapport au mandrin 1. De manière avantageuse, chacun des disques 14, 15 et 16, est mobilisable indépendamment des autres.

[0036] Chacun des disques 14, 15 et 16, comporte des aiguilles radiales 11, qui permettent de déposer les fibres 21 en hélicoïdes sur le mandrin 1.

[0037] Chacun des disques 14, 15 et 16, peut être dédié à la réalisation d'une couche, et avant polymérisation, chacun des disques 14, 15 et 16 est éloigné du mandrin 1, par des efforts de traction différenciés, respectivement T14, T15 et T16, en sorte de permettre, si nécessaire, de réaliser des couches dont les fibres présentent des tensions différentes, en sorte de précontraindre chaque couche selon une optimisation de performance attendue du tube final.

[0038] En référence maintenant à la figure 5 on peut voir un tube, et plus particulièrement un arbre 4 destiné à la transmission, qui comporte deux renflements tubulaires 40, dont l'un disposé à une extrémité, qui forment des manchons.

[0039] Ces renflements 40 viennent d'apports supplémentaires de matière par un enroulement circonférentiel, ou quasi circonférentiel, sur les couches qui forment le reste du tube, ou sous les mêmes couches à savoir sur le mandrin, non représenté, ou bien entre des couches.

[0040] Si les hélicoïdes des différentes couches sont à 30°, les couches de fibres sont alors décalées de 60° entre elles et sans embuvage, en sorte que les renflements 40 sont constitués de matériau composite quasi isotropique, ce qui permet de réaliser des interfaces de fixation par usinage, tels que des trous taraudés 41.

## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de fabrication d'un tube en matériau composite par enroulement de fibres de renfort (21) ou de nappes (20, 30) de fibres unidirectionnelles de renfort noyées dans une matrice thermoplastique ou thermodurcissable, consistant à déposer lesdites fibres (21) ou nappes (20, 30), sur un mandrin (1) mû en rotation autour de son axe longitudinal (XX'), au moyen d'au moins un chariot mobile le long dudit mandrin (1), caractérisé en qu'il consiste à superposer plusieurs couches distinctes (2, 3), chaque couche (2, 3) étant constituée de fibres (21) ou nappes (20, 30) arrangées en hélicoïdes toutes parallèles, et en ce que les hélicoïdes d'une couche (2, 3) sont d'angle d'hélice inverse de celui des hélicoïdes de la ou les couches adjacentes.
- [Revendication 2] Procédé de fabrication selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on dépose un fil (21) ou une nappe (20, 30) de fil par la conjugaison du déplacement du chariot le long du mandrin (1) et la rotation de ce dernier autour de son axe, et pour chaque couche, à chaque changement de direction dudit chariot correspond d'une part un changement de sens de rotation du mandrin (1), et d'autre un décalage angulaire du point de départ du dépôt.
- [Revendication 3] Procédé de fabrication selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'on maintient les fibres d'une ou de plusieurs couches (2, 3), sous tension contrôlée pendant la polymérisation.
- [Revendication 4] Procédé de fabrication selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'on maintient les fibres de chacune des couches (2, 3), sous tension contrôlée pendant la polymérisation, de manière indépendante pour chacune desdites couches.
- [Revendication 5] Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on on réalise localement en au moins un emplacement, un enroulement circonférentiel, ou quasi circonférentiel, afin de consolider une zone (40) du tube (4) pouvant servir à la réalisation d'interfaces de fixation par usinage.
- [Revendication 6] Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant un mandrin (1) monté en rotation autour de son axe longitudinal (XX'), ainsi qu'un chariot de dépôt de fibres (21) ou de nappes (20, 30) de fibres, mobile le long dudit mandrin (1) parallèlement audit axe (XX'), caractérisé en ce que ledit mandrin (1) comporte à chacune de ses extrémités (10) une multiplicité

d'aiguilles (11), faisant saillie radialement, et destinées à constituer un moyen d'appui et de renvoi angle pour une fibre (21) ou une nappe (20, 30) de fibres ; et en ce qu'à au moins l'une des extrémités (10) dudit mandrin (1), lesdites aiguilles radiales (11), sont portées par une bague ou analogue (12), montée mobile selon l'axe (XX') dudit mandrin (1) en éloignement ou rapprochement dudit mandrin (1), sous l'action d'un moyen moteur (T) de mise en tension des fibres (21) ou nappes (20, 30) de fibres.

[Revendication 7] Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'à au moins l'une des extrémités (10) du mandrin (1), les aiguilles radiales (11), sont portées par plusieurs bagues ou analogues (14, 15, 16), empilées axialement, montées mobiles de manière indépendante selon l'axe (XX') dudit mandrin (1) en éloignement ou rapprochement dudit mandrin (1), sous l'action d'un moyen moteur (T14, T15, T16).

[Revendication 8] Tube en matériau composite fait d'un enroulement de fibres (21) de renfort ou de nappes (20, 30) de fibres unidirectionnelles de renfort noyées dans une matrice thermoplastique ou thermodurcissable pour réaliser plusieurs couches distinctes (2, 3), caractérisé en ce qu'il est obtenu par un procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

[Fig. 1]

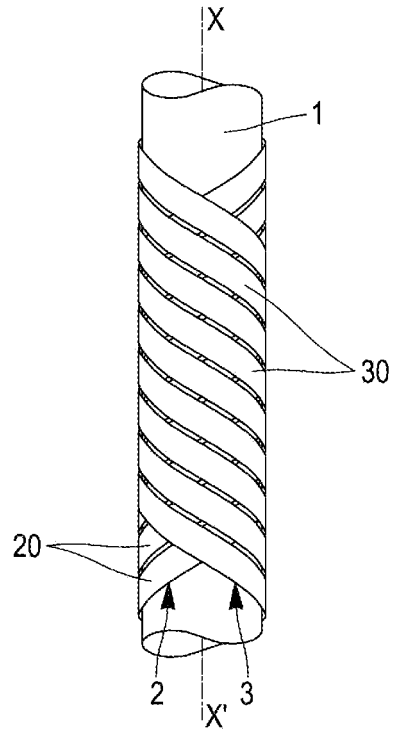


FIG. 1

[Fig. 2]

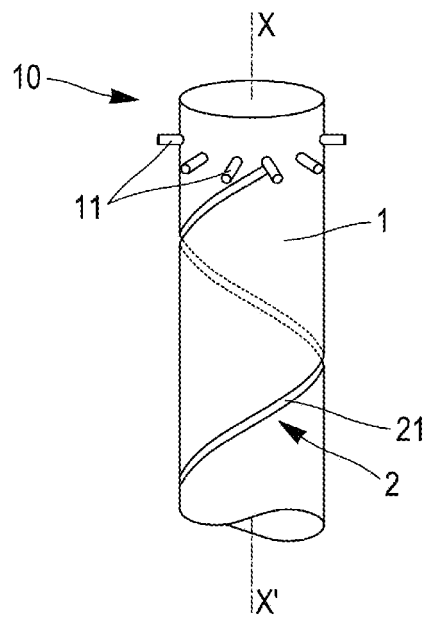


FIG. 2

[Fig. 3]

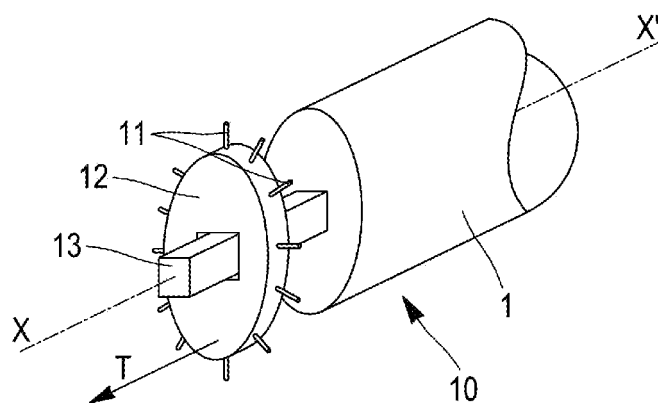
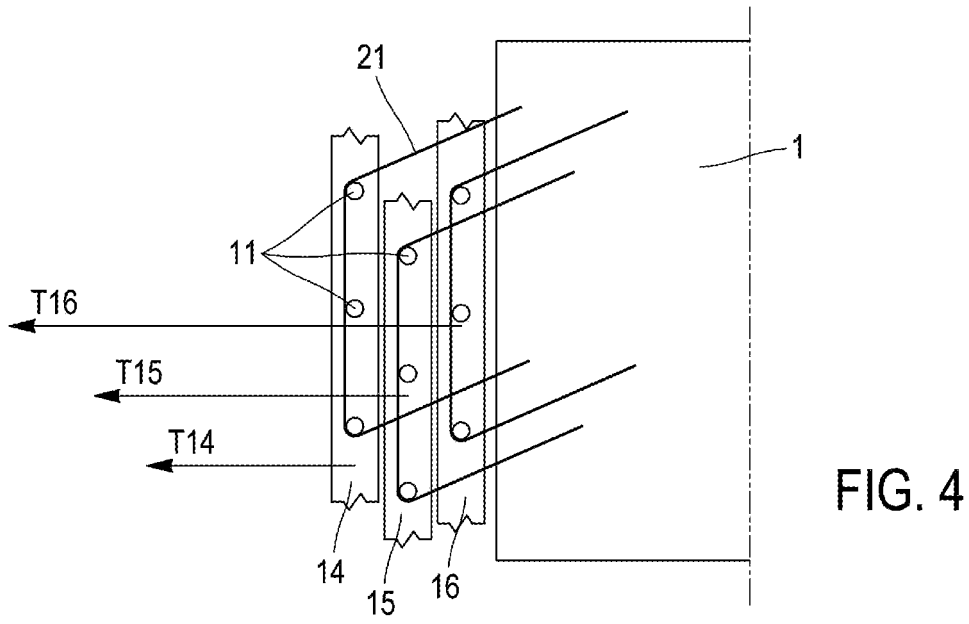
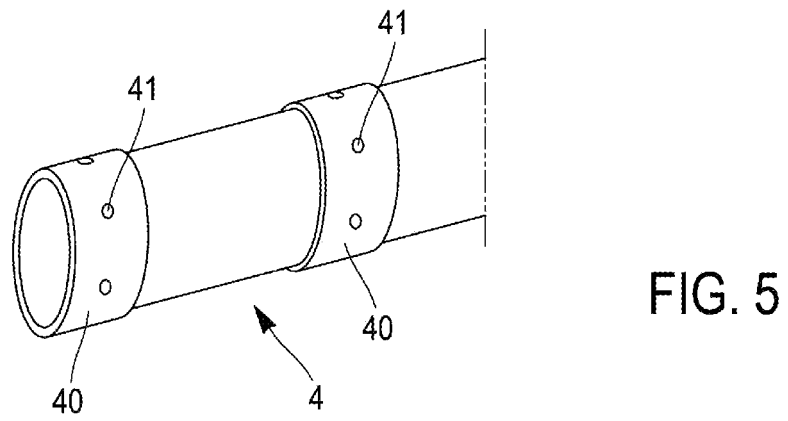


FIG. 3

[Fig. 4]



[Fig. 5]



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 5 468 329 A (PHILPOT RANDALL J [US] ET  
AL) 21 novembre 1995 (1995-11-21)

DE 42 12 135 A1 (DORNIER GMBH [DE])  
14 octobre 1993 (1993-10-14)

US 3 291 881 A (MICHAEL VESTA F)  
13 décembre 1966 (1966-12-13)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT