(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 155 457***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **23 12745**

(51) Int Cl[8] : ***B 29 C 70/10*** *(2024.01), B 29 C 70/22, 70/34, F 16 C 7/02, B 64 C 25/02*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 20.11.23.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 23.05.25 Bulletin 25/21.

(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 :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SAFRAN LANDING SYSTEMS Société par Actions Simplifiée* — FR et *SAFRAN Société anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** LECLERCQ Sylvain, Didier, FLOREANI Christophe, LECUYER Franck, DAGORN Noëlig, CORRADINI Sylvain et FABRE Adrien, Jacques, Philippe.

(73) **Titulaire(s) :** SAFRAN LANDING SYSTEMS Société par Actions Simplifiée, SAFRAN Société anonyme.

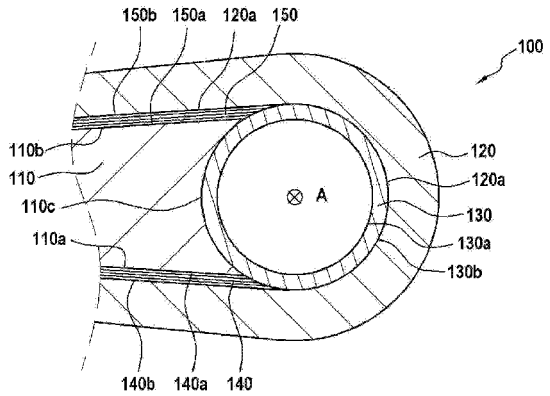
(74) **Mandataire(s) :** CABINET BEAU DE LOMENIE.

(54) Pièce mécanique ceinturée comprenant un insert d'interface.

(57) Pièce mécanique ceinturée comprenant un insert d'interface

L'invention concerne une pièce mécanique (100) comprenant une âme (110) comportant un renfort fibreux densifié par une matrice, comprenant au moins un orifice adjacent à l'âme (110) et destiné à être traversé par un axe pour réaliser une liaison avec une autre pièce, et comprenant une ceinture (120) comportant un renfort fibreux densifié par la matrice entourant l'âme (110) et ledit au moins un orifice, la pièce (100) étant caractérisée en ce qu'au moins un insert (140) s'étendant depuis l'orifice est interposé entre l'âme (110) et la ceinture (120).

Figure pour l'abrégé : Fig. 5



FR 3 155 457 - A1

Description

Titre de l'invention : Pièce mécanique ceinturée comprenant un insert d'interface

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne une pièce en matériau composite destinée à être articulée avec une ou plusieurs autres pièces à ses extrémités, en particulier une bielle ou un levier de train d'atterrissage.

Technique antérieure

[0002] La [Fig.1] montre un train d'atterrissage comprenant deux contrefiches 1 et 1', respectivement appelées contrefiche principale et contrefiche latérale. Ces contrefiches sont articulées à la jambe 4 du train d'atterrissage et au châssis 5 du train d'atterrissage. Chaque contre-fiche 1 et 1' est formée de deux bielles, comme illustré sur la [Fig.2]. Ainsi, la contre-fiche 1 comprend une bielle supérieure 3 et une bielle inférieure 2. Les bielles d'une contrefiche sont articulées entre elles et à d'autres pièces du train d'atterrissage au niveau de leurs extrémités, par l'intermédiaire d'axes d'articulation. De telles bielles sont soumises en fonctionnement à des efforts mécaniques importants, principalement en compression et en traction, orientés selon l'axe longitudinal de la pièce.

[0003] Ces bielles étaient habituellement réalisées dans des alliages d'aciers, d'aluminium ou de titane. Afin d'alléger ces bielles, celles-ci peuvent désormais être réalisées en matériau composite. En effet, la réalisation des bielles en matériau composite permet de réaliser des bielles plus légères que celles en métal tout en conservant de bonnes propriétés mécaniques. Les bielles en matériau composite sont ainsi plus faciles à actionner lors du fonctionnement du train d'atterrissage et permettent de diminuer la masse de l'aéronef, réduisant ainsi la consommation de carburant.

[0004] Les documents FR 2 887 601 A1 et FR 3 017 819 décrivent de telles bielles en matériau composite, comprenant une âme entourée par une ceinture, les renforts fibreux de l'âme et de la ceinture étant réalisés par tissage tridimensionnel puis co-injectés. La [Fig.3] illustre un exemple de bielle en matériau composite selon l'art antérieur comprenant une âme A, une bague B située dans le prolongement de l'âme A et permettant l'articulation avec une autre pièce et une ceinture C entourant l'âme A et la bague B.

[0005] Il a été constaté que, en fonctionnement, des fissures F pouvaient apparaitre sur la bielle à l'interface entre l'âme A et la ceinture C, lesdites fissures s'étendant généralement depuis la bague B, comme illustré sur la [Fig.3].

Exposé de l'invention

[0006] Il a été constaté que ces fissures étaient provoquées par une forte concentration des contraintes au niveau du point d'interface entre l'âme, la ceinture et l'orifice accueillant la bague. En effet, il a été constaté que les renforts fibreux de l'âme et de la ceinture ne se déformaient pas de la même manière, générant ainsi des contraintes de cisaillement importantes à l'interface entre l'âme et la ceinture. Les orientations de fibres dans l'âme et la ceinture à proximité de l'interface entre l'âme et la ceinture provoquent des coefficients de dilatation très différents de part et d'autre de l'interface, pouvant occasionner l'apparition de fissures. En outre, il a été constaté que ces fissures pouvaient être favorisées par les contraintes résiduelles d'élaboration. Ces contraintes résiduelles apparaissent lors du refroidissement de la pièce lors de son procédé de fabrication, et dépendent de la différence de coefficient de dilatation entre l'âme et la ceinture.

[0007] L'invention a donc pour but d'éviter la formation de fissures au niveau de l'interface entre l'âme et la ceinture, ou du moins d'augmenter la charge en traction ou en compression supportée par la pièce afin de retarder l'apparition des fissures.

[0008] A cet effet, l'invention propose une pièce mécanique comprenant une âme comportant un renfort fibreux densifié par une matrice, comprenant au moins un orifice adjacent à l'âme et destiné à être traversé par un axe pour réaliser une liaison avec une autre pièce, et comprenant une ceinture comportant un renfort fibreux densifié par la matrice entourant l'âme et ledit au moins un orifice, la pièce étant caractérisée en ce qu'au moins un insert s'étendant depuis l'orifice est interposé entre l'âme et la ceinture.

[0009] Ainsi, la présence d'un tel insert permet de séparer l'âme de la ceinture dans la zone la plus à risque de fissure. En fonctionnement, l'âme et la ceinture ont chacune leur propre fonction mécanique et subissent chacune des contraintes mécaniques différentes pour assurer le bon fonctionnement de la pièce. En disposant un insert entre l'âme et la ceinture, on agit sur la transmission des efforts entre l'âme et la ceinture et on peut augmenter la distance sur laquelle lesdits efforts sont transmis. Le risque de fissure est ainsi diminué.

[0010] Selon un premier mode de réalisation de l'invention, l'insert est une couche de matériau de matrice.

[0011] Ainsi, l'insert est particulièrement souple et ductile, et limite fortement les concentrations de contrainte à l'interface entre l'âme et la ceinture. En outre, l'insert peut alors être réalisé dans le même matériau que la matrice de l'âme et de la ceinture, ce qui rend la pièce mécanique facile à fabriquer.

[0012] Selon un deuxième mode de réalisation, l'insert comprend une superposition de couches fibreuses réalisées par tissage bidimensionnel et densifiée par une matrice, les couches fibreuses étant superposées l'une sur l'autre depuis l'âme jusqu'à la ceinture.

[0013] Ainsi, l'insert est relativement souple et limite les concentrations de contrainte. L'utilisation de plusieurs couches permet une certaine déformabilité et une réduction des contraintes de cisaillement.

[0014] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, les couches fibreuses présentent des orientations de fibres de ±45°, 0°/90° ou ±45°/90°.

[0015] En effet, de telles orientations assurent une amélioration optimale des performances mécaniques de l'interface entre l'âme et la ceinture.

[0016] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, la matrice est une résine époxy.

[0017] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'épaisseur de l'insert est comprise entre 4% et 40% d'une distance de référence s'étendant entre l'axe de l'orifice et le point le plus proche de la surface externe de la ceinture.

[0018] Plus l'insert est épais, plus celui-ci va permettre d'atténuer les contraintes au niveau de l'interface entre l'âme et la ceinture. Toutefois, un insert trop épais nuit aux performances mécaniques de la pièce, en particulier lorsque la pièce est soumise à un chargement en compression. Une telle fourchette de valeur pour l'épaisseur de l'insert assure ainsi une protection très satisfaisante contre les fissures à l'interface entre l'âme et la ceinture sans diminuer notablement les performances mécaniques générales de la pièce ou sans alourdir trop la pièce.

[0019] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'insert s'étend depuis la bague sur une distance comprise entre 80% et 220% d'une distance de référence s'étendant entre l'axe de l'orifice et le point le plus proche de la surface externe de la ceinture.

[0020] En effet, il a été constaté que le risque d'apparition de fissures était limité à une zone proche de la bague, c'est-à-dire proche de l'orifice. Il n'est ainsi pas nécessaire de prolonger inutilement l'insert en longueur, au risque de diminuer les performances mécaniques globales de la pièce ou de trop alourdir la pièce.

[0021] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, la pièce comprend en outre au moins une bague disposée dans l'orifice et adjacente à l'âme.

[0022] L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un ensemble fibreux destiné à former le renfort fibreux d'une pièce mécanique en matériau composite, comprenant :

[0023] - la réalisation par tissage tridimensionnel d'une préforme fibreuse d'âme et d'une préforme fibreuse de ceinture,

[0024] - la disposition de la préforme fibreuse de ceinture autour de la préforme fibreuse d'âme de sorte que la préforme fibreuse de ceinture délimite un espace cylindrique adjacent à la préforme fibreuse d'âme et de sorte à laisser au moins un interstice entre la préforme fibreuse d'âme et la préforme fibreuse de ceinture s'étendant depuis

l'espace cylindrique.

[0025] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, l'interstice est comblé par une superposition de couches fibreuses réalisées par tissage bidimensionnel, les couches fibreuses étant superposées l'une sur l'autre depuis la préforme fibreuse d'âme jusqu'à la préforme fibreuse de ceinture.

[0026] Procédé de fabrication d'une pièce mécanique comprenant :

[0027] - la fabrication d'un ensemble fibreux selon le procédé décrit précédemment,

[0028] - la densification de l'ensemble fibreux par une matrice en conservant l'espace cylindrique dénué de matrice, de sorte à obtenir une pièce mécanique en matériau composite comprenant une âme, un orifice cylindrique adjacent à l'âme, une ceinture entourant l'âme et l'orifice cylindrique et au moins un insert s'étendant depuis l'orifice entre l'âme et la ceinture.

Brève description des dessins

[0029] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue schématique d'un train d'atterrissage.

[0030] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue schématique d'une contrefiche du train d'atterrissage de la [Fig.1].

[0031] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue schématique partielle d'une bielle selon l'art antérieur présentant des fissures.

[0032] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue schématique en coupe d'une bielle avec un insert.

[0033] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue détaillée de la bielle de la [Fig.4].

[0034] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue en perspective d'une préforme fibreuse de l'âme de la bielle des figures 4 et 5.

[0035] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue en coupe de la préforme fibreuse d'âme sur laquelle sont disposées des couches de tissu bidimensionnel destinées à former le renfort fibreux de l'insert.

[0036] [Fig.8] La [Fig.8] est une vue en coupe du renfort fibreux de la bielle des figures 4 et 5.

Description des modes de réalisation

[0037] Les figures 4 et 5 illustrent un exemple de pièce mécanique 100 selon l'invention. La pièce 100 comprend une âme 110, une ceinture 120 et un premier orifice et un deuxième orifice dans lesquels sont respectivement montées des bagues 130 et 130bis. On ne sort bien entendu pas du cadre de l'invention si la pièce ne comprend pas de bague. Conformément à l'invention, la pièce 100 comprend en outre un premier insert 140 et un deuxième insert 150. La pièce 100 telle qu'illustré ne présente que des chapes simples. On ne sort bien entendu pas du cadre de l'invention si la pièce mécanique présente des doubles chapes, comme c'est par exemple le cas des pièces illustrées dans le document FR 2 887 601 A1.

[0038] Le premier orifice est délimité par une surface interne. Le deuxième orifice est délimité par une surface interne. Le premier orifice est débouchant. Le deuxième orifice est débouchant.

[0039] L'âme 110 comprend un premier bord longitudinal 110a et un deuxième bord longitudinal 110b opposé au premier bord longitudinal 110a. L'âme 110 comprend en outre au moins un premier bord courbe 110c qui relie le premier bord longitudinal 110a au deuxième bord longitudinal 110b. Le premier bord courbe 110c délimite en partie le premier orifice. Ainsi, une partie de la surface interne du premier orifice est définie par le premier bord courbe 110c de l'âme 110. Dans l'exemple illustré sur la [Fig.4], l'âme 110 comprend un deuxième bord courbe opposé au premier bord courbe 110c, qui relie le premier bord longitudinal 110a au deuxième bord longitudinal 110b. Le deuxième bord courbe délimite en partie le deuxième orifice. Ainsi, une partie de la surface interne du deuxième orifice est définie par le deuxième bord courbe de l'âme 110.

[0040] La bague 130 comprend une surface interne 130a et une surface externe 130b. La bague 130 est adjacente à l'âme 110. La surface externe 130b de la bague 130 peut correspondre à la surface interne du premier orifice. La surface externe 130b est au contact du premier bord courbe 110c de l'âme 110. Le premier bord courbe 110c de l'âme 110 épouse la surface externe 130b de la bague 130. La bague 130 est destinée à être traversée par un axe pour réaliser une liaison avec une autre pièce. La bague 130 s'étend autour d'un axe A.

[0041] La bague supplémentaire 130bis comprend une surface interne et une surface externe. La bague supplémentaire 130bis est adjacente à l'âme 110 et opposée à la bague 130. La surface externe de la bague supplémentaire 130bis peut correspondre à la surface interne du deuxième orifice. La surface externe de la bague supplémentaire 130bis est au contact du deuxième bord courbe de l'âme 110. Le deuxième bord courbe de l'âme 110 épouse la surface externe de la bague supplémentaire 130bis. La bague supplémentaire 130bis est destinée à être traversée par un axe pour réaliser une liaison avec une autre pièce. La bague supplémentaire 130bis s'étend autour d'un axe A'. L'axe A' de la bague supplémentaire 130bis est de préférence parallèle à l'axe A de la bague 130.

[0042] Le premier insert 140 comprend un premier bord longitudinal 140a et un deuxième bord longitudinal 140b opposé au premier bord longitudinal 140a. Le premier bord longitudinal 140a du premier insert 140 est au contact du premier bord longitudinal 110a de l'âme 110. Le premier insert 140 comprend en outre un bord transversal qui relie le premier bord longitudinal 140a au deuxième bord longitudinal 140b dudit premier insert 140. Le bord transversal du premier insert 140 délimite en partie le premier orifice. Ainsi, une partie de la surface interne du premier orifice est définie par

le bord transversal du premier insert 140. Le bord transversal du premier insert 140 est au contact de la bague 130. Le bord transversal du premier insert 140 est au contact de la surface externe 130b de la bague 130. Le bord transversal du premier insert 140 épouse la surface externe 130b de la bague 130.

[0043] Le deuxième insert 150 comprend un premier bord longitudinal 150a et un deuxième bord longitudinal 150b opposé au premier bord longitudinal 150a. Le premier bord longitudinal 150a du deuxième insert 150 est au contact du deuxième bord longitudinal 110b de l'âme 110. Le deuxième insert 150 comprend en outre un bord transversal qui relie le premier bord longitudinal 150a au deuxième bord longitudinal 150b dudit deuxième insert 150. Le bord transversal du deuxième insert 150 délimite en partie le premier orifice. Ainsi, une partie de la surface interne du premier orifice est définie par le bord transversal du deuxième insert 150. Le bord transversal du deuxième insert 150 est au contact de la bague 130. Le bord transversal du deuxième insert 150 est au contact de la surface externe 130b de la bague 130. Le bord transversal du deuxième insert 150 épouse la surface externe 130b de la bague 130.

[0044] Dans l'exemple illustré sur les figures 4 et 5, la pièce 100 comprend deux inserts 140 et 150. On ne sort bien entendu pas du cadre de l'invention si la pièce comprend seulement un insert, ou si elle comprend plus de deux inserts. Par exemple, une pièce selon l'invention peut comprendre une paire d'insert pour chaque orifice accueillant une bague.

[0045] La ceinture 120 entoure l'âme 110 et le ou les orifices. Ainsi, la ceinture 120 entoure la ou les bagues 130, 130bis. La ceinture 120 délimite en partie le ou les orifices. La ceinture 120 comprend un bord interne fermé 120a. La ceinture 120 comprend une surface externe opposée au bord interne fermé 120a. Le bord interne fermé 120a de la ceinture 120 est au contact du premier insert 140. Le bord interne fermé 120a de la ceinture 120 est au contact de tous les inserts 140, 150. Le bord interne fermé 120a de la ceinture 120 est au contact du deuxième bord longitudinal 140b du premier insert 140. Le bord interne fermé 120a de la ceinture 120 est au contact du deuxième bord longitudinal 150b du deuxième insert 150. Le bord interne fermé 120a de la ceinture 120 est au contact de la surface externe 130b de la bague 130. Le bord interne fermé 120a de la ceinture 120 est au contact de la surface externe de la bague supplémentaire 130bis. Le bord interne fermé 120a délimite en partie le premier orifice et le deuxième orifice. Ainsi, une partie de la surface interne du premier orifice est définie par le bord interne fermé 120a de la ceinture 120. Une partie de la surface interne du deuxième orifice est définie par le bord interne fermé 120a de la ceinture 120.

[0046] L'épaisseur de l'insert 140 et/ou 150 peut être comprise entre 2 mm et 9 mm, et en particulier entre 3 mm et 7 mm. L'épaisseur de l'insert 140 et/ou 150 est mesurée entre les deux bords longitudinaux de l'insert 140/150. En particulier, l'épaisseur du premier

insert 140 peut être comprise entre 4% et 40% d'une distance de référence s'étendant entre l'axe A de la bague 130 et le point le plus proche de la surface externe de la ceinture 120. Cette distance de référence correspond au rayon de la chape comprenant la bague 130. L'épaisseur du deuxième insert 150 peut être comprise entre 4% et 40% de la distance de référence. De préférence, le premier insert 140 s'étend depuis la bague 130 sur une première distance d'extension comprise entre 80% et 220% de la distance de référence. Ainsi, les inserts qui s'étendent depuis la bague 130 ne s'étendent pas nécessairement sur toute la longueur de l'interface entre l'âme 110 et la ceinture 120.

[0047] La bague 130 et la bague supplémentaire 130bis peuvent être réalisées en métal. La bague 130 et la bague supplémentaire 130bis peuvent également être réalisées en matériau composite.

[0048] L'âme 110 et la ceinture 120 sont réalisées en matériau composite. De préférence, l'âme 110 et la ceinture 120 sont réalisées en matériau composite à matrice organique (CMO). L'âme 110 comprend un renfort fibreux densifié par une matrice. Le renfort fibreux de l'âme 110 est réalisé par tissage tridimensionnel. Le renfort fibreux de l'âme 110 peut être formé par des fibres de carbone. La ceinture 120 comprend un renfort fibreux densifié par une matrice. Le renfort fibreux de la ceinture 120 est réalisé par tissage tridimensionnel. Le renfort fibreux de la ceinture 120 peut être formé par des fibres de carbone. De préférence, les fils utilisés pour le renfort fibreux de la ceinture 120 sont de même nature et en même matériau que les fils utilisés pour le renfort fibreux de l'âme 110. Par « tissage tridimensionnel », on entend ici un mode de tissage par lequel certains au moins des fils de chaîne lient des fils de trame sur plusieurs couches de trame. Une inversion des rôles entre chaîne et trame est possible.

[0049] Les renforts fibreux de l'âme 110 et de la ceinture 120 sont densifiés par la même matrice. De préférence, les renforts fibreux de l'âme 110 et de la ceinture 120 sont co-densifiés par une résine thermoplastique ou thermodurcissable. Les renforts fibreux de l'âme 110 et de la ceinture 120 peuvent être co-densifiés par une résine époxy.

[0050] Les inserts 140 et 150 ne présentent pas de tissage tridimensionnel.

[0051] Le matériau formant les inserts 140 et 150 peuvent comprendre la même matrice que celle de l'âme 110 et de la ceinture 120. Les inserts 140 et 150 peuvent être constitués uniquement du matériau de matrice de l'âme 110 et de la ceinture 120. Les inserts 140 et 150 peuvent être constitués uniquement par de la résine époxy solide. Les inserts 140 et 150 peuvent être réalisés en élastomère. L'utilisation de l'élastomère permet la réalisation d'un insert très souple, ce qui permet d'améliorer encore la tenue de la pièce face à des pics d'introduction d'efforts.

[0052] Selon un mode préférentiel de réalisation de l'invention, les inserts 140 et 150 sont formés par une superposition de couches fibreuses réalisées par tissage bidimensionnel

et densifiée par une matrice. Ainsi, les inserts 140 et 150 sont formés par une superposition de plis fibreux bidimensionnels. Les couches fibreuses des inserts 140 et 150 sont de préférence densifiées par la même matrice que celle de l'âme 110 et de la ceinture 120. Les couches fibreuses des inserts 140 et 150 peuvent être densifiées par une résine époxy.

[0053] Les inserts 140 et 150 peuvent également être formés par une seule couche fibreuse réalisée par tissage bidimensionnel et densifiée par une matrice.

[0054] Les fibres des couches fibreuses des inserts 140 et 150 peuvent être en verre.

[0055] Le premier insert 140 peut être formé par 1 à 10 couches fibreuses réalisées par tissage bidimensionnel. De préférence, le premier insert 140 est formé par 2 à 10 couches fibreuses réalisées par tissage bidimensionnel. De même, le deuxième insert 150 peut être formé par 1 à 10 couches fibreuses réalisées par tissage bidimensionnel. De préférence, le deuxième insert 150 est formé par 2 à 10 couches fibreuses réalisées par tissage bidimensionnel.

[0056] Les couches fibreuses du premier insert 140 et/ou du deuxième insert 150 peuvent présenter les orientations de fibres suivantes : ±45°, 0°/90° et ±45°/90°.

[0057] Le premier insert 140 peut être réalisé différemment du deuxième insert 150. Toutefois, il est préférable que le premier insert 140 et le deuxième insert 150 soient réalisés de manière similaire pour faciliter la fabrication de la pièce 100.

[0058] Les figures 6 à 8 illustrent un exemple de procédé de fabrication d'une pièce selon l'invention, pour le mode de réalisation dans lequel les inserts 140 et 150 sont réalisés par superposition de couches fibreuses. Les figures 6 à 8 décrivent ainsi l'obtention d'un ensemble fibreux 200 destiné à être densifié par la matrice. L'ensemble fibreux 200 est ainsi destiné à former le renfort fibreux de la pièce 100 à réaliser.

[0059] La [Fig.6] illustre une préforme fibreuse d'âme 210 destinée à former le renfort fibreux de l'âme 110. Comme indiqué précédemment, la préforme fibreuse d'âme 210 est réalisée par tissage tridimensionnel. La préforme fibreuse d'âme 210 peut être réalisée en fibres de carbone.

[0060] La préforme fibreuse d'âme 210 comprend un premier bord longitudinal 210a et un deuxième bord longitudinal 210b opposé au premier bord longitudinal 210b. Le premier bord longitudinal 210a et le deuxième bord longitudinal 210b de la préforme fibreuse d'âme 210 sont respectivement destinés à former le bord longitudinal 210a et le deuxième bord longitudinal 210b de l'âme 110. La préforme fibreuse d'âme 210 comprend en outre au moins un premier bord courbe 210c qui relie le premier bord longitudinal 210a au deuxième bord longitudinal 210b. Le premier bord courbe 210c de la préforme fibreuse d'âme 210 est destiné à former le premier bord courbe 110c de l'âme 110. Dans l'exemple illustré sur la [Fig.6], la préforme fibreuse d'âme 210 comprend un deuxième bord courbe opposé au premier bord courbe 210c, qui relie le

premier bord longitudinal 210a au deuxième bord longitudinal 210b.

[0061] La [Fig.7] illustre une première préforme fibreuse d'insert 240 du premier insert 140 et une deuxième préforme fibreuse d'insert 250 du deuxième insert 150. La première préforme fibreuse d'insert 240 est destinée à former le renfort fibreux du premier insert 140. La deuxième préforme fibreuse d'insert 250 est destinée à former le renfort fibreux du deuxième insert 150.

[0062] La première préforme fibreuse d'insert 240 est formée par une pluralité de couches fibreuses 241, 242, 243, 244 telles que décrites précédemment. Une première couche fibreuse 241 est disposée au contact de la préforme fibreuse d'âme 210, comme illustré sur la [Fig.7]. La première couche fibreuse 241 repose contre la préforme fibreuse d'âme 210. La première couche fibreuse 241 est au contact du premier bord longitudinal 210a de la préforme fibreuse d'âme 210. Les couches fibreuses suivantes 242, 243 et 244 sont superposées dans l'ordre sur la première couche fibreuse 241 jusqu'à déposer la dernière couche fibreuse 244.

[0063] La deuxième préforme fibreuse d'insert 250 est formée par une pluralité de couches fibreuses 251, 252, 253, 254 telles que décrites précédemment. Une première couche fibreuse 251 est disposée au contact de la préforme fibreuse d'âme 210, comme illustré sur la [Fig.7]. La première couche fibreuse 251 repose contre la préforme fibreuse d'âme 210. La première couche fibreuse 251 est au contact du deuxième bord longitudinal 210b de la préforme fibreuse d'âme 210. Les couches fibreuses suivantes 252, 253 et 254 sont superposées dans l'ordre sur la première couche fibreuse 251 jusqu'à déposer la dernière couche fibreuse 254.

[0064] On dispose ensuite une préforme fibreuse de ceinture 220 autour de la préforme fibreuse d'âme 210 et des préformes fibreuses d'insert 240 et 250 pour obtenir l'ensemble fibreux 200, comme illustré sur la [Fig.8].

[0065] La préforme fibreuse de ceinture 220 est destinée à former le renfort fibreux de la ceinture 120. Comme indiqué précédemment, la préforme fibreuse de ceinture 220 est réalisée par tissage tridimensionnel. La préforme fibreuse de ceinture 220 peut être réalisée en fibres de carbone.

[0066] La préforme fibreuse de ceinture 220 comprend un bord interne fermé 220a. La préforme fibreuse de ceinture 220 est disposée autour de la préforme fibreuse d'âme 210 et des préformes fibreuses d'insert 240 et 250. Le bord interne fermé 220a de la préforme fibreuse de ceinture 220 est disposé au contact des préformes fibreuses d'insert 240 et 250. Le bord interne fermé 220a de la préforme fibreuse de ceinture 220 est disposé au contact de la dernière couche fibreuse 244 de la première préforme fibreuse d'insert 240. Le bord interne fermé 220a de la préforme fibreuse de ceinture 220 est disposé au contact de la dernière couche fibreuse 254 de la deuxième préforme fibreuse d'insert 250.

[0067] Afin de faciliter la mise en position de la préforme fibreuse de ceinture 220 autour de la préforme fibreuse d'âme 210 et des préformes fibreuses d'insert 240 et 250, des éléments 51 et 52 peuvent être utilisés, comme illustré sur la [Fig.8]. Un premier élément cylindrique 51 peut être disposé contre le premier bord courbe 210c de la préforme fibreuse d'âme 210. Le premier élément cylindrique 51 est ainsi disposé entre la préforme fibreuse d'âme 210 et la préforme fibreuse de ceinture 220 de sorte à maintenir la préforme fibreuse de ceinture 220 dans la position adéquate. Un deuxième élément cylindrique 52 peut être disposé contre le deuxième bord courbe de la préforme fibreuse d'âme 210. Le deuxième élément cylindrique 52 est ainsi disposé entre la préforme fibreuse d'âme 210 et la préforme fibreuse de ceinture 220 de sorte à maintenir la préforme fibreuse de ceinture 220 dans la position adéquate.

[0068] Le premier élément cylindrique 51 permet de définir un espace cylindrique adjacent à la préforme fibreuse d'âme 510, ledit espace cylindrique étant destiné à former le premier orifice. Le deuxième élément cylindrique 52 permet de définir un espace cylindrique adjacent à la préforme fibreuse d'âme 510, ledit espace cylindrique étant destiné à former le deuxième orifice.

[0069] L'assemblage de l'ensemble fibreux 200 peut être réalisé dans n'importe quel ordre.

[0070] L'ensemble fibreux 200 ainsi obtenu est ensuite densifié par une matrice. A cet effet, l'ensemble fibreux 200 peut être disposé dans un moule. La densification par la matrice peut être réalisée par l'introduction d'une résine, comme une résine époxy, suivie d'une réticulation de celle-ci s'il s'agit d'une résine thermodurcissable ou d'un refroidissement s'il s'agit d'une résine thermoplastique. La formation de la matrice peut être réalisée par technique de moulage par transfert de résine (« Resin Transfer Molding ») qui correspond à une technique connue en soi.

[0071] On obtient ainsi une pièce en matériau composite, dont les renforts fibreux formés par la préforme fibreuse d'âme 210, la préforme fibreuse de ceinture 220 et les préformes fibreuses d'insert 240 et 250 ont été co-densifiés. Les bagues 130 et 130bis peuvent ensuite être ajoutées de sorte à obtenir la pièce mécanique 100. On ne sort bien entendu pas du cadre de l'invention si les bagues 130 et 130bis sont rapportées sur l'ensemble fibreux 200 avant la densification par la matrice.

[0072] Dans le cas où l'insert est formé uniquement par le matériau de matrice sans renfort fibreux, la préforme fibreuse de ceinture 220 peut être maintenue à distance de la préforme fibreuse d'âme 210 lors de la densification, de sorte que l'interstice formé entre la préforme fibreuse d'âme 210 et la préforme fibreuse de ceinture 220 soit rempli par la résine. La résine présente dans cet espace permettra ensuite de former les inserts 140 et 150.

[0073] Il est également envisageable de disposer des inserts en résine entre la préforme fibreuse de ceinture 220 et la préforme fibreuse d'âme 210 avant la densification, puis

de procéder à la densification de l'ensemble. Les inserts en résine forment ainsi les inserts 140 et 150. Dans ce mode de réalisation, les inserts 140 et 150 peuvent être réalisés dans une résine différente de la matrice utilisée pour densifier les préformes fibreuse de ceinture 220 et d'âme 210.

[0074] Il est également envisageable de disposer des inserts en élastomère entre la préforme fibreuse de ceinture 220 et la préforme fibreuse d'âme 210 avant la densification, puis de procéder à la densification de l'ensemble. Les inserts en élastomère forment ainsi les inserts 140 et 150.

[0075] La pièce selon l'invention peut ou non être destinée à une application aéronautique. La pièce peut par exemple être une bielle, une contre-fiche de train d'atterrissage ou un élément constitutif de celle-ci, ou encore une barre de frein.

[0076] La pièce selon l'invention présente ainsi de meilleures propriétés mécaniques que les pièces similaires de l'art antérieur.

[0077] Lors d'un chargement en traction d'une pièce selon l'art antérieur, l'extrémité de la ceinture entourant l'orifice est d'abord chargé, puis les efforts passent dans le reste de la ceinture et dans l'âme. Ce passage des efforts se fait progressivement via l'interface entre l'âme et la ceinture avec un pic de contrainte, jusqu'à ce que le chargement soit homogène. Un phénomène similaire se produit lors d'un chargement en compression. La pièce selon l'invention permet de mieux absorber et de réduire ce pic de contrainte grâce à la présence d'un insert souple.

[0078] L'expression « compris(e) entre … et … » doit se comprendre comme incluant les bornes.

Revendications

[Revendication 1] Pièce mécanique (100) comprenant une âme (110) comportant un renfort fibreux densifié par une matrice, comprenant au moins un orifice adjacent à l'âme (110) et destiné à être traversé par un axe pour réaliser une liaison avec une autre pièce, et comprenant une ceinture (120) comportant un renfort fibreux densifié par la matrice entourant l'âme (110) et ledit au moins un orifice, la pièce (100) étant caractérisée en ce qu'au moins un insert (140, 150) s'étendant depuis l'orifice est interposé entre l'âme (110) et la ceinture (120).

[Revendication 2] Pièce (100) selon la revendication 1, dans laquelle l'insert (140, 150) est une couche de matériau de matrice.

[Revendication 3] Pièce (100) selon la revendication 1, dans laquelle l'insert (140, 150) est en élastomère.

[Revendication 4] Pièce (100) selon la revendication 1, dans laquelle l'insert (140, 150) comprend une superposition de couches fibreuses (241, 242, 243, 244, 251, 252, 253, 254) réalisées par tissage bidimensionnel et densifiée par une matrice, les couches fibreuses étant superposées l'une sur l'autre depuis l'âme (110) jusqu'à la ceinture (120).

[Revendication 5] Pièce (100) selon la revendication 4, dans laquelle les couches fibreuses (241, 242, 243, 244, 251, 252, 253, 254) présentent des orientations de fibres de ±45°, 0°/90° ou ±45°/90°.

[Revendication 6] Pièce (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la matrice est une résine époxy.

[Revendication 7] Pièce (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle l'épaisseur de l'insert (140, 150) est comprise entre 4% et 40% d'une distance de référence s'étendant entre l'axe (A, A') de l'orifice et le point le plus proche de la surface externe de la ceinture (120).

[Revendication 8] Pièce (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle l'insert (140, 150) s'étend depuis l'orifice sur une distance comprise entre 80% et 220% d'une distance de référence s'étendant entre l'axe (A, A') de l'orifice et le point le plus proche de la surface externe de la ceinture (120).

[Revendication 9] Pièce (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, la pièce comprenant en outre au moins une bague (130) disposée dans l'orifice et adjacente à l'âme (110).

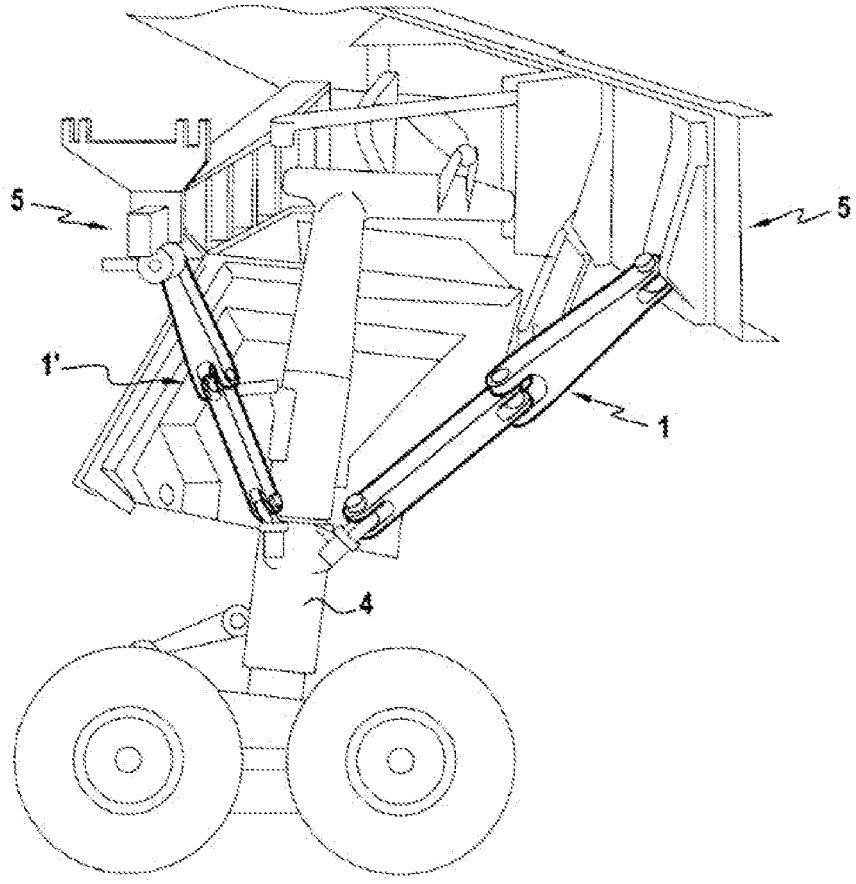
[Revendication 10] Procédé de fabrication d'un ensemble fibreux (200) destiné à former le renfort fibreux d'une pièce mécanique (100) en matériau composite,

comprenant :
- la réalisation par tissage tridimensionnel d'une préforme fibreuse d'âme (210) et d'une préforme fibreuse de ceinture (220),
- la disposition de la préforme fibreuse de ceinture (220) autour de la préforme fibreuse d'âme (210) de sorte que la préforme fibreuse de ceinture (220) délimite un espace cylindrique adjacent à la préforme fibreuse d'âme (210) et de sorte à laisser au moins un interstice entre la préforme fibreuse d'âme (210) et la préforme fibreuse de ceinture (220) s'étendant depuis l'espace cylindrique.

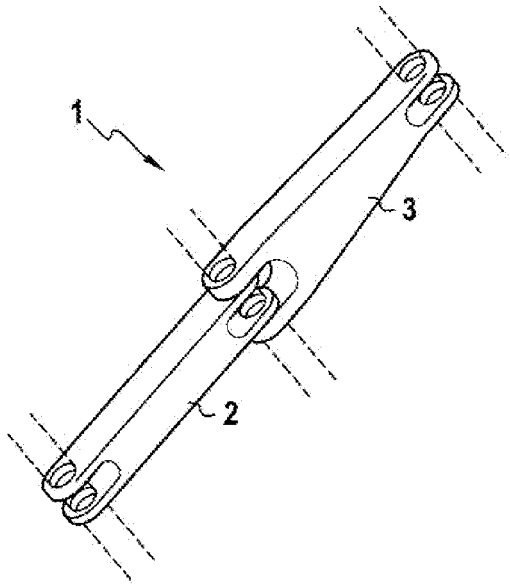
[Revendication 11] Procédé de fabrication d'un ensemble fibreux (200) selon la revendication 10, dans lequel l'interstice est comblé par une superposition de couches fibreuses (241, 242, 243, 244, 251, 252, 253, 254) réalisées par tissage bidimensionnel, les couches fibreuses (241, 242, 243, 244, 251, 252, 253, 254) étant superposées l'une sur l'autre depuis la préforme fibreuse d'âme (210) jusqu'à la préforme fibreuse de ceinture (220).

[Revendication 12] Procédé de fabrication d'une pièce mécanique (100) comprenant :
- la fabrication d'un ensemble fibreux (200) selon la revendication 10 ou 11,
- la densification de l'ensemble fibreux (200) par une matrice en conservant l'espace cylindrique dénué de matrice, de sorte à obtenir une pièce mécanique (100) en matériau composite comprenant une âme (110), un orifice cylindrique adjacent à l'âme (110), une ceinture (120) entourant l'âme (110) et l'orifice cylindrique, et au moins un insert (140, 150) s'étendant depuis l'orifice entre l'âme (110) et la ceinture (120).

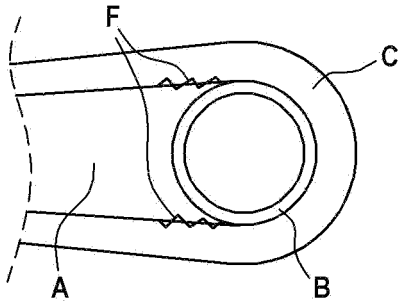
[Fig. 1]



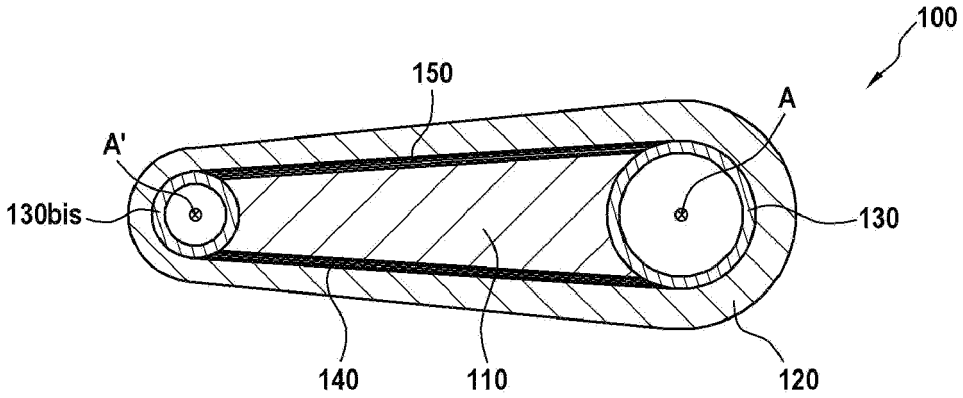
[Fig. 2]



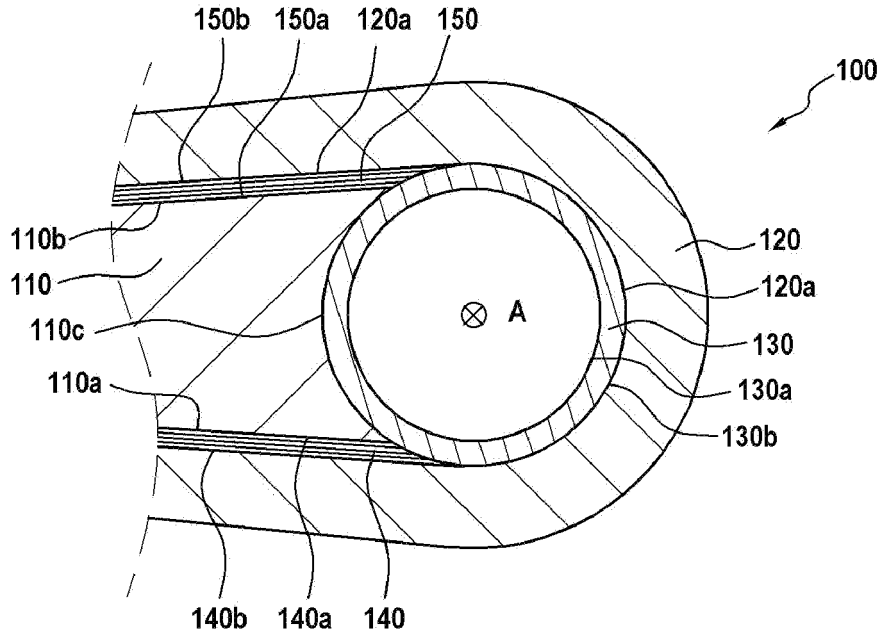
[Fig. 3]



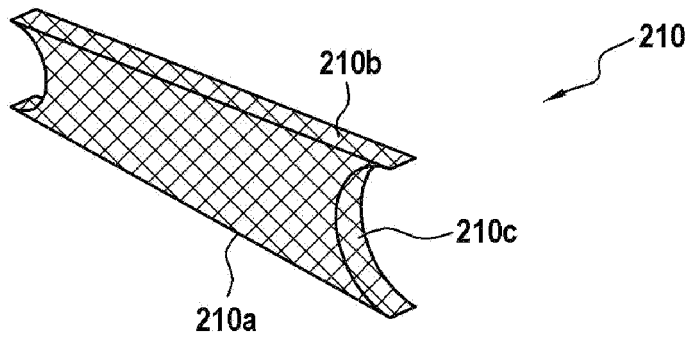
[Fig. 4]



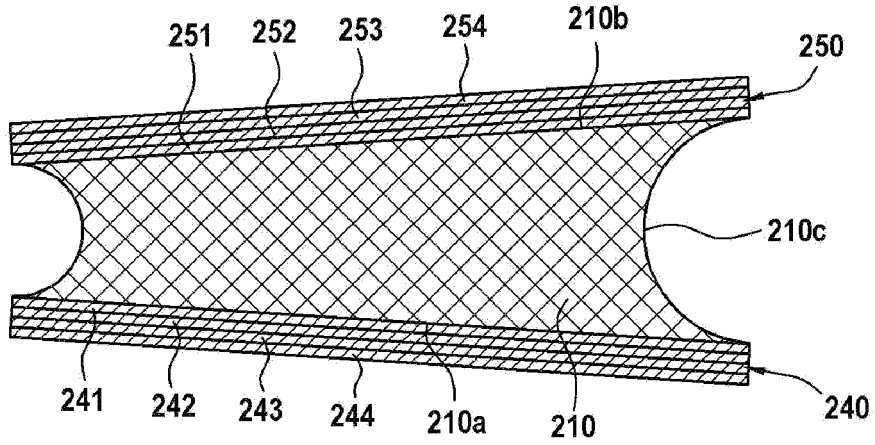
[Fig. 5]



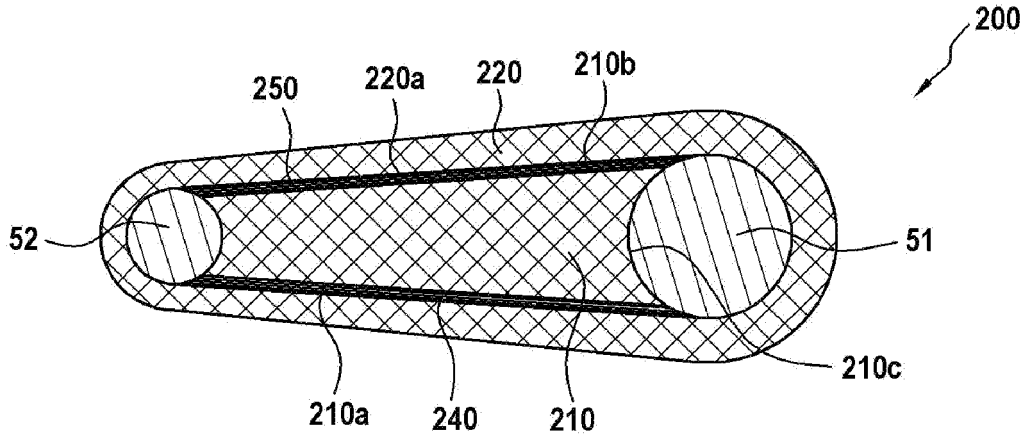
[Fig. 6]



[Fig. 7]


251
252
253
254
210b
250
210c
241
242
243
244
210a
210
240

[Fig. 8]


200
250
220a
220
210b
52
51
210c
210a
240
210

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 926509
FR 2312745

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2013/055850 A1 (PADDEN VINCENT [US]) 7 mars 2013 (2013-03-07)	1,2,4-9	B29C 70/10 B29C 70/22
A	* alinéas [0021] - [0024], [0026], [0029], [0031]; revendication 1; figures 1,6 *	3,10-12	B29C 70/34 B64C 25/02 F16C 7/02

X	DE 10 2014 225435 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 16 juin 2016 (2016-06-16)	1,2,9	
A	* alinéas [0025], [0026]; figure 5 *	3-8, 10-12	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

B29C
B29L

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
5 juin 2024	Van Wallene, Allard

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

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
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2312745 FA 926509

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 05-06-2024
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013055850 A1	07-03-2013	CA 2846232 A1	14-03-2013
		EP 2753837 A1	16-07-2014
		US 2013055850 A1	07-03-2013
		US 2014014256 A1	16-01-2014
		WO 2013036315 A1	14-03-2013
DE 102014225435 A1	16-06-2016	AUCUN	

EPO FORM P0465