

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①① N° de publication :

3 040 909

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

②① N° d'enregistrement national :

15 58680

⑤① Int Cl⁸ : B 29 C 70/24 (2017.01), B 29 C 70/88, F 01 D 5/28, 5/14

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 16.09.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 17.03.17 Bulletin 17/11.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : SNECMA Société anonyme — FR.

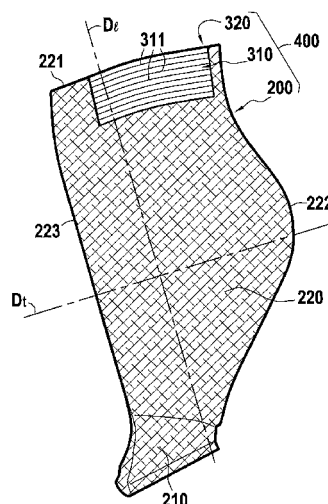
⑦② Inventeur(s) : GIMAT MATTHIEU ARNAUD,
MAHIEU JEAN-NOEL, NOTARIANNI GILLES PIERRE-
MARIE et POUZADOUX FREDERIC JEAN-BERNARD.

⑦③ Titulaire(s) : SNECMA Société anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤④ PREFORME FIBREUSE POUR AUBE DE TURBOMACHINE EN MATERIAU COMPOSITE ET PROCEDE DE
FABRICATION D'UNE TELLE PREFORME.

⑤⑦ Une préforme fibreuse (400) de renfort d'aube de tur-
bomachine en matériau composite comprend une structure
fibreuse (200) tissée en une seule pièce par tissage tridi-
mensionnel ou multicouche. La structure fibreuse (200)
comporte une partie de pied d'aube (210) et une partie de
pale d'aube (220) s'étendant suivant une direction longitu-
dinale (DI) entre la portion de pied d'aube (210) et une portion
de sommet d'aube (221) et suivant une direction transver-
sale (Dt) entre une portion de bord d'attaque (222) et une
portion de bord de fuite (223). La préforme (400) comprend
en outre au moins un pli unidirectionnel (310) présent sur la
portion de pale d'aube (220) de la texture fibreuse, les fibres
(311) de chaque pli unidirectionnel s'étendant dans une di-
rection déterminée par rapport aux directions longitudinale
(DI) et transversale (Dt) de la partie de pale d'aube (220) de
la structure fibreuse (200).



FR 3 040 909 - A1



Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général des aubes de turbomachine en matériau composite comportant un renfort
5 fibreux densifié par une matrice.

Le domaine visé est celui des aubes mobiles destinées à être montées sur des disques de rotor de turbines à gaz pour moteurs aéronautiques ou turbines industrielles.

Les matériaux composites permettent de réaliser des aubes
10 ayant une masse globale moins élevée que ces mêmes pièces lorsqu'elles sont réalisées en matériau métallique.

La réalisation d'aubes en matériau composite pour des turbomachines a déjà été proposée. On se référera notamment à la demande de brevet US 2011/0311368. Cette demande décrit la fabrication
15 d'une aube de turbomachine en matériau composite comprenant un renfort fibreux densifié par une matrice, l'ébauche fibreuse destinée à constituer le renfort est réalisée par tissage tridimensionnel (3D) ou multicouche entre une pluralité de fils de chaîne et une pluralité de fils de trame.

20 L'utilisation d'un renfort fibreux obtenu par tissage 3D ou multicouche permet d'obtenir une aube en matériau composite présentant de très bonnes propriétés mécaniques notamment en termes de tenue en fatigue et de ténacité. Il est généralement possible avec ce matériau d'agir sur les paramètres de tissage et la définition de la préforme pour conférer
25 à la pièce les propriétés mécaniques désirées dans les zones pertinentes. Cependant, dans certains cas bien particuliers, il peut être difficile d'agir complètement librement sur les propriétés mécaniques d'une zone déterminée sans impacter négativement une zone plus large, liée par le tissage (mêmes colonnes de chaîne ou de trame).

30 Dans les cas de certaines sollicitations engendrant des déformations locales importantes, comme cela peut se produire par exemple lors d'une ingestion d'oiseau ou de grêle, ou d'une perte d'aube (FBO pour « Fan Blade Out), un contrôle notamment du niveau et de l'orientation de la raideur dans la ou les zone de l'aube concernées
35 permettrait d'améliorer la tenue mécanique de l'aube vis-à-vis de ce type

de sollicitations. La définition d'un ratio de raideur entre la direction radiale correspondant à la direction chaîne et la direction corde correspondant à la direction trame dans le renfort de l'aube est possible. Cependant, cette définition reste limitée dans ses possibilités en raison du

5 tissage 3D ou multicouche qui ne permet pas de modifier complètement librement l'orientation et le taux de fibres en local dans le renfort fibreux sans impacter négativement une zone plus large, liée par le tissage (mêmes colonnes de chaîne ou de trame).

En outre d'un besoin de raideur spécifique dans certaines zones

10 de l'aube, il existe d'autres parties de l'aube dans lesquelles, au contraire, il est intéressant de pouvoir augmenter localement la capacité d'allongement du matériau afin de supporter des déformations locales qui peuvent imposer au matériau de l'aube des efforts supérieurs à la limite d'élongation de ce matériau.

Objet et résumé de l'invention

Il est donc souhaitable de pouvoir disposer de renforts fibreux pour des aubes en matériau composite dont les caractéristiques mécaniques peuvent être adaptées plus librement localement par rapport

20 au reste du renfort fibreux.

A cet effet, selon la présente invention, il est proposé une préforme fibreuse de renfort d'aube de turbomachine en matériau composite, ladite préforme comprenant une structure fibreuse tissée en une seule pièce par tissage tridimensionnel ou multicouche entre une

25 première pluralité de couches de fils et une deuxième pluralité de couches de fils, la structure fibreuse comprenant une partie de pied d'aube et une partie de pale d'aube s'étendant suivant une direction longitudinale entre la portion de pied d'aube et une portion de sommet d'aube et suivant une direction transversale entre une portion de bord d'attaque et une portion

30 de bord de fuite, caractérisée en ce que ladite préforme comprend en outre au moins un pli unidirectionnel ou une couche de tissu bidimensionnel présent sur la portion de pale d'aube de la texture fibreuse, les fibres de chaque pli unidirectionnel s'étendant dans une direction déterminée par rapport aux directions longitudinale et

35 transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse ou les fils

de chaque couche de tissu bidimensionnel s'étendant dans deux directions déterminées par rapport aux directions longitudinale et transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse.

5 Ainsi, par l'ajout d'un ou plusieurs plis unidirectionnels et/ou de couches de tissu bidimensionnel sur une structure fibreuse obtenue par tissage tridimensionnel ou multicouche, il est possible d'augmenter localement le taux de fibres dans une ou plusieurs directions déterminées, ce qui permet de définir un comportement mécanique spécifique du renfort et, par conséquent de l'aube en matériau composite résultante,
10 dans la ou les zones, de l'aube couvertes par le ou les plis unidirectionnels ajoutés et/ou par la ou les couches de tissu bidimensionnel ajoutées.

Selon un mode de réalisation de la préforme fibreuse de l'invention, les fibres de chaque pli unidirectionnel et les fils de chaque couche de tissu bidimensionnel sont de même nature que les fibres de la structure fibreuse. Dans ce cas, la raideur de la préforme et, par
15 conséquent, la raideur du renfort de l'aube en matériau composite résultante est augmentée dans la zone de la texture fibreuse couverte par le ou les plis unidirectionnels et/ou la ou les couches de tissu bidimensionnel et dans la direction des fibres de ce ou ces plis et/ou les
20 directions des fils de cette ou ces couches de tissu bidimensionnel. On combine ainsi la ténacité de la structure fibreuse tissée 3D ou multicouche avec une augmentation de raideur localisée et orientée dans une ou plusieurs directions déterminées. L'aube résultante présente, par conséquent, une résistance mécanique améliorée.

25 Selon une caractéristique particulière de la préforme de l'invention, un ou plusieurs plis unidirectionnels et/ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel sont présents sur la portion de sommet de la partie de pale de la structure fibreuse, les fibres du ou des plis unidirectionnels s'étendant dans une direction parallèle à la direction
30 transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse tandis que les fils de la ou des couches de tissu bidirectionnel s'étendent dans deux directions respectivement parallèles à la direction longitudinale et à la direction transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse. Ainsi, grâce à l'ajout au niveau de la portion de sommet d'aube de la
35 partie de pale de la structure fibreuse d'une ou plusieurs plis

unidirectionnels et/ou d'une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel dont les fibres ou fils sont orientés suivant la direction transversale et/ou la direction longitudinale de partie de pale, on augmente localement le taux de fibres dans ces directions, ce qui permet d'avoir en sommet
5 d'aube, un comportement mécanique spécifique en termes de raideur par rapport au reste de l'aube.

Selon un autre mode de réalisation de la préforme de l'invention, les fibres de chaque pli unidirectionnel et les fils de chaque couche de tissu bidimensionnel présentent un taux d'allongement à la
10 rupture supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse. On augmente ainsi localement le taux d'allongement et, par conséquent, la capacité de l'aube résultante à se déformer sans fissuration dans la zone couverte par le ou les plis unidirectionnels et/ou la ou les couches de tissu bidimensionnel. L'aube résultante présente, par conséquent, une
15 résistance mécanique améliorée.

Selon une caractéristique particulière de la préforme de l'invention, un ou plusieurs plis unidirectionnels et/ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel sont présents sur la portion de bord de fuite de la partie de pale de la structure fibreuse, les fibres du ou des plis
20 unidirectionnels s'étendant dans une direction parallèle à la direction longitudinale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse tandis que les fils de la ou des couches de tissu bidirectionnel s'étendent dans deux directions respectivement parallèles à la direction longitudinale et à la direction transversale de la partie de pale d'aube de la structure
25 fibreuse. Ainsi, grâce à l'ajout au niveau de la portion de bord de fuite de la partie de pale de la structure fibreuse d'un ou plusieurs plis unidirectionnels et/ou d'une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel dont les fibres ou fils présentent un taux d'allongement à la rupture supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse, on augmente
30 localement le taux d'allongement et, par conséquent, la capacité de l'aube résultante à se déformer sans fissuration dans la zone couverte par le ou les plis unidirectionnels et/ou par le ou les couches de tissu bidimensionnel. Les fibres du ou des plis unidirectionnels sont orientées suivant la direction longitudinale de partie de pale, direction dans laquelle
35 l'aube résultante présentera sur la zone couverte par le ou les plis une

capacité de déformation sans fissuration accrue. Avec la ou les couches de tissu bidimensionnel, l'aube résultante présentera une capacité de déformation sans fissuration accrue à la fois dans la direction longitudinale et dans la direction transversale de partie de pale.

5 Selon encore un autre mode de réalisation de la préforme de l'invention, une même préforme comporte, d'une part, un ou plusieurs plis unidirectionnels ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel ayant des fibres ou des fils de même nature que les fibres de la structure fibreuse présents dans une ou plusieurs zones de la partie de pale d'aube
10 de la texture fibreuse et, d'autre part, un ou plusieurs plis unidirectionnels ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel dont les fibres ou fils présentent un taux d'allongement à la rupture supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse dans une ou plusieurs autres zones de la partie de pale de la texture fibreuse.

15 L'invention a également pour objet une aube de turbomachine comprenant un renfort fibreux densifié par une matrice caractérisée en ce que le renfort fibreux est constitué d'une préforme fibreuse selon l'invention.

20 L'invention concerne encore un procédé de fabrication d'un renfort fibreux d'aube de turbomachine en matériau composite, ledit procédé comprenant la réalisation d'une structure fibreuse tissée en une seule pièce par tissage tridimensionnel ou multicouche entre une première pluralité de couches de fils et une deuxième pluralité de couches de fils, la structure fibreuse comprenant une partie de pied d'aube et une partie de
25 pale d'aube s'étendant suivant une direction longitudinale entre la portion de pied d'aube et une portion de sommet d'aube et suivant une direction transversale entre une portion de bord d'attaque et une portion de bord de fuite, caractérisé en ce que ledit procédé comprend en outre le placement d'au moins un pli unidirectionnel ou une couche de tissu
30 bidimensionnel sur la portion de pale d'aube de la texture fibreuse, les fibres de chaque pli unidirectionnel s'étendant dans une direction déterminée par rapport aux directions longitudinale et transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse et les fils de chaque couche de tissu bidimensionnel s'étendant dans deux directions déterminées par

rapport aux directions longitudinale et transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse.

Selon un mode de réalisation du procédé de l'invention, les fibres de chaque pli unidirectionnel et les fils de chaque couche de tissu bidimensionnel sont de même nature que les fibres de la structure fibreuse.

Selon une caractéristique particulière du procédé de l'invention, un ou plusieurs plis unidirectionnels et/ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel sont placés sur la portion de sommet de la partie de pale de la structure fibreuse, les fibres du ou des plis unidirectionnels s'étendant dans une direction parallèle à la direction transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse tandis que les fils de la ou des couches de tissu bidirectionnel s'étendent dans deux directions respectivement parallèles à la direction longitudinale et à la direction transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse.

Selon un autre mode de réalisation du procédé de l'invention, les fibres de chaque pli unidirectionnel et les fils de chaque couche de tissu bidimensionnel présentent un taux d'allongement à la rupture en traction supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse.

Selon une caractéristique particulière du procédé de l'invention, un ou plusieurs plis unidirectionnels et/ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel sont placés sur la portion de bord de fuite de la partie de pale de la structure fibreuse, les fibres du ou des plis unidirectionnels s'étendant dans une direction parallèle à la direction longitudinale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse tandis que les fils de la ou des couches de tissu bidimensionnel s'étendent dans deux directions respectivement parallèles à la direction longitudinale et à la direction transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse.

Selon encore autre mode de réalisation de la préforme de l'invention, un ou plusieurs plis unidirectionnels ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel ayant des fibres ou des fils de même nature que les fibres de la structure fibreuse sont placés sur une ou plusieurs zones de la partie de pale d'aube de la texture fibreuse tandis qu'un ou plusieurs plis unidirectionnels ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel dont les fibres ou les fils présentent un taux

d'allongement à la rupture supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse sont placés sur une ou plusieurs autres zones de la partie de pale de la texture fibreuse.

5 L'invention concerne enfin un procédé de fabrication d'une aube de turbomachine comprenant la fabrication d'un renfort fibreux selon l'invention et la densification dudit renfort fibreux par une matrice.

L'invention vise en outre une turbomachine équipée d'une pluralité d'aubes selon l'invention ou fabriquées selon le procédé tel que défini ci-avant.

10

Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise à la description faite ci-après, à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

15

- la figure 1 illustre de façon très schématique une ébauche fibreuse tissée tridimensionnelle destinée à la réalisation d'une préforme fibreuse conformément à un mode de réalisation de l'invention ;

- les figures 2 et 4 montrent la réalisation d'une préforme fibreuse conformément à un mode de réalisation de l'invention ;

20

- la figure 3 illustre très schématiquement un pli unidirectionnel utilisé pour la réalisation d'une préforme fibreuse selon l'invention ;

- la figure 5 illustre une aube de turbomachine en matériau composite obtenue à partir de la préforme de la figure 4 ;

25

- les figures 6 et 7 montrent la réalisation d'une préforme fibreuse conformément à un autre mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

30 L'invention s'applique d'une manière générale à la réalisation de préformes fibreuses aptes à constituer des renforts fibreux pour des aubes de turbomachine en matériau composite, notamment des aubes de soufflante ou de compresseur de turbines à gaz de moteurs aéronautiques. Les aubes sont obtenues par densification des préformes fibreuses par une matrice. La matrice est typiquement une résine, dans le
35 cas de matériaux composites utilisés à température relativement peu

élevée, typiquement jusqu'à 300°C, ou un matériau réfractaire tel que du carbone ou céramique dans le cas de composites thermostucturaux.

La figure 1 montre très schématiquement une ébauche fibreuse 100 destinée à former une texture fibreuse à partir de laquelle une préforme fibreuse selon l'invention est constituée par ajout d'un ou plusieurs plis unidirectionnels ou d'une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel comme expliqué ci-après. La préforme ainsi obtenue est destinée à former le renfort fibreux d'une aube de moteur aéronautique.

L'ébauche fibreuse 100 est obtenue par tissage tridimensionnel ou multicouche réalisé de façon connue au moyen d'un métier à tisser de type jacquard sur lequel on a disposé un faisceau de fils de chaîne ou torons 101 en une pluralité de couches, les fils de chaîne étant liés par des fils de trame 102 également disposés en une pluralité de couches. Un exemple détaillé de réalisation d'une préforme fibreuse destinée à former le renfort fibreux d'une aube pour moteur aéronautique est notamment décrit en détail dans les documents US 7 101 154, US 7 241 112 et WO 2010/061140.

Par « tissage tridimensionnel » ou « tissage 3D » ou encore « tissage multicouche », on entend ici un mode de tissage par lequel certains au moins des fils de trame lient des fils de chaîne sur plusieurs couches de fils de chaîne ou inversement suivant un tissage correspondant à une armure de tissage qui peut être notamment choisie parmi une des armures suivantes : interlock, multi-toile, multi-satin et multi-sergé.

Par « armure ou tissu interlock », on entend ici une armure de tissage 3D dont chaque couche de fils de chaîne lie plusieurs couches de fils de trame avec tous les fils de la même colonne de chaîne ayant le même mouvement dans le plan de l'armure. Par « armure ou tissu multi-toile », on désigne ici un tissage 3D avec plusieurs couches de fils de trame dont l'armure de base de chaque couche est équivalente à une armure de type toile classique mais avec certains points de l'armure qui lient les couches de fils de trame entre elles. Par « armure ou tissu multi-satin », on désigne ici un tissage 3D avec plusieurs couches de fils de trame dont l'armure de base de chaque couche est équivalente à une armure de type satin classique mais avec certains points de l'armure qui lient les couches de fils de trame entre elles. Par « armure ou tissu multi-

sergé », on désigne ici un tissage 3D avec plusieurs couches de fils de trame dont l'armure de base de chaque couche est équivalente à une armure de type sergé classique mais avec certains points de l'armure qui lient les couches de fils de trame entre elles. La texture fibreuse peut également être réalisée en combinant plusieurs armures de tissage, par exemple une armure interlock à cœur et une armure multi-satin en peau.

Les fils utilisés pour tisser l'ébauche fibreuse destinée à former le renfort fibreux de la pièce en matériau composite peuvent être notamment formés de fibres constituées d'un des matériaux suivants: carbone, carbure de silicium, alumine.

L'ébauche fibreuse 100 est tissée sous forme d'une bande s'étendant de façon générale dans une direction X correspondant à la direction longitudinale de l'aube à réaliser. L'ébauche fibreuse présente une épaisseur variable déterminée en fonction de l'épaisseur longitudinale et de profil de la pale de l'aube à réaliser. Dans sa partie destinée à former une préforme de pied, l'ébauche fibreuse 100 présente une surépaisseur 103 déterminée en fonction de l'épaisseur du pied de l'aube à réaliser et qui peut être réalisée en utilisant par exemple des fils de titre plus important ou un insert. L'ébauche fibreuse 100 se prolonge par une portion d'épaisseur décroissante 104 destinée à former l'échasse de l'aube puis par une partie 105 destinée à former la pale de l'aube. La partie 105 présente dans une direction perpendiculaire à la direction X un profil à épaisseur variable entre son bord 105a destiné à former le bord d'attaque de l'aube et son bord 105b destiné à former le bord de fuite de l'aube à réaliser.

L'ébauche fibreuse 100 est tissée en une seule pièce et doit présenter, après découpe des fils non tissés, la forme et les dimensions quasi-définitives de l'aube (« net shape »). A cet effet, dans les parties de variations d'épaisseur de l'ébauche fibreuse, comme dans la portion d'épaisseur décroissante 104, la diminution d'épaisseur de la préforme est obtenue en retirant progressivement des couches de fils de chaîne et de trame au cours du tissage. Une fois le tissage de l'ébauche fibreuse 100 achevé, on découpe les fils non tissés et notamment ceux qui ont été extraits de la texture au niveau des parties de variation d'épaisseur. On

obtient alors une structure fibreuse 200 illustrée sur la figure 2 et tissée en une seule pièce.

La structure fibreuse 200 comprend une partie de pied d'aube 210 et une partie de pale d'aube 220 s'étendant suivant une direction longitudinale D_l entre la partie de pied d'aube 210 et une portion de
5 sommet d'aube 221 et suivant une direction transversale D_t entre une portion de bord d'attaque 222 et une portion de bord de fuite 223.

Conformément à un mode de réalisation l'invention, un ou plusieurs plis unidirectionnels sont placés sur la portion de pale d'aube de
10 la texture fibreuse, les fibres de chaque pli unidirectionnel s'étendant dans une direction déterminée par rapport aux directions longitudinale et transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse.

Par « plis unidirectionnels », on entend ici des strates fibreuses constituées de fibres longues continues qui sont parallèles entre elles. La
15 figure 3 illustre un pli unidirectionnel 30 constitué d'une pluralité de torons de fibres longues continues 311 s'étendant toutes dans une même direction D_p . Chaque pli peut être constitué d'une seule rangée de fibres alignées les unes à côté des autres ou de plusieurs rangées superposées comme illustrées sur la figure 3. Les fibres sont maintenues en place par
20 un moyen de liaison qui peut être notamment un agent adhésif ou un fil de couture éventuellement à caractère fugace.

Dans l'exemple décrit ici, deux plis unidirectionnels 310 et 320 sont placés sur la portion de bord de sommet d'aube 221 de la partie de pale 220 de la structure fibreuse 200. Le pli 310 est placé sur une
25 première face de la partie de pale d'aube 220 tandis que le pli 320 est placé sur l'autre face de la partie de pale d'aube 220. Les fibres 311 et 321 respectivement des plis unidirectionnels 310 et 320 s'étendent dans des directions D_{310} et D_{320} qui sont parallèles à la direction transversale D_t de la partie de pale d'aube 220 de la structure fibreuse 220. Selon une
30 variante de réalisation, seul un des deux plis unidirectionnels 310 et 320 peut être placé sur une des faces de la partie de pale d'aube 220. Les plis unidirectionnels peuvent être préimprégnés, par exemple avec une résine, ce qui permet au pli d'adhérer directement sur la partie de pale 220 de la structure fibreuse 200. Dans le cas de plis non imprégnés dits « secs »,
35 une colle en spray ou « tackifiant » peut être utilisé pour faire adhérer les

plis sur la partie de pale 220 de la structure fibreuse 200, la colle s'évaporant lors des traitements thermiques ultérieurs.

On obtient alors une préforme fibreuse 400 constituée de la texture 200 et des plis unidirectionnels 310 et 320 comme illustrée sur la figure 4.

Dans ce mode de réalisation, les fibres 311 et 321 respectivement des plis unidirectionnels 310 et 320 sont de même nature que celles de la structure fibreuse 200. Les fibres des plis 310, 320 et les fibres de la structure 200 sont par exemple en carbone, verre, carbure de silicium ou encore alumine.

Ainsi, grâce à l'ajout au niveau de la portion de sommet d'aube 221 de la partie de pale 220 de la structure fibreuse de plis unidirectionnels 310 et 320 dont les fibres sont orientées suivant la direction transversale Dt de partie de pale 220, on augmente localement le taux fibres dans cette direction, ce qui permet de définir un comportement mécanique spécifique du renfort de l'aube dans la direction des fibres des plis. On combine ainsi la ténacité de la structure fibreuse 200 tissée 3D ou multicouche avec une augmentation de raideur localisée et orientée dans une direction déterminée, la zone concernée correspondant ici au sommet d'aube où les plis unidirectionnels 310 et 320 ont été placés et la direction déterminée correspondant ici à la direction transversale de la pale d'aube. L'aube résultante présente, par conséquent, une résistance mécanique améliorée.

Bien entendu, les fibres du ou des plis unidirectionnels ajoutés sur la structure fibreuse peuvent être orientées dans n'importe quelle direction par rapport aux directions longitudinale et transversale de la partie de pale en fonction des besoins.

Conformément à un autre mode de réalisation de l'invention, une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel peuvent être également utilisées en outre ou à la place des plis unidirectionnels 310 et 320, ce qui permet de définir un comportement mécanique spécifique du renfort de l'aube dans les directions des fils des couches de tissu. Les fils de la ou des couches de tissu bidirectionnel peuvent s'étendre dans deux directions respectivement parallèles à la direction longitudinale et à la direction

transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse ou dans toutes autres directions en fonction des besoins.

L'augmentation de raideur dans une direction déterminée avec l'ajout d'un ou plusieurs plis unidirectionnels ou dans deux directions
5 déterminées avec l'ajout d'une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel peut être également obtenue en utilisant des fibres ou des fils présentant une raideur supérieure à celle des fibres ou fils de la structure fibreuse 200.

On procède ensuite à la densification de la préforme fibreuse
10 400 afin de former une aube 10 en matériau composite illustrée sur la figure 5. La densification de la préforme fibreuse destinée à former le renfort fibreux de la pièce à fabriquer consiste à combler la porosité de la préforme, dans tout ou partie du volume de celle-ci, par le matériau constitutif de la matrice. Cette densification peut être réalisée de façon
15 connue en soi suivant le procédé par voie liquide (CVL) ou le procédé par voie gazeuse (CVI), ou encore suivant un enchaînement de ces deux procédés.

Le procédé par voie liquide consiste à imprégner la préforme par une composition liquide contenant un précurseur du matériau de la
20 matrice. Le précurseur se présente habituellement sous forme d'un polymère, tel qu'une résine époxyde à hautes performances, éventuellement dilué dans un solvant. La préforme est placée dans un moule pouvant être fermé de manière étanche avec un logement ayant la forme de l'aube finale moulée. Ensuite, on referme le moule et on injecte
25 le précurseur liquide de matrice (par exemple une résine) dans tout le logement pour imprégner toute la partie fibreuse de la préforme.

La transformation du précurseur en matrice, à savoir sa polymérisation, est réalisée par traitement thermique, généralement par chauffage du moule, après élimination du solvant éventuel et réticulation
30 du polymère, la préforme étant toujours maintenue dans le moule ayant une forme correspondant à celle de la pièce à réaliser.

Dans le cas de la formation d'une matrice carbone ou céramique, le traitement thermique consiste à pyrolyser le précurseur pour transformer la matrice en une matrice carbone ou céramique selon le
35 précurseur utilisé et les conditions de pyrolyse. A titre d'exemple, des

précurseurs liquides de céramique, notamment de SiC, peuvent être des résines de type polycarbosilane (PCS) ou polytitanocarbosilane (PTCS) ou polysilazane (PSZ), tandis que des précurseurs liquides de carbone peuvent être des résines à taux de coke relativement élevé, telles que des résines phénoliques. Plusieurs cycles consécutifs, depuis l'imprégnation jusqu'au traitement thermique, peuvent être réalisés pour parvenir au degré de densification souhaité.

Selon un aspect de l'invention, dans le cas notamment de la formation d'une matrice organique, la densification de la préforme fibreuse peut être réalisée par le procédé bien connu de moulage par transfert dit RTM ("Resin Transfert Moulding"). Conformément au procédé RTM, on place la préforme fibreuse dans un moule présentant la forme extérieure de la pièce à réaliser. Une résine thermodurcissable est injectée dans l'espace interne du moule qui comprend la préforme fibreuse. Un gradient de pression est généralement établi dans cet espace interne entre l'endroit où est injecté la résine et les orifices d'évacuation de cette dernière afin de contrôler et d'optimiser l'imprégnation de la préforme par la résine.

La densification de la préforme fibreuse peut-être également réalisée, de façon connue, par voie gazeuse par infiltration chimique en phase vapeur de la matrice (CVI). La préforme fibreuse correspondant au renfort fibreux de l'aube à réaliser est placée dans un four dans lequel est admise une phase gazeuse réactionnelle. La pression et la température régnant dans le four et la composition de la phase gazeuse sont choisies de manière à permettre la diffusion de la phase gazeuse au sein de la porosité de la préforme pour y former la matrice par dépôt, au cœur du matériau au contact des fibres, d'un matériau solide résultant d'une décomposition d'un constituant de la phase gazeuse ou d'une réaction entre plusieurs constituants, contrairement aux conditions de pression et températures propres aux procédés CVD ("Chemical Vapor Deposition") qui conduisent exclusivement à un dépôt à la surface du matériau.

La formation d'une matrice SiC peut être obtenue avec du méthyltrichlorosilane (MTS) donnant du SiC par décomposition du MTS tandis qu'une matrice carbone peut être obtenue avec des gaz

hydrocarbures tels que méthane et/ou propane donnant le carbone par craquage.

Une densification combinant voie liquide et voie gazeuse peut être également utilisée pour faciliter la mise en œuvre, limiter les
5 coûts et les cycles de fabrication tout en obtenant des caractéristiques satisfaisantes pour l'utilisation envisagée.

Après densification, on obtient une aube 10 en matériau composite qui, comme illustrée sur la figure 5, comporte dans sa partie inférieure un pied 13 formé par la partie de pied d'aube 210 de la
10 structure fibreuse 200 et une pale 15 formée par la partie de pale d'aube 220 de la structure fibreuse.

L'augmentation locale de raideur peut être également définie dans des parties de la préforme destinées à être assemblées avec une pièce présentant une raideur supérieure à celle de l'aube résultante
15 comme c'est le cas par exemple lors du collage d'une pièce de protection métallique sur le bord d'attaque d'une aube. Dans ce cas, la différence de raideur entre la pièce en matériau métallique et le matériau composite de l'aube peut conduire à un endommagement ou rupture de l'assemblage. En augmentant la raideur du matériau composite de l'aube par l'ajout d'un
20 ou plusieurs plis unidirectionnels et/ou d'une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel sur la zone du renfort fibreux destinée à être assemblée avec la pièce en matériau métallique, on réduit les risques d'endommagement ou de rupture.

La figure 6 montre très schématiquement une structure
25 fibreuse 500 à partir de laquelle une préforme fibreuse selon un autre mode de réalisation de l'invention est constituée par ajout d'une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel comme expliqué ci-après. La préforme obtenue est destinée à former le renfort fibreux d'une aube de moteur aéronautique.

30 Comme déjà expliqué précédemment, la structure fibreuse 500 est obtenue par tissage tridimensionnel ou multicouche d'une ébauche fibreuse. L'ébauche fibreuse à partir de laquelle est obtenue la structure fibreuse 500 est réalisée de la même façon que l'ébauche fibreuse 100 déjà décrite et ne sera pas décrite de nouveau par souci de simplification.
35 Toutes les variantes de tissage et de réalisation décrites en relation avec

l'ébauche 100 s'applique également pour l'ébauche fibreuse utilisée pour réaliser la structure fibreuse 500.

La structure fibreuse 500 tissée 3D ou multicouche en une seule pièce comprend une partie de pied d'aube 510 et une partie de pale d'aube 520 s'étendant suivant une direction longitudinale D_l entre la partie de pied d'aube 510 et une portion de sommet d'aube 521 et suivant une direction transversale D_t entre une portion de bord d'attaque 522 et une portion de bord de fuite 523.

Conformément à l'invention, une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel sont placées sur la portion de pale d'aube de la texture fibreuse, les fils de chaque couche de tissu bidimensionnel s'étendant dans deux directions déterminées par rapport aux directions longitudinale et transversale de la partie de pale d'aube de la structure fibreuse. Par « couche de tissu bidimensionnel », on entend ici toute texture fibreuse tissée suivant un tissage bidimensionnel avec une première série de fils formant un angle, par exemple de 45° ou 90° , avec une deuxième série de fils.

Dans l'exemple décrit ici, une couche de tissu bidimensionnel 610 est placée sur la portion de bord de fuite 523 de la partie de pale 520 de la structure fibreuse 500. La couche de tissu bidimensionnel 610 est placée à la fois sur les première et deuxième faces de la partie de pale d'aube 520. La couche de tissu bidimensionnel comprend des premiers fils 611 qui s'étendent dans une direction D_{611} parallèle à la direction longitudinale D_l de la partie de pale d'aube 520 de la structure fibreuse 500 et des deuxièmes fils 612 qui s'étendent dans une direction D_{612} parallèle à la direction transversale D_t de la partie de pale d'aube 520 de la structure fibreuse 500. Selon une variante de réalisation, la couche de tissu bidimensionnel 610 peut être placée sur une seule des faces de la partie de pale d'aube 520.

La couche de tissu bidimensionnel peut être préimprégnée, par exemple avec une résine, ce qui permet au pli d'adhérer directement sur la partie de pale 520 de la structure fibreuse 500. Dans le cas d'une couche de tissu non imprégnée dite « sèche », une colle en spray ou « tackifiant » peut être utilisé pour faire adhérer la couche sur la partie de

pale 520 de la structure fibreuse 500, la colle s'évaporant lors des traitements thermiques ultérieurs.

On obtient alors une préforme fibreuse 700 constituée de la texture fibreuse 500 et de la couche de tissu bidimensionnel 610 (figure 7). Dans ce mode de réalisation, les fils 611 et 612 de la couche de tissu bidimensionnel présentent un taux d'allongement à la rupture supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse. Dans le cas par exemple d'une aube de soufflante en matériau composite à matrice organique (CMO), la préforme fibreuse de l'aube peut être réalisée à partir d'une texture fibreuse obtenue par tissage de fibres de carbone HexTow® IM7 sur laquelle une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel HexForce® sont ajoutées, le tissu HexForce® comprenant des fibres de carbone présentant un taux d'allongement à la rupture supérieur à celui des fibres carbonées HexTow® IM7.

Ainsi, grâce à l'ajout au niveau de la portion de bord de fuite 523 de la partie de pale 520 de la structure fibreuse 500 d'une couche de tissu bidimensionnel 610 dont les fils présentent un taux d'allongement à la rupture supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse, on augmente localement le taux d'allongement et, par conséquent, la capacité de l'aube résultante à se déformer sans fissuration dans la zone couverte par le pli unidirectionnel. Les fils 611 et 612 de la couche de tissu bidimensionnel 610 sont orientées respectivement suivant la direction longitudinale D_l et la direction transversale D_t de la partie de pale 520, directions dans lesquelles l'aube résultante présentera sur la zone couverte par la couche de tissu bidimensionnel 610 une capacité de déformation sans fissure accrue. L'aube résultante présente, par conséquent, une résistance mécanique améliorée.

Bien entendu, les fils de la ou les couches de tissu bidimensionnel ajoutées sur la structure fibreuse peuvent être orientés dans n'importe quelle direction par rapport aux directions longitudinale et transversale de la partie de pale en fonction des besoins.

Un ou plusieurs plis unidirectionnels peuvent être également utilisés en outre ou à la place de la couche de tissu bidimensionnel 610, ce qui permet de définir un comportement mécanique spécifique du renfort

de l'aube, ici une plus grande capacité de déformation sans fissuration, dans la direction des fibres du ou des plis unidirectionnels.

On procède ensuite à la densification de la préforme fibreuse 600 afin de former une aube en matériau composite. La densification de la
5 préforme fibreuse destinée à former le renfort fibreux de la pièce à fabriquer consiste à combler la porosité de la préforme, dans tout ou partie du volume de celle-ci, par le matériau constitutif de la matrice. Cette densification peut être réalisée de façon connue en soi suivant le procédé par voie liquide (CVL) ou le procédé par voie gazeuse (CVI), ou
10 encore suivant un enchaînement de ces deux procédés. Pour les détails de ces différentes voies de densification, on se réfèrera à la densification de la préforme 400 déjà décrite.

Bien entendu, l'invention peut être mise en œuvre pour conférer à une même aube à la fois une raideur augmentée dans une ou plusieurs
15 zones déterminées et une capacité de déformation sans fissures dans une ou plusieurs autres zones déterminées de l'aube. A cet effet, on ajoute à la texture fibreuse, d'une part, un ou plusieurs plis unidirectionnels et/ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel ayant des fibres ou des fils de même nature ou d'une raideur plus élevée que celle des fibres de la
20 texture fibreuse et, d'autre part, un ou plusieurs plis unidirectionnel et/ou une ou plusieurs couches de tissu bidimensionnel ayant des fibres ou des fils ayant un taux d'allongement à la rupture supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse.

REVENDICATIONS

1. Préforme fibreuse (400) de renfort d'aube de turbomachine en matériau composite, ladite préforme comprenant une
5 structure fibreuse (200) tissée en une seule pièce par tissage tridimensionnel ou multicouche entre une première pluralité de couches de fils (101) et une deuxième pluralité de couches de fils (102), la structure fibreuse (200) comprenant une partie de pied d'aube (210) et une partie de pale d'aube (220) s'étendant suivant une direction longitudinale (Di)
10 entre la portion de pied d'aube (210) et une portion de sommet d'aube (221) et suivant une direction transversale (Dt) entre une portion de bord d'attaque (222) et une portion de bord de fuite (223),

caractérisée en ce que ladite préforme (400) comprend en outre au moins un pli unidirectionnel (310) ou une couche de tissu
15 bidimensionnel (610) présent sur la portion de pale d'aube (220) de la texture fibreuse, les fibres (311) de chaque pli unidirectionnel s'étendant dans une direction déterminée (D311) par rapport aux directions longitudinale (Di) et transversale (Dt) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse (200) ou les fils (611, 612) de chaque couche de tissu
20 bidimensionnel (610) s'étendant dans deux directions déterminées (D611, D612) par rapport aux directions longitudinale (Di) et transversale (Dt) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse (200).

2. Préforme selon la revendication 1, caractérisé en ce que
25 les fibres (311) de chaque pli unidirectionnel (310) et les fils de chaque couche de tissu bidimensionnel (610) sont de même nature que les fibres de la structure fibreuse (200).

3. Préforme selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'un ou
30 plusieurs plis unidirectionnels (310, 320) sont présents sur la portion de sommet (221) de la partie de pale (220) de la structure fibreuse (200) et en ce que les fibres (311, 321) du ou des plis unidirectionnels (210, 320) s'étendent dans une direction (D311, D321) parallèle à la direction transversale (Dt) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse.

4. Préforme selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'une ou plusieurs couche de tissu bidirectionnel sont présentes sur la portion de sommet (221) de la partie de pale (220) de la structure fibreuse (200) et en ce que les fils (611, 621) de la ou des couches de tissu bidirectionnel s'étendent dans deux directions (D₆₁₁, D₆₁₂) respectivement parallèles à la direction longitudinale (D_l) et à la direction transversale (D_t) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse.

5. Préforme selon la revendication 1, caractérisé en ce que les fibres de chaque pli unidirectionnel et les fils (611, 612) de chaque couche de tissu bidimensionnel (610) présentent un taux d'allongement à la rupture supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse (500).

6. Préforme selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'un ou plusieurs plis unidirectionnels sont présents sur la portion de bord de fuite (223) de la partie de pale (220) de la structure fibreuse (200) et en ce que les fibres du ou des plis unidirectionnels s'étendent dans une direction parallèle à la direction longitudinale (D_l) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse.

7. Préforme selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'une ou plusieurs couche de tissu bidimensionnel (610) sont présentes sur la portion de bord de fuite (223) de la partie de pale (220) de la structure fibreuse (200) et en ce que les fils (611, 612) de la ou des couches de tissu bidimensionnel s'étendent dans deux directions respectivement parallèles à la direction longitudinale (D_l) et à la direction transversale (D_t) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse.

8. Aube de turbomachine comprenant un renfort fibreux densifié par une matrice caractérisée en ce que le renfort fibreux est constitué d'une préforme fibreuse (400 ; 700) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

9. Turbomachine caractérisée en ce qu'elle comprend une pluralité d'aubes selon la revendication 8.

10. Procédé de fabrication d'un renfort fibreux d'aube de turbomachine en matériau composite, ledit procédé comprenant la réalisation d'une structure fibreuse (200) tissée en une seule pièce par
5 tissage tridimensionnel ou multicouche entre une première pluralité de couches de fils (101) et une deuxième pluralité de couches de fils (102), la structure fibreuse (200) comprenant une partie de pied d'aube (210) et une partie de pale d'aube (220) s'étendant suivant une direction longitudinale (Di) entre la portion de pied d'aube (210) et une portion de
10 sommet d'aube (221) et suivant une direction transversale (Dt) entre une portion de bord d'attaque (222) et une portion de bord de fuite (223),

caractérisé en ce que ledit procédé comprend en outre le placement d'au moins un pli unidirectionnel (310) ou d'une couche de tissu bidimensionnel (610) sur la portion de pale d'aube (220) de la
15 texture fibreuse (200), les fibres (311) de chaque pli unidirectionnel (310) s'étendant dans une direction déterminée (D311) par rapport aux directions longitudinale (Di) et transversale (Dt) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse et les fils (611, 612) de chaque couche de tissu bidimensionnel (610) s'étendant dans deux directions déterminées
20 (D611, D612) par rapport aux directions longitudinale (Di) et transversale (Dt) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse (200).

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que les fibres (311) de chaque pli unidirectionnel (310) et les fils de chaque
25 couche de tissu bidimensionnel (610) sont de même nature que les fibres de la structure fibreuse (200).

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'un ou plusieurs plis unidirectionnels (310, 320) sont placés sur la portion de
30 sommet (221) de la partie de pale (220) de la structure fibreuse (200) et en ce que les fibres (311, 321) du ou des plis unidirectionnels s'étendent dans une direction parallèle à la direction transversale (Dt) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse.

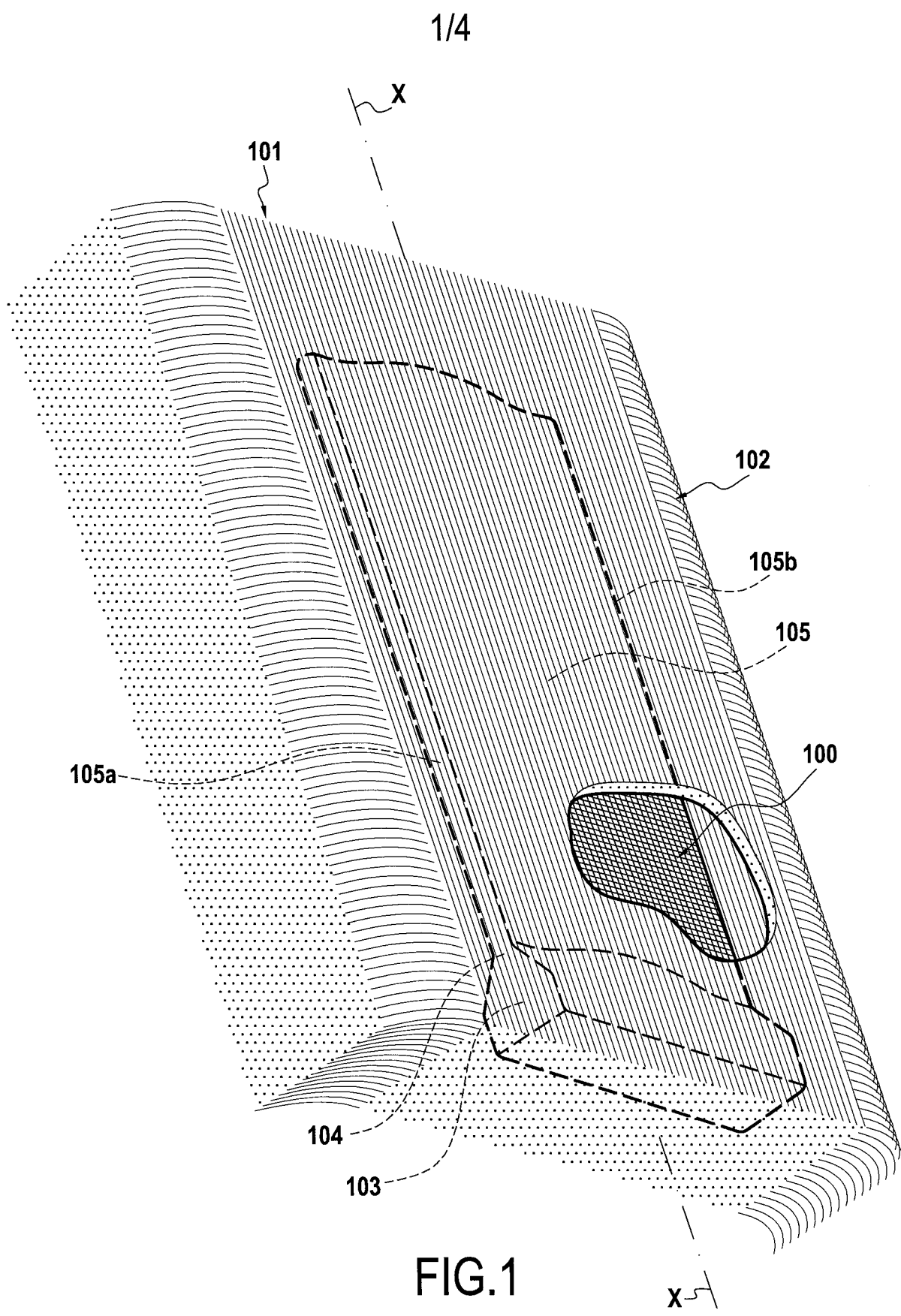
13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce qu'une ou plusieurs couche de tissu bidirectionnel sont placées sur la portion de sommet (221) de la partie de pale (220) de la structure fibreuse (200) et en ce que les fils (611, 621) de la ou des couches de
5 tissu bidirectionnel s'étendent dans deux directions (D₆₁₁, D₆₁₂) respectivement parallèles à la direction longitudinale (D_l) et à la direction transversale (D_t) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse.

14. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que les
10 fibres de chaque pli unidirectionnel et les fils (611, 612) de chaque couche de tissu bidimensionnel (610) présentent un taux d'allongement à la rupture supérieur à celui des fibres de la structure fibreuse (500).

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'un
15 ou plusieurs plis unidirectionnels (610) sont placés sur la portion de bord de fuite (223) de la partie de pale (220) de la structure fibreuse (200) et en ce que les fibres (611) du ou des plis unidirectionnels (610) s'étendent dans une direction parallèle à la direction longitudinale (D_l) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse.

20 16. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'une ou plusieurs couche de tissu bidimensionnel (610) sont placées sur la portion de bord de fuite (223) de la partie de pale (220) de la structure fibreuse (200) et en ce que les fils (611, 612) de la ou des couches de
25 tissu bidimensionnel s'étendent dans deux directions respectivement parallèles à la direction longitudinale (D_l) et à la direction transversale (D_t) de la partie de pale d'aube (220) de la structure fibreuse.

30 17. Procédé de fabrication d'une aube de turbomachine comprenant la fabrication d'un renfort fibreux selon le procédé tel que défini dans l'une quelconque des revendications 10 à 16 et la densification dudit renfort fibreux par une matrice.



2/4

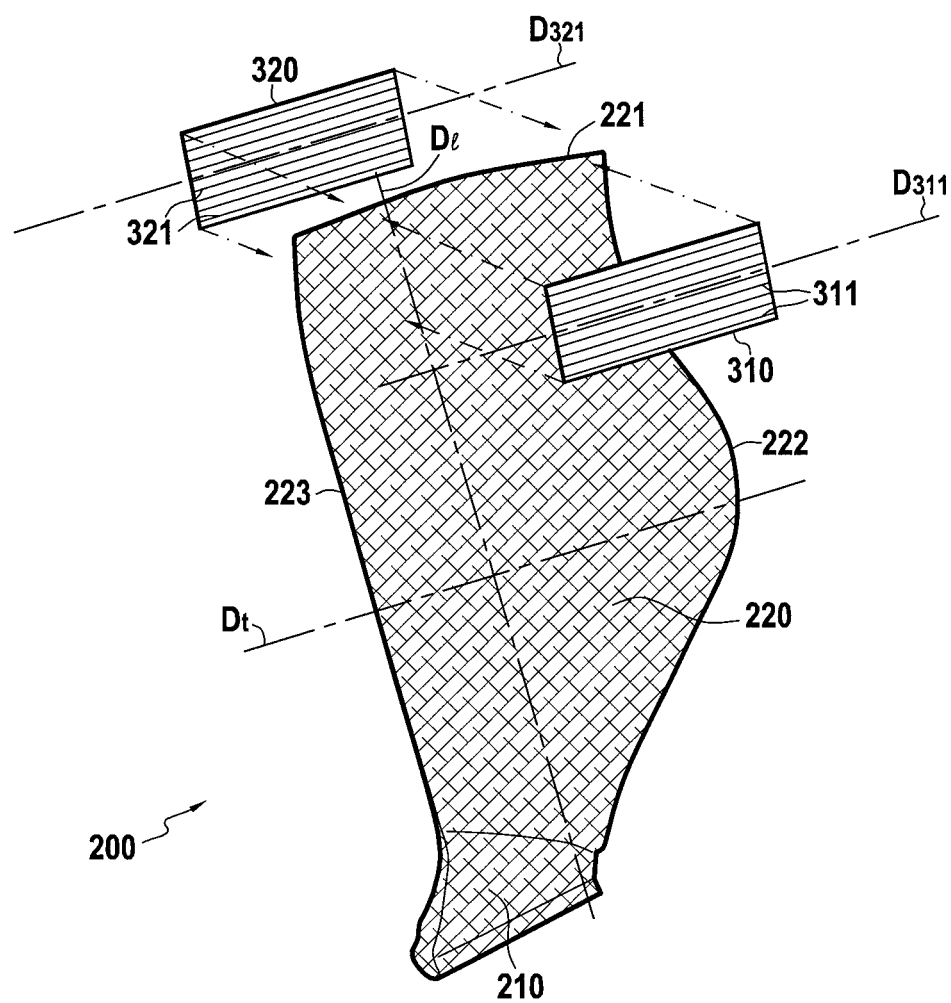


FIG. 2

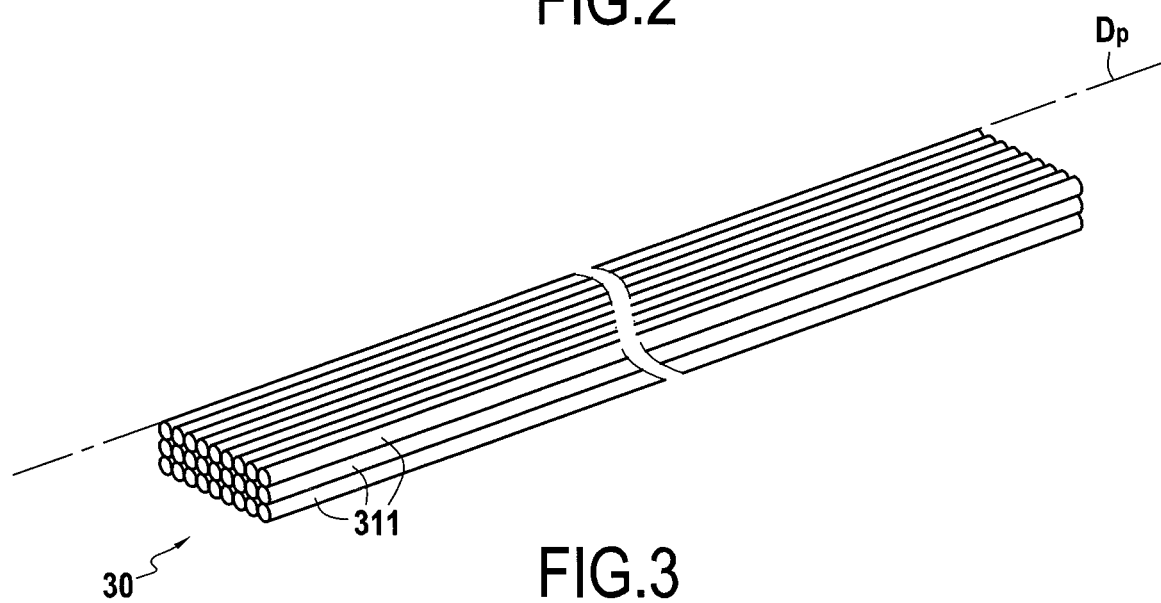


FIG. 3

3/4

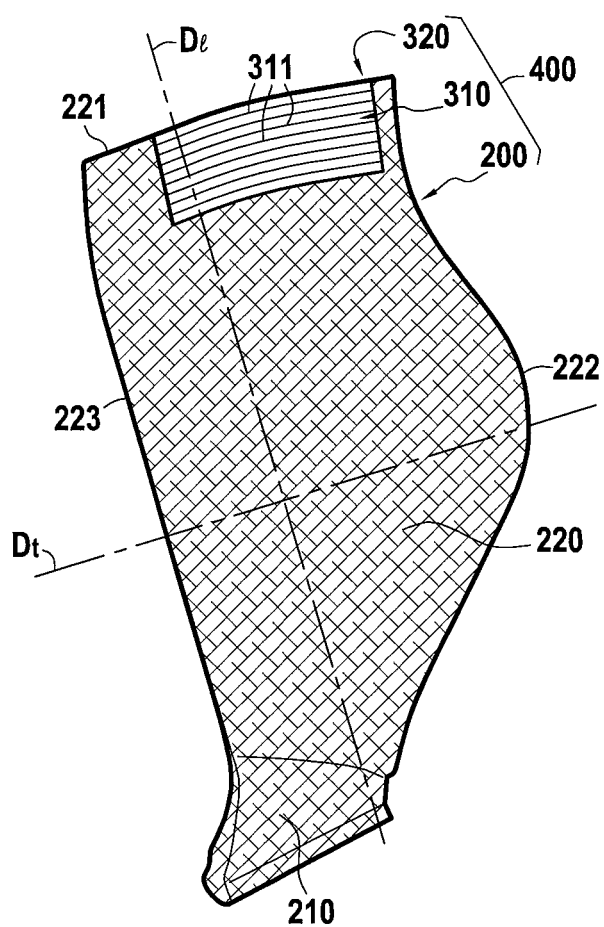


FIG. 4

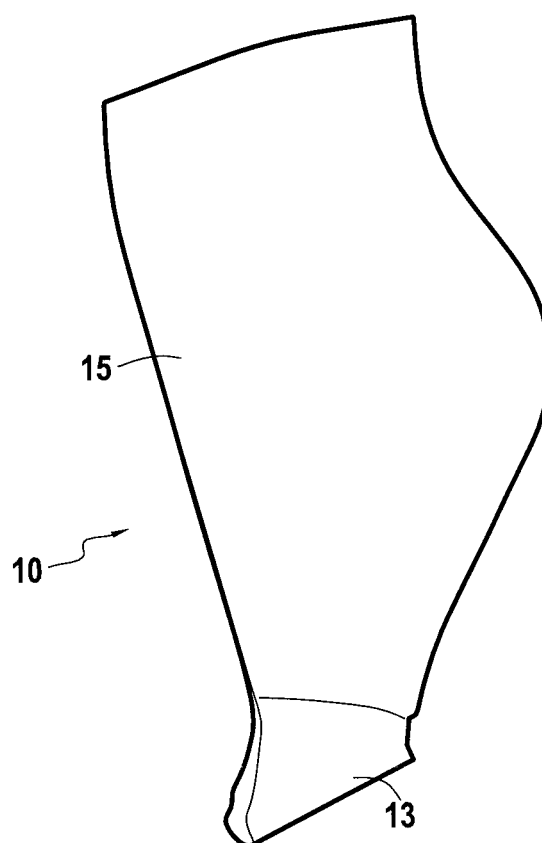
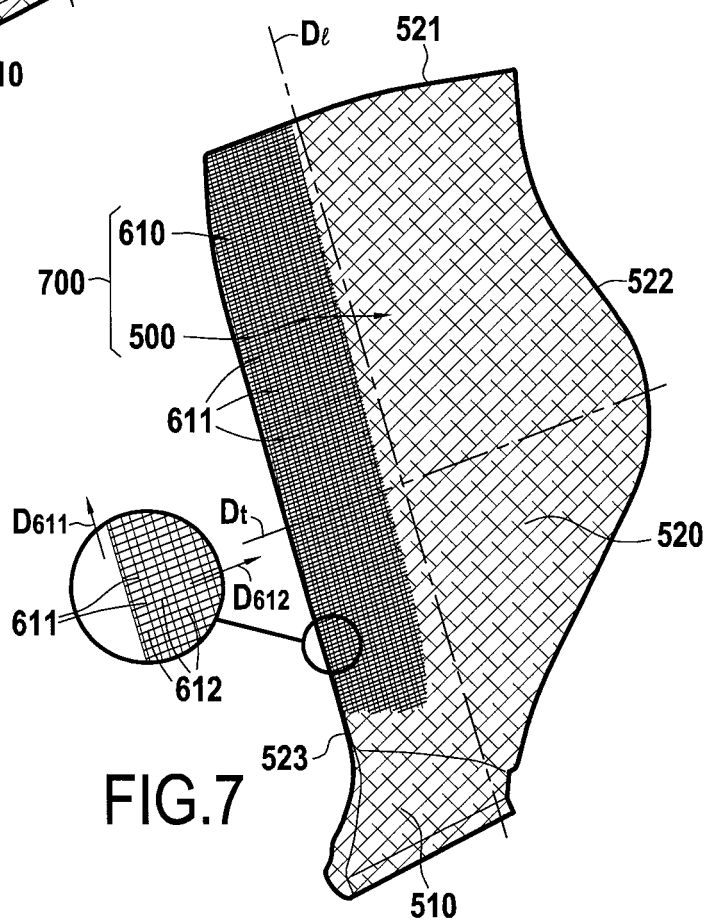
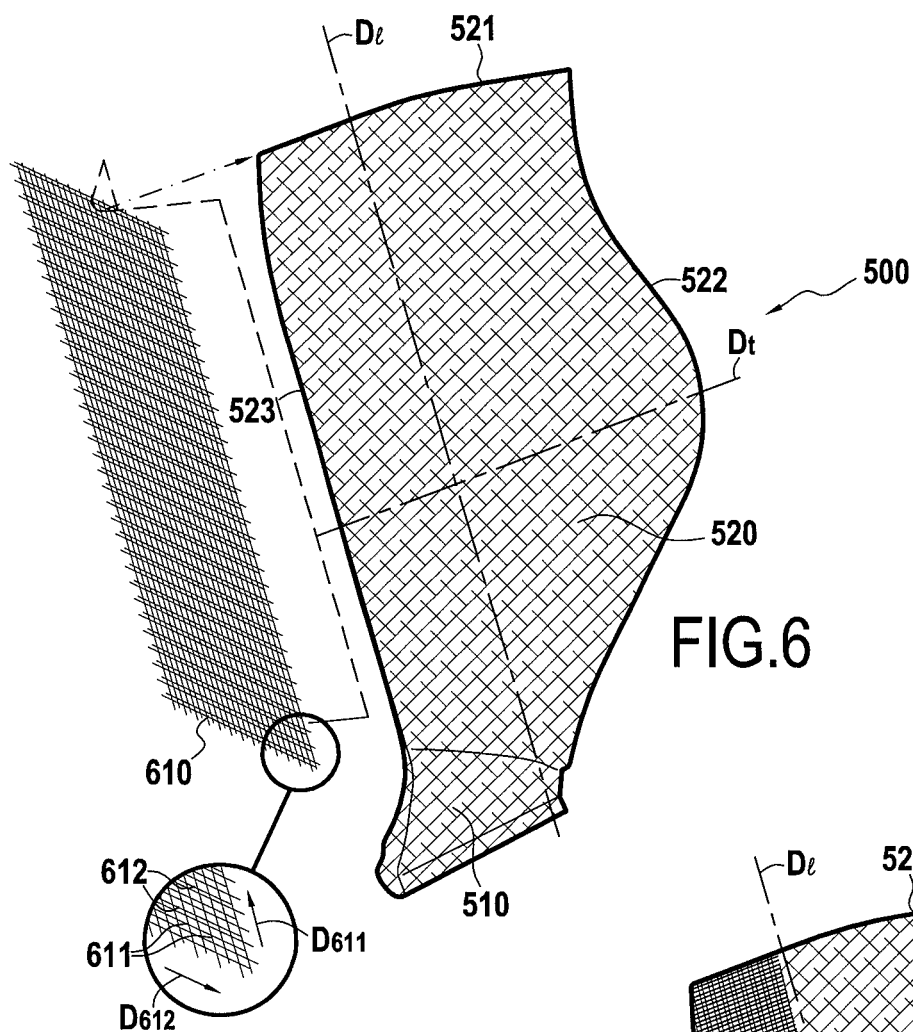


FIG. 5

4/4





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 818562
FR 1558680

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 4 118 147 A (ELLIS DELMAR H) 3 octobre 1978 (1978-10-03) * In FIG. 6, the composite patch 36 does not extend all the way to the tip, FIG. 7 shows the flexibility of the present inventive concept. Therein, an embodiment is depicted wherein the aft portion of airfoil 12 is replaced with a composite cap 50.; figures 6,7 *	1-4, 6-13, 15-17	B29C70/24 B29C70/88 F01D5/28 F01D5/14
X	EP 2 458 153 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 30 mai 2012 (2012-05-30) * 10. The composite airfoil as recited in any preceding claim, wherein the composite skin (38) includes a first skin ply (50) and a second skin ply (50) each having reinforcement fibers (52), and the reinforcement fibers (52) of the first skin ply (50) are different than the reinforcement fibers (52) of the second ply (50) in at least one of composition and nominal properties.; revendication 10 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B29D B29B B29C
A	WO 2013/088038 A2 (SNECMA [FR]) 20 juin 2013 (2013-06-20) * revendications 1,4,9 *	1	
A	FR 3 011 253 A1 (SNECMA [FR]; SAFRAN [FR]) 3 avril 2015 (2015-04-03) * revendications 1,9,16; figure 9 *	1	
		-/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 juin 2016		Boone, John	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 818562
FR 1558680

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		
A	EP 2 843 193 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 4 mars 2015 (2015-03-04) * L'aube 26 comprend un matériau composite avec une matrice (non représentée) et un renfort 40; figures 3,4 * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 juin 2016		Boone, John	
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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1558680 FA 818562

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 **09-06-2016**

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 4118147	A	03-10-1978	CA 1075161 A	08-04-1980
			DE 2756684 A1	29-06-1978
			FR 2384943 A1	20-10-1978
			GB 1540989 A	21-02-1979
			IT 1088799 B	10-06-1985
			JP S5395304 A	21-08-1978
			JP S6232359 B2	14-07-1987
			US 4118147 A	03-10-1978

EP 2458153	A2	30-05-2012	EP 2458153 A2	30-05-2012
			US 2012134839 A1	31-05-2012

WO 2013088038	A2	20-06-2013	CA 2858790 A1	20-06-2013
			CN 103998663 A	20-08-2014
			EP 2791405 A2	22-10-2014
			JP 2015504980 A	16-02-2015
			RU 2014128619 A	10-02-2016
			US 2014334935 A1	13-11-2014
			WO 2013088038 A2	20-06-2013

FR 3011253	A1	03-04-2015	CA 2925836 A1	09-04-2015
			CN 105593417 A	18-05-2016
			FR 3011253 A1	03-04-2015
			WO 2015049449 A1	09-04-2015

EP 2843193	A1	04-03-2015	CA 2858653 A1	28-02-2015
			CN 104420890 A	18-03-2015
			EP 2843193 A1	04-03-2015
			RU 2014135165 A	20-03-2016
			US 2015064015 A1	05-03-2015
