

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 063 448

21 N° d'enregistrement national : 17 51667

51 Int Cl⁸ : B 29 B 11/16 (2017.01), B 29 C 70/24, F 01 D 5/28,
F 04 D 29/32, D 03 D 1/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.03.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.09.18 Bulletin 18/36.

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 AIRCRAFT ENGINES —
FR.

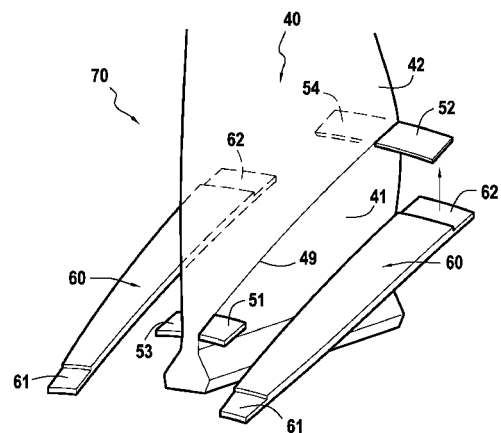
72 Inventeur(s) : GUIVARCH JEREMY, BOISSON
ALEXANDRE, BERNARD, MARIE, DE GAILLARD
THOMAS, ALAIN et NOTARIANNI GILLES PIERRE-
MARIE.

73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES.

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 PREFORME ET AUBE MONOBLOC POUR TURBOMACHINE.

57 Préforme fibreuse pour une aube de turbomachine,
comprenant une structure fibreuse principale (40) obtenue
par tissage tridimensionnel monobloc, ladite première struc-
ture principale (40) comprenant un premier tronçon longitu-
dinal (41), apte à former un pied d'aube, un deuxième
tronçon longitudinal (42), prolongeant le premier tronçon
longitudinal (41), apte à former une partie de pale (22), et un
premier tronçon transversal (51), s'étendant transversale-
ment depuis la jonction (49) entre les premier et deuxième
tronçons longitudinaux (41, 42), apte à former une première
languette pour une première plateforme, dans lequel le pre-
mier tronçon transversal (51) s'étend axialement sur une
longueur inférieure à 30%, de préférence inférieure à 15%,
de la longueur de la jonction (49) entre les premier et deu-
xième tronçons longitudinaux (41, 42).



FR 3 063 448 - A1



DOMAINE DE L'INVENTION

[1] Le présent exposé concerne une préforme fibreuse pour une aube de turbomachine ainsi qu'une aube monobloc formée au moyen d'une telle préforme, une soufflante et une turbomachine comprenant une telle aube.

[2] Une telle préforme peut être utilisée pour réaliser en une seule pièce des aubes comprenant des plates-formes aérodynamiques. De telles aubes peuvent être notamment des aubes de soufflante d'un turboréacteur d'avion par exemple.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[3] Un turboréacteur classique à double flux comporte une soufflante dont le flux est divisé entre un flux primaire, dirigé vers les compresseurs, la chambre de combustion puis les turbines de la turbomachine, et un flux secondaire de dilution fournissant une part essentielle de la poussée.

[4] Afin de réduire la masse des turboréacteurs et le nombre de pièces les composant, il a été proposé, notamment dans la demande internationale WO 2013/104852, de réaliser par tissage 3D des aubes de soufflante en matériau composite intégrant de manière monobloc des plateformes. De telles aubes ont l'avantage d'offrir une très bonne liaison mécanique entre la partie de pale et les plateformes. Toutefois, la réalisation par tissage 3D d'une préforme fibreuse intégrant de manière monobloc les plateformes est compliquée. En effet, une telle configuration monobloc implique de réaliser des sorties de couches de fils importantes lors du tissage pour former les plateformes, y compris dans des zones où l'on souhaiterait pourtant conserver une épaisseur importante : ainsi, le tissage simultané de plateformes entraîne des contraintes de dessin et de conception de la partie de pale qui limitent l'optimisation, en particulier aérodynamique, de la partie de pale.

[5] On connaît par ailleurs d'autres techniques selon lesquelles les plateformes d'une part et le corps de l'aube d'autre part (incluant essentiellement le pied d'aube et la partie de pale) sont tissés séparément, les plateformes étant ensuite rapportées sur la préforme principale avant ou pendant l'injection de la matrice. Grâce à de telles techniques, il est possible de dessiner et concevoir totalement librement la partie de pale

afin d'optimiser beaucoup plus facilement ses fonctions, en particulier aérodynamique. En revanche, la liaison mécanique entre les plateformes et le corps de l'aube est plus faible puisqu'aucune liaison textile ne connecte les plateformes au corps de l'aube.

- 5 [6] Il existe donc un réel besoin pour une préforme fibreuse, une aube, une soufflante et une turbomachine qui soient dépourvus, au moins en partie, des inconvénients inhérents aux techniques connues précitées.

PRESENTATION DE L'INVENTION

- 10 [7] Le présent exposé concerne une préforme fibreuse pour une aube de turbomachine, comprenant une structure fibreuse principale obtenue par tissage tridimensionnel monobloc, ladite première structure principale comprenant un premier tronçon longitudinal, apte à former un pied d'aube, un deuxième tronçon longitudinal, prolongeant le premier
15 tronçon longitudinal, apte à former une partie de pale, au moins un tronçon transversal, s'étendant transversalement depuis la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux, apte à former une languette pour une plateforme, dans laquelle le tronçon transversal s'étend axialement sur une longueur inférieure à 30% de la longueur de la
20 jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux. En particulier, il est possible de considérer que dans une configuration, un premier tronçon transversal s'étend transversalement depuis la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux, et est apte à former une première languette pour une première plateforme. Dans une telle
25 configuration, le premier tronçon transversal s'étend axialement sur une longueur inférieure à 30%, de préférence inférieure à 15%, de la longueur de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux.

- [8] Dans le présent exposé, les termes « longitudinal », « transversal », « inférieur », « supérieur » et leurs dérivés sont définis
30 par rapport à la direction principale de l'aube ; les termes « axial », « radial », « tangentiel », « intérieur », « extérieur » et leurs dérivés sont quant à eux définis par rapport à l'axe principal de la turbomachine. En outre, les termes « amont » et « aval » sont utilisés ici en référence au sens de l'avancement du tissage (flèches T dans les figures).

- 35 [9] Grâce à cette préforme, il est possible de concevoir de manière monobloc une aube composée d'un pied d'aube, d'une partie de

pale et d'une plate-forme : cette conception monobloc permet de réduire fortement la masse de l'aube.

[10] En outre, grâce à une telle préforme fibreuse, on obtient un bon compromis entre la liberté de conception laissée pour le dessin de l'aube et de la partie de pale notamment, et la bonne tenue mécanique des plateformes vis-à-vis du corps de l'aube.

[11] En effet, dans une telle configuration, la contrainte de conception visant à permettre la sortie d'un nombre suffisant de couches de fils pour réaliser la languette transversale pour plateforme ne pèse que sur une zone réduite de la partie de pale limitée au maximum à 30%, voire 15%, de la longueur axiale de la partie de pale.

[12] En outre, cette longueur du tronçon transversal est suffisamment courte pour pouvoir choisir la zone de la partie de pale la plus adaptée pour réaliser les sorties de couches nécessaires : il est ainsi possible de minimiser leur impact sur la conception de la partie de pale.

[13] Par ailleurs, puisque cette languette est tissée de manière conjointe avec le corps de l'aube, elle forme un appui solidement connecté au corps de l'aube, ce qui renforce la tenue mécanique d'une plateforme rapportée sur une telle languette.

[14] Dans certains modes de réalisation, la structure fibreuse principale comprend une pluralité de tronçons transversaux s'étendant transversalement dans le même sens depuis la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux, aptes à former des languettes pour une même plateforme, dans laquelle lesdits tronçons transversaux sont situés à distance les uns des autres. En particulier, il est possible de considérer que dans une configuration, la structure fibreuse principale comprend un deuxième tronçon transversal s'étendant transversalement depuis la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux dans le même sens que le premier tronçon transversal, apte à former une deuxième languette pour la première plateforme, dans laquelle le deuxième tronçon transversal est situé à distance du premier tronçon transversal. On crée ainsi deux supports distincts entre lesquels, ou à cheval sur lesquels, peut être rapportée une bande formant plateforme, ce qui renforce la tenue mécanique de la plateforme finale.

[15] Par « à distance du premier tronçon transversal », on entend qu'un espace est laissé axialement entre les premier et deuxième tronçons transversaux.

5 [16] Dans certains modes de réalisation, cet espace axial est au moins égal à 15%, de préférence 30%, de la longueur de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux.

[17] Dans certains modes de réalisation, la structure fibreuse principale comprend en outre au moins un tronçon transversal supplémentaire s'étendant transversalement depuis la jonction entre les
10 premier et deuxième tronçons longitudinaux, dans le sens opposé d'au moins un tronçon transversal, apte à former une languette pour une deuxième plate-forme. En particulier, il est possible de considérer que dans une configuration, la structure fibreuse principale comprend un troisième tronçon transversal, s'étendant transversalement depuis la
15 jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux, dans le sens opposé du premier tronçon transversal, apte à former une première languette pour une deuxième plate-forme. Un tel troisième tronçon transversal peut se concevoir même en l'absence d'un deuxième tronçon transversal. Il permet de mettre en place une seconde plateforme du côté
20 opposé à la première plateforme. Ainsi, dans une pluralité de tronçons transversaux, certains peuvent s'étendre dans un sens déterminé, par exemple côté intrados, et d'autres peuvent s'étendre dans le sens opposé au sens déterminé, par exemple côté extrados, pour des plates-formes respectivement côté intrados et extrados.

25 [18] Dans certains modes de réalisation, le troisième tronçon transversal s'étend dans le prolongement du premier tronçon transversal.

[19] Dans certains modes de réalisation, la structure fibreuse principale comprend en outre un quatrième tronçon transversal, s'étendant transversalement depuis la jonction entre les premier et
30 deuxième tronçons longitudinaux dans le sens opposé du premier tronçon transversal, apte à former une deuxième languette pour la deuxième plate-forme, dans laquelle le quatrième tronçon transversal s'étend axialement sur une longueur inférieure à 30%, de préférence inférieure à 15%, de la longueur de la jonction entre les premier et deuxième tronçons
35 longitudinaux, et dans laquelle le quatrième tronçon transversal est situé à distance du troisième tronçon transversal.

[20] Dans certains modes de réalisation, le quatrième tronçon transversal s'étend dans le prolongement du deuxième tronçon transversal.

5 [21] Les troisième et quatrième tronçons transversaux peuvent partager les mêmes caractéristiques que les premier et deuxième tronçons transversaux, respectivement.

10 [22] Dans certains modes de réalisation, au moins un tronçon transversal s'étend axialement depuis l'extrémité avant de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux. D'une part, ceci réduit l'impact du tronçon transversal sur la stratégie de tissage et donc sur le dessin de la partie de pale. En effet, la transition d'épaisseur entre le pied d'aube et la partie de pale est naturellement très importante au niveau du bord d'attaque : dès lors, de nombreuses couches sont naturellement sorties à cet endroit et peuvent être utilisées pour tisser le

15 tronçon transversal. D'autre part, la mise en place de la bande formant plateforme est facilitée, ledit tronçon transversal pouvant recevoir l'extrémité de cette bande.

20 [23] Dans certains modes de réalisation, au moins un tronçon transversal s'étend axialement depuis l'extrémité arrière de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux. D'une part, ceci réduit l'impact du tronçon transversal sur la stratégie de tissage et donc sur le dessin de la partie de pale. En effet, l'épaisseur du pied d'aube est généralement assez faible au niveau du bord de fuite : il peut donc être artificiellement épaissi localement afin de permettre la sortie d'un nombre

25 de couches de fils suffisant pour tisser le tronçon transversal avec un impact minimum sur le dessin de la partie de pale. D'autre part, la mise en place de la bande formant plateforme est facilitée, ledit tronçon transversal pouvant recevoir l'extrémité de cette bande.

30 [24] Dans certains modes de réalisation, au moins un tronçon transversal est formé par au moins une partie d'un pan libre, ledit pan libre et ledit deuxième tronçon longitudinal étant tissés conjointement de manière déliée, ladite déliaison prenant naissance à la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux.

35 [25] Une telle déliaison offre l'avantage de tisser le pan libre correspondant au tronçon transversal dans la continuité du premier tronçon longitudinal, le rattachant ainsi structurellement à ce dernier, qui

formera le pied d'aube, support de l'aube dans son ensemble, tout en prélevant de l'épaisseur en aval sur le deuxième tronçon longitudinal, qui formera la partie de pale, et qui nécessite donc d'être plus fine. Une telle frontière entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux permet
5 ainsi de dissocier le tissage de ce qui deviendra la partie structurale d'une part et la partie aérodynamique d'autre part : la transition d'épaisseur nécessaire entre ces deux parties est ici largement facilitée dans la mesure où la séparation du pan libre emporte déjà une part importante de cette épaisseur.

10 [26] Dans certains modes de réalisation, le premier tronçon transversal est formé par au moins une partie d'un premier pan libre, ledit premier pan libre et ledit deuxième tronçon longitudinal étant tissés conjointement de manière déliée, ladite déliaison prenant naissance à la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux.

15 [27] Dans certains modes de réalisation, le deuxième tronçon transversal est formé par au moins une partie d'un deuxième pan libre, ledit deuxième pan libre et ledit deuxième tronçon longitudinal étant tissés conjointement de manière déliée, ladite déliaison prenant naissance à la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux.

20 [28] Dans certains modes de réalisation, le troisième tronçon transversal est formé par au moins une partie d'un troisième pan libre, ledit troisième pan libre et ledit deuxième tronçon longitudinal étant tissés conjointement de manière déliée, ladite déliaison prenant naissance à la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux.

25 [29] Dans certains modes de réalisation, le quatrième tronçon transversal est formé par au moins une partie d'un quatrième pan libre, ledit quatrième pan libre et ledit deuxième tronçon longitudinal étant tissés conjointement de manière déliée, ladite déliaison prenant naissance à la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux.

30 [30] Dans certains modes de réalisation, les premier et deuxième pans libres sont distincts et séparés axialement par au moins un groupe de fils non tissés.

35 [31] Dans certains modes de réalisation, les troisième et quatrième pans libres sont distincts et séparés axialement par au moins un groupe de fils non tissés.

[32] Dans certains modes de réalisation, la préforme comprend en outre au moins une bande fibreuse, par exemple une première bande fibreuse, tissée indépendamment de la structure fibreuse principale, dont la longueur est sensiblement égale à la longueur de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux, apte à former une première plateforme.

[33] Dans certains modes de réalisation, la préforme comprend en outre une deuxième bande fibreuse, tissée indépendamment de la structure fibreuse principale, dont la longueur est sensiblement égale à la longueur de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux, apte à former une deuxième plateforme.

[34] Dans certains modes de réalisation, la bande fibreuse est rapportée sur au moins un tronçon transversal de la structure fibreuse principale. En particulier, la première bande fibreuse est rapportée sur le premier tronçon transversal et/ou le deuxième tronçon transversal de la structure fibreuse principale.

[35] Dans certains modes de réalisation, la deuxième bande fibreuse est rapportée sur le troisième tronçon transversal et/ou le quatrième tronçon transversal de la structure fibreuse principale.

[36] Dans certains modes de réalisation, au moins une bande fibreuse, et de préférence chaque bande fibreuse, est rapportée sur la structure fibreuse principale par collage, couture ou co-injection.

[37] Dans certains modes de réalisation, au moins une bande fibreuse est rapportée sur un tronçon transversal en s'appliquant contre la surface inférieure dudit tronçon transversal. Cette configuration permet une meilleure tenue mécanique face aux efforts centrifuges s'appliquant sur les plateformes en cours de fonctionnement de la turbomachine.

[38] Dans certains modes de réalisation, la surface supérieure d'au moins une bande fibreuse affleure la surface supérieure d'au moins un tronçon transversal. De cette manière, la surface supérieure de la plateforme finale est plane et régulière, ce qui assure de bonnes propriétés aérodynamiques.

[39] Dans certains modes de réalisation, au moins une bande fibreuse comporte une encoche dont la forme correspond sensiblement à la forme d'un tronçon transversal.

[40] Dans certains modes de réalisation, au moins un quelconque des tronçons transversaux s'étend axialement sur une longueur inférieure à 30% de la longueur de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux. En particulier, chaque tronçon transversal peut s'étendre s'étend axialement sur une longueur inférieure à 30% de la longueur de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux.

[41] Dans certains modes de réalisation, au moins un quelconque des tronçons transversaux s'étend axialement sur une longueur inférieure à 15% de la longueur de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux. En particulier, chaque tronçon transversal peut s'étendre s'étend axialement sur une longueur inférieure à 15% de la longueur de la jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux.

[42] Dans certains modes de réalisation, le nombre de couches de fils, et donc l'épaisseur, du deuxième tronçon longitudinal est évolutif. Ceci permet d'affiner la partie de pale afin d'améliorer ses performances aérodynamiques.

[43] Dans certains modes de réalisation, les fils utilisés pour le tissage de la préforme sont des fibres de carbone. Il peut toutefois s'agir de n'importe quel autre type de fil, par exemple des fibres de verre ou de kevlar.

[44] Dans certains modes de réalisation, l'armure utilisée pour le tissage tridimensionnel de la préforme peut être du type interlock 3D. Toutefois, le tissage des surfaces externes de la préforme peut être essentiellement bidimensionnel, du type satin par exemple.

[45] Le présent exposé concerne également une aube pour turbomachine comprenant un pied d'aube, une partie de pale, et une plate-forme s'étendant transversalement à la partie de pale au niveau de la jonction entre le pied d'aube et la partie de pale, ladite aube étant réalisée de manière monobloc en matériau composite au moyen d'une préforme fibreuse selon l'un quelconque des modes de réalisation précédents, ladite préforme ayant été mise en forme dans un moule et noyée dans une matrice.

[46] Grâce à cette géométrie monobloc intégrant au moins un pied d'aube, une partie de pale et une plate-forme, on obtient les

avantages décrits plus haut en termes de tenue mécanique, masse, coût, performances et facilité de mise en œuvre.

[47] Dans certains modes de réalisation, la matrice est de type organique. Il peut notamment s'agir d'une résine époxy.

5 [48] Dans d'autres modes de réalisation, la matrice est du type céramique.

[49] Le présent exposé concerne également une soufflante pour turbomachine comprenant une pluralité d'aubes selon l'un des modes de réalisation décrits ci-dessus.

10 [50] Le présent exposé concerne enfin une turbomachine comprenant au moins une aube ou une soufflante selon l'un quelconque des modes de réalisations précédents.

[51] Les caractéristiques et avantages précités, ainsi que d'autres, apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, d'exemples de
15 réalisation de la préforme et de l'aube proposées. Cette description détaillée fait référence aux dessins annexés.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[52] Les dessins annexés sont schématiques et visent avant tout
20 à illustrer les principes de l'invention.

[53] Sur ces dessins, d'une figure (FIG) à l'autre, des éléments (ou parties d'élément) identiques sont repérés par les mêmes signes de référence.

La FIG 1 est un plan en coupe d'une turbomachine selon l'exposé.

25 La FIG 2 est une vue en perspective d'une aube selon l'exposé.

La FIG 3 est une vue en perspective d'une préforme permettant d'obtenir une telle aube, avant assemblage.

Les FIG 4A et 4B illustrent de manière schématique la structure fibreuse principale de cette préforme.

30 La FIG 5 illustre de manière simplifiée une déliaison.

La FIG 6 est une vue en perspective de la préforme assemblée et mise en forme.

DESCRIPTION DETAILLEE D'EXEMPLES DE REALISATION

[54] Afin de rendre plus concrète l'invention, un exemple de réalisation est décrit en détail ci-après, en référence aux dessins annexés. Il est rappelé que l'invention ne se limite pas à cet exemple.

5 [55] La FIG 1 représente, en coupe selon un plan vertical passant par son axe principal A, un turboréacteur à double flux 1 selon l'exposé. Il comporte, d'amont en aval selon la circulation du flux d'air, une soufflante 2, un compresseur basse pression 3, un compresseur haute pression 4, une chambre de combustion 5, une turbine haute pression 6, et une
10 turbine basse pression 7. Dans sa partie amont, ce turboréacteur 1 comprend un carter extérieur 8 et un carter intérieur 9 définissant deux veines concentriques primaire I et secondaire II.

[56] La FIG 2 représente en perspective, de manière schématique, une aube 20 de soufflante 2. Une telle aube 20 comporte un
15 pied d'aube 21 et une partie de pale 22. La partie de pale 22 assure principalement la fonction aérodynamique de l'aube 20 tandis que le pied d'aube 21 assure principalement la fixation et la tenue mécanique de l'aube 20.

[57] Le pied d'aube 21 comporte un profil en queue d'aronde
20 permettant sa fixation dans une cavité d'un disque de soufflante.

[58] L'aube 20 comporte en outre des plateformes intrados 31 et extrados 32 s'étendant sensiblement orthogonalement à la partie de pale 22, de part et d'autre de cette dernière, au niveau de la frontière entre le pied d'aube 21 et la partie de pale 22. Ces plates-formes 31, 32
25 permettent de constituer une paroi intérieure de veine lisse et aérodynamique et assurent la transition de diamètre entre l'amont et l'aval de la soufflante 2.

[59] Dans cet exemple de réalisation, l'aube 20 est une aube de soufflante comportant un pied 21 en queue d'aronde et deux plateformes
30 31, 32. Toutefois, dans d'autres exemples, il pourrait s'agir d'un autre type d'aube, fixe ou mobile, de compresseur, éventuellement de turbine ou encore de carter intermédiaire ou de carter arrière, pour ne citer que ces exemples. Elle pourrait ainsi comporter également des plateformes supérieures ou encore des brides de fixation en pied ou en tête d'aube.

35 [60] La FIG 3 représente la préforme 70 permettant de réaliser cet exemple d'aube 20. Elle comprend une structure fibreuse principale 40

tissée tridimensionnellement et deux bandes fibreuses 60 tissées également tridimensionnellement mais indépendamment de la structure fibreuse principale 40.

5 [61] La structure fibreuse principale 40 comprend un premier tronçon longitudinal 41 et un deuxième tronçon longitudinal 42 délimités par une frontière 49. La structure fibreuse principale 40 comprend également quatre tronçons transversaux 51, 52, 53 et 54 s'étendant transversalement depuis cette frontière 49 formant jonction entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux 41, 42.

10 [62] Un premier tronçon transversal 51 s'étend du côté intrados à partir de l'extrémité avant de la structure fibreuse principale 40, c'est-à-dire depuis le bord d'attaque de l'aube 20. Sa longueur axiale, c'est-à-dire sa longueur le long de la frontière 49, est environ égale à 20% de la longueur de cette frontière 49.

15 [63] Un deuxième tronçon transversal 52 s'étend également du côté intrados mais à partir cette fois de l'extrémité arrière de la structure fibreuse principale 40, c'est-à-dire depuis le bord de fuite de l'aube 20. Sa longueur axiale, c'est-à-dire sa longueur le long de la frontière 49, est environ également à 20% de la longueur de cette frontière 49.

20 [64] Un troisième tronçon transversal 53 s'étend du côté extrados à l'opposé et dans le prolongement du premier tronçon transversal 51, c'est-à-dire depuis l'extrémité avant de la structure fibreuse principale 40. Sa longueur axiale correspond sensiblement à celle du premier tronçon transversal 51.

25 [65] Un quatrième tronçon transversal 54 s'étend également du côté extrados à l'opposé et dans le prolongement du deuxième tronçon transversal 51, c'est-à-dire depuis l'extrémité arrière de la structure fibreuse principale 40. Sa longueur axiale correspond sensiblement à celle du deuxième tronçon transversal 51.

30 [66] Le tissage de cette préforme fibreuse principale 40 va maintenant être expliqué à l'aide des FIG 4A et 4B. Ces deux figures se placent en coupe longitudinale au niveau des premier et troisième tronçons transversaux 51, 53, c'est-à-dire à proximité du bord avant de la structure fibreuse principale 40. Toutefois, le tissage est tout à fait
35 analogue au niveau des deuxième et quatrième tronçons transversaux 52 et 54.

[67] La FIG 4A représente la structure fibreuse principale 40 tissée tridimensionnellement. La FIG 4B représente la même structure fibreuse principale 40 après sa mise en forme. Cette structure fibreuse principale 40 va être décrite d'amont en aval dans la direction T de tissage, c'est-à-dire du bas vers le haut des figures. Il va toutefois de soi que le tissage pourrait être réalisé à partir de l'autre extrémité et dans l'autre sens.

[68] Dans cet exemple de réalisation, la structure fibreuse principale 40 est tissée tridimensionnellement en fibres de carbone selon une armure interlock 3D.

[69] A l'extrémité amont, le tissage débute par une zone de liaison L dans laquelle est tissé le premier tronçon longitudinal 41 qui formera le pied 21 de l'aube 20.

[70] En aval de cette zone de liaison L, débute une zone de déliaison D dans laquelle un premier pan libre 50a, un deuxième tronçon longitudinal 42, et un deuxième pan libre 50b sont tissés conjointement de manière déliée avec des plans de déliaison respectifs 61 et 62.

[71] Des méthodes de tissage permettant une telle déliaison sont désormais bien connues dans le domaine du tissage 3D. A titre d'illustration, la FIG 5 schématise de manière simplifiée un tel tissage délié. Dans la zone de liaison L, toutes les couches de fils de chaîne c (orthogonaux au plan de la figure) sont solidarisées les unes avec les autres par des fils de trame t (naviguant dans le plan de la figure), formant ainsi une bande unique b0. A l'inverse, dans la zone de déliaison D, deux bandes b1 et b2 sont tissées conjointement mais de manière déliée, c'est-à-dire avec des fils de trame t indépendants pour chaque bande b1, b2, de sorte qu'un plan de déliaison P est ménagé entre les deux bandes b1 et b2. Naturellement, une telle liaison peut être réalisée aussi bien dans le sens chaîne que dans le sens trame, donc aussi bien sur des torons de chaîne que des torons de trame.

[72] En outre, au sein de cette zone de déliaison D, des sorties de couches sont réalisées progressivement le long du tissage T entre le deuxième tronçon longitudinal 42 et chacun des pans libres 50a, 50b.

[73] Des méthodes de tissage permettant de telles sorties de couches sont désormais bien connues dans le domaine du tissage 3D. Concrètement, les fils de trame sont amenés à laisser libres certains fils de

chaîne, appelés « flottés », qui, détachés de tout fil de trame, « flottent » et peuvent ainsi être éliminés ultérieurement par rasage : des couches entières ou partielles peuvent ainsi être éliminées, ce qui permet de réduire l'épaisseur de certains zones de la préforme. Dans cet exemple de
5 réalisation, cela permet d'affiner le deuxième tronçon longitudinal 42 et donc la partie de pale 22 qui en est issue.

[74] Il faut noter à ce sujet que ces sorties de couches sont réalisées ici au sein même de la structure fibreuse principale 40 en cours de tissage : les fils de chaîne flottés sont ainsi enfermés, et donc cachés,
10 entre le deuxième tronçon longitudinal 42 d'une part et le pan libre 50a ou 50b d'autre part.

[75] Une fois le tissage terminé, les pans libres 50a et 50b sont découpés de manière à former respectivement les premier et troisième tronçons transversaux 51, 53. Ces derniers sont alors rabattus vers
15 l'extérieur selon les flèches de manière à prendre leurs positions transversales finales : ils formeront respectivement des languettes de support pour les plateformes intrados 31 et extradados 33.

[76] Une fois les pans libres 50a et 50b découpés, les flottés résidant en surface du deuxième tronçon longitudinal 42 sont désormais
20 accessibles et peuvent être rasés.

[77] Par ailleurs, de manière indépendante, les bandes fibreuses 60 sont tissées, soit tridimensionnellement comme dans cet exemple, soit bidimensionnellement. Elles s'étendent chacune sur une longueur correspond à la longueur de la frontière 49 séparant les premier et
25 deuxième tronçons longitudinaux 41, 42.

[78] La surface supérieure de chaque bande fibreuse 60 comporte, à son extrémité avant, une première encoche 61 dont la forme correspond sensiblement à la forme du premier tronçon transversal 51, respectivement du troisième tronçon transversal 53. Autrement dit, la
30 profondeur de l'encoche 61 correspond à l'épaisseur du premier tronçon transversal 51, respectivement troisième tronçon transversal 53 ; la longueur axiale de l'encoche 61 correspond à la longueur axiale du premier tronçon transversal 51, respectivement troisième tronçon transversal 53 ; et la largeur transversale de l'encoche 61 correspond à la
35 largeur transversale du premier tronçon transversal 51, respectivement troisième tronçon transversal 53.

[79] Dans le présent exemple, la première encoche 61 s'étend sur toute la largeur de la bande fibreuse 60 considérée. Ainsi, la bande fibreuse 60 possède à son extrémité avant une largeur correspondant à la largeur transversale du premier tronçon transversal 51, respectivement du

5 troisième tronçon transversal 53.

[80] De manière analogue, la surface supérieure de chaque bande fibreuse 60 comporte également, à son extrémité arrière, une deuxième encoche 62 dont la forme correspond sensiblement à la forme du deuxième tronçon transversal 52, respectivement du quatrième tronçon

10 transversal 54.

[81] Dans le présent exemple, la deuxième encoche 62 s'étend également sur toute la largeur de la bande fibreuse 60 considérée. Ainsi, la bande fibreuse 60 possède à son extrémité arrière une largeur correspondant à la largeur transversale du deuxième tronçon transversal

15 52, respectivement du quatrième tronçon transversal 54.

[82] Chaque bande fibreuse 60 est alors rapportée sous un couple de tronçons transversaux 51, 52 et 53, 54, tous les tronçons transversaux 51-54 étant alors reçus dans les encoches 61, 62. En conséquence, la surface supérieure de chaque bande fibreuse 60 affleure la surface

20 supérieure des tronçons transversaux 51-54.

[83] La préforme 70 ainsi constituée, représentée sur la FIG 6, peut être humidifiée pour l'assouplir et permettre un décairage plus aisé des fibres. Elle est alors introduite dans un moule de formage dont l'espace intérieur est ajusté à la géométrie recherchée pour la préforme

25 70.

[84] On sèche ensuite la préforme 70 afin que celle-ci se raidisse, bloquant ainsi la géométrie imposée lors de la mise en forme. La préforme 70 est enfin disposée dans un moule d'injection, aux dimensions de l'aube finale souhaitée 20, dans lequel on injecte une matrice, ici une résine epoxy. Une telle injection peut par exemple être réalisée par le procédé connu RTM (« resin transfer molding »). A l'issue de cette étape, on obtient alors une aube 20 en matériau composite composée d'une

30 préforme 70 tissée en fibres de carbone noyée dans une matrice époxy. Des étapes d'usinage peuvent éventuellement compléter ce procédé pour

35 finaliser l'aube 20.

[85] Dans le présent exemple, chaque bande fibreuse 60 est collée sous les tronçons transversaux 51-54. Toutefois, dans d'autres exemples, les bandes fibreuses 60 pourraient simplement être mise en place dans le moule d'injection en même temps que la structure fibreuse principale 40, la solidarisation des bandes fibreuses 60 sur la structure fibreuse principale 40 étant obtenue grâce à cette co-injection au moment de la solidification de la matrice.

[86] Bien que la présente invention ait été décrite en se référant à des exemples de réalisation spécifiques, il est évident que des modifications et des changements peuvent être effectués sur ces exemples sans sortir de la portée générale de l'invention telle que définie par les revendications. En particulier, des caractéristiques individuelles des différents modes de réalisation illustrés/mentionnés peuvent être combinées dans des modes de réalisation additionnels. Par conséquent, la description et les dessins doivent être considérés dans un sens illustratif plutôt que restrictif.

[87] Il est également évident que toutes les caractéristiques décrites en référence à un procédé sont transposables, seules ou en combinaison, à un dispositif, et inversement, toutes les caractéristiques décrites en référence à un dispositif sont transposables, seules ou en combinaison, à un procédé.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Préforme fibreuse pour une aube de turbomachine, comprenant
une structure fibreuse principale (40) obtenue par tissage tridimensionnel
monobloc, ladite première structure principale (40) comprenant
un premier tronçon longitudinal (41), apte à former un pied d'aube
(21),
10 un deuxième tronçon longitudinal (42), prolongeant le premier
tronçon longitudinal (41), apte à former une partie de pale (22), et
au moins un tronçon transversal (51), s'étendant transversalement
depuis la jonction (49) entre les premier et deuxième tronçons
longitudinaux (41, 42), apte à former une languette pour une plateforme
15 (31),
dans laquelle le tronçon transversal (51) s'étend axialement sur une
longueur inférieure à 30% de la longueur de la jonction (49) entre les
premier et deuxième tronçons longitudinaux (41, 42).
- 20 2. Préforme selon la revendication 1, dans laquelle la structure
fibreuse principale (40) comprend une pluralité de tronçons transversaux
(51, 52) s'étendant transversalement dans le même sens depuis la
jonction (49) entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux (41,
42), aptes à former des languettes pour une même plateforme (31),
25 dans laquelle lesdits tronçons transversaux (51, 52) sont situés à
distance les uns des autres.
- 30 3. Préforme selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la
structure fibreuse principale (40) comprend en outre au moins un tronçon
transversal supplémentaire (53) s'étendant transversalement depuis la
jonction (49) entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux (41,
42), dans le sens opposé d'au moins un tronçon transversal, apte à former
une languette pour une deuxième plate-forme (32).
- 35 4. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans
laquelle au moins un tronçon transversal (51, 53) s'étend axialement

depuis l'extrémité avant de la jonction (49) entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux (41, 42).

5 5. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle au moins un tronçon transversal (52, 54) s'étend axialement depuis l'extrémité arrière de la jonction (49) entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux (41, 42).

10 6. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle au moins un tronçon transversal (51, 52, 53, 54) est formé par au moins une partie d'un pan libre (50a), ledit pan libre (50a) et ledit deuxième tronçon longitudinal (42) étant tissés conjointement de manière déliée, ladite déliaison (D) prenant naissance à la jonction (49) entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux (41, 42).

15 7. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant en outre au moins une bande fibreuse (60), tissée indépendamment de la structure fibreuse principale (40), dont la longueur est sensiblement égale à la longueur de la jonction (49) entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux (41, 42), apte à former une plateforme (31).

20 8. Préforme selon la revendication 7, dans laquelle la bande fibreuse (60) est rapportée sur au moins un tronçon transversal (51, 52) de la structure fibreuse principale (40), en s'appliquant contre la surface inférieure dudit tronçon transversal (51, 52).

30 9. Préforme selon la revendication 7 ou 8, dans laquelle la surface supérieure de la bande fibreuse (60) affleure la surface supérieure d'au moins un tronçon transversal (51, 52).

35 10. Préforme selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle au moins un tronçon transversal (51, 52, 53, 54) s'étend axialement sur une longueur inférieure à 15% de la longueur de la jonction (49) entre les premier et deuxième tronçons longitudinaux (41, 42).

11. Aube pour turbomachine, comprenant
un pied d'aube (21),
une partie de pale (22), et
une plate-forme (31) s'étendant transversalement à la partie de pale
5 (22) au niveau de la jonction (49) entre le pied d'aube (21) et la partie de
pale (22),

caractérisé en ce que ladite aube (20) est réalisée de manière
monobloc en matériau composite au moyen d'une préforme fibreuse (70)
selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, ladite préforme (70)
10 ayant été mise en forme dans un moule et noyée dans une matrice, de
préférence de type organique.

12. Soufflante pour turbomachine, caractérisée en ce qu'elle
comprend une pluralité d'aubes (2) selon la revendication 11.

15

13. Turbomachine, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins
une aube (20) selon la revendication 11 ou une soufflante (2) selon la
revendication 12.

20

1/3

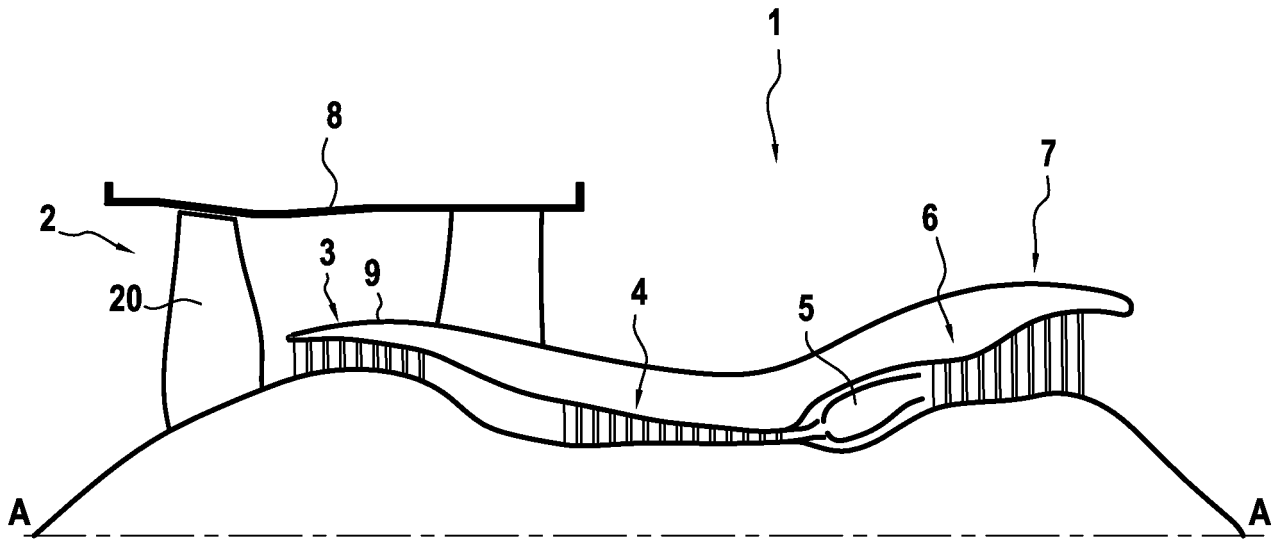


FIG. 1

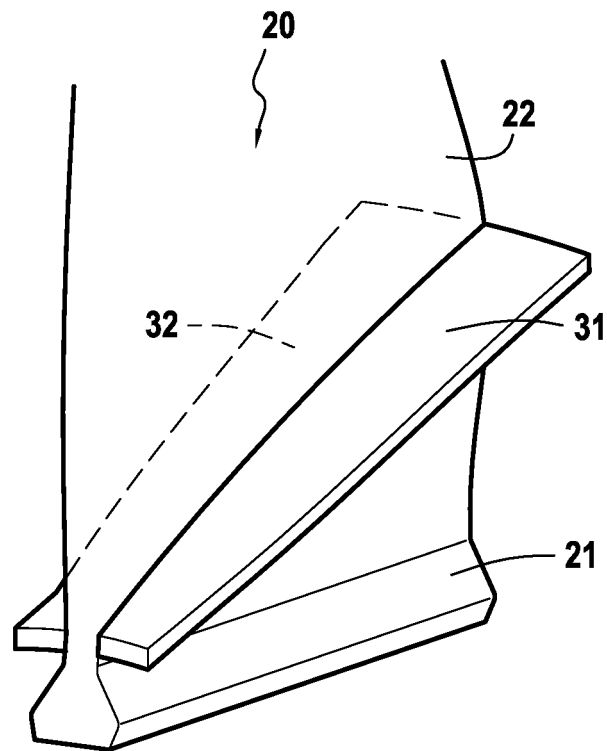
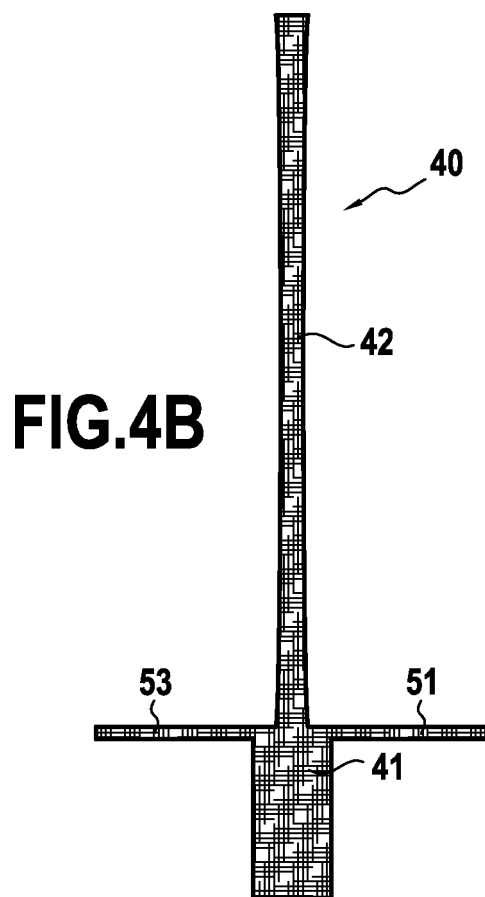
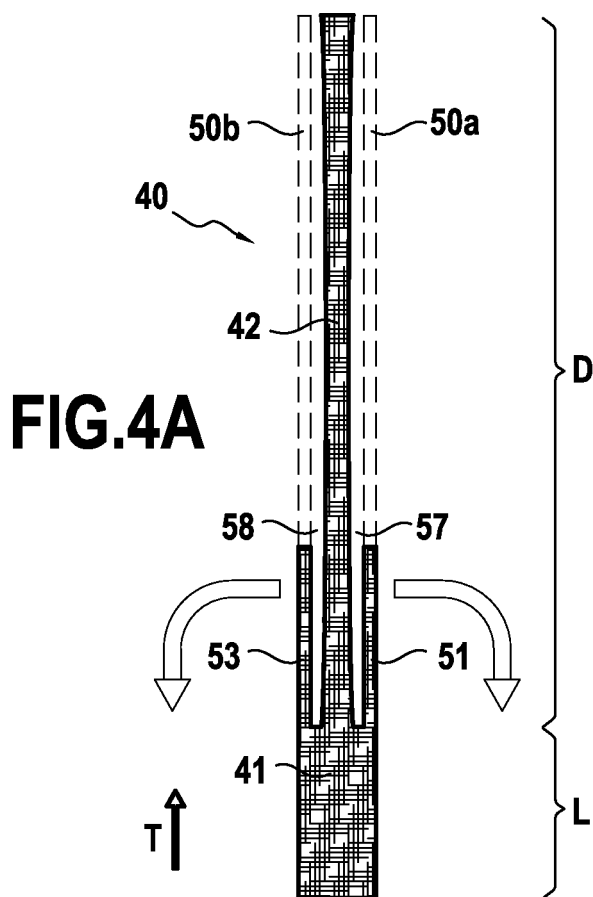
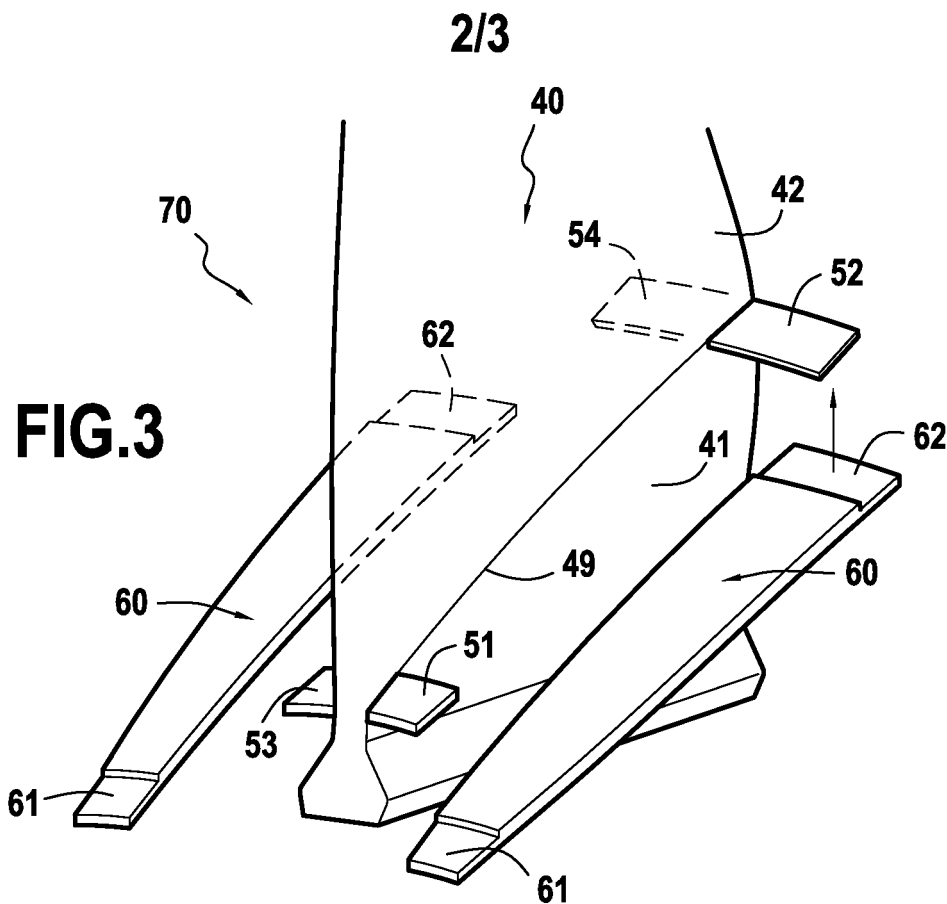


FIG. 2



3/3

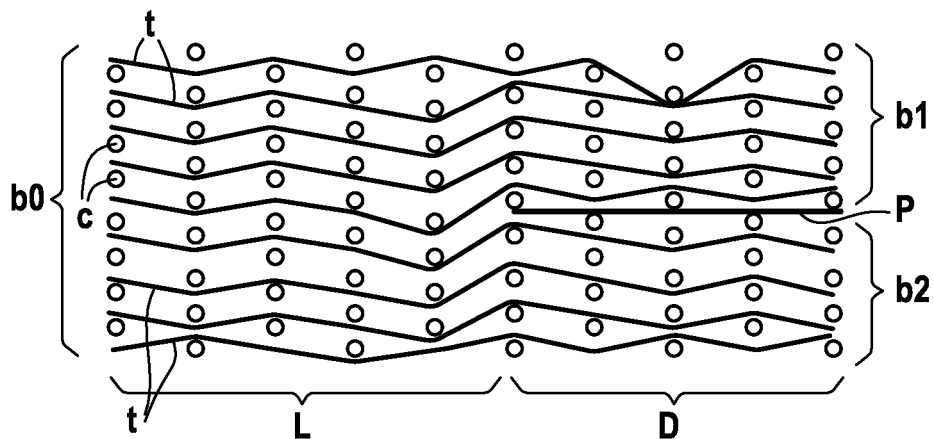


FIG. 5

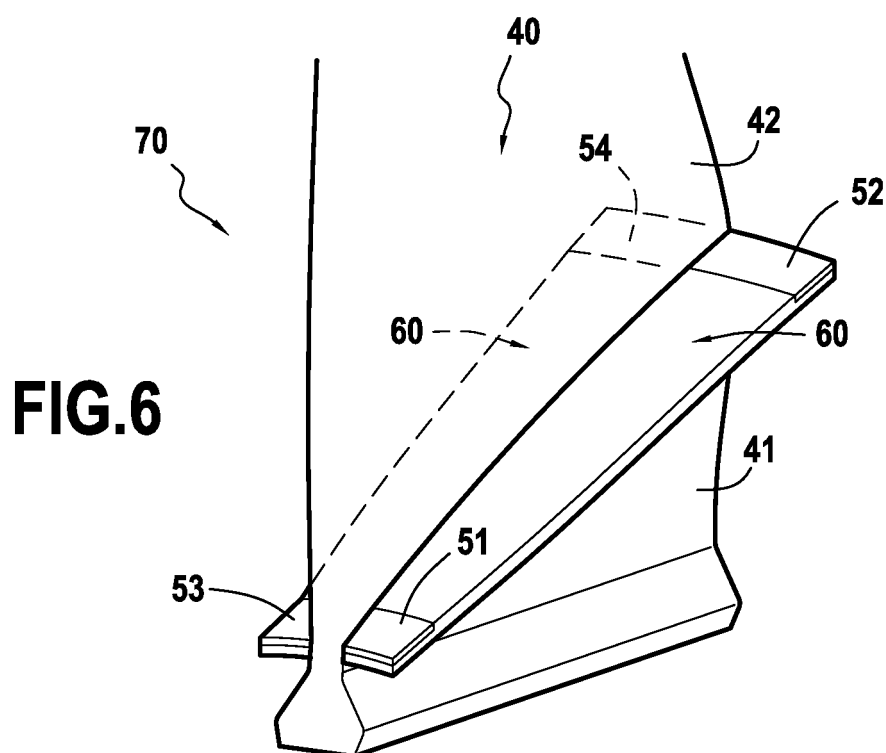


FIG. 6

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 837051
FR 1751667

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,D	WO 2013/104852 A2 (SNECMA [FR]) 18 juillet 2013 (2013-07-18) * figure 1 *	1-13	B29B11/16 B29C70/24 F01D5/28 F04D29/32 D03D1/00
A	WO 2016/174345 A1 (SNECMA [FR]) 3 novembre 2016 (2016-11-03) * figure 3 *	1-13	
A	WO 2016/066954 A1 (SNECMA [FR]) 6 mai 2016 (2016-05-06) * figure 3 *	1-13	
A	WO 2016/174346 A1 (SNECMA [FR]) 3 novembre 2016 (2016-11-03) * figure 3 *	1-13	
A	WO 2016/174343 A1 (SNECMA [FR]) 3 novembre 2016 (2016-11-03) * figure 3 *	1-13	
A	FR 3 035 677 A1 (SNECMA [FR]) 4 novembre 2016 (2016-11-04) * figure 3 *	1-13	
A	FR 3 040 147 A1 (SNECMA [FR]) 24 février 2017 (2017-02-24) * page 15, ligne 31 - page 16, ligne 3; figure 10 *	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B29B B29D F01D
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		9 novembre 2017	Jouannon, Fabien
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1751667 FA 837051**

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 09-11-2017

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
WO 2013104852 A2	18-07-2013	CA 2862685 A1	18-07-2013
		CN 104040056 A	10-09-2014
		EP 2802701 A2	19-11-2014
		JP 6038178 B2	07-12-2016
		JP 2015509159 A	26-03-2015
		RU 2014132876 A	27-02-2016
		US 2014369848 A1	18-12-2014
		WO 2013104852 A2	18-07-2013

WO 2016174345 A1	03-11-2016	FR 3035675 A1	04-11-2016
		WO 2016174345 A1	03-11-2016

WO 2016066954 A1	06-05-2016	CA 2966302 A1	06-05-2016
		CN 107075959 A	18-08-2017
		EP 3212373 A1	06-09-2017
		FR 3037097 A1	09-12-2016
		WO 2016066954 A1	06-05-2016

WO 2016174346 A1	03-11-2016	FR 3035678 A1	04-11-2016
		WO 2016174346 A1	03-11-2016

WO 2016174343 A1	03-11-2016	FR 3035676 A1	04-11-2016
		WO 2016174343 A1	03-11-2016

FR 3035677 A1	04-11-2016	FR 3035677 A1	04-11-2016
		GB 2540244 A	11-01-2017
		US 2017058912 A1	02-03-2017

FR 3040147 A1	24-02-2017	FR 3040147 A1	24-02-2017
		US 2017051617 A1	23-02-2017
