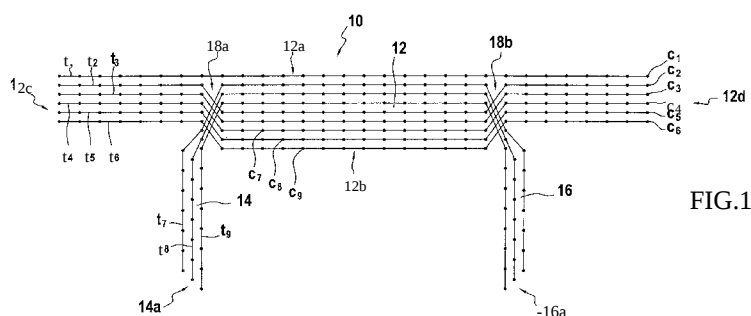




- (51) Classification internationale des brevets : Non classée
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR20 12/052854
- (22) Date de dépôt international : 10 décembre 2012 (10.12.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 61/570,427 14 décembre 2011 (14. 12.2011) US
- (71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs : MARCHAL, Yann; 1001 Islington Street, Appt 46, Portsmouth, New Hampshire 03801 (US). COUPE, Dominique; 12 Boston Avenue, Medford, Massachusetts 02155 (US). FRUSCELLO, Monica; 44 Kimball Road, Amesbury, Maryland 01913 (US). GOERING, Jonathan; 7 Nighthawk Drive, York, Maine 03909 (US).
- (74) Mandataires : JOLY, Jean-Jacques et al.; Cabinet Beau de Lomenie, 158 rue de l'Université, F-75340 Paris Cedex 07 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

(54) Title : FIBROUS PREFORM HAVING A π -SHAPED CROSS-SECTION, IN PARTICULAR FOR A COMPOSITE MATERIAL BLOWER PLATFORM

(54) Titre : PREFORME FIBREUSE A SECTION EN π NOTAMMENT POUR PLATE-FORME DE SOUFFLANTE EN MATERIAU COMPOSITE



(57) Abstract : The invention relates to a fibrous preform (10) having a π -shaped cross-section that has a base (12), comprising a first and second surface opposite each other and legs (14, 16) extending from the second surface. The preform includes a fiber structure woven into a single part by means of three-dimensional weaving using a plurality of warp (or woof) thread layers interconnected by woof (or warp) threads from a plurality of woof (or warp) thread layers. In each plane of the fibrous preform, woof (warp) threads of a first woof (warp) thread group (t₁-t₆) continuously extend through the base (12) between two opposite edges of the latter, and woof (warp) threads from a second woof (warp) thread group (t₇-t₉) continuously extend from an end of one leg (14) to an end of the other leg (16) while passing into the base, a mutual, dual intersection (18a, 18b) occurring between the threads of the first group and the threads of the second group.

(57) Abrégé : Une préforme fibreuse (10) à section en π a une base (12) avec une première

[Suite sur la page suivante]



Titre de l'invention

Préforme fibreuse à section en π notamment pour plate-forme de soufflante en matériau composite.

5

Arrière-plan de l'invention

L'invention concerne la réalisation d'une préforme fibreuse à section en forme de π , notamment pour la fabrication de plate-forme en matériau composite pour aube de soufflante de turbomachine
10 aéronautique.

De façon bien connue, une pièce en matériau composite peut être obtenue par réalisation d'une préforme fibreuse et densification de la préforme par une matrice. Selon l'application envisagée, la préforme peut être en fibres de verre, carbone ou céramique et la matrice peut être en
15 un matériau organique (polymère), en carbone ou en céramique.

Pour des pièces de forme relativement complexe, il est connu de réaliser une structure fibreuse ou ébauche en une seule pièce par tissage tridimensionnel (3D) ou multi-couches et de mettre en forme la structure fibreuse pour obtenir une préforme fibreuse ayant une forme voisine de
20 celle d'une pièce à fabriquer.

Afin de faciliter cette mise en forme, et pour éviter de pratiquer des incisions se traduisant par la coupe de fibres et un amoindrissement de la tenue mécanique, il est connu de ménager une ou plusieurs déliaisons au sein de la structure fibreuse lors de son tissage. De telles
25 déliaisons sont obtenues en omettant localement de lier entre elles des couches de fils adjacentes et permettent un dépliage des parties de structure fibreuse adjacentes aux déliaisons.

Ainsi, dans le cas d'une préforme fibreuse à section en forme de π ayant une base et deux jambes s'étendant à partir d'une face de la base, les jambes peuvent être obtenues par dépliage de parties adjacentes à des déliaisons dans une structure fibreuse tissée 3D.
30

Objet et résumé de l'invention

L'invention a pour but de fournir une préforme fibreuse à section en forme de π présentant une bonne tenue mécanique en particulier au niveau du raccordement entre la base et les jambes.
35

Selon un aspect de l'invention, ce but est atteint grâce à une préforme fibreuse à section en π ayant une base avec une première face et une deuxième face opposées et des jambes s'étendant à partir de la deuxième face, la préforme comprenant une structure fibreuse tissée en
5 une seule pièce par tissage tridimensionnel avec une pluralité de couches de fils de chaîne liées entre elles par des fils de trame d'une pluralité de couches de fils de trame,

préforme dans laquelle, dans chaque plan de trame de la préforme fibreuse, des fils de trame d'un premier groupe de fils de trame
10 s'étendent continûment à travers la base entre deux bords opposés de celle-ci et des fils de trame d'un deuxième groupe de fils de trame s'étendent continûment d'une extrémité d'une jambe à une extrémité de l'autre jambe en passant dans la base, avec double croisement mutuel entre les fils de trame du premier groupe et les fils de trame du deuxième
15 groupe.

Par plan de trame de la préforme fibreuse, on entend un plan perpendiculaire aux fils de chaîne contenant une colonne de fils de trame.

Par groupe de fils de trame, on entend un ensemble comprenant un ou plusieurs fils de trame.

20 De préférence, les croisements entre les fils de trame du premier groupe et les fils de trame du deuxième groupe se situent à proximité des raccordements entre les jambes et la base, ce qui apporte un renforcement au niveau de ces raccordements.

Selon un mode particulier de réalisation, dans chaque plan de
25 trame de la préforme fibreuse, au moins un fil de trame s'étend continûment d'un bord à l'autre de la base en restant adjacent à la première face.

Selon un mode particulier de réalisation, dans chaque plan de trame de la préforme fibreuse, au moins un fil de trame s'étend
30 continûment d'une jambe à l'autre en restant adjacent à la deuxième face.

Une telle continuité de fils de trame en surface contribue, dans la pièce en matériau composite obtenue après densification de la préforme fibreuse par une matrice, à conférer un état de surface relativement lisse.

Selon un autre aspect de l'invention, celle-ci vise une préforme
35 fibreuse telle que définie ci-avant mais avec inversion entre chaîne et trame.

Selon encore un autre aspect, l'invention a pour objet une plate-forme d'aube de soufflante de turbomachine aéronautique comprenant une préforme fibreuse à section en π telle que définie ci-avant densifiée par une matrice.

5

Brève description des dessins

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

10 - la figure 1 est une vue très schématique d'un plan de trame d'une préforme fibreuse à section en forme de π ;

- la figure 2 est une vue très schématique d'un plan de trame d'une structure fibreuse tissée 3D permettant, après mise en forme, d'obtenir une préforme telle que celle de la figure 1;

15 - la figure 3 est une vue schématique d'un plan d'une préforme fibreuse de plate-forme de soufflante de turbomachine aéronautique ;

- la figure 4 est une vue schématique d'un plan d'une structure fibreuse permettant, après mise en forme, d'obtenir la préforme de la figure 3 ; et

20 - la figure 5 est une vue schématique d'une plate-forme d'aube de soufflante obtenue par densification d'une préforme similaire à celle de la figure 3.

Description détaillée de modes de réalisation

25 Par souci d'allégement des dessins, les trajets des fils de trame dans les plans de trame des figures 1 et 2 sont représentés par des segments successifs rectilignes, entre colonnes de fils de chaîne, tandis que les fils de chaîne, en coupe, sont représentés par des points. S'agissant de tissage 3D, l'on comprendra que les fils de trame suivent des
30 trajets sinueux. Les fils de trame lient entre eux des fils de chaîne appartenant à des couches de fils de chaîne différentes exception faite de fils de trame éventuellement ajoutés en surface pour réaliser un tissage 2D et de la présence de déliaisons locales entre couches de fils de chaîne adjacentes. Différentes armures de tissage 3D ou multi-couches peuvent
35 être utilisées, telles que des armures interlock, multi-satin ou multi-toile, par exemple, comme décrit dans le document WO 2006/136755.

La figure 1 montre très schématiquement un plan de trame d'une préforme fibreuse 10 ayant une base 12 et deux jambes 14, 16, la préforme 10 ayant une section en forme de π . La base 12 a deux faces opposées externe et interne 12a, 12b, les jambes 14, 16 s'étendant à partir de la face interne 12b. Les fils de chaîne dans la base 12 sont tissés notamment avec des fils de trame t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , t_6 qui s'étendent continûment à travers la base 12 entre des bords opposés 12c, 12d.

Les fils de chaîne dans les jambes 14, 16 sont tissés avec des fils de trame t_7 , t_8 , t_9 qui s'étendent continûment de l'extrémité 14a de la jambe 14 à l'extrémité 16a de la jambe 16 en passant dans la base 12.

Dans chaque plan de trame, le fil de trame t_1 s'étend continûment le long de la face externe 12a de la base 12. Il peut être tissé avec des fils de chaîne de la couche de fils de chaîne c_1 adjacente à la face 12a selon une armure de tissage 2D pour contribuer, après densification de la préforme 10 par une matrice, à conférer un état de surface relativement lisse à la surface externe de la pièce en matériau composite obtenue. En variante, le fil de trame t_1 pourrait être tissé avec des fils de chaîne de plusieurs couches de fils de chaîne selon une armure de tissage 3D.

Les fils du groupe de fils de trame t_2 , t_3 , t_4 , t_5 et t_6 et les fils du groupe de fils de trame t_7 , t_8 et t_9 se croisent deux fois sur leurs trajets dans la base 12, les deux zones de croisement 18a, 18b se situant avantageusement au niveau des raccordements entre la base 12 et les jambes 14, 16.

Dans les parties latérales de la base 12 s'étendant entre les bords 12c, 12d et les zones de croisement 18a, 18b, et dans chaque plan de trame des fils de chaîne de couches différentes de fils de chaîne c_1 à c_6 sont liés par les fils de trame t_2 à t_6 et éventuellement t_1 . Dans la partie centrale de la base 12 entre les zones de croisement 18a, 18b, dans chaque plan de trame, des fils de chaîne de différentes couches de fils de chaîne c_1 à c_9 sont liés par les fils de trame t_7 à t_9 et t_2 à t_6 et éventuellement t_1 , la partie centrale de la base 12 comportant des couches de fils de chaîne c_7 à c_9 additionnelles par rapport aux parties latérales.

On note que le fil de trame t_6 s'étend continûment le long de la face interne 12b de la base 12. Comme pour le fil t_1 , dans chaque plan de

trame, le tissage du fil de trame t_6 avec les fils de chaîne des couches c_6 , dans les parties latérales de la base 12 et c_9 , dans la partie centrale de la base 12, peut être réalisé selon une armure de tissage 2D, le fil t_6 n'intervenant alors pas dans le tissage 3D.

5 En variante, le fil de trame t_6 pourrait être tissé avec des fils de chaîne de plusieurs couches de fils de chaîne, selon une armure de tissage 3D.

On notera aussi que les armures de tissage de surface, c'est-à-dire le long des faces externe 12a et interne 12b peuvent être différentes
10 de celles utilisées dans le cœur de la préforme, par exemple une armure de type satin en surface et une armure de type interlock à cœur.

Par l'effet du double croisement entre le groupe de fils t_2 à t_6 , et le groupe de fils t_7 à t_9 , on obtient, d'une part, un renforcement dans les angles formés entre la base 12 et les jambes 14, 16 et, d'autre part,
15 un ancrage plus solide des jambes 14, 16 sur la base 12. On assure aussi une continuité de fils entre les jambes 14, 16.

La figure 2 montre une structure fibreuse 20 tissée par tissage 3D à partir de laquelle la préforme 10 de la figure 1 peut être obtenue.

La structure fibreuse 20 comprend, entre ses faces externe 22a
20 et interne 22b, 9 couches de fils de chaîne c_i à c_9 et 9 couches de fils de trame t_i à t_9 avec double croisement entre fils du groupe de fils de trame t_2 à t_6 et les fils du groupe de fils de trame t_7 à t_9 dans les zones de croisement 18a et 18b.

Des déliaisons 27a, 27b matérialisées par des traits pleins
25 sur la figure 2 sont ménagées entre couches de fils de chaîne voisines, en l'espèce entre les couches c_6 et c_7 , ces déliaisons s'étendant dans des parties latérales de la structure fibreuse 20 entre les bords opposés 22c, 22d de celle-ci et les zones de croisement 18a, 18b. Ces déliaisons se traduisent par l'absence de fils de trame les traversant pour lier entre eux
30 des fils de chaîne des couches de fils de chaîne situées de part et d'autre des déliaisons.

Les parties 24, 26 de la structure fibreuse 20 adjacentes aux déliaisons 27a, 27b et à la face interne 22b sont déployées, après tissage de la structure fibreuse 20 pour former les jambes 14, 16 de la préforme
35 10, le reste de la structure fibreuse formant la base 12.

On note que des fils de chaîne peuvent être ajoutés ou retranchés dans les couches c_7 , c_8 et c_9 aux extrémités des parties 24, 26 pour que, après déploiement de ces parties, on obtienne des jambes 14, 16 dont les longueurs sont plus grandes ou plus petites que les dimensions en sens trame des parties latérales de la base 12.

Bien entendu, les nombres de couches de fils de chaîne et de fils de trame dans les différentes parties de la préforme (base et jambes) pourront être différents de ceux de l'exemple illustré, dès lors qu'un tissage 3D est réalisé dans chacune de ces parties.

En outre, les nombres de fils dans les groupes de fils qui se croisent deux fois pourront aussi être différents de ceux de l'exemple illustré dès lors qu'il y a au moins un fil dans chaque groupe. En particulier, il n'est pas nécessaire que tous les fils de trame impliqués dans le tissage des jambes de la préforme soient impliqués dans un double croisement avec des fils de trame impliqués dans le tissage de la base.

Les fibres de la préforme fibreuse 10 sont en un matériau choisi en fonction de l'application envisagée, par exemple en verre, en carbone ou en céramique.

La densification de la préforme fibreuse 10 par une matrice pour obtenir une pièce en matériau composite est réalisée en maintenant la préforme dans un outillage de conformation au moins jusqu'à rigidification (ou consolidation) de la préforme. La matrice est de nature choisie en fonction de l'application envisagée, par exemple une matrice organique obtenue notamment à partir d'une résine précurseur de matrice polymère telle qu'une résine époxyde, bismaléimide ou polyimide, ou une matrice en carbone ou une matrice en céramique. Dans le cas d'une matrice organique, la préforme fibreuse est imprégnée par une composition contenant la résine précurseur de matrice, avant conformation dans un outillage, ou après conformation, l'imprégnation étant dans ce dernier cas réalisée par exemple par infusion ou par un processus de type RTM ("Resin Transfer Moulding"). Dans le cas d'une matrice en carbone ou en céramique, la densification pourra être réalisée par infiltration chimique en phase gazeuse, ou CVI ("Chemical Vapour Infiltration") ou par imprégnation par une composition liquide contenant une résine précurseur de carbone ou de céramique et traitement thermique de pyrolyse ou céramisation du précurseur, ces procédés étant bien connus en soi.

La figure 3 montre un plan de trame d'une préforme fibreuse 30 destinée à la réalisation d'une plate-forme de soufflante de turbomachine aéronautique.

5 La préforme fibreuse 30 a une forme avec section en π similaire à celle de la préforme 10 de la figure 1 avec une base 32 et deux jambes 34, 36 qui s'étendent à partir de la face interne 32b de la base 32.

Les fils de chaîne des jambes 34, 36 sont tissés avec des fils de trame t_7 à t_{10} qui s'étendent continûment d'une jambe à l'autre en passant dans la partie centrale de la base 32. Quant aux fils de chaîne des parties
10 latérales de la base 32, ils sont tissés avec des fils de trame t_1 à t_6 qui s'étendent continûment entre les bords opposés 32c, 32d de la base 32. Les fils du groupe de fils de trame t_7 à t_{10} et les fils du groupe de fils de trame t_3 à t_6 se croisent deux fois sur leur trajet dans la base 32, les deux zones de croisement 38a, 38b se situant avantageusement au niveau des
15 raccords entre la base 32 et les jambes 34, 36.

Dans chaque plan de trame, les fils t_i et t_2 s'étendent le long de la face externe 32a de la base 32 sans croisement avec les fils t_7 à t_{10} .

L'armure de tissage est de type interlock avec satin de surface, le tissage avec les fils de trame t_i et t_6 dans les parties adjacentes à la
20 face externe 32a et à la face interne 32b étant de type satin. Une armure de type satin peut être également adoptée le long des faces des jambes 34, 36. Un tissage 3D d'une structure fibreuse avec une armure de type interlock à cœur et une armure 2D ou 3D de type satin en peau est connu en soi. On pourra se référer au document US 2010/0144227.

25 En variante, on pourrait adopter une armure de tissage uniquement interlock ou une armure de surface de type toile ou sergé au lieu de satin.

La figure 4 montre une structure fibreuse 40 tissée par tissage 3D à partir de laquelle la préforme 30 de la figure 3 peut être obtenue.

30 On notera que les fils de chaîne des différentes colonnes de chaîne sont représentés sur les figures 3 et 4 avec une disposition en quinconce.

La structure fibreuse 40 est semblable à la structure fibreuse 20 de la figure 2. On retrouve dans la structure fibreuse 40 les zones de croisement 38a, 38b entre les fils du groupe de fils de trame t_7 à t_{10} et les
35 fils du groupe de fils de trame t_3 à t_6 . Des déliaisons 47a, 47b sont

ménagées entre couches de fils de chaîne voisines, ces déliaisons s'étendant dans les parties latérales de la structure fibreuses 40 entre les bords opposés 40c, 40d de celle-ci et les zones de croisement 38a, 38b.

5 Les parties 44, 46 de la structure fibreuse 40 adjacentes aux déliaisons 47a, 47b et à la face interne 42b de la structure fibreuse 40 sont déployées après tissage pour former les jambes 34, 36 de la préforme 30, le reste de la structure fibreuse 40 formant la base 32.

10 On note que les parties 44, 46 se prolongent au-delà des bords 42c, 42d de la partie de la structure fibreuse 40 correspondant aux bords 32c, 32d de la base 32 dans la préforme 30 de la figure 3, par ajout de colonnes de fils de chaîne, afin de conférer la longueur voulue aux jambes 34, 36.

15 La figure 5 montre une plate-forme 50 de soufflante de turbomachine aéronautique telle qu'elle peut être obtenue par densification d'une préforme fibreuse semblable à la préforme 30 de la figure 3, les fibres étant de préférence en carbone et la matrice étant de préférence une matrice polymère.

20 La plate-forme 50 comprend une base 52 ayant une face supérieure 52a et une face inférieure 52b, et deux jambes 54, 56 formant notamment voiles de rigidification et s'étendant à partir de la face inférieure 52b, la plate-forme 50 ayant ainsi une section en forme de π comme montré en tirets.

25 La plate-forme 50 est destinée à être montée dans l'intervalle entre deux aubes de soufflante, au voisinage des pieds de celles-ci, afin de délimiter, du côté intérieur, une veine annulaire d'entrée d'air dans la soufflante, la veine étant délimitée du côté extérieur par un carter de soufflante.

L'usinage de la plate-forme 50 a ses dimensions définitives est réalisé après densification de la préforme fibreuse.

30 Dans les modes de réalisation décrits, chaîne et trame pourront bien entendu être inversées.

REVENDEICATIONS

1. Préforme fibreuse à section en π ayant une base avec une première face et une deuxième face opposées et des jambes s'étendant à partir de la deuxième face, la préforme comprenant une structure fibreuse tissée en une seule pièce par tissage tridimensionnel avec une pluralité de couches de fils de chaîne liées entre elles par des fils de trame d'une pluralité de couches de fils de trame, préforme dans laquelle :

dans chaque plan de trame de la préforme fibreuse, des fils de trame d'un premier groupe de fils de trame s'étendent continûment à travers la base entre deux bords opposés de celle-ci et des fils de trame d'un deuxième groupe de fils de trame s'étendent continûment d'une extrémité d'une jambe à une extrémité de l'autre jambe en passant dans la base, avec double croisement mutuel entre les fils de trame du premier groupe et les fils de trame du deuxième groupe.

2. Préforme selon la revendication 1, dans laquelle les croisements entre les fils de trame du premier groupe et les fils de trame du deuxième groupe se situent à proximité des raccordements entre les jambes et la base.

3. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans laquelle, dans chaque plan de trame de la préforme fibreuse, au moins un fil de trame s'étend continûment d'un bord à l'autre de la base en restant adjacent à la première face

4. Préforme selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle, dans chaque plan de trame de la préforme fibreuse, au moins un fil de trame s'étend continûment entre les jambes en restant adjacent à la deuxième face.

5. Préforme fibreuse à section en π ayant une base avec une première face et une deuxième face opposées et des jambes s'étendant à partir de la deuxième face, la préforme comprenant une structure fibreuse tissée en une seule pièce par tissage tridimensionnel avec une pluralité de couches de fils de trame liées entre elles par des fils de chaîne d'une pluralité de couches de fils de chaîne, préforme dans laquelle :

dans chaque plan de chaîne de la préforme fibreuse, des fils de chaîne d'un premier groupe de fils de chaîne s'étendent continûment à travers la base entre deux bords opposés de celle-ci et des fils de chaîne

d'un deuxième groupe de fils de chaîne s'étendent continûment d'une extrémité d'une jambe à une extrémité de l'autre jambe en passant dans la base, avec double croisement mutuel entre les fils de chaîne du premier groupe et les fils de chaîne du deuxième groupe.

5 6. Préforme selon la revendication 5, dans laquelle les croisements entre les fils de chaîne du premier groupe et les fils de chaîne du deuxième groupe se situent à proximité des raccordements entre les jambes et la base.

10 7. Préforme selon l'une quelconque des revendications 5 et 6 dans laquelle, dans chaque plan de chaîne de la préforme fibreuse, au moins un fil de chaîne s'étend continûment d'un bord à l'autre de la base en restant adjacent à la première face.

15 8. Préforme selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans laquelle, dans chaque plan de chaîne de la préforme fibreuse, au moins un fil de chaîne s'étend continûment entre les jambes en restant adjacent à la deuxième face.

 9. Plate-forme d'aube de soufflante en matériau composite comprenant une préforme fibreuse selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 densifiée par une matrice.

