

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/056960 A1

(43) Date de la publication internationale
21 mars 2024 (21.03.2024)

- (51) Classification internationale des brevets :
B29B 11/16 (2006.01) *D03D 25/00* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2023/051327
- (22) Date de dépôt international :
04 septembre 2023 (04.09.2023)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
FR2209231 14 septembre 2022 (14.09.2022) FR
- (71) Déposant : **SAFRAN CERAMICS** [FR/FR] ; Rue de Tou-
ban, Les Cinq Chemins, 33185 LE HAILLAN (FR).
- (72) Inventeurs : **LEFEBVRE, Marie** ; c/o SAFRAN, Centre
d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-Point René Ra-

vaud-Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **MEN-
DEZ, Emilie, Chantal, Gisèle** ; c/o SAFRAN, Centre
d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-Point René Ra-
vaud-Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **BLA-
CHIER, Jérémy, Paul, André** ; c/o SAFRAN, Centre
d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-Point René Ra-
vaud-Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **PLAN-
CKEEL, Aline** ; c/o SAFRAN, Centre d'Excellence Pro-
priété Intellectuelle, Rond-Point René Ravaud-Réau, 77550
MOISSY-CRAMAYEL (FR).

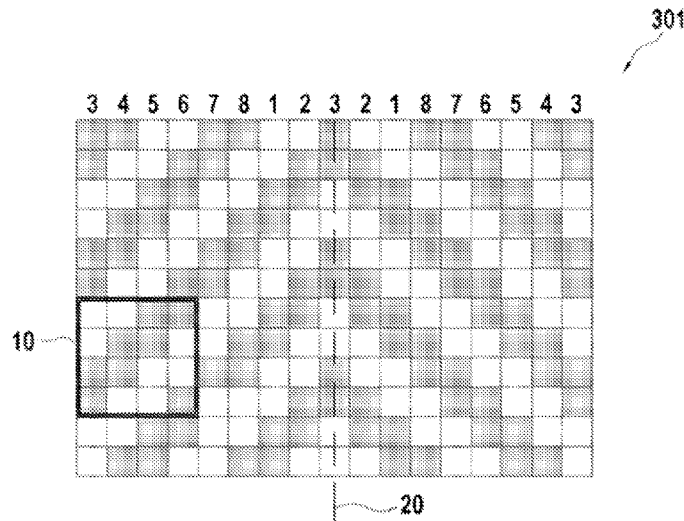
(74) Mandataire : **MACKAIN, Olivier** et al. ; CABINET
BEAU DE LOMENIE, 158 Rue de l'Université, 75340
PARIS CEDEX 07 (FR).

(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,

(54) Title: FIBROUS PREFORM COMPRISING A REFERENCE PATTERN

(54) Titre : PRÉFORME FIBREUSE COMPRENANT UN MOTIF REPÈRE

[Fig. 3]



(57) Abstract: The invention relates to a fibrous preform for the manufacture of a part made of composite material, the fibrous preform having a three-dimensional weave comprising a plurality of layers of weft yarns and a plurality of layers of warp yarns which extend in a direction perpendicular to the direction of the weft yarns, wherein each weft yarn connects warp yarns of multiple layers, the weft yarns and the warp yarns being woven according to a regular weave, the fibrous preform being characterised in that it comprises, on the surface, one or more reference patterns that extend in a particular direction (20) of the fibrous preform, a reference pattern being created by a local variation in the weave (101, 201, 301).

(57) Abrégé : L'invention concerne une préforme fibreuse pour la fabrication d'une pièce en matériau composite, la préforme fibreuse présentant un tissage tridimensionnel comprenant une pluralité de couches de fils de trame et une pluralité de couches de fils de chaîne



WO 2024/056960 A1

CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), curasien (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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

s'étendant dans une direction perpendiculaire à la direction des fils de trame, dans laquelle chaque fil de trame lie des fils de chaîne de plusieurs couches, les fils de trame et les fils de chaîne étant tissés selon une armure régulière, la préforme fibreuse étant caractérisée en ce qu'elle comprend en surface un ou plusieurs motifs repères s'étendant dans une direction particulière (20) de la préforme fibreuse, un motif repère étant créé par une variation locale de l'armure (101, 201, 301) de tissage.

Description

Titre de l'invention : Préforme fibreuse comprenant un motif repère

Domaine Technique

- 5 L'invention concerne le domaine des matériaux composites et plus précisément des préformes fibreuses pour la fabrication de ces matériaux ou encore les procédés de fabrication de telles préformes, ou de tels matériaux.

Technique antérieure

- 10 Les matériaux composites présentent un intérêt technologique croissant et connaissent une grande variété d'utilisations ces dernières années.

- En particulier, les matériaux composites à matrice organique (CMO) et les matériaux composites à matrice céramique (CMC) viennent en remplacement des pièces en matériau métallique dans certaines parties des turbomachines. Leur utilisation contribue à optimiser les performances des avions notamment par l'amélioration
- 15 du rendement de la turbomachine et la baisse de la masse globale de la turbomachine, réduisant de manière significative les émissions nocives pour l'environnement (CO, CO₂, NO_x ...).

- La préparation de tels matériaux se fait généralement par la formation d'une matrice au sein d'une préforme fibreuse. Les propriétés mécaniques de la pièce finale
- 20 dépendent non seulement de la composition de la préforme et de la matrice, mais également du tissage choisi pour la préforme, et de l'orientation des fibres dans la préforme.

- C'est pourquoi la préforme fibreuse ne peut pas être disposée aléatoirement dans les procédés de fabrication de la pièce. Notamment, il est souhaitable que la préforme
- 25 puisse être placée précisément dans un conformateur ou dans un outillage de densification. Ainsi, il est possible de repérer certaines zones particulières ou des directions de la préforme, ce qui assure que les propriétés mécaniques de la pièce finale soient celles attendues.

Habituellement, une direction particulière de la préforme est repérée par un fil traceur tissé dans cette direction et dont l'apparence est différente des fils du reste de la préforme. Cela permet un repérage visuel d'une direction particulière de la préforme, ce qui facilite le positionnement correct de la préforme dans l'outillage.

- 5 Pour que l'apparence des fils traceurs soit différente du reste de la préforme, les fils traceurs sont d'une nature différente des autres fils de la préforme. Par exemple, pour une préforme en fibres de carbure de silicium, les fils traceurs sont généralement choisis comme étant des fils d'alumine.

Si cette solution est satisfaisante dans l'ensemble, il a toutefois été observé que les
10 fils traceurs, du fait de leur nature différente, ne présentent pas le même comportement que le reste de la préforme lors de la formation de la matrice.

Par exemple, il a pu être observé que la matrice ne se formait pas aussi bien dans la zone autour du fil traceur que sur le reste de la surface de la préforme. Cette mauvaise formation de la matrice à proximité du fil traceur se traduit par une
15 absence de matrice ou une matrice présente en faible épaisseur autour du fil, ce qui peut conduire à la non-conformité de la pièce en matériau composite notamment puisqu'une zone comportant moins de matrice peut conduire à une zone n'ayant pas les propriétés souhaitées.

D'une part, il est nécessaire de disposer d'une préforme dont il est possible de
20 connaître l'orientation afin qu'elle puisse être placée précisément dans un conformateur ou un outillage de densification. D'autre part, il demeure un besoin pour une préforme dénuée des désavantages décrits ci-dessus et associés à l'utilisation de fils traceurs dans la préforme.

Exposé de l'invention

25 L'invention vise précisément à répondre à ce besoin.

Pour cela, selon un premier de ses aspects, l'invention propose une préforme fibreuse pour la fabrication d'une pièce en matériau composite, la préforme fibreuse présentant un tissage tridimensionnel comprenant une pluralité de couches de fils de trame et une pluralité de couches de fils de chaîne s'étendant dans une direction
30 perpendiculaire à la direction des fils de trame, dans laquelle chaque fil de trame lie

des fils de chaîne de plusieurs couches, les fils de trame et les fils de chaîne étant tissés selon une armure de tissage régulière,

la préforme fibreuse étant caractérisée en ce qu'elle comprend en surface un ou plusieurs motifs repères s'étendant dans une direction particulière de la préforme

5 fibreuse, un motif repère étant créé par une variation locale de l'armure de tissage.

L'armure de tissage de la préforme fibreuse est très régulière pour satisfaire à des besoins aérodynamiques. Une variation ponctuelle dans l'armure de tissage crée un motif repère qui rompt avec la régularité du reste de l'armure.

10 Le motif repère rend identifiable la direction dans laquelle il s'étend, sans nécessité de modifier la nature des fils de trame ou des fils de chaîne.

Ainsi, dans une telle préforme, une direction particulière peut être repérée, sans nécessiter de fils d'une autre nature que les fils de trame ou de chaîne.

15 En outre, la variation locale de l'armure de tissage de la préforme pour créer le ou les motifs repères ne nuit pas aux propriétés de la pièce finale. En particulier la densification de la préforme par la matrice n'est pas modifiée par la variation locale d'armure de tissage, contrairement à ce qui peut être observé avec un fil traceur de nature différente.

20 Dans un mode de réalisation, la variation locale de l'armure n'est réalisée que sur la couche supérieure de l'armure de tissage, c'est-à-dire que seule la couche supérieure de l'armure de tissage comprend un tissage différent du reste de l'armure.

La couche supérieure de la préforme est aussi dite couche de peau ou peau de la préforme.

25 Dans un mode de réalisation, la préforme fibreuse comprend un tissage 3D, par exemple un tissage interlock en dessous de la couche de peau au contact de la surface libre.

Par "tissage tridimensionnel" ou "tissage 3D", on entend ici un mode de tissage par lequel certains au moins des fils de chaîne lient des fils de trame sur plusieurs couches de trame comme par exemple un "tissage interlock". Par "tissage interlock",

on entend ici une armure de tissage 3D dont chaque couche de chaîne lie plusieurs couches de trames avec tous les fils de la même couche de chaîne ayant le même mouvement dans le plan de l'armure.

5 Une préforme selon l'invention permet donc de surmonter les désavantages liés à l'utilisation de fils traceurs décrits plus haut.

Dans un mode de réalisation de l'invention, tous les fils de trame, présents en peau de la préforme, ont la même composition.

Dans un mode de réalisation de l'invention, tous les fils de chaîne, présents en peau de la préforme, ont la même composition.

10 Dans un mode de réalisation de l'invention, tous les fils de trame et de chaîne, présents en peau de la préforme, ont la même composition.

Dans un mode de réalisation, la direction particulière repérée dans une préforme de l'invention est une direction de trame ou de chaîne.

15 Il faut noter que les appellations « trame » et « chaîne » sont des conventions, qui ne doivent pas être interprétées de manière limitative. En particulier, on notera que, dans tout le texte, chaîne et trame peuvent être intervertis.

Dans un mode de réalisation, le motif repère est un fil de peau réalisant un flotté plus long que les flottés des fils de trame ou de chaîne dans un motif de l'armure régulière.

20 Un fil de peau est un fil de trame ou de chaîne qui est présent à la surface de la préforme.

Ce mode de réalisation est avantageux, car il permet la réalisation d'un motif repère, en ne modifiant le tissage que d'un fil de peau, le reste de l'armure restant identique à une armure régulière. Ce mode de réalisation permet de repérer très facilement
25 une direction de trame ou de chaîne, sans complexifier le tissage.

Dans un tel mode de réalisation, le motif repère peut être un flotté d'un fil de peau sur une longueur supérieure ou égale à la longueur de deux fois et demi la longueur du motif élémentaire de l'armure.

Le « motif élémentaire de l'armure », aussi dit « rapport d'armure » s'entend, au sens habituel du domaine, comme l'unité de répétition strictement nécessaire pour reproduire l'armure de tissage régulière par périodicité.

Par exemple, pour une armure sergé ou satin le rapport d'armure est habituellement précisé, et l'on parle ainsi de sergé 2 lié 2, de satin de 4 dans lesquels le rapport d'armure est de 4, ou de satin de 8 dans lequel le rapport d'armure est de 8.

Une telle longueur pour le flotté d'un fil de peau définissant un motif repère permet que le flotté du motif repère soit suffisamment long pour être visible par l'opérateur, et se distingue également d'une simple faute de tissage non intentionnelle.

On notera que l'armure régulière peut comprendre des flottés de fils de peau, mais sur une plus courte distance que le flotté du motif repère. Le fil de peau réalisant un flotté plus long vient donc perturber la répétition périodique de l'armure régulière pour former un motif repère.

Un tel motif repère est aisément identifiable par un dispositif optique, notamment par un œil humain.

Dans un mode de réalisation, la variation locale de l'armure de tissage peut correspondre à une inversion des plans de tissage.

Dans ce mode de réalisation, le motif repère est un plan de symétrie de l'armure de tissage, et la direction particulière est alignée le long de ce plan de symétrie.

L'armure régulière comprend un motif de répétition et est produite en tissant successivement des plans 1, 2 ... n, n+1, n+2 ... et jusqu'à parvenir à la périodicité de l'armure régulière où l'on recommence alors avec le plan 1.

L'inversion des plans de tissage est obtenue en tissant, à partir du plan n de l'inversion, les mêmes plans qu'auparavant, mais dans l'ordre décroissant.

C'est-à-dire que l'on tisse, à partir du plan n de l'inversion, les plans n-1, n-2 ... et ainsi de suite jusqu'à 1 puis l'on continue en reproduisant la périodicité de l'armure régulière dans l'ordre décroissant.

Une telle inversion des plans de tissage crée en surface de la préforme un plan de symétrie de l'armure, parfois appelé chevron, qui s'étend dans une direction particulière de la préforme.

5 Dans un mode de réalisation, la préforme comprend en plus d'une inversion des plans de tissage une modification de l'armure de peau par rapport à l'armure régulière permettant de rendre le motif encore plus facilement repérable.

Dans ce mode de réalisation, l'armure de tissage de la peau de la préforme peut être différente du reste de la préforme, par exemple une peau de type sergé 2 lié 2, et le reste de la préforme est une armure interlock.

10 Ce mode de réalisation permet de choisir spécifiquement une armure de peau dans laquelle la variation locale sera encore plus nettement repérable, améliorant ainsi le repérage de la direction particulière.

15 Dans un mode de réalisation, l'armure régulière est choisie parmi une armure satin, par exemple satin de 4, satin de 8, une armure sergé, par exemple sergé de 2 lié 2 ou sergé de 4 lié 4 ou encore une armure toile, et le reste de la préforme étant une armure de type interlock.

Dans un mode de réalisation, le motif repère peut être la superposition d'un plan de symétrie et de flottés inhabituels.

20 Cela peut être obtenu par la superposition d'une inversion des plans de tissage conjointement à la réalisation de flottés inhabituels.

Ce mode de réalisation permet d'obtenir un motif repère encore plus singulier à la surface de la préforme.

Dans un mode de réalisation, le motif repère s'étend sur toute la largeur de la préforme dans la direction particulière.

25 Dans un mode de réalisation, le motif repère s'étend sur toute la largeur de la préforme dans la direction de trame ou de chaîne. Selon un autre de ses aspects, l'invention concerne un procédé de tissage d'une préforme fibreuse selon une armure de tissage régulière comprenant le tissage tridimensionnel d'une pluralité de couches de fils de trame et d'une pluralité de couches de fils de chaîne s'étendant

dans une direction perpendiculaire à la direction des fils de trame, dans laquelle chaque fil de trame lie des fils de chaîne de plusieurs couches, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend une ou plusieurs étapes de variation locale de l'armure de tissage de sorte à créer un motif repère à la surface de la préforme
5 fibreuse, le motif repère s'étendant dans une direction particulière de la préforme. Comme indiqué, le motif repère permet de repérer une direction particulière. Une erreur ponctuelle de tissage, ne saurait donc être assimilée à un motif repère, car elle ne s'étend pas dans une direction particulière.

10 Dans un mode de réalisation, la variation locale de l'armure de tissage comprend une étape de réalisation d'un flotté inhabituel d'un fil de peau.

Un flotté inhabituel est caractérisé par un fil de surface qui ne respecte pas la structure régulière de l'armure et passe au-dessus d'un plus grand nombre de fil de trame de surface que selon l'armure régulière.

15 Dans un mode de réalisation, le flotté inhabituel est un flotté d'une longueur supérieure ou égal à la longueur de deux fois et demi le rapport de l'armure de l'armure régulière.

Ce mode de réalisation permet d'assurer un motif repère aisément différenciable d'une faute de tissage ponctuelle non intentionnelle.

20 Dans un mode de réalisation, la variation locale de l'armure de tissage peut comprendre une étape d'inversion des plans de tissage.

Ce mode de réalisation permet d'obtenir artificiellement un plan de symétrie dans l'armure de tissage en tant que motif repère.

25 Dans un mode de réalisation, la variation de tissage peut être réalisée par la combinaison d'une inversion des plans de tissage et la réalisation de flottés inhabituels, les flottés inhabituels étant réalisés dans le plan correspondant à l'inversion des plans de tissage.

Cela permet d'obtenir un motif repère encore plus aisément identifiable que l'une ou l'autre des variations de l'armure prise isolément, et assure qu'ensemble le plan de

symétri et les flottés inhabituels repèrent bien la même direction particulière de la préforme.

Selon un autre de ses aspects, l'invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite comprenant au moins une étape de disposition d'une
5 préforme telle que décrite ci-dessus dans un outillage au cours de laquelle une ou plusieurs directions particulières de la préforme repérées par les motifs repères de la préforme sont alignées dans une ou plusieurs directions particulières de l'outillage; et une étape de formation de matrice dans la préforme ainsi disposée dans l'outillage pour former la matrice de la pièce en matériau composite.

10 Les inventeurs ont constaté qu'un tel procédé permet d'utiliser les mêmes outillages que ceux déjà existants et dans lesquels il est prévu de disposer la préforme selon une direction particulière, tout en évitant les inhomogénéités de formation de la matrice causées par la présence des fils traceurs habituellement utilisés pour repérer une direction particulière de la préforme.

15 En effet, le motif repère, qui est obtenu sans variation de la nature des fils de peau de la préforme ne perturbe pas la formation de la matrice dans la préforme.

Dans un mode de réalisation, la préforme peut comprendre des fils de trames identiques ou différents des fils de chaîne.

Dans un mode de réalisation, la préforme peut comprendre des fils de chaîne et des
20 fils de trame composés de fibres de carbone, de fibres de verre, de fibres d'alumine, de fibres de carbure de silicium, de fibres de Kevlar ou un mélange de plusieurs de ces fibres.

Il faut comprendre que le procédé de l'invention est compatible de n'importe quelle armure fibreuse tridimensionnelle.

25 Dans un mode de réalisation, la pièce peut être une pièce en matériau composite à matrice céramique, ou à matrice organique.

Dans un mode de réalisation, la matrice peut être une résine, par exemple une résine comprenant des polyesters insaturés ou des époxydes.

Dans un mode de réalisation, la matrice peut être de l'alumine, de la mullite, du carbure de silicium, du carbone.

Dans un mode de réalisation, l'étape de formation de matrice peut être choisi parmi de nombreux procédés d'imprégnation, notamment le moulage liquide de composite, dit également « LCM » pour l'acronyme anglais « Liquid Composite Molding », le
5 moulage par transfert de résine, dit également « RTM » pour l'acronyme anglais « Resin Transfer Molding », le moulage par transfert de résine sous haute pression, dit également « HP-RTM » pour l'acronyme anglais « High-Pressure Resin Transfer Molding », le moulage par transfert de résine par compression, dit également « C-
10 RTM » pour l'acronyme anglais « Compression Resin Transfer Molding ».

Dans un tel cas, l'outillage peut par exemple être un moule pour la réalisation d'un des procédés qui vient d'être décrit.

Dans un autre mode de réalisation, l'étape de formation de la matrice peut être une étape d'infiltration par du métal fondu (ou MI pour l'acronyme en langue anglaise
15 « melt-infiltration »).

Dans un mode de réalisation, le procédé peut comprendre en outre une étape de consolidation de la préforme, par exemple réalisée par infiltration chimique en phase vapeur (ou CVI pour l'acronyme en langue anglaise « chemical vapour infiltration ») réalisée avant l'étape de formation de la matrice, et l'outillage peut être un
20 conformateur.

Dans ce mode de réalisation, le procédé peut être un procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite à matrice céramique comprenant au moins les étapes suivantes :

- une étape de disposition d'une préforme telle que décrite ci-dessus dans un
25 conformateur au cours de laquelle une ou plusieurs directions particulières de la préforme repérées par les motifs repères de la préforme sont alignées dans une ou plusieurs directions particulières du conformateur ;
- une étape de consolidation de la préforme réalisée par infiltration chimique en phase vapeur ; et

- une étape d'infiltration de la préforme consolidée par du silicium fondu, pour former la matrice dans la préforme consolidée.

Selon un autre de ses aspects, l'invention concerne une pièce en matériau composite comprenant une préforme telle qu'il a été décrit ci-dessus.

- 5 Par exemple, une telle pièce en matériau composite peut être une pièce aéronautique, par exemple une aube de turbomachine, un anneau de turbomachine ou un distributeur de turbomachine.

La pièce en matériau composite comprend à sa surface un repère textile encore visible.

10 **Brève description des dessins**

[Fig. 1] La figure 1 représente schématiquement une armure de tissage selon un premier mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 2] La figure 2 représente schématiquement une armure de tissage selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

- 15 [Fig. 3] La figure 3 représente schématiquement une armure de tissage selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 4] La figure 4 représente schématiquement une armure de tissage selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

Description des modes de réalisation

- 20 L'invention est à présent décrite au moyen de figures, présentes à but descriptif pour illustrer certains modes de réalisation de l'invention et qui ne doivent pas être interprétées comme limitant cette dernière.

L'invention concerne une préforme fibreuse tridimensionnelle dont l'armure de tissage permet directement de repérer une direction particulière en s'affranchissant
25 de l'utilisation des fils traceurs et des inconvénients associés décrits plus haut.

Dans un mode de réalisation, la préforme peut être une préforme d'une pièce aéronautique, par exemple une préforme d'aube de turbomachine, une préforme d'anneau de turbomachine ou une préforme de distributeur. La figure 1 représente

de manière schématique l'armure de tissage d'une préforme fibreuse 101 selon un premier mode de réalisation.

De manière conventionnelle, une armure de tissage se représente par un tableau gris et blanc dans lequel la direction de trame est représentée horizontalement, et la direction de chaîne la direction verticale.

Chaque carré d'une armure de tissage représente un croisement entre un fil de trame et un fil de chaîne. Un point blanc indique que le fil de trame passe au-dessus du fil de chaîne tandis qu'un point gris indique que le fil de chaîne passe au-dessus du fil de trame.

L'armure représentée schématiquement par des carrés gris et blanc est visible à la surface de la préforme, et cela quelle que soit la nature des fils.

Bien entendu, la netteté de l'armure de tissage sur une préforme réelle n'est pas la même que celle représentée schématiquement sur l'armure de tissage, mais le relief créé par l'entrecroisement des fils de trame et de chaîne dans une préforme réelle est facilement comparable à l'armure de tissage schématique.

Ainsi, l'invention n'est pas limitée par la nature des fibres, et les avantages décrits pour les préformes de l'invention peuvent être obtenues quelle que soit la nature des fils de trame ou de chaîne.

Par exemple, les fils de trame et/ou de chaîne peuvent être composés de fibres de carbone, des fibres de verre, des fibres d'alumine, des fibres de carbure de silicium, des fibres de Kevlar ou d'un mélange de plusieurs de ces fibres.

Sur la figure 1, l'armure régulière représentée est un satin de 4 dont le motif élémentaire 10 est repéré sur la figure 1.

Le motif du tissage précis n'a pas d'incidence sur la bonne obtention de l'effet technique. En effet, il compte seulement que le motif repère soit différent du reste de l'armure pour permettre à l'opérateur de repérer simplement une direction particulière.

L'armure 101 de la figure 1 représente 40 plans de chaînes repérées par des numéros de 1 à 40, et 14 plans de trames.

Sur la figure 1, la direction particulière 20, ici alignée avec le quatrième plan de trame est aisément identifiable car elle diffère visuellement par rapport au reste de l'armure.

En l'espèce, le fil de trame aligné avec la direction particulière 20 de la préforme
5 fibreuse réalise des flottés inhabituels, qui créent des motifs repères alignés avec la direction de trame.

On notera que le motif élémentaire 10 comprend des flottés réguliers, sur la figure 1, des flottés de 3, caractérisés par une succession de 3 carrés gris représentant un fil de trame passant au-dessus de 3 fils de chaîne de suite avant d'être repris sous
10 un fil de chaîne (carré blanc).

Sur la figure 1, un flotté inhabituel est présent en tant que motif repère et est formé par l'absence de deux croisements consécutif du fil de trame avec les fils de chaîne. Les points 31a et 31b puis 31c et 31d puis 31e et 31f constituent sur la figure 1 les motifs repères.

15 Dans une armure réelle, ces motifs repères seront vus comme un fil de peau bien plus long que les autres fils environnants et permettront à l'opérateur de repérer la direction particulière 20.

Un tel motif irrégulier dans une armure par ailleurs régulière est en effet aisément repérable pour un dispositif optique, et tout particulièrement pour l'œil humain.

20 Sur la figure 1, le flotté du fil de trame de la direction particulière 20 est réalisé sur une longueur de 11 plans de chaîne. Le rapport de l'armure régulière de la figure est de 4, comme l'illustre le motif élément 10 qui est un carré de 4 plans sur 4.

Sur la figure 1, le flotté du fil de trame réalisant le motif repère est donc supérieur à deux fois et demi le rapport de l'armure régulière, ce qui assure que le motif repère
25 comprenne 2 différences avec le motif élémentaire de l'armure régulière, avant la réalisation d'un motif de nouveau régulier. Sur la figure 1, on peut en effet remarquer que le long de la direction particulière, le motif repère est créé par l'irrégularité de 2 points consécutifs 31a et 31b, puis 31c et 31d, puis 31e et 31f.

Une longueur du flotté inhabituel qui est supérieure ou égale à deux fois et demi le rapport de l'armure régulière assure ainsi que le motif repère soit différent d'une erreur ponctuelle de tissage.

5 Bien entendu, lorsque le motif repère est un flotté inhabituel, sa longueur doit rester inférieure à la longueur maximale au-delà de laquelle le fil peut se déformer, car cela rendrait imprécise la détermination de la direction particulière justement repérée par le flotté inhabituel.

Par exemple, la longueur maximale d'un flotté inhabituel peut être inférieure ou égale à 15 mm.

10 La figure 2 représente une armure de tissage dans un autre mode de réalisation de l'invention.

Il s'agit d'une armure de satin de 4, dont le motif élémentaire 10 est repéré sur la figure 2.

15 Dans la figure 2, le motif repère, repérant la direction particulière 20, est obtenu en inversant les plans de tissage.

L'armure à gauche de la direction particulière 20 est complètement régulière. Elle est obtenue par la répétition périodique des plans 1 à 8.

20 On notera que la périodicité minimale est de 4, et que les plans 5 à 8 sont équivalents aux plans 1 à 4, mais la périodicité de 8 illustre ici mieux l'inversion de plan.

A partir du plan numéroté 5 comprenant la direction particulière 20, les plans de l'armure de tissage ne sont plus répétés dans l'ordre croissant 1 à 8 mais dans l'ordre décroissant 8 à 1.

25 La portion de l'armure de tissage 201 à droite de la direction particulière 20 est aussi une armure satin de 4, et l'on peut remarquer que le motif repère introduit pour repérer la direction particulière 20 n'a aucunement modifié la périodicité à grande distance de l'armure 201 au-delà de la direction particulière 20.

La modification d'armure créée par le motif repère est extrêmement localisée, ce qui permet d'assurer une perturbation minimale de la préforme.

Cela assure notamment que les propriétés de formation de la matrice soient identiques, malgré la présence du repère visuel.

L'inversion des plans de tissage permet l'apparition d'un motif repère dans l'armure de tissage 201 qui s'étend le long de la direction particulière 20. En effet, la
5 périodicité est localement rompue, et est remplacée par une symétrie axiale, qui singularise la direction particulière 20 parmi le reste de l'armure 201 et la rend aisément repérable, en particulier pour un œil humain.

La figure 3 représente une armure 301 de tissage dans un autre mode de réalisation.

10 Il s'agit d'une armure de sergé 2 lié 2, dont le motif élémentaire 10 est repéré sur la figure 3.

Comme dans le cas de la figure 2, la variation locale de l'armure de tissage 301 est une inversion des plans de l'armure de tissage. La figure 3 présente la numérotation des plans de tissage pour aider à la compréhension.

15 A partir du plan numéroté 3 et comprenant la direction particulière, les plans de l'armure de tissage ne sont plus répétés dans l'ordre croissant 1 à 8 mais dans l'ordre décroissant 8 à 1.

La modification de l'armure de tissage créée par inversion de plans sur une armure de sergé 2 lié 2 forme un motif repère qui est encore plus visible que pour d'autres
20 types d'armure, par exemple le satin de 4 de la figure 2.

La figure 4 décrit un mode de réalisation d'une armure de tissage 401 qui serait obtenue comme pour l'armure 201 de la figure 2 avec un motif repère correspondant à un plan de symétrie, obtenu par inversion des plans de tissage. Afin de renforcer encore davantage la direction particulière 20, l'armure de tissage 401
25 comprend en outre des flottés inhabituels 32a, 32b, 32c et 32d, alignés avec ladite direction particulière 20.

Le motif repère permettant de repérer la direction particulière 20 est donc la combinaison du plan de symétrie et des flottés inhabituels.

Le mode de réalisation illustré en figure 4 montre bien comment la superposition des deux modes de réalisation décrits plus haut pour l'obtention d'un motif repère peuvent être combinés pour parvenir à une armure de tissage 401, et par conséquent une préforme fibreuse, dont on puisse repérer aisément une direction particulière 20.

Ce mode de réalisation est préféré lorsque pour l'armure de tissage choisie, la seule inversion des plans de tissage ne définit pas la direction particulière de manière extrêmement claire. Par exemple, on peut noter que l'inversion de plan dans une armure satin de 4 (figure 2) n'est pas aussi nette que dans le cas d'un sergé 2 lié 2 (figure 3). Ajouter à l'inversion de plans la réalisation de flottés inhabituels permet alors de repérer la direction particulière encore plus précisément.

Revendications

[Revendication 1] Préforme fibreuse pour la fabrication d'une pièce en matériau composite, la préforme fibreuse présentant un tissage tridimensionnel comprenant une pluralité de couches de fils de trame et une pluralité de couches de fils de chaîne s'étendant dans une direction perpendiculaire à la direction des fils de trame, dans laquelle chaque fil de trame lie des fils de chaîne de plusieurs couches, les fils de trame et les fils de chaîne étant tissés selon une armure de tissage régulière, la préforme fibreuse étant caractérisée en ce qu'elle comprend en surface un ou plusieurs motifs repères s'étendant dans une direction particulière (20) de la préforme fibreuse, un motif repère étant créé par une variation locale de l'armure (101, 201, 301, 401) de tissage.

[Revendication 2] Préforme selon la revendication 1, dans laquelle la direction particulière (20) est une direction de trame ou de chaîne.

[Revendication 3] Préforme selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le motif repère est un fil de peau réalisant un flotté plus long que les flottés des fils de trame ou de chaîne dans un motif (10) de l'armure régulière.

[Revendication 4] Préforme selon la revendication 3, dans laquelle le motif repère est un flotté d'un fil de peau sur une longueur supérieure ou égale à deux fois et demi la longueur du motif élémentaire de l'armure.

[Revendication 5] Préforme selon la revendication 1 à 4, dans laquelle le motif repère est un plan de symétrie de l'armure de tissage, et la direction particulière (20) est alignée le long de ce plan de symétrie.

[Revendication 6] Préforme selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle les fils de chaîne et les fils de trame peuvent être composés de fibres de carbone, de fibres de verre, de fibres d'alumine, de fibres de carbure de silicium, de fibres de Kevlar ou un mélange de plusieurs de ces fibres.

[Revendication 7] Procédé de tissage d'une préforme fibreuse selon une armure de tissage régulière comprenant le tissage tridimensionnel d'une pluralité de couches de fils de trame et d'une pluralité de couches de fils de chaîne s'étendant dans une direction perpendiculaire à la direction des fils de trame, dans laquelle chaque fil de trame lie des fils de chaîne de plusieurs couches, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre une ou plusieurs étapes

de variation locale de l'armure de tissage (101, 201, 301, 401) de sorte à créer un motif repère à la surface de la préforme fibreuse, le motif repère s'étendant dans une direction particulière (20) de la préforme.

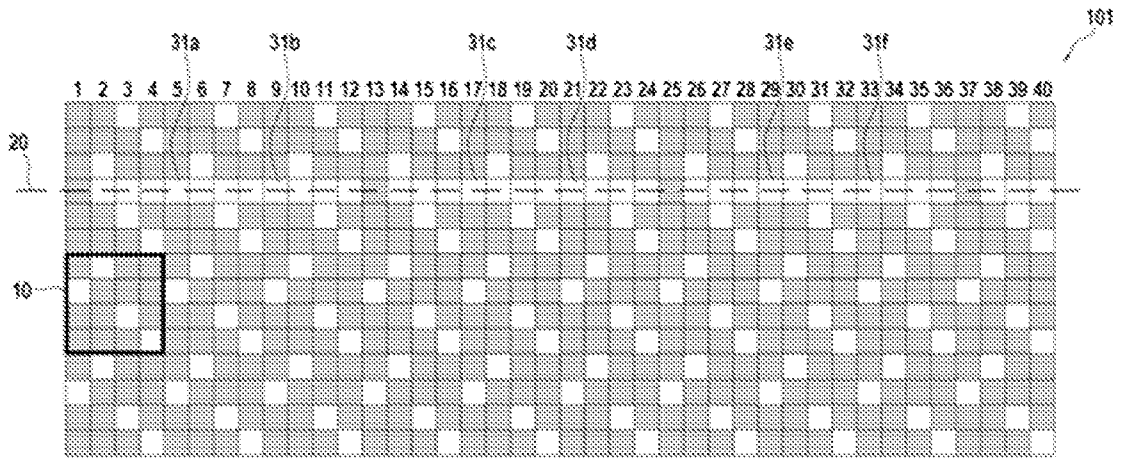
5 [Revendication 8] Procédé de tissage selon la revendication 7, dans lequel la variation locale de l'armure de tissage (101, 201, 301) comprend une étape de réalisation d'un flotté inhabituel.

[Revendication 9] Procédé de tissage selon la revendication 7 ou 8, dans lequel la variation locale de l'armure de tissage (101, 201, 301) comprend une étape d'inversion des plans de tissage.

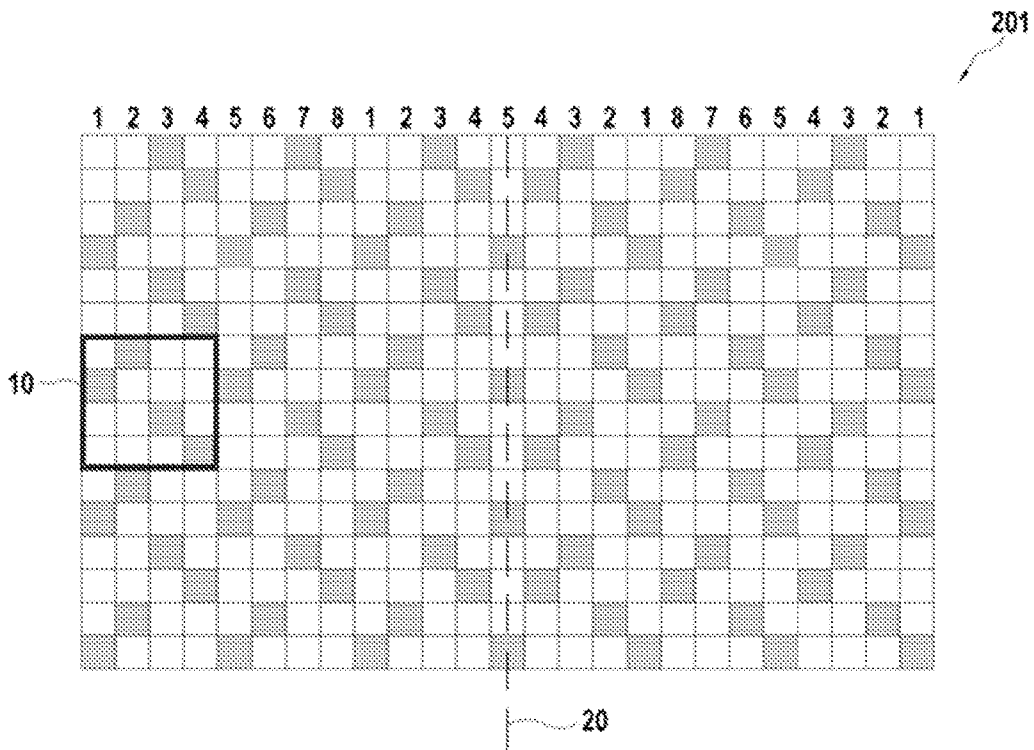
10 [Revendication 10] Procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite comprenant au moins une étape de disposition d'une préforme selon les revendications 1 à 6 dans un outillage au cours de laquelle une ou plusieurs directions particulières de la préforme repérées par les motifs repères de la préforme sont alignées dans une ou plusieurs directions particulières de l'outillage; et une
15 étape de formation de matrice dans la préforme ainsi disposée dans un outillage.

[Revendication 11] Pièce en matériau composite comprenant une préforme selon les revendications 1 à 6.

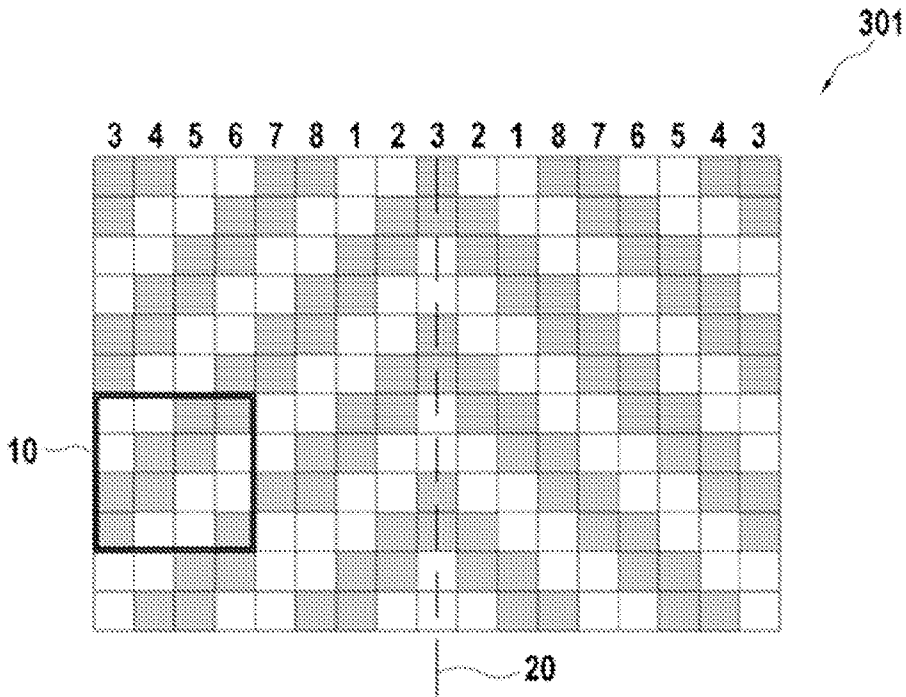
[Fig. 1]



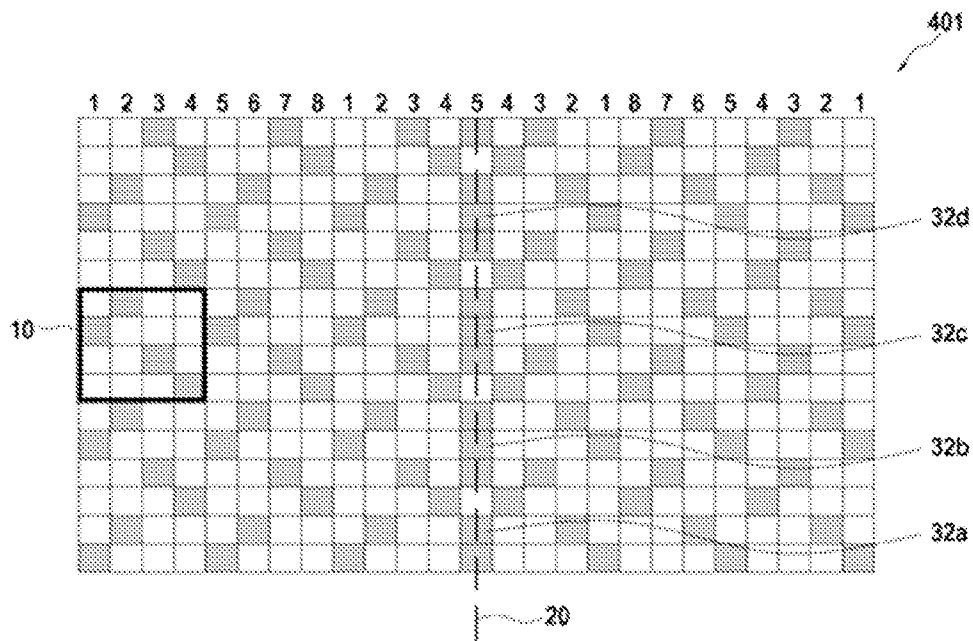
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2023/051327

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B29B 11/16</i> (2006.01)i; <i>D03D 25/00</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29B; D03D Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	FR 2892339 A1 (SNECMA SA [FR]) 27 April 2007 (2007-04-27) figures 1,2,3 page 1, line 1 - line 7 page 3, line 4 - line 28 page 4, line 36 - page 5, line 2 page 5, line 25 - line 35	1,2,6,7,10,11 3-5,8,9
X A	EP 2807008 B1 (SNECMA [FR]; SAFRAN [FR]) 13 April 2016 (2016-04-13) figures 3,4 claim 1 paragraphs [0005], [0010], [0012]	1,2,6,7,10,11 3-5,8,9
X A	FR 2993191 A1 (SNECMA [FR]) 17 January 2014 (2014-01-17) page 4, line 18 - page 5, line 14; figures 1,2	1,2,6,7,10,11 3-5,8,9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 06 December 2023		Date of mailing of the international search report 14 December 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Jouannon, Fabien Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2023/051327

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)			
FR	2892339	A1	27 April 2007	CA	2564482	A1	21 April 2007			
				CN	1951664	A	25 April 2007			
				EP	1777063	A1	25 April 2007			
				ES	2389732	T3	31 October 2012			
				FR	2892339	A1	27 April 2007			
				IL	178754	A	27 September 2011			
				JP	5087255	B2	05 December 2012			
				JP	2007112132	A	10 May 2007			
				UA	95597	C2	25 August 2011			
				US	2007092379	A1	26 April 2007			
							ZA	200608783	B	25 July 2007
EP	2807008	B1	13 April 2016	BR	112014018031	A2	20 June 2017			
				CA	2862228	A1	01 August 2013			
				CN	104105581	A	15 October 2014			
				EP	2807008	A1	03 December 2014			
				JP	6193887	B2	06 September 2017			
				JP	2015510469	A	09 April 2015			
				RU	2014134318	A	20 March 2016			
				US	2015013160	A1	15 January 2015			
							WO	2013110895	A1	01 August 2013
				FR	2993191	A1	17 January 2014	BR	112015000848	A2
CA	2879300	A1	23 January 2014							
CN	104583541	A	29 April 2015							
CN	105690597	A	22 June 2016							
EP	2872745	A1	20 May 2015							
FR	2993191	A1	17 January 2014							
JP	6285928	B2	28 February 2018							
JP	2015524750	A	27 August 2015							
RU	2015104961	A	10 September 2016							
US	2015165571	A1	18 June 2015							
US	2018304421	A1	25 October 2018							
			WO					2014013157	A1	23 January 2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2023/051327

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B29B11/16 D03D25/00
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B29B D03D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 892 339 A1 (SNECMA SA [FR]) 27 avril 2007 (2007-04-27)	1, 2, 6, 7, 10, 11
A	figures 1, 2, 3 page 1, ligne 1 - ligne 7 page 3, ligne 4 - ligne 28 page 4, ligne 36 - page 5, ligne 2 page 5, ligne 25 - ligne 35 -----	3-5, 8, 9
X	EP 2 807 008 B1 (SNECMA [FR]; SAFRAN [FR]) 13 avril 2016 (2016-04-13)	1, 2, 6, 7, 10, 11
A	figures 3, 4 revendication 1 alinéas [0005], [0010], [0012] -----	3-5, 8, 9
X	FR 2 993 191 A1 (SNECMA [FR]) 17 janvier 2014 (2014-01-17)	1, 2, 6, 7, 10, 11
A	page 4, ligne 18 - page 5, ligne 14; figures 1, 2 -----	3-5, 8, 9

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

6 décembre 2023

14/12/2023

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Jouannon, Fabien

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2023/051327

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication			
FR 2892339	A1	27-04-2007	CA 2564482 A1	21-04-2007			
			CN 1951664 A	25-04-2007			
			EP 1777063 A1	25-04-2007			
			ES 2389732 T3	31-10-2012			
			FR 2892339 A1	27-04-2007			
			IL 178754 A	27-09-2011			
			JP 5087255 B2	05-12-2012			
			JP 2007112132 A	10-05-2007			
			UA 95597 C2	25-08-2011			
			US 2007092379 A1	26-04-2007			
			ZA 200608783 B	25-07-2007			

			EP 2807008	B1	13-04-2016	BR 112014018031 A2	20-06-2017
CA 2862228 A1	01-08-2013						
CN 104105581 A	15-10-2014						
EP 2807008 A1	03-12-2014						
JP 6193887 B2	06-09-2017						
JP 2015510469 A	09-04-2015						
RU 2014134318 A	20-03-2016						
US 2015013160 A1	15-01-2015						
WO 2013110895 A1	01-08-2013						

FR 2993191	A1	17-01-2014				BR 112015000848 A2	27-06-2017
			CA 2879300 A1	23-01-2014			
			CN 104583541 A	29-04-2015			
			CN 105690597 A	22-06-2016			
			EP 2872745 A1	20-05-2015			
			FR 2993191 A1	17-01-2014			
			JP 6285928 B2	28-02-2018			
			JP 2015524750 A	27-08-2015			
			RU 2015104961 A	10-09-2016			
			US 2015165571 A1	18-06-2015			
			US 2018304421 A1	25-10-2018			
WO 2014013157 A1	23-01-2014						
