

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 138 904

21 N° d'enregistrement national : 22 08438

51 Int Cl⁸ : B 64 C 11/26 (2022.01), F 01 D 5/28, F 04 D 29/02,
29/36

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.08.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.02.24 Bulletin 24/08.

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 Société par
actions simplifiée (SAS) — FR.

72 Inventeur(s) : IGLESIAS CANO Celia et BERRE
Yohann.

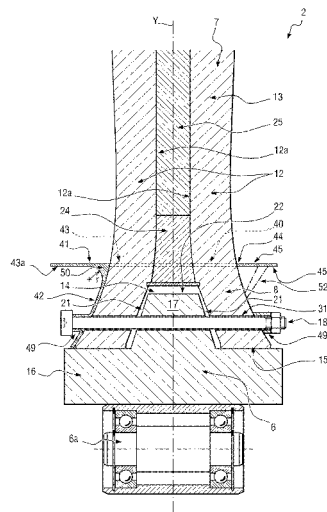
73 Titulaire(s) : Safran Aircraft Engines Société par
actions simplifiée (SAS).

74 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

54 Aubage fixe de turbomachine comprenant des aubes à calage variable.

57 La présente invention concerne une aube (2)
comportant : - un système de fixation (18) du pied
d'aube (8) à la nervure (17) d'une attache (6) du pied
d'aube ; et - une plateforme (40) comprenant :
- une bride radiale (42) fixée sur l'attache et le pied d'aube (2)
par l'intermédiaire du système de fixation (18) et une première
plaque (43) fixée sur la bride radiale (42) et configurée
pour venir en appui contre une première face de l'aube
(2) ; et - une deuxième plaque (45) s'étendant dans le
prolongement de la première plaque (43), la deuxième
plaque (45) étant fixée mécaniquement sur la première
plaque (43) et configurée pour venir en appui contre une
deuxième face de l'aube (2) ; la première plaque (43) et la
deuxième plaque (45) présentant chacune une face externe
configurée pour délimiter une veine d'écoulement traversant
l'aubage.

Figure pour l'abrégié : Fig. 1a



FR 3 138 904 - A1



Description

Titre de l'invention : Aubage fixe de turbomachine comprenant des aubes à calage variable

Domaine technique

[0001] La présente demande concerne le domaine des turbomachines, en particulier un aubage fixe d'une turbomachine, par exemple un aubage fixe comprenant des aubes de stator à calage variable, chacune fixée à un pivot. L'invention s'applique notamment au redresseur non caréné de turbomachine ou au redresseur caréné d'une turbomachine.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Des turbomachines comprenant au moins une hélice non carénée sont connues sous le terme anglais « open rotor » ou « unducted fan ». De telles turbomachines peuvent comprendre deux hélices non carénées et contrarotatives (connues sous l'acronyme anglais CROR pour « Contra-Rotating Open Rotor ») ou une seule hélice non carénée et un redresseur comprenant plusieurs aubes de stator (connues sous l'acronyme anglais USF pour « Unducted Single Fan »). Les hélices peuvent être placées à l'arrière du générateur de gaz (ou moteur) de sorte à être du type pousseur ou à l'avant du générateur de gaz de sorte à être du type tracteur. Ces turbomachines sont des turbo-propulseurs qui se distinguent des turbo-réacteurs par l'utilisation d'une hélice à l'extérieur de la nacelle (non carénée) au lieu d'une soufflante interne. Cela permet d'augmenter le taux de dilution de façon très importante sans être pénalisé par la masse des carters ou nacelles destinées à entourer les pales de l'hélice ou soufflante.

[0003] Les aubes de stator du redresseur sont installées généralement sur un moyeu qui porte le bec de séparation des flux primaire et secondaire circulant respectivement dans une veine primaire et autour du carter d'entrée. Contrairement à l'hélice amont d'une turbomachine de type USF, les aubes de stator du redresseur sont fixes en rotation par rapport à l'axe de rotation de l'hélice amont et par conséquent ne subissent pas d'effort centrifuge.

[0004] Les aubes de stator s'étendent depuis le carter d'entrée et sont avantageusement à calage variable. A cet effet, chaque pied d'aube de stator est monté pivotant suivant un axe de calage et relié à un système de changement de pas monté dans la turbomachine. La zone d'intégration du pied et du pivot de l'aube de stator est une zone fortement contrainte par la présence de nombreux équipements autour de ceux-ci.

[0005] En outre, dans de telles turbomachines où un gain de poids est recherché, les aubes de stator sont de préférence réalisées en matériau composite comprenant un renfort fibreux noyé dans une matrice organique.

[0006] Les technologies actuelles de fixation d'hélices ne répondent cependant pas au besoin de fixation des aubes de stator d'une turbomachine de type USF car elles sont configurées pour plaquer le pied de l'aube dans une fixation alvéolaire grâce aux efforts centrifuges générés par la rotation de l'aube. Or, dans un aube statique, l'absence de rotation et donc de force centrifuge empêche le recours à ce moyen de fixation simple et bien connu. Les aubes des aubes statiques sont donc généralement fixées par boulonnage sur une attache métallique. Cependant, le redresseur doit généralement pouvoir être démonté sous aile, c'est-à-dire qu'il doit être possible d'accéder aux pieds d'aube afin de les démonter sans pour autant devoir démonter les éléments situés de part et d'autre de celui-ci. Or, les technologies actuelles de fixation avec plateforme aérodynamique rapportée ne permettent pas un tel démontage.

[0007] De plus, les plateformes sont habituellement fixées sur les attaches, par exemple à l'aide de plots épais, ce qui entraîne une augmentation de l'encombrement de l'attache et de sa masse qui pénalisent la masse globale de la turbomachine et donc sa consommation spécifique.

Exposé de l'invention

[0008] Un but de la présente demande est de remédier aux inconvénients précités, en proposant un système de fixation des aubes à calage variable d'un aube statique d'une turbomachine comprenant des plateformes, dont l'encombrement radial et tangentiel soit réduit tout en garantissant un maintien adapté des aubes de l'aube statique.

[0009] Il est à cet effet proposé, selon un premier aspect, une Aube d'un aube statique d'une turbomachine comprenant :

- un pied d'aube comprenant un renfort fibreux noyé dans une matrice, le renfort fibreux ;
- une attache configurée pour recevoir le pied d'aube et le fixer à un moyeu de l'aube, l'attache comprenant une embase et une nervure faisant saillie radialement depuis l'embase ;
- un système de fixation configuré pour fixer mécaniquement le pied d'aube à la nervure de l'attache ; et
- une plateforme comprenant :
 - une première partie comprenant une bride radiale fixée sur l'attache et le pied d'aube par l'intermédiaire du système de fixation et une première plaque fixée sur la bride radiale et configurée pour venir en appui contre une première face de l'aube ; et
 - une deuxième partie comprenant une deuxième plaque s'étendant dans le prolongement de la première plaque, la deuxième plaque étant fixée mécaniquement sur la première plaque et configurée pour venir en appui contre une deuxième face de l'aube ;

la première plaque et la deuxième plaque présentant chacune une face externe configurée pour délimiter une veine d'écoulement traversant l'aubage.

- [0010] Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives de l'aube selon le premier aspect sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :
- la première face de l'aube est une face extradados et la deuxième face de l'aube est une face intrados ;
 - la deuxième partie de la plateforme est montée en porte-à-faux sur la première partie de la plateforme ;
 - la deuxième partie de la plateforme est rivetée sur la première partie ;
 - l'une au moins parmi la première partie et la deuxième partie de la plateforme comprend des raidisseurs formés sur une face interne de la première partie et/ou de la deuxième partie qui s'étend en face du moyeu ;
 - l'aube comprend en outre au moins une cale montée entre une face interne de la deuxième partie qui s'étend en face du moyeu et l'un au moins parmi le pied d'aube et le système de fixation ;
 - l'un au moins parmi la bride radiale de la première partie et le pied d'aube présente au moins une surépaisseur au niveau du système de fixation, chaque surépaisseur comprenant un matériau composite comprenant un renfort fibreux densifié par une matrice polymère, le renfort fibreux pouvant comprendre des fibres de verre ;
 - la surépaisseur est formée sur le pied d'aube et la cale prend appui sur la surépaisseur du pied d'aube ;
 - une bordure périphérique de la plateforme présente une forme ovoïde, de préférence circulaire ; et/ou
 - l'aube comprend en outre un joint monté entre la première plaque et la deuxième plaque.
- [0011] Selon un deuxième aspect, il est proposé un aubage statique d'une turbomachine comprenant au moins une aube conforme au premier aspect et un moyeu, l'attache de l'aube étant montée pivotante sur le moyeu autour d'un axe de calage.
- [0012] Selon un troisième aspect, il est proposé une turbomachine comprenant un aubage statique conforme au deuxième aspect, comprenant en outre une soufflante carénée ou une hélice non carénée, une section de compression et une section de turbine, l'aubage statique étant l'un au moins des aubages suivants : un redresseur caréné de la soufflante, un redresseur non caréné de l'hélice, un redresseur de la section de compression, un distributeur de la section de turbine.
- [0013] Selon un quatrième aspect, il est proposé un aéronef comprenant au moins une turbomachine conforme au troisième aspect qui peut être montée sur l'aéronef par l'intermédiaire d'un pylône.

DESCRIPTION DES FIGURES

- [0014] D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente demande ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :
- [0015] La [Fig.1a] est une vue en coupe schématique d'un exemple de réalisation d'une aube conforme à un premier mode de réalisation de l'invention ;
- [0016] La [Fig.1b] est une vue en coupe schématique d'un exemple de réalisation d'une aube conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- [0017] La [Fig.2] est une vue du dessus d'un exemple de réalisation d'une plateforme pour une aube conforme à un mode de réalisation de l'invention ;
- [0018] La [Fig.3] illustre une variante de la plateforme de la [Fig.2] comprenant en outre un réseau de raidisseurs ;
- [0019] La [Fig.4] est une vue schématique, en coupe axiale et partielle d'un exemple de turbomachine du type USF comprenant une seule hélice non carénée et un redresseur non caréné auquel s'applique l'invention ;
- [0020] La [Fig.5] est une vue schématique d'un exemple d'aéronef pouvant comprendre au moins une turbomachine conforme à un mode de réalisation de l'invention ;
- [0021] La [Fig.6] est une vue schématique et partielle d'un exemple de réalisation de la fixation de la plaque principale et de la plaque secondaire de la plateforme de la [Fig.2] ; et
- [0022] La [Fig.7] illustre de manière schématique un exemple de raidisseur de la plateforme de la [Fig.2].
- [0023] Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

DESCRIPTION DETAILLEE

- [0024] Une turbomachine 1, notamment d'aéronef 100, comprend de manière conventionnelle au moins une soufflante ou au moins une hélice 26, une section de compression 27, une chambre de combustion 28, une section de turbine 29 en aval de la chambre de combustion 28, et un carter d'échappement.
- [0025] L'invention s'applique à tout aubage statique 2 (c'est-à-dire non tournant) d'une turbomachine 1, qu'il s'agisse d'un aubage 2 redresseur d'une soufflante ou d'une hélice 26, d'un aubage 2 redresseur de la section de compression 27 ou d'un aubage 2 distributeur de la section de turbine 29. A titre d'exemple, la turbomachine 1 peut notamment être un turbopropulseur du type USF comprenant une hélice non carénée 26, auquel cas l'aubage statique 2 est non caréné et s'étend en aval de l'hélice 26 (voir [Fig.4]). Dans un autre exemple, la turbomachine 1 peut être un turboréacteur comprenant une soufflante carénée, auquel cas l'aubage statique 2 peut correspondre au redresseur caréné s'étendant en aval de la soufflante qui est connu sous la dé-

signation anglaise de « outlet guide vane ».

- [0026] Dans la présente demande, l'amont et l'aval sont définis par rapport au sens d'écoulement des gaz à travers l'aubage statique 2. On appelle axe X l'axe de rotation du rotor de l'hélice 26 (respectivement, de la soufflante). La direction axiale correspond à la direction de l'axe X et une direction radiale est une direction perpendiculaire à cet axe X et passant par lui. Par ailleurs, la direction circonférentielle (ou tangentielle) correspond à une direction perpendiculaire à l'axe X et ne passant pas par lui. Sauf précision contraire, interne et externe sont utilisés en référence à une direction radiale de sorte que la partie ou la face interne d'un élément est plus proche de l'axe X que la partie ou la face externe du même élément.
- [0027] L'aube 3 sera ainsi définie par rapport à l'axe X du rotor associé à l'aubage statique 2 (qu'il s'agisse de l'axe de rotation de la soufflante ou de l'hélice 26 pour un redresseur de soufflante, l'axe de rotation du rotor du compresseur pour un redresseur de section de compression 27 ou encore l'axe de rotation du rotor de la turbine pour un distributeur de section de turbine 29 sur lequel elle est destinée à être montée.
- [0028] Dans ce qui suit, l'invention sera décrite dans le cas d'aubes 3 à calage variable, c'est-à-dire des aubes 3 montées à pivotement autour d'un axe de calage Y sur le moyeu 4 de l'aubage 2. Ceci n'est cependant pas limitatif, les aubes 3 pouvant être fixes par rapport au moyeu 4 lorsque la soufflante est carénée, le moyeu 4 correspondant alors à la virole du carter intermédiaire (qui est situé entre le carter du compresseur base pression et le carter du compresseur haute pression).
- [0029] L'aubage statique 2 comprend un moyeu 4 monté fixe par rapport à un carter 30 de la turbomachine 1. Il est donc non tournant. Les aubes 3 de l'aubage 2 s'étendent sensiblement radialement par rapport à l'axe X.
- [0030] Les aubes 3 sont ici à calage variable. L'aubage 2 comprend alors un mécanisme d'actionnement 5 permettant de modifier l'angle de calage des aubes 3 de l'aubage 2 afin d'adapter les performances de la turbomachine 1 aux différentes phases de vol. De plus, chaque aube 3 comprend une attache 6 (ou pivot) disposée en pied d'aube 8. L'attache 6 est montée rotative par rapport au moyeu 4 autour de l'axe de calage Y. Plus précisément, l'attache 6 est montée rotative à l'intérieur d'un logement ménagé dans le moyeu 4, par l'intermédiaires de billes ou d'autres éléments roulants.
- [0031] De manière connue en soi, l'attache 6 comprend une paroi ayant une forme de révolution pouvant par exemple présenter des gorges circulaires propres à former des chemins de roulement 6a pour des billes ou d'autres éléments roulants.
- [0032] L'aube 3 comprend une pale 7 à profil aérodynamique propre à être placée dans un flux d'air lorsque la turbomachine 1 est en fonctionnement afin de générer une portance, ainsi qu'un pied d'aube 8 configuré pour être fixé au moyeu 4 de l'aubage 2 par l'intermédiaire de l'attache 6.

- [0033] La pale 7 à profil aérodynamique est conformée de sorte à définir un intrados, un extrados, un bord d'attaque 9 et un bord de fuite 10. De manière connue en soi, le bord d'attaque 9 est configuré pour s'étendre en regard de l'écoulement des gaz entrant dans la turbomachine 1. Il correspond à la partie antérieure d'un profil aérodynamique qui fait face au flux d'air et qui divise l'écoulement d'air en un écoulement d'intrados et en un écoulement extrados. Le bord de fuite 10 quant à lui correspond à la partie postérieure du profil aérodynamique, où se rejoignent les écoulements intrados et extrados.
- [0034] L'aube 3 comprend deux peaux 12, qui sont raccordées l'une à l'autre et s'étendent globalement l'une en face de l'autre. En particulier, les peaux 12 sont raccordées en tête d'aube sur toute la corde de l'aube 3, au niveau du bord d'attaque 9 et au niveau du bord de fuite 10. Les peaux 12 sont réalisées dans un matériau composite comprenant un renfort fibreux 13 densifié par une matrice. Elles peuvent être monolithiques et être réalisées d'une seule pièce à partir d'une préforme fibreuse avec épaisseur évolutive. En variante, une première peau 12 peut être formée à partir d'une première partie du renfort fibreux 13 afin de former l'intrados et une deuxième peau 12 peut être formée à partir d'une deuxième partie du renfort fibreux 13 afin de former l'extrados, les première et deuxième parties du renfort 13 étant ensuite raccordées, par exemple à proximité de la tête de l'aube 3.
- [0035] Le renfort fibreux 13 peut comprendre des arrangements fibreux tridimensionnels tissés ou tricotés. Il est par ailleurs réalisé de telle sorte qu'il comprend des fils de chaîne qui s'étendent continument à la fois à l'intérieur de la partie de pale 7 à profil aérodynamique et à l'intérieur de la partie de pied d'aube 8. En variante, le renfort fibreux 13 peut comprendre des arrangements fibreux bidimensionnels stratifiés. Les fibres du renfort fibreux 13 comprennent au moins l'un des matériaux suivants : carbone (typiquement, du carbure de silicium), verre, aramide, polypropylène et/ou céramique (typiquement, une céramique oxyde). La matrice comprend typiquement une matrice organique (thermodurcissable, thermoplastique ou élastomère) ou une matrice en carbone. Par exemple, la matrice comprend une matière plastique, typiquement un polymère, par exemple époxyde, bismaléimide ou polyimide.

Première forme de réalisation

- [0036] Dans une première forme de réalisation illustrée en [Fig.1a], les peaux 12 du renfort fibreux 13 sont séparées par une cavité 14 qui est ouverte sur une face inférieure 15 du pied d'aube 8, ce qui permet de réduire encore la masse de l'aube 3 en comparaison avec les aubes 3 conventionnelles. On notera que la face inférieure 15 du pied d'aube 8 correspond à la face du pied d'aube 8 qui est en face de l'embase 16 (présentée plus loin et visible sur les figures 1 et 3) de l'attache 6 lorsque le pied d'aube 8 est assemblé avec l'attache 6. La cavité 14 n'est pas débouchante (ouverte) en tête d'aube.

- [0037] Dans le cas où les peaux 12 sont obtenues par tissage tridimensionnel et sont monolithiques, la cavité 14 est obtenue en réalisant une déliaison dans l'ébauche fibreuse entre deux couches successives de chaîne, depuis une zone dite non déliée (comprenant ici la tête de l'aube 3) jusqu'à l'extrémité radiale interne des peaux 12, où débouche la cavité 14. Pour cela, au niveau de la déliaison, les torons de chaîne de deux couches successives de l'ébauche fibreuse ne sont pas reliés par des torons de trame, ce qui forme la cavité 14. De préférence, la déliaison s'étend au sein de la pale 7 à profil aérodynamique et s'étend jusqu'à la face inférieure 15 du pied d'aube 8 (afin de permettre l'insertion de la nervure 17 de l'attache 6). Dans la partie de l'ébauche destinée à s'étendre dans le flux d'air (c'est-à-dire la pale 7 à profil aérodynamique), la cavité 14 n'est pas ouverte sur le bord d'attaque 9 ni le bord de fuite 10. Les parties de l'ébauche fibreuses formant le bord d'attaque 9 et le bord de fuite 10 ne sont donc pas déliées. En revanche, dans la partie de l'ébauche formant le pied d'aube 8 (c'est-à-dire la zone qui est destinée à être fixée sur l'attache 6), la cavité 14 peut également être ouverte sur les bords amont et aval du pied d'aube 8 (et qui s'étendent dans le prolongement du bord d'attaque 9 et du bord de fuite 10 de la pale 7), respectivement. Les parties de l'ébauche fibreuses formant le bord amont et le bord aval du pied d'aube 8 peuvent donc être déliées.
- [0038] On pourra se référer à titre d'exemple au document EP2588758 au nom de la Demanderesse pour plus de détails sur la réalisation de déliaisons.
- [0039] L'aube 3 peut en outre comprendre une ou plusieurs pièces de remplissage 25, typiquement des pièces en mousse ou tout autre matériau adapté présentant une densité plus faible que le matériau composite des peaux 12, placées dans la partie de la cavité 14 s'étendant au sein de la pale 7 à profil aérodynamique afin de raidir les peaux 12 et/ou conférer aux peaux 12 la forme finale de la pale 7. Les pièces de remplissage 25 présentent par exemple une densité de l'ordre d'une centaine de kg/m^3 et une raideur de l'ordre d'une centaine de MPa. Elles peuvent notamment comprendre une mousse, telle qu'une mousse d'origine organique (polyéthacrylimide, polytéraphalate d'éthylène (PET), polychlorure de vinyle (PVC), polyétherimide (PEI), polyvinyl, carbone, polyisocyanurate, polyuréthane, etc.) ou métallique (notamment en alliage d'aluminium), ou encore un nid d'abeilles du type Nomex® (comprenant des fibres aramides calandrées en feuilles et recouvertes de résine phénolique), en kevlar, en fibres de verre ou encore en aluminium.
- [0040] L'attache 6 est configurée pour recevoir le pied d'aube 8 et le fixer au moyeu 4 de l'aubage statique 2. A cet effet, l'attache 6 comprend en outre une embase 16 et une nervure 17 faisant saillie depuis l'embase 16. La nervure 17 est configurée pour pénétrer dans la cavité 14 de sorte à s'étendre entre des faces internes 12a de la première peau 12 et de la deuxième peau 12. Les première et deuxième peaux 12 sont

par ailleurs fixées mécaniquement sur la nervure 17 par un système de fixation 18. Cette configuration permet de fixer de manière fiable l'aube 3 au moyeu 4, dans un encombrement radial et transversal réduit, en exploitant la cavité 14 interne de la pale 7 (située entre les deux peaux 12) afin de transmettre les efforts de l'aubage 2 vers l'attache 6. La partie de l'attache 6 qui vient en appui contre le pied d'aube 8 est donc logée à l'intérieur du pied d'aube 8, de sorte qu'elle n'impacte pas l'encombrement radial ni transversal de l'aubage 2 – contrairement aux attaches conventionnelles, qui sont placées à l'extérieur du pied d'aube 8 et empiètent donc nécessairement sur l'espace disponible dans l'aubage 2. Elle permet ainsi de réduire l'espace inter-pièce et/ou d'utiliser le volume gagné pour d'autres fonctions pour le moteur (passage de canalisation ou de câblage, ajout de fonction sur les pièces environnantes, etc.).

- [0041] La nervure 17 étant logée dans la cavité 14 du pied d'aube 8, sa hauteur (c'est-à-dire sa dimension suivant l'axe de calage Y) peut être plus grande que la hauteur des attaches conventionnelles, ce qui améliore la reprise des moments générés par les efforts aérodynamiques. La nervure 17 pouvant présenter une hauteur importante, elle présente des surfaces d'appui plus grandes, ce qui réduit les contraintes de matage (direction hors plan).
- [0042] La nervure 17 s'étend le long de la corde de l'aube 3, entre le bord amont et le bord aval du pied d'aube 8, qui s'étendent dans le prolongement du bord d'attaque 9 et du bord de fuite 10 de la pale 7, respectivement. Sa forme suit sensiblement la forme du pied d'aube 8. Par exemple, le pied d'aube 8 et la nervure 17 peuvent être sensiblement rectilignes. Dans une forme de réalisation, et comme indiqué ci-avant, la cavité 14 peut également être ouverte sur le bord amont et le bord aval du pied d'aube 8. La nervure 17 s'étend alors le long de toute la cavité 14, du bord amont jusqu'au bord aval du pied d'aube 8, et les peaux 12 sont fixées sur la nervure 17 sur toute leur largeur (suivant la direction axiale, comme illustré sur la [Fig.1a]).
- [0043] La nervure 17 comprend deux flancs 21 et un sommet 22. Les flancs 21 sont reliés à l'embase 16 au niveau d'une bordure inférieure, dont un rayon de courbure est suffisamment grand pour limiter les concentrations de contraintes. Dans une forme de réalisation illustrée sur la [Fig.1a], les flancs 21 sont inclinés et convergent en direction du sommet 22, de sorte que l'épaisseur de la nervure 17 est plus importante à proximité de l'embase 16 qu'à son sommet 22. Cette configuration de la nervure 17 permet ainsi de s'adapter au profil aérodynamique de l'aube 3 et de faciliter le montage du pied d'aube 8. En variante, les flancs 21 sont sensiblement parallèles et s'étendent globalement parallèlement à l'axe de calage Y. L'épaisseur de la nervure 17 est alors sensiblement constante de l'embase en direction du sommet. Dans une forme de réalisation, les flancs 21 sont plans.
- [0044] Afin de faciliter le montage des peaux 12 sur l'attache 6 et d'éviter tout risque de

blocage, les faces internes 12a des peaux 12 sont plus évasées que les flancs 21 de la nervure 17 (voir [Fig.1a]). Plus précisément, les faces internes 12a des peaux 12 forment un premier angle avec un plan de symétrie du pied d'aube 8 (plan normal à la figure comprenant l'axe de calage Y), et les flancs 21 forment un deuxième angle avec ce plan ; le premier angle est alors plus grand que le deuxième angle (voir [Fig.1a]).

- [0045] De préférence, l'extrémité radiale interne des peaux 12 vient en appui contre l'embase 16. Dans l'exemple illustré sur la [Fig.1a], l'extrémité radiale interne des peaux 12 correspond à la face inférieure 15 du pied d'aube 8. En variante, les peaux 12 peuvent être enfoncées sur la nervure 17 de sorte que leur face interne 12a se trouve en contact à la fois avec les flancs de la nervure 17 et l'embase 16. L'extrémité radiale interne des peaux 12 correspond alors à leur face interne 12a. Quelle que soit la variante de réalisation, l'embase 16 et les extrémités radiales internes (15/12a) des peaux 12 servent donc de surfaces de référence pour le positionnement radial de l'aube 3 par rapport à l'attache 6.
- [0046] Le positionnement tangentiel de l'aube 3 est assuré quant à lui par le contact des faces internes 12a des peaux 12 avec la nervure 17, puisque le système de fixation 18 plaque les peaux 12 de l'aube 3 contre les flancs 21 de la nervure 17. Les flancs 21 de la nervure 17 et les faces internes 12a des peaux 12 forment donc les surfaces de référence pour le positionnement tangentiel du pied d'aube 8 par rapport à l'attache 6.
- [0047] Optionnellement, les surfaces de référence du pied d'aube 8 sont réalisées par usinage d'une épaisseur sacrificielle du matériau composite. L'épaisseur sacrificielle correspond à une partie non structurale de l'aube 3, qui peut par exemple être obtenue par l'ajout de plis de matériau composite préimprégnés et co-injectés avec la préforme du renfort fibreux 13. Les plis de matériau composite peuvent notamment comprendre des fibres de verre noyées dans une matrice, de préférence une matrice compatible avec la matrice du renfort fibreux 13 des peaux 12 (typiquement, la même matrice).
- [0048] Le système de fixation 18 peut comprendre tout moyen adapté pour fixer mécaniquement le pied d'aube 8 sur l'attache 6. Dans une forme de réalisation, le système de fixation 18 comprend plusieurs boulons 31 répartis entre une extrémité amont et une extrémité aval de la nervure 17. Les vis des boulons 31 sont alors insérées dans des passages traversants formés dans les peaux 12 et la nervure 17. Un même boulon 31 traverse donc les deux peaux 12 et la nervure 17.
- [0049] Lorsque la nervure 17 s'étend sur toute la corde de l'aube 3, le système de fixation 18 comprend des boulons 31 répartis de manière équidistante du bord amont jusqu'au bord aval du pied d'aube 8. Par exemple, pour une aube 3 de redresseur d'un turbo-propulseur du type USF, le système de fixation 18 comprend entre trois et six boulons 31 répartis de manière équidistante entre le bord d'attaque 9 et le bord de fuite 10 de l'aube 3. Optionnellement, un lamage peut être réalisé dans la face externe des peaux

12 afin d'améliorer la surface d'appui des têtes de vis des boulons 31.

- [0050] En variante ou en plus, le système de fixation 18 peut comprendre une plaque métallique rapportée et fixée par boulonnage sur chaque peau du renfort fibreux 13. Optionnellement, un lamage peut être réalisé dans la plaque métallique afin d'améliorer la surface d'appui des têtes de vis des boulons 31. La plaque métallique peut être sensiblement plane et être plaquée contre la peau 12 correspondante par les boulons 31. Dans la variante de réalisation dans laquelle les faces internes 12a des peaux 12 sont également en contact avec l'embase 16, la plaque métallique peut être coudée et comprendre une première portion configurée pour plaquer la peau 12 en regard du renfort fibreux 13 contre le flanc 21 correspondant de la nervure 17 et une deuxième portion configurée pour plaquer l'extrémité libre de cette même peau 12 contre l'embase 16.
- [0051] La plaque métallique (droite ou coudée) permet en particulier d'aider à la reprise des moments, notamment en cas d'ingestion d'objet, et la dissipation d'énergie par déformation plastique en cas de flexion importante de l'aube 3.
- [0052] Dans une forme de réalisation, l'aube 3 comprend en outre une pièce de conformation 24, placée dans la cavité 14, à proximité du sommet 22 de la nervure 17, afin de renforcer la raideur de l'aube 3 en bas de pale 7. La pièce de conformation 24 a également pour objectif d'assurer une transition de raideur progressive dans la direction radiale, afin d'éviter les concentrations de contraintes en sortie de la zone de bridage.
- [0053] La pièce de conformation 24 est positionnée dans la cavité 14 de sorte à s'étendre à proximité de la nervure 17 tout en ménageant un jeu fonctionnel entre la pièce de conformation 24 et la nervure 17 afin d'assurer le montage du pied d'aube 8. Le jeu peut être de l'ordre de quelques millimètres par exemple.
- [0054] Le cas échéant, la pièce de conformation 24 est placée entre le sommet 22 de la nervure 17 et la ou les pièces de remplissage 25.
- [0055] La pièce de conformation 24 peut notamment être réalisée dans un matériau composite comprenant un renfort fibreux noyé dans une matrice, de préférence une matrice compatible avec la matrice du renfort fibreux 13 des peaux 12 (typiquement, la même matrice). Le renfort fibreux de la pièce de conformation 24 peut comprendre notamment des fibres dont le module d'Young est supérieur à 5 GPa, par exemple des fibres de carbone, d'aramide, de verre ou de basalte.

Deuxième forme de réalisation

- [0056] Dans une deuxième forme de réalisation illustrée sur la [Fig.1b], le renfort fibreux 13 peut comprendre une cavité 14 s'étendant entre les peaux 12. La cavité 14 peut recevoir, le cas échéant, une ou plusieurs pièces de remplissage 25 et/ou une pièce de conformation 24 telles que décrites ci-avant (et illustrées sur la [Fig.1a]). Toutefois, la

cavité 14 est ici fermée, c'est-à-dire qu'elle n'est pas ouverte sur la face inférieure 15 du pied d'aube 8.

[0057] Dans cette forme de réalisation, l'attache 6 est configurée pour recevoir le pied d'aube 8 et le fixer au moyeu 4 de l'aubage statique 2 et comprend à cet effet une embase 16, similaire l'embase 16 de la première forme de réalisation, et deux nervures 17 faisant saillie depuis l'embase 16. Les nervures 17 sont séparées par un espace configuré pour recevoir le pied d'aube, de sorte que les nervures 17 s'étendent de part et d'autre du pied d'aube 8. Le pied d'aube 8 est par ailleurs fixé mécaniquement sur les nervures 17 par un système de fixation 18. Le système de fixation 18 peut être similaire à celui décrit en référence à la première forme de réalisation.

[0058] La partie de l'attache 6 qui vient en appui contre le pied d'aube 8 est donc placée à l'extérieur du pied d'aube 8.

[0059] Les nervures 17 s'étendent le long de la corde de l'aube 3, entre le bord amont et le bord aval du pied d'aube 8 qui s'étendent dans le prolongement du bord d'attaque 9 et du bord de fuite 10 de la pale 7, respectivement. Leur forme suit sensiblement la forme du pied d'aube 8. Par exemple, le pied d'aube 8 et les nervure 17 peuvent être sensiblement rectilignes. Le cas échéant, les nervures 17 s'étendent sur toute la corde de l'aube 3, du bord amont jusqu'au bord aval du pied d'aube 8, et le pied d'aube 8 est fixé aux nervures 17 sur toute leur largeur (suivant la direction axiale).

Plateforme 40 de l'aube 2

[0060] L'aube 2 comprend en outre une plateforme 40 aérodynamique en deux parties, qui est rapportée et fixée sur le pied d'aube 8. Un exemple de réalisation d'une telle plateforme 40 est illustré sur la [Fig.2]. La première partie 41, ou partie principale 41, comprend une bride radiale 42 fixée sur l'attache 6 et le pied d'aube 8 par l'intermédiaire du système de fixation 18 et une plaque principale 43 fixée sur la bride radiale 42 et configurée pour venir en appui contre une première face de l'aube 2, de préférence l'extrados de l'aube 2. La deuxième partie 44, ou partie secondaire 44, comprend une plaque secondaire 45 s'étendant dans le prolongement de la plaque principale 43. La plaque secondaire 45 est par ailleurs fixée sur la plaque principale 43 et configurée pour venir en appui contre une deuxième face de l'aube 2.

[0061] De manière connue en soi, la plateforme 40 a pour fonction de délimiter la partie radialement interne de la veine d'air traversant l'aubage. La plaque principale 43 et la plaque secondaire 45 présentent donc chacune une face externe configurée pour délimiter une veine d'écoulement traversant l'aubage et une face interne 43a, 45a, opposée à la face externe et configurée pour s'étendre face au moyeu 4.

[0062] La plateforme 40 peut notamment être réalisée dans matière plastique ou métallique, par exemple en polyétheréthercétone (PEEK), en polyétherimide (PEI), en alliage à base d'aluminium ou encore en matériau composite.

- [0063] De préférence, la partie secondaire 44 est montée en porte-à-faux sur la partie principale 41 de la plateforme 40, comme illustré par exemple sur les figures 1a et 1b. La partie secondaire 44 est de préférence fixée mécaniquement sur la partie principale 41, ce qui permet un démontage sous aile de la plateforme 40 et l'interchangeabilité de l'aube 2 tout en minimisant la masse et les accidents géométriques sur le chemin du flux d'air (c'est-à-dire des marches montantes ou descendantes, selon le sens du flux aérodynamique). Il suffit en effet de démonter la partie secondaire 44 de la plateforme 40 pour accéder à l'attache 6, au pied d'aube 8 et au moyeu 4.
- [0064] La partie secondaire 44 peut notamment être rivetée sur la partie principale 41. A cet effet, les bordures de raccordement 46 de la partie secondaire 44 et de la partie principale 41 qui sont assemblés par rivetage peuvent être amincis de sorte que l'épaisseur de la plateforme 40 soit sensiblement constante (comme cela est illustré par exemple sur la [Fig.6]). En d'autres termes, la somme de l'épaisseur des bordures de raccordement 46 au niveau de l'assemblage est sensiblement égale à l'épaisseur de la plaque principale 43 et de la plaque secondaire 45 à distance de l'assemblage.
- [0065] Lorsque la plateforme 40 est réalisée dans l'un des matériaux listés ci-dessus, l'épaisseur de la plateforme 40 peut être comprise entre 5 mm et 15 mm, de préférence entre 10 mm et 15 mm. Par ailleurs, lorsque les plaques principale 43 et secondaire 45 sont rivetées, les plaques 43, 45 se chevauchent sur une bande dont la largeur est au moins égale à 1,5 fois le diamètre des rivets 47. Des rivets 47 présentant un diamètre de 6 mm peuvent par exemple être utilisés.
- [0066] De plus, afin d'éviter des recirculations d'air en pied d'aube 8, l'aube 2 comprend en outre un joint 48 monté entre la plaque principale 43 et la plaque secondaire 45, entre la plaque principale 43 et l'extrados de l'aube 2 et entre la plaque secondaire 45 et l'intrados de l'aube 2. Le joint 48 peut être co-injecté avec la plateforme 40 ou rapporté et collé après fabrication de la plateforme 40. Le joint 48 peut par exemple être réalisé en caoutchouc, typiquement en éthylène-propylène-diène monomère (EPDM), en silicone ou toute matière adaptée.
- [0067] De préférence, le système de fixation 18 comprend des boulons 31 répartis entre l'extrémité amont et l'extrémité aval de la nervure 17 correspondante. La bride radiale 42 de la partie principale 41 de la plateforme 40 est alors montée entre les boulons 31 et l'extrados de l'aube 2.
- [0068] En variante, la partie secondaire 44 n'est pas montée en porte-à-faux et comprend une bride radiale 42 fixée sur la plaque secondaire 45 qui est elle-même fixée sur l'attache 6 à l'aide de du système de fixation 18.
- [0069] La bride radiale 42 est conformée de sorte à épouser la forme de la partie du pied d'aube 8 (ou de la nervure 17) en regard. Ainsi, sur la [Fig.1a], la bride radiale 42 est inclinée par rapport à l'axe de pivotement Y afin d'épouser la forme évasée du pied

d'aube 8, tandis que sur la [Fig.1b] elle s'étend sensiblement parallèlement à l'axe de pivotement Y pour épouser la forme de la nervure 17 en regard.

- [0070] Les plaques principale 43 et secondaire 45 quant à elle s'étendent suivant une direction globalement circonférentielle par rapport à l'axe X, c'est-à-dire dans un plan normal à l'axe de pivotement Y, afin de délimiter radialement à l'intérieur la veine d'écoulement.
- [0071] Le cas échéant, l'un au moins parmi la bride radiale 42 de la première partie 41 et le pied d'aube 8 présente au moins une surépaisseur 49 au niveau du système de fixation 18 afin de faciliter le serrage du système de fixation 18. Lorsque la surépaisseur 49 est formée sur le pied d'aube 8, la surépaisseur peut comprendre un matériau composite comprenant un renfort fibreux densifié par une matrice polymère. Typiquement, le renfort fibreux peut comprendre des plis (bidirectionnels) comprenant des fibres de verre qui sont co-injectés avec le renfort fibreux 13 des peaux 12. Un lamage peut le cas échéant être réalisé au niveau de la surépaisseur 49. Lorsque la surépaisseur 49 est formée avec la bride radiale 42, ladite surépaisseur 49 est de préférence monolithique avec la bride radiale 42 et peut par exemple être obtenue lors du moulage de la plateforme 40.
- [0072] Optionnellement, la plateforme 40 comprend en outre des raidisseurs 50 s'étendant depuis la surface interne 43a, 45a de l'une au moins parmi la plaque principale 43 et la plaque secondaire 45 afin d'améliorer la tenue vibratoire de la plateforme 40, de limiter (voire d'éviter) le fléchissement de la plaque correspondante et d'augmenter la raideur globale de la plateforme 40. De préférence, les raidisseurs 50 sont au moins fixés sur la plaque principale 43. Des exemples de raidisseurs sont illustrés en figures 3 et 7.
- [0073] Les raidisseurs 50 peuvent en particulier être monolithiques avec la plaque correspondante, par exemple venus de matière avec la plaque.
- [0074] De préférence, la partie principale 41 de la plateforme 40 comprend au moins un raidisseur 50 s'étendant de la bride radiale 42 jusqu'à la face interne 43a de la plaque principale 43 (voir par exemple [Fig.1a] ou 1b). Par exemple, le raidisseur 50 correspond alors à une arête 50 dont la bordure radiale interne (qui fait face au moyeu 4) est courbe et présente un rayon r compris entre 5 mm et 10 mm.
- [0075] Les raidisseurs 50 peuvent notamment comprendre des arêtes 50 s'étendant depuis la surface interne 43a, 45a de la plaque 43, 45 correspondante. Les arêtes 50 peuvent notamment former un réseau de raidisseurs 50, former des cellules (de forme triangulaire ou polygonale), etc.
- [0076] Le cas échéant, la surface de la face externe de la plaque principale 43 est plus grande que la surface de la face externe de la plaque secondaire 45. En particulier, la plaque principale 43 peut s'étendre le long de l'extrados de l'aube 2, du bord d'attaque

9 au bord de fuite 10. Une bordure de raccordement 46 amont de la plaque principale 43, qui est assemblée à la bordure de raccordement 46 de la plaque secondaire 45 en amont du bord d'attaque 9, peut s'étendre du bord d'attaque 9 en direction de la bordure périphérique 51 de la plateforme 40 en formant un angle avec la corde de sorte que l'extrémité de la bordure de raccordement 46 amont de la plaque principale 43 se situe dans l'écoulement intrados de l'aube 2. De même, une bordure de raccordement 46 aval de la plaque principale 43, qui est assemblée à la bordure de raccordement 46 de la plaque secondaire 45 en aval du bord de fuite 10, peut s'étendre du bord de fuite 10 en direction de la bordure périphérique 51 de la plateforme 40 en formant un angle avec la corde de sorte que l'extrémité de la bordure de raccordement 46 aval de la plaque principale 43 se situe également dans l'écoulement intrados de l'aube 2.

[0077] Cette configuration permet en effet de raidir davantage la plateforme 40 tout en permettant sa démontabilité. En particulier, la partie principale 41 de la plateforme 40 étant fixée sur l'attache 6, elle est plus raide et présente une meilleure tenue en vibratoire que la partie secondaire 44, qui est en porte-à-faux sur la plaque principale 43.

[0078] Optionnellement, la plateforme 40 comprend en outre au moins une cale 52 montée entre la surface interne 45a de la plaque secondaire 45 et l'un au moins parmi le pied d'aube 8 et le système de fixation 18 afin de limiter le porte-à-faux et la flexion de la partie secondaire 44 de la plateforme 40. Des exemples de cales 52 ont été illustrés en traits discontinus sur les figures 1a et 1b. La cale 52 peut en particulier être montée entre la surface interne 45a et l'intrados du pied d'aube 8 (voir la configuration optionnelle en [Fig.1a]), entre la surface interne 45a et le système de fixation 18 (au niveau de l'écrou ou de la tige du boulon – voir la configuration optionnelle en [Fig.1b]) ou encore entre la surface interne 45a et une surépaisseur formée sur l'intrados de l'aube 2, au niveau du système de fixation 18.

[0079] La cale 52 peut présenter toute forme adaptée selon les besoins en conception. Par exemple, la cale 52 peut présenter une section ovoïde, circulaire, rectangulaire, etc. Une surface de la section de la cale 52 est de préférence inférieure à 1 000 mm² (à 20% près).

[0080] Lorsque l'aube 2 est à calage variable et est montée pivotante sur le moyeu 4, le bord périphérique 51 de la plateforme 40 peut être globalement circulaire. La plaque principale 43 et la plaque secondaire 45 forment donc sensiblement un disque.

[0081] En variante, et notamment lorsque l'aube 2 est à calage fixe, la plateforme 40 présente une forme sensiblement allongée permettant, en coopération avec les plateformes 40 des aubes 2 adjacentes de l'aubage 2, de limiter les fuites vers le moyeu 4.

Procédé de fabrication

[0082] Une aube 3 conforme à l'invention peut notamment être obtenue conformément aux étapes suivantes.

- [0083] Une ébauche fibreuse des deux peaux 12 est réalisée, par exemple par tissage ou tricotage. Dans un exemple de réalisation, l'ébauche fibreuse est tissée en trois dimensions avec réalisation d'une ou plusieurs déliaisons afin d'obtenir les deux peaux 12 et la cavité 14. Les deux peaux 12 sont monolithiques au niveau de la tête, du bord d'attaque 9 et du bord de fuite 10 de la pale 7. La cavité 14 est ouverte sur la face interne 15 du pied d'aube 8 et s'étend jusqu'au sein de la pale 7.
- [0084] En variante, les peaux 12 peuvent être tissées séparément en deux ou trois dimensions, puis raccordées lors de la cuisson (cocuisson).
- [0085] Le cas échéant, la cavité 14 est également ouverte sur le bord amont et le bord aval du pied d'aube 8.
- [0086] Au moins une pièce de remplissage 25 est ensuite placée au fond de la cavité 14. Puis, au moins une pièce de conformation 24 est placée dans la cavité 14, par exemple en appui contre la ou les pièces de remplissage 25. La pièce de conformation 24 rend étanche la cavité 14 et est positionnée de manière à laisser un jeu avec la nervure 17 après assemblage.
- [0087] Optionnellement, des plis de matériau composite préimprégné sont placés contre les surfaces des peaux destinées à former des surfaces de référence, à savoir les faces internes 12a des peaux 12, dans la zone destinée à venir en contact avec les flancs 21 de la nervure 17, et sur l'extrémité radiale interne des peaux 12.
- [0088] Optionnellement, des plis de matériau composite préimprégnés, par exemple à base de fibres de verre, sont également placés au niveau des zones destinées à recevoir le système de fixation 18 afin de former des surépaisseurs 49 locales.
- [0089] L'ensemble formé par l'ébauche fibreuse, les pièces de remplissage 25 et de conformation 24 et le cas échéant les plis de matériau composite est placé dans un moule présentant un logement ayant la forme de la pièce finale moulée (à savoir la pale 7 et le pied de l'aube 3) et de la matière (la « matrice » du matériau composite), généralement plastique, est injectée dans le moule de manière à imprégner le renfort fibreux 13 des peaux 12 et les pièces de conformation et de remplissage. L'injection de la matrice peut être réalisée par une technique d'injection du type RTM ou VARRTM. Dans le cas d'une matière plastique, la matrice injectée est par exemple une composition liquide thermodurcissable contenant un précurseur organique du matériau de la matrice. Le précurseur organique se présente habituellement sous forme d'un polymère, tel qu'une résine, éventuellement dilué dans un solvant. De manière connue en soi, la matière plastique est ensuite chauffée de manière à provoquer une polymérisation de la matière plastique, par exemple par réticulation. A cet effet, le moule est placé dans une étuve.
- [0090] La pièce obtenue est ensuite démoulée puis, optionnellement, détournée par usinage afin de supprimer les sur-longueur et d'obtenir une pièce présentant la forme désirée,

malgré une éventuelle rétractation des fibres du renfort fibreux 13 pendant la polymérisation de la matière plastique. Les épaisseurs sacrificielles sont notamment usinées afin d'obtenir les surfaces de référence du pied d'aube 8. Des passages traversants sont par ailleurs usinés dans les peaux 12, le cas échéant au niveau des surépaisseurs, afin de recevoir le système de fixation 18. Le cas échéant, des lamages sont également usinés autour des passages traversants et/ou au niveau de la surépaisseur 49 éventuelle.

- [0091] Dans la première forme de réalisation, l'attache 6 est ensuite mise en position sur le pied d'aube 8 en plaçant la nervure 17 dans la cavité 14, entre les faces internes 12a des peaux 12. Après insertion de l'attache 6, le sommet 22 de la nervure 17 s'étend de préférence à faible distance de la pièce de conformation 24.
- [0092] De préférence, des passages traversants, destinés à recevoir le système de fixation 18 et s'étendant en regard des passages traversants usinés dans les peaux 12, sont formés à travers les flancs 21 de la nervure 17 avant son insertion dans la cavité 14.
- [0093] Dans la deuxième forme de réalisation, le pied d'aube 8 est inséré entre les nervures 17 de l'attache 6. De préférence, des passages traversants, destinés à recevoir le système de fixation 18 et s'étendant en regard des passages traversants usinés dans les peaux 12, sont formés à travers les nervures 17.
- [0094] La plateforme 40 est ensuite rapportée sur l'attache 6 et le pied d'aube 8.
- [0095] Pour cela, la bride radiale de la partie principale 41 est placée contre l'extrados de l'aube 2 (dans la première forme de réalisation) ou contre la nervure extrados 17 (dans la deuxième forme de réalisation) et fixée en position à l'aide du système de fixation 18. Par exemple, des boulons 31 sont insérées et fixés dans les passages traversants des peaux 12, de l'attache 6 et de la bride radiale 42 de la partie principale 41 de la plateforme 40.
- [0096] La partie secondaire 44 de la plateforme 40 est quant à elle rapportée et fixée mécaniquement sur la partie principale 41, par exemple par rivetage.
- [0097] Le cas échéant, une cale 52 est placée en appui contre la face interne 45a de la partie secondaire et le pied d'aube 8 ou le système de fixation 18.
- [0098] Le procédé de fabrication est donc plus simple que pour les aubes ayant des attaches conventionnelles, le nombre de composants nécessaires à la fabrication de l'aube 3 étant réduit et les étapes de tissage ou tricotage de la préforme fibreuse étant simplifiées.

Revendications

- [Revendication 1] Aube (2) d'un aubage (3) statique d'une turbomachine (1) comprenant :
- un pied d'aube (8) comprenant un renfort fibreux (13) noyé dans une matrice, le renfort fibreux (13) ;
 - une attache (6) configurée pour recevoir le pied d'aube (8) et le fixer à un moyeu (4) de l'aubage (3), l'attache (6) comprenant une embase (16) et une nervure (17) faisant saillie radialement depuis l'embase (16) ;
 - un système de fixation (18) configuré pour fixer mécaniquement le pied d'aube (8) à la nervure (17) de l'attache (6) ; et
 - une plateforme (40) comprenant :
 - une première partie (41) comprenant une bride radiale (42) fixée sur l'attache et le pied d'aube (2) par l'intermédiaire du système de fixation (18) et une première plaque (43) fixée sur la bride radiale (42) et configurée pour venir en appui contre une première face de l'aube (2) ; et
 - une deuxième partie (44) comprenant une deuxième plaque (45) s'étendant dans le prolongement de la première plaque (43), la deuxième plaque (45) étant fixée mécaniquement sur la première plaque (43) et configurée pour venir en appui contre une deuxième face de l'aube (2) ;
- la première plaque (43) et la deuxième plaque (45) présentant chacune une face externe configurée pour délimiter une veine d'écoulement traversant l'aubage.
- [Revendication 2] Aube (2) selon la revendication 1, dans laquelle la première face de l'aube (2) est une face extradados et la deuxième face de l'aube (2) est une face intrados.
- [Revendication 3] Aube (2) selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle la deuxième partie (44) de la plateforme (40) est montée en porte-à-faux sur la première partie (41) de la plateforme (40).
- [Revendication 4] Aube (2) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle la deuxième partie (44) de la plateforme (40) est rivetée sur la première partie (41).
- [Revendication 5] Aube (2) selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle l'une au moins parmi la première partie (41) et la deuxième partie (44) de la plateforme (40) comprend des raidisseurs (50) formés sur une face interne de la première partie (41) et/ou de la deuxième partie (44) qui s'étend en face du moyeu (4).
- [Revendication 6] Aube (2) selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant en outre au

moins une cale (52) montée entre une face interne de la deuxième partie (44) qui s'étend en face du moyeu (4) et l'un au moins parmi le pied d'aube (2) et le système de fixation.

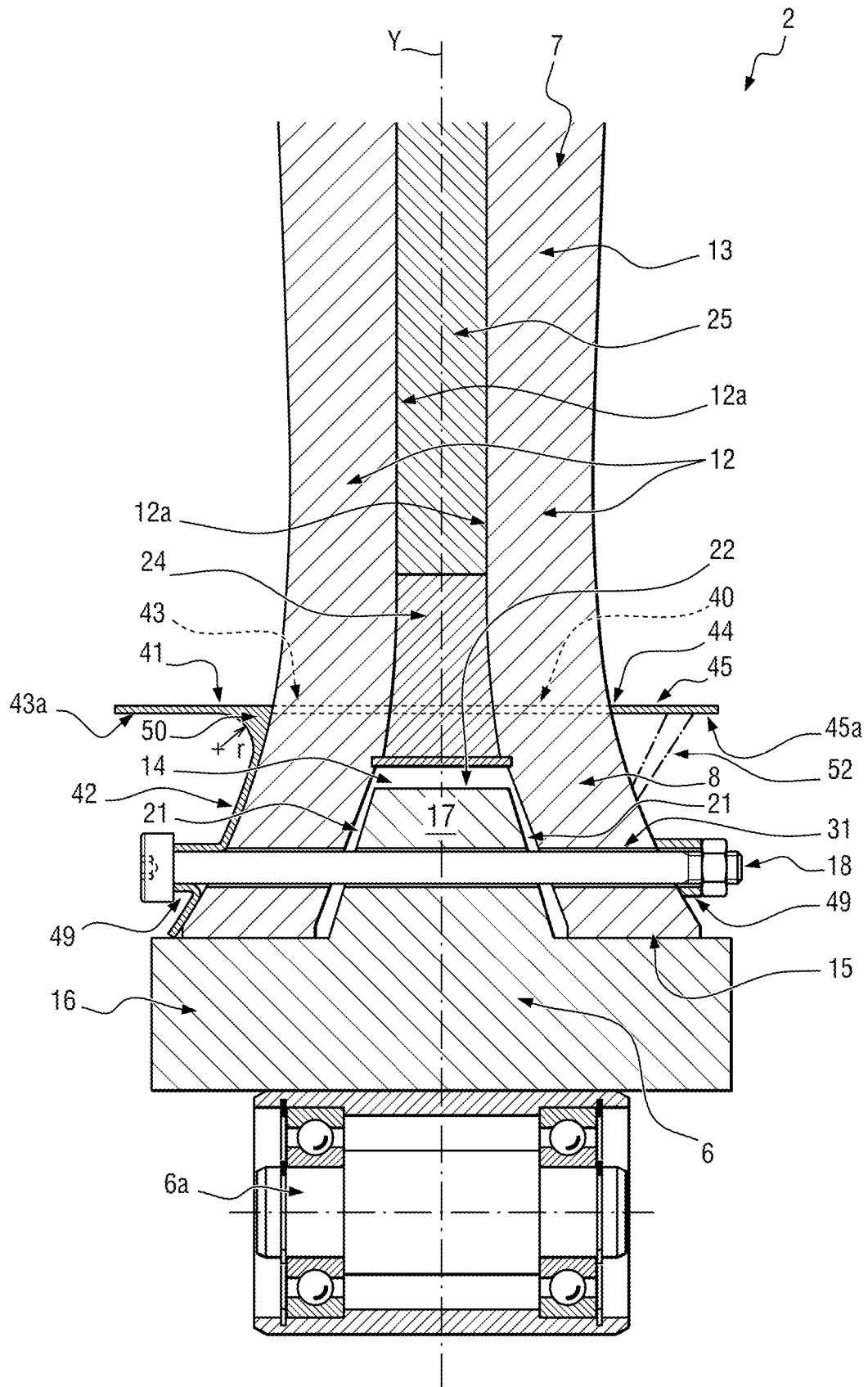
[Revendication 7] Aube (2) selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle l'un au moins parmi la bride radiale (42) de la première partie (41) et le pied d'aube (2) présente au moins une surépaisseur (49) au niveau du système de fixation (18), chaque surépaisseur (49) comprenant un matériau composite comprenant un renfort fibreux densifié par une matrice polymère, le renfort fibreux pouvant comprendre des fibres de verre.

[Revendication 8] Aube (2) selon la revendication 7 prise en combinaison avec la revendication 6, dans laquelle la surépaisseur est formée sur le pied d'aube (8) et la cale (52) prend appui sur la surépaisseur (49) du pied d'aube (2).

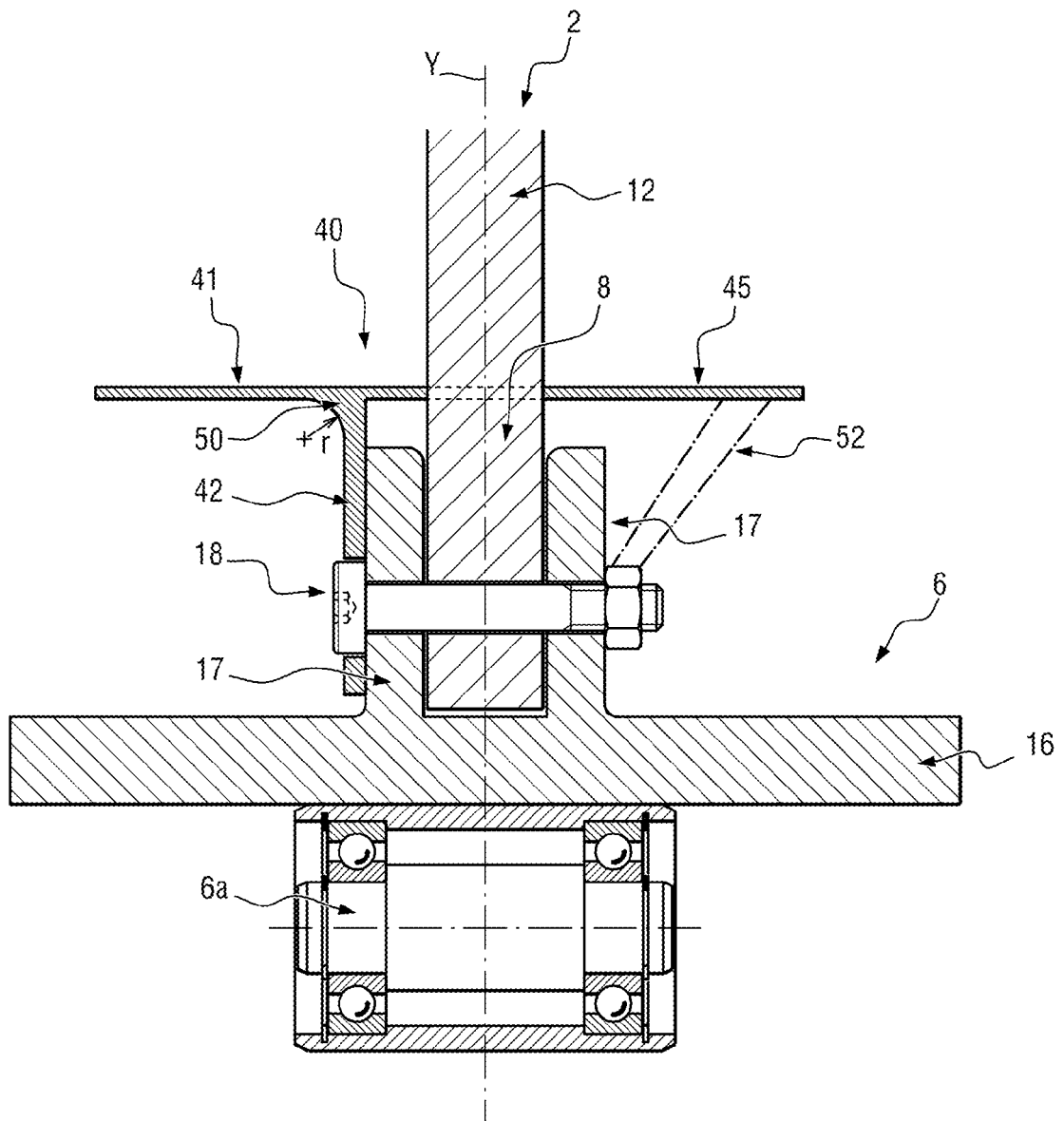
[Revendication 9] Aube (2) selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle une bordure périphérique (51) de la plateforme (40) présente une forme ovoïde, de préférence circulaire.

[Revendication 10] Aubage (3) statique d'une turbomachine (1) comprenant au moins une aube (2) selon l'une des revendications 1 à 9 et un moyeu (4), l'attache (6) de l'aube (2) étant montée pivotante sur le moyeu (4) autour d'un axe de calage (Y).

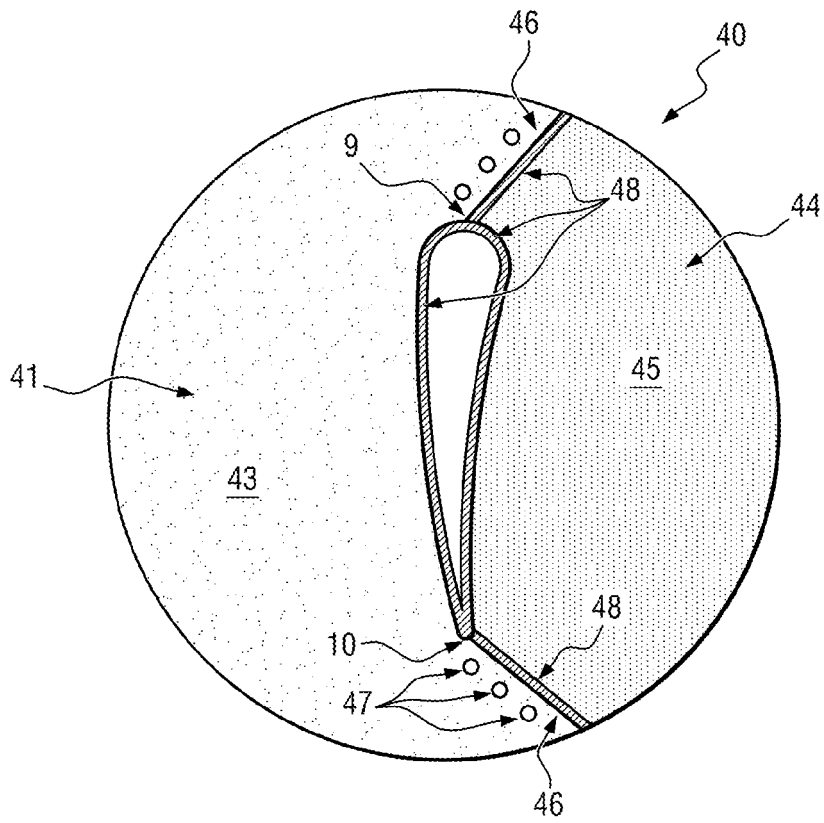
[Fig. 1a]



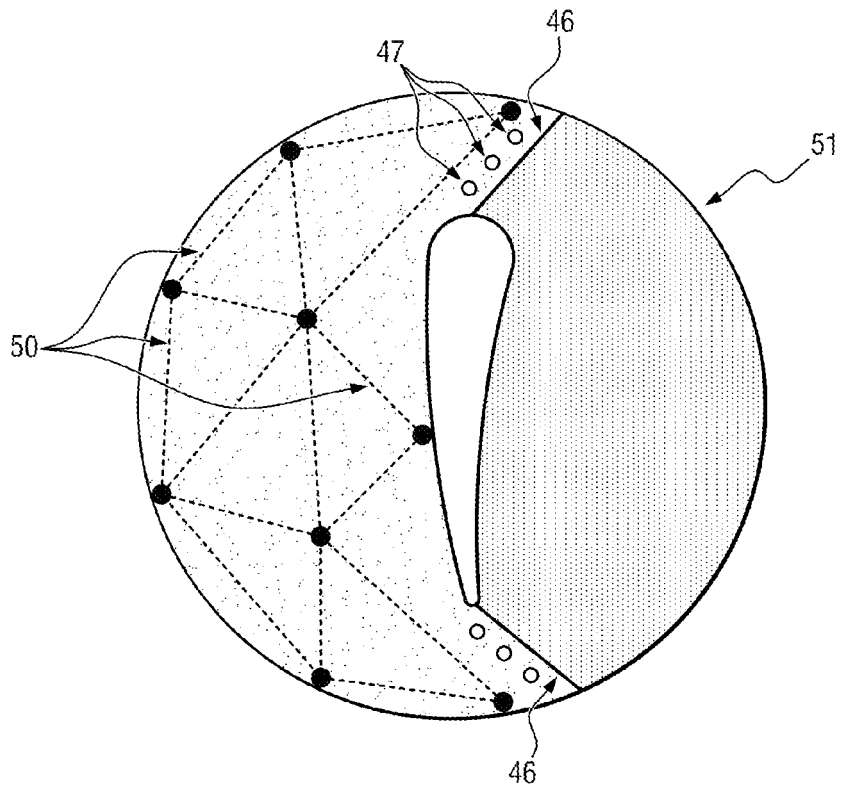
[Fig. 1b]



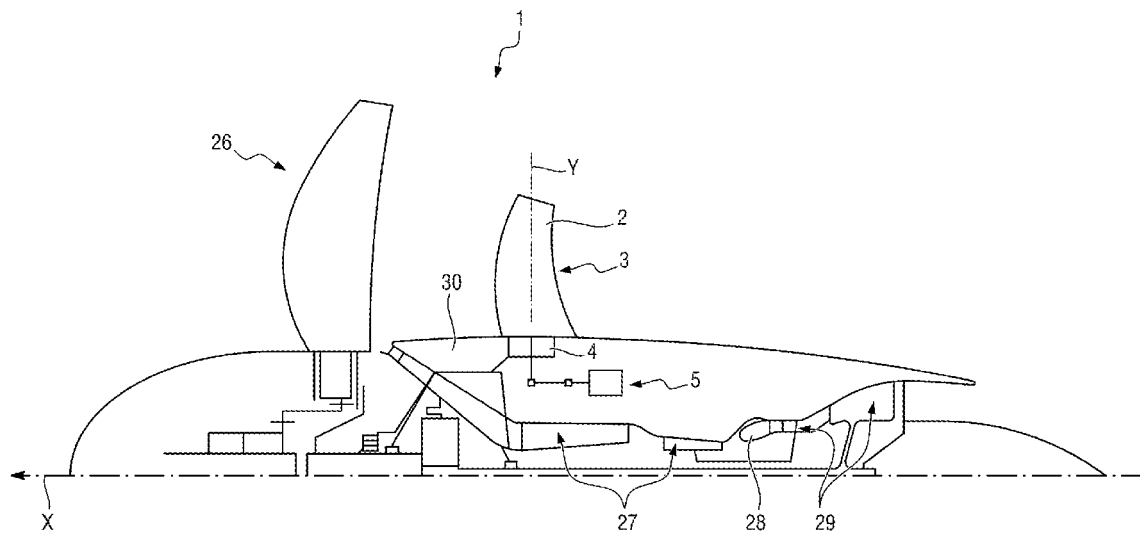
[Fig. 2]



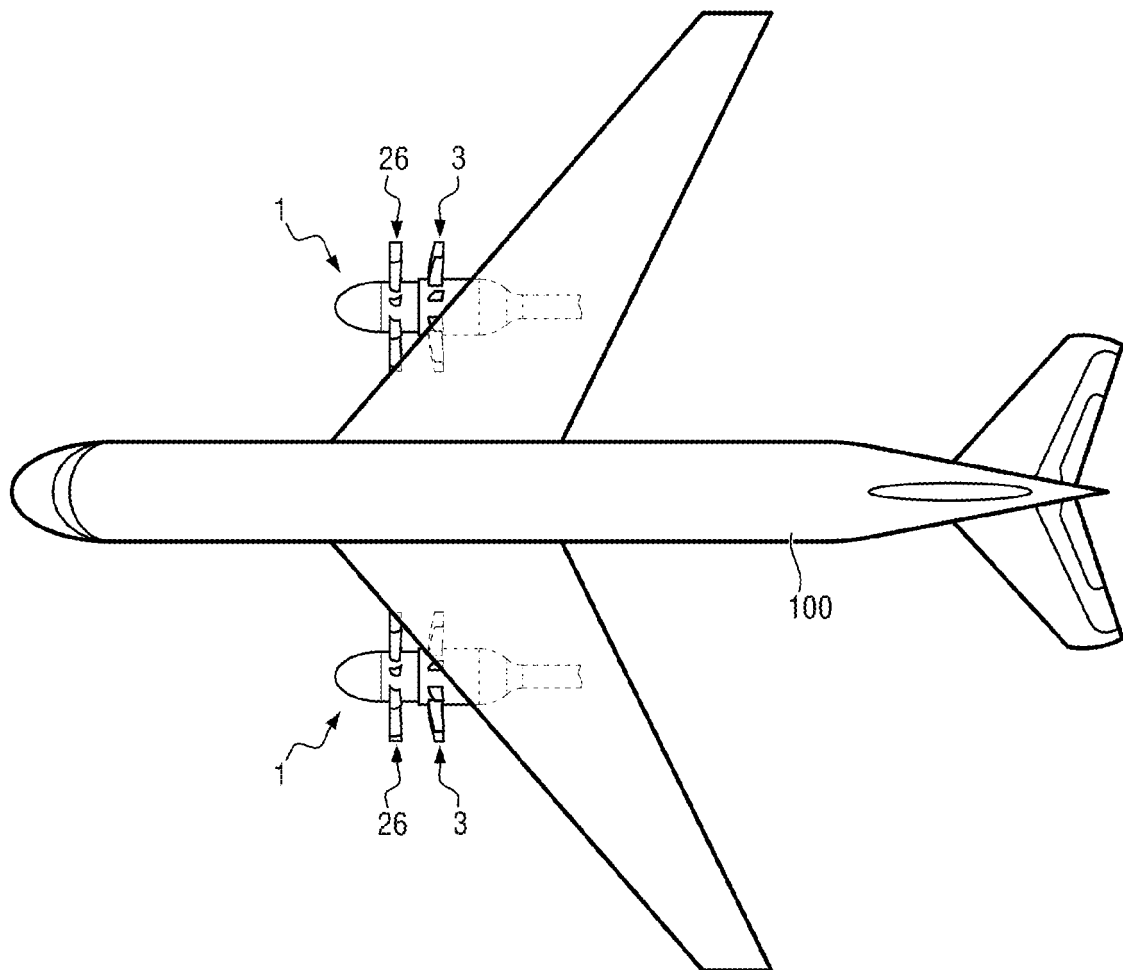
[Fig. 3]



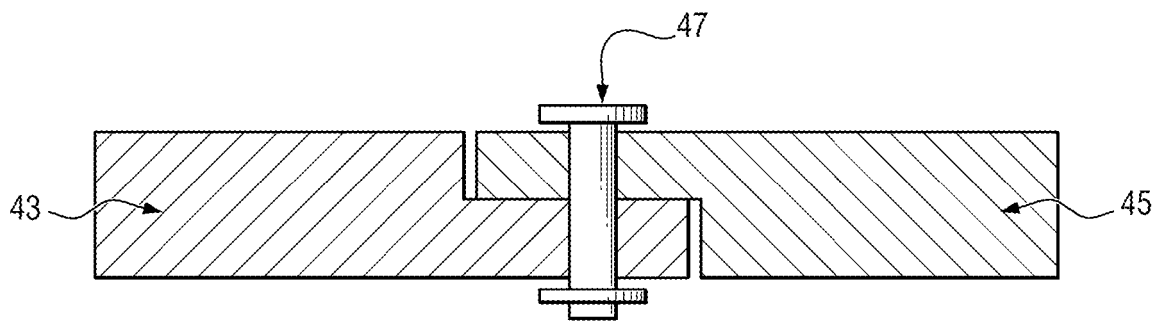
[Fig. 4]



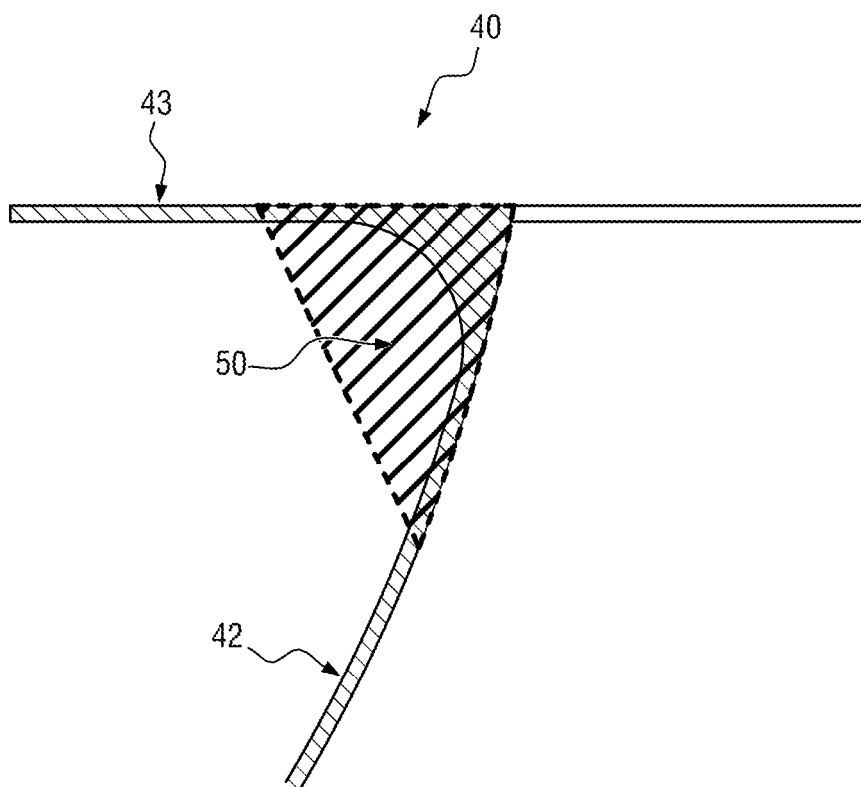
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 910068
FR 2208438

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	<p>US 2020/025001 A1 (BOISSON ALEXANDRE BERNARD MARIE [FR] ET AL) 23 janvier 2020 (2020-01-23) * figure 4 * * alinéa [0051] * * alinéa [0070] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10	<p>B64C11/26 F01D5/28 F04D29/02 F04D29/36</p> <hr/> <p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</p> <p>F04D F01D</p>
A	<p>US 2020/182073 A1 (COURTIER VIVIEN MICKAËL [FR] ET AL) 11 juin 2020 (2020-06-11) * alinéa [0002] * * figures 1,3 * * alinéa [0062] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10	
A	<p>US 2017/198718 A1 (YAGI HIROYUKI [JP] ET AL) 13 juillet 2017 (2017-07-13) * alinéa [0025] * * figure 3b *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 mars 2023		Burattini, Paolo	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2208438 FA 910068**

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 **30-03-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2020025001 A1	23-01-2020	CN 110725721 A	24-01-2020
		EP 3597863 A1	22-01-2020
		FR 3084105 A1	24-01-2020
		US 2020025001 A1	23-01-2020

US 2020182073 A1	11-06-2020	FR 3087831 A1	01-05-2020
		US 2020182073 A1	11-06-2020

US 2017198718 A1	13-07-2017	CA 2962733 A1	14-04-2016
		CN 107076053 A	18-08-2017
		EP 3205870 A1	16-08-2017
		JP 6525130 B2	05-06-2019
		JP 2016075230 A	12-05-2016
		RU 2017115848 A	13-11-2018
		US 2017198718 A1	13-07-2017
WO 2016056463 A1	14-04-2016		
