

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 102 206

②1 N° d'enregistrement national : **19 11661**

⑤1 Int Cl⁸ : *F 01 D 5/30 (2019.12), F 01 D 5/14*

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 18.10.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 23.04.21 Bulletin 21/16.

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) : COURTIER Vivien, Mickaël, JACQUEMARD Christophe, Paul et JOUDON Vincent.

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

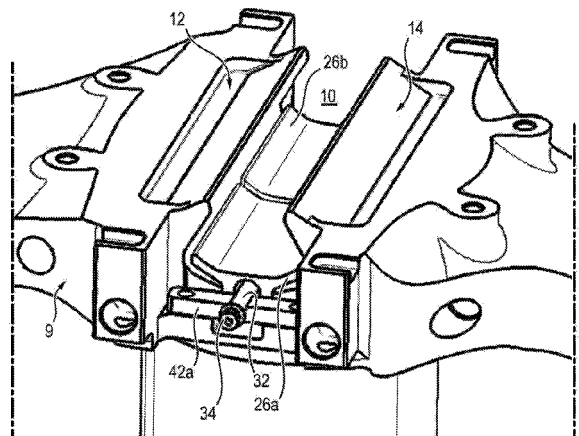
⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤4 Ensemble pour une aube de turbomachine comprenant une attache définissant une alvéole et une cale adaptée pour être reçue dans l'alvéole en même temps qu'un pied de l'aube.

⑤7 Ensemble pour une aube de turbomachine, comprenant : une attache (9) définissant une alvéole (10) pour recevoir un pied (11) d'aube, et comprenant deux flancs définissant entre eux un passage donnant dans l'alvéole (10) et formant des butées empêchant le pied (11) de sortir de l'alvéole (10) par le passage, une cale (26a, 26b) adapté pour être reçue dans l'alvéole (10) avec le pied (11), la cale (26a, 26b) présentant une première surface d'appui (28a, 28b) pour venir en appui sur le pied (11) et une deuxième surface d'appui (30a, 30b) opposée à la première surface d'appui (28a, 28b) pour venir en appui contre l'attache (9),

les surfaces d'appui étant fixes l'une par rapport à l'autre, et orientées pour qu'un déplacement de la cale (26a, 26b) dans l'alvéole (10) par rapport à l'attache (9) fasse varier la valeur d'un effort exercé par la cale (26a, 26b) sur le pied (11).

Figure pour l'abrégé : Fig. 8



FR 3 102 206 - A1



Description

Titre de l'invention : Ensemble pour une aube de turbomachine comprenant une attache définissant une alvéole et une cale adaptée pour être reçue dans l'alvéole en même temps qu'un pied de l'aube

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un ensemble de pièces servant à attacher une aube à un rotor de moteur d'aéronef, notamment un rotor de soufflante non-carénée (tels qu'un moteur de type « Open Rotor » présentant deux hélices tournantes ou un moteur de type USF pour « Unducted Single Fan » présentant un aubage mobile et un aubage fixe ou un turbopropulseur présentant une architecture avec une seule hélice).

Technique antérieure

[0002] L'intérêt des moteurs à soufflante non-carénée est que le diamètre de la soufflante n'est pas limité par la présence d'un carénage, de sorte qu'il est possible de concevoir un moteur présentant un fort taux de dilution, et par conséquent une consommation réduite de carburant.

[0003] Ainsi, dans ce type de moteur, les aubes de la soufflante peuvent présenter une grande envergure.

[0004] De telles soufflantes non-carénées comprennent conventionnellement une attache d'aube définissant une alvéole pour recevoir un pied d'une aube. L'attache d'aube comprend deux flancs en regard définissant entre eux un passage donnant dans l'alvéole et formant des butées empêchant le pied de sortir de l'alvéole par le passage.

[0005] De plus, ces moteurs comprennent généralement un mécanisme permettant de modifier l'angle de calage des aubes afin d'adapter la poussée générée par la soufflante en fonction des différentes phases de vol.

[0006] Cependant, la conception de telles aubes nécessite de prendre en compte des contraintes antagonistes.

[0007] D'un côté, le dimensionnement de ces aubes doit permettre des performances aérodynamiques optimales (maximiser le rendement et fournir la poussée tout en minimisant les pertes). L'amélioration des performances aérodynamiques de la soufflante tend vers une augmentation du taux de dilution (BPR, acronyme anglais de bypass ratio), ce qui se traduit par une augmentation du diamètre externe et donc de l'envergure de ces aubes.

[0008] D'un autre côté, il est également nécessaire de garantir une résistance aux contraintes mécaniques pouvant s'exercer sur ces aubes tout en limitant leur signature acoustique.

[0009] Par ailleurs, sur les architectures à soufflante non-carénée, le démarrage du moteur est généralement effectué avec un calage très ouvert. En effet, un calage très ouvert

permet de consommer la puissance par le couple, ce qui assure la sécurité machine en garantissant des régimes de soufflante faibles.

[0010] Or, avec un calage très ouvert, les aubes subissent un écoulement aérodynamique turbulent, complètement décollé, qui génère une excitation vibratoire large bande. En particulier sur des aubes à large corde et de grande envergure, l'effort de flexion est intense bien que le régime moteur ne soit pas maximal.

[0011] En raison de cette excitation vibratoire, le pied d'aube est susceptible de battre dans l'alvéole de l'attaque dans laquelle ce pied est reçu. Or, un tel battement risque d'endommager l'aube ou l'attache elle-même.

[0012] Les problématiques exposées ci-dessous pourraient également se rencontrer dans le cas d'un moteur caréné qui comprendrait un calage variable des aubes de soufflante.

[0013] Il a été proposé d'incorporer à une soufflante une cale déformable intercalée en force dans l'alvéole entre le pied d'aube et l'attache. Une telle cale déformable permet de serrer davantage le pied d'aube dans l'alvéole de l'attache, ce qui a pour conséquence de réduire le phénomène de battement décrit plus haut.

[0014] Toutefois, une telle cale déformable n'est pas en mesure d'éliminer efficacement ce phénomène de battement dans des soufflantes à aubes à calage variable et à large corde et/ou de grande envergure, où l'on rencontre des efforts aérodynamiques particulièrement intenses même à des régimes de soufflante faibles.

Exposé de l'invention

[0015] Un but de la présente invention est d'améliorer la résistance à l'endommagement de pieds d'aube ou d'alvéoles dans des soufflantes non-carénées à large corde et/ou de grande envergure.

[0016] Il est dès lors proposé un ensemble pour une aube de turbomachine, l'ensemble comprenant :

- [0017] • une attache définissant une alvéole pour recevoir un pied d'aube, l'attache comprenant deux flancs définissant entre eux un passage donnant dans l'alvéole et formant des butées empêchant le pied de sortir de l'alvéole par le passage,
- une cale adapté pour être reçue dans l'alvéole en même temps que le pied, la cale présentant une première surface d'appui pour venir en appui sur le pied et une deuxième surface d'appui opposée à la première surface d'appui pour venir en appui contre l'attache lorsque la cale est reçue dans l'alvéole.

[0018] Les première et deuxième surfaces d'appui sont fixes l'une par rapport à l'autre. Les première et deuxième surfaces d'appui sont orientées pour qu'un déplacement de la cale dans l'alvéole par rapport à l'attache fasse varier la valeur d'un effort exercé par la cale sur le pied.

- [0019] Le fait que les première et deuxième surfaces d'appui soient fixes l'une par rapport à l'autre permet d'appliquer un effort de serrage beaucoup plus important sur le pied d'aube, notamment dans des régimes de soufflante faibles, comparativement à une cale déformable.
- [0020] Par ailleurs, comme un déplacement de la cale dans l'alvéole par rapport à l'attache fasse varier la valeur de l'effort exercé par la cale sur le pied, la même cale peut avantageusement s'adapter à des éventuelles dispersions de fabrication de l'alvéole.
- [0021] L'ensemble proposé peut également comprendre les caractéristiques optionnelles suivantes, prises seules ou combinées entre elles lorsque cela est techniquement possible.
- [0022] De préférence, l'attache présente une surface de fond contre laquelle la deuxième surface d'appui vient en appui lorsque la cale est reçue dans l'alvéole, et une surface parmi la deuxième surface d'appui et la surface de fond a un profil rectiligne parmi la deuxième surface d'appui et la surface de fond dans un plan parallèle à une direction d'insertion du pied d'aube dans l'alvéole, et l'autre surface a un profil courbe convexe dans ledit plan.
- [0023] De préférence, la surface ayant un profil courbe convexe est la deuxième surface d'appui.
- [0024] De préférence, l'ensemble comprend en outre un dispositif de verrouillage configuré pour verrouiller la cale dans différentes positions relatives à l'attache, l'effort exercé par la cale sur le pied ayant des valeurs différentes dans les différentes positions.
- [0025] De préférence, le dispositif de verrouillage comprend une vis de serrage et un filetage coopérant avec la vis de serrage de sorte qu'une rotation de la vis de serrage entraîne un déplacement de la cale le long de la vis de serrage.
- [0026] De préférence, le dispositif de verrouillage comprend une douille dans laquelle le filetage est formé, dans lequel la cale définit une cavité contenant la douille et adaptée pour bloquer la douille par rapport à la cale dans une direction parallèle à un axe de rotation de la vis de serrage et pour autoriser un jeu de la douille par rapport à la cale dans une direction radiale par rapport à l'axe de rotation de la vis de serrage.
- [0027] De préférence, le dispositif de verrouillage comprend un système d'anti-rotation empêchant la vis de serrage d'être mise en rotation dans un sens provoquant une diminution de l'effort exercé par la cale sur le pied.
- [0028] De préférence, la vis de serrage comprend une tête agencée pour déboucher à l'extérieur de l'alvéole et du dispositif de verrouillage de manière à pouvoir être mise en prise et entraînée en rotation par un outil, lorsque la cale est reçue dans l'alvéole.
- [0029] De préférence, l'attache définit deux accès opposés, au moins un des accès permettant une introduction du pied et de la cale dans l'alvéole, et dans lequel le dispositif de verrouillage comprend deux verrous traversés par la vis de serrage, les

verrous étant agencés pour empêcher la cale de quitter l'alvéole par les accès opposés lorsque la vis de serrage est mise en rotation.

- [0030] De préférence, l'ensemble comprend deux cales, chaque cale présentant une première surface d'appui pour venir en appui sur le pied et une deuxième surface d'appui opposée à la première surface d'appui pour venir en appui contre l'attache lorsque la cale est reçue dans l'alvéole, dans lequel les première et deuxième surfaces d'appui des deux cales sont orientées pour qu'un déplacement d'une des cales dans l'alvéole par rapport à l'autre cale fasse varier la somme des efforts exercé par les deux cales sur le pied.
- [0031] De préférence, l'attache présente deux surfaces de fond contre lesquelles les deuxièmes surfaces d'appui des cales viennent respectivement en appui lorsque la cale est reçue dans l'alvéole, dans lequel les deuxièmes surfaces d'appui ont des pentes différentes, et dans lequel les surfaces de fond ont des pentes différentes.
- [0032] De préférence, le dispositif de verrouillage comprend une vis de serrage et au moins un filetage coopérant avec la vis de serrage de sorte qu'une rotation de la vis de serrage entraîne un déplacement d'une des cales par rapport à l'autre cale le long de la vis de serrage.
- [0033] De préférence, la cale est métallique, par exemple en titane.
- [0034] L'ensemble qui précède peut faire partie d'une soufflante non-carénée, par exemple à calage variable.

Breve description des dessins

- [0035] D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés.
- [0036] [fig.1] La figure 1 représente de manière schématique un exemple de moteur incluant une soufflante non-carénée.
- [0037] [fig.2] La figure 2 est une vue en perspective d'une attache destinée à recevoir un pied d'aube.
- [0038] [fig.3] La figure 3 est une vue de côté d'un dispositif de serrage comprenant des cales, selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0039] [fig.4] La figure 4 est une vue en coupe longitudinale de certaines pièces du dispositif représenté en figure 3.
- [0040] [fig.5]
- [0041] [fig.6]
- [0042] [fig.7] Les figures 5, 6, 7 illustrent schématiquement des profils de certaines surfaces de l'attache de la figure 2 et du dispositif de serrage des figures 3, 4, selon trois modes de réalisation différents.

[0043] [fig.8]

[0044] [fig.9]

[0045] [fig.10] Les figures 8, 9, 10 sont des vues en perspective d'une attache, d'un pied d'aube et d'un dispositif de serrage selon un mode de réalisation, à trois différents stades de leur assemblage.

[0046] Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

Description des modes de réalisation

[0047] Sur la **figure 1**, le moteur 1 représenté est un moteur de type « Open Rotor », en configuration couramment qualifiée de « pusher » (i.e. la soufflante est placée à l'arrière du générateur de puissance avec une entrée d'air située sur le côté, à droite sur la figure 1).

[0048] Le moteur comprend une nacelle 2 destinée à être fixée à un fuselage d'un aéronef, et une soufflante 3 non-carénée. La soufflante 3 comprend deux rotors de soufflante contrarotatifs 4 et 5. Autrement dit, lorsque le moteur 1 est en fonctionnement, les rotors 4 et 5 sont entraînés en rotation par rapport à la nacelle 2 autour d'un même axe de rotation X (qui coïncide avec un axe principal du moteur), en sens opposés.

[0049] Dans l'exemple illustré sur la figure 1, le moteur 1 est un moteur de type « Open Rotor », en configuration « pusher », à rotors de soufflante contrarotatifs. Cependant, l'invention n'est pas limitée à cette configuration. L'invention s'applique également à des moteurs de type « Open Rotor », en configuration « puller » (i.e. la soufflante est placée en amont du générateur de puissance avec une entrée d'air située avant, entre ou juste derrière les deux rotors de soufflante).

[0050] Le moteur peut toutefois présenter une architecture différente, telles qu'une architecture comprenant un rotor de soufflante comprenant des aubes mobiles et un stator de soufflante comprenant des aubes fixes, ou bien un unique rotor de soufflante.

[0051] Le moteur peut avoir une architecture de type turbopropulseur (comprenant un unique rotor de soufflante).

[0052] Le moteur peut être caréné et présenter deux flux et dans lequel une soufflante à calage variable alimente lesdits flux, à savoir le flux primaire et le flux secondaire dans le moteur.

[0053] Sur la figure 1, chaque rotor de soufflante 4, 5 comprend un moyeu 6 monté rotatif par rapport à la nacelle 2 et une pluralité d'aubes 7 fixées au moyeu 6. Les aubes 7 s'étendent sensiblement radialement par rapport à l'axe de rotation X du moyeu.

[0054] Dans la présente demande, l'amont et l'aval sont définis par rapport au sens d'écoulement normal du gaz dans le rotor 4, 5 et à travers la turbomachine. Par ailleurs, on appelle axe X du rotor 4, 5, son axe de rotation. La direction axiale correspond à la direction de l'axe X et une direction radiale est une direction perpendiculaire à cet axe

et passant par lui. Par ailleurs, la direction circonférentielle correspond à une direction perpendiculaire à l'axe X et ne passant pas par lui. Sauf précision contraire, interne et externe, respectivement, 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.

- [0055] En référence à la **figure 2**, la soufflante 3 comprend, pour chaque aube 7, une pièce d'attache 9 ou plus simplement attache 9. L'attache 9 est montée rotative par rapport au moyeu 6 autour d'un axe de calage Y. Plus précisément, l'attache 9 est montée rotative à l'intérieur d'un logement ménagé dans le moyeu 6, par l'intermédiaires de billes ou d'autres éléments roulants.
- [0056] L'attache 9, pouvant porter le nom de pivot dans la littérature, définit une alvéole 10 pour recevoir un pied de l'aube 7, le pied présentant par exemple une forme en queue d'aronde.
- [0057] L'attache 9 comprend notamment deux flancs 12, 14 définissent entre eux une ouverture radiale supérieure de l'alvéole 10, opposée à un fond de l'alvéole 10. Les deux flancs 12, 14 sont inclinés l'un vers l'autre et formant des portées.
- [0058] L'alvéole 10 s'étend dans une direction Z entre deux accès 16, 18 opposés définis par l'attache 9.
- [0059] L'un des deux accès 16, 18 se trouve du côté d'un bord d'attaque de l'aube, et l'autre accès se trouve du côté d'un bord de fuite de l'aube.
- [0060] C'est par l'un ou l'autre de ces accès 16, 18 opposés qu'un pied d'aube peut être engagé dans l'alvéole 10, par coulissement.
- [0061] Les deux flancs 12, 14 présentent des surfaces donnant dans la cavité qui sont cylindriques (dont les génératrices sont parallèles à l'axe Z).
- [0062] Les deux flancs 12, 14 comprennent deux parois mutuellement en regard et parallèles définissant une gorge 20 au fond de l'alvéole 10.
- [0063] Contrairement aux surfaces des flancs 12, 14, le fond de l'alvéole 10 n'est pas de profil rectiligne dans un plan parallèle au plan (Y, Z). Dans la suite, on appellera profil « sagittal » le profil d'une partie de l'attache dans un plan parallèle au plan (Y, Z).
- [0064] Le fond de l'alvéole 10 comprend deux surfaces de fond 22, 24 présentant des pentes différentes (ces pentes seront discutées plus en détail plus loin).
- [0065] Les deux surfaces de fond sont situées dans la gorge 20 entre les deux accès 16, 18.
- [0066] L'attache est en titane.
- [0067] En référence à la **figure 3**, un dispositif de serrage comprend deux cales 26a, 26b.
- [0068] La cale 26a est adaptée pour être reçue dans l'alvéole 10 en même temps qu'un pied d'aube, entre le pied et le fond de l'alvéole 10.
- [0069] La cale 26a présente une première surface d'appui 28a pour venir en appui sur un pied d'aube reçu dans l'alvéole 10, et une deuxième surface 30a d'appui opposée à la

première surface d'appui 28a pour venir en appui contre l'attache lorsque la cale 26a est reçue dans l'alvéole 10.

- [0070] La première surface d'appui 28a est fixe par rapport à la deuxième surface d'appui 28b. La cale est d'une seule pièce (monobloc) et rigide.
- [0071] La première surface d'appui 28a et la deuxième surface d'appui 30a sont orientées l'une par rapport à l'autre pour qu'un déplacement de la cale 26a dans l'alvéole 10 par rapport à l'attache 9 fasse varier la valeur d'un effort exercé par la cale 26a sur le pied, notamment dans une direction radiale parallèle à l'axe Y.
- [0072] La première surface d'appui 28a est destinée à venir en appui contre une surface libre inférieure du pied. La première surface d'appui 28a est par exemple de forme complémentaire à cette surface libre inférieure du pied.
- [0073] La première surface d'appui 28a a un profil sagittal rectiligne de manière à pouvoir prendre appui sur un pied dont la surface libre est de profil sagittal également rectiligne.
- [0074] De préférence, la cale 26a comprend un revêtement appliqué sur sa deuxième surface d'appui 28a visant à réduire la friction entre la cale et le fond de l'alvéole 10. Ce revêtement est par exemple en carbone amorphe (Diamond Like Carbon en anglais) qui présente l'avantage d'être à la fois dur et flexible.
- [0075] Similairement, la cale 26b présente une première surface d'appui 28b pour venir en appui sur un pied d'aube reçu dans l'alvéole 10, et une deuxième surface 30b d'appui opposée à la première surface d'appui 28b pour venir en appui contre l'attache lorsque la cale 26b est reçue dans l'alvéole 10.
- [0076] Les surfaces 28b, 30b présentent les mêmes propriétés que les surfaces 28a, 30a susmentionnées.
- [0077] La deuxième surface d'appui 30a de la cale 26a est destinée à venir en appui contre l'une des surfaces de fond (par exemple la surface 20), tandis que la deuxième surface d'appui 30b de l'autre cale 26b est destinée à venir en appui contre l'autre surface de fond (par exemple la surface 22) ou vice-versa.
- [0078] Les cales 26a, 26b sont typiquement en titane.
- [0079] Les premières surfaces d'appui 28a, 28b et les deuxièmes surfaces d'appui 30a, 30b des deux cales 26a, 26b sont par ailleurs orientées pour qu'un déplacement d'une des cales dans l'alvéole 10 par rapport à l'autre cale fasse varier la somme des efforts radiaux exercé par les deux cales sur un pied d'aube reçu dans l'alvéole 10, notamment dans une direction parallèle à l'axe Y.
- [0080] La soufflante 3 comprend par ailleurs un dispositif de verrouillage configuré pour verrouiller au moins une des cales dans différentes positions relatives à l'attache, l'effort radial exercé par la cale sur le pied ayant des valeurs différentes dans les différentes positions.

- [0081] Le dispositif de verrouillage comprend une vis de serrage 32.
- [0082] La vis de serrage 32 comprend une tête 34 susceptible d'être mise en prise et entraînée en rotation par un outil (par exemple un tournevis).
- [0083] La vis de serrage est en acier.
- [0084] En référence à la **figure 4**, les cales 26a, 26b définissent deux passages traversants 36a, 36b dans lesquels la vis de serrage 32 est engagée simultanément.
- [0085] Le dispositif de verrouillage comprend par ailleurs, pour chaque cale, un filetage coopérant avec la vis de serrage 32 de sorte qu'une rotation de la vis de serrage entraîne un déplacement de la cale le long de la vis de serrage 32.
- [0086] Les filetages peuvent être directement formés dans les cales 26a, 26b. Toutefois, de préférence et comme illustré en figure 4, le dispositif de verrouillage comprend deux douilles 38a, 38b dans lesquelles les deux filetages sont formés. Les douilles 38a, 38b forment des bagues qui s'étendant dans les passages 36a, 36b entre la vis de serrage 32 et les cales (chaque douille entourant un tronçon de la vis de serrage 32 et étant elle-même entourée par l'une des cales).
- [0087] Les deux filetages coopèrent avec la vis de serrage 32 de sorte qu'une rotation de la vis de serrage 32 entraîne un déplacement de la cale 26a par rapport à l'autre cale 26b le long de la vis de serrage 32. A cet effet, il est possible de prévoir dans la vis de serrage 32 deux tronçons différents ayant des filetages de sens opposés coopérant respectivement avec les filetages des douilles 38a, 38b. Ainsi, lorsque la vis de serrage 32 est mise en rotation dans un premier sens (ou sens de serrage), les deux cales 26a, 26b se rapprochent l'une de l'autre, et lorsque la vis de serrage 32 est mise en rotation dans un deuxième sens (ou sens de desserrage) opposé au premier sens, les deux cales 26a, 26b s'éloignent l'une de l'autre.
- [0088] Chaque cale 26a, 26b comprend des moyens pour bloquer axialement la douille dans l'axe du passage correspondant dans lequel elle est logée. Ces moyens de blocage axial comprennent par exemple sur la vis 32 des bourrelets d'arrêt 320 prévus pour être engagés dans une butée axiale 220 aménagée en saillie dans l'alvéole 10. Ainsi, lorsque la vis de serrage 32 est mise en rotation par rapport à une cale, la cale se déplace le long de l'axe de la vis de serrage 32 par rapport à cette dernière.
- [0089] Une fois la vis de serrage 32 couplée aux cales 26a, 26b, les premières surfaces d'appui 28a, 28b respectives des deux cales 26a, 26b sont parallèles entre elles et alignées de sorte à pouvoir prendre appui simultanément sur une surface libre cylindrique d'un pied d'aube.
- [0090] Les deuxième surfaces d'appui 30a, 30b présentent par ailleurs des pentes différentes.
- [0091] La deuxième surface d'appui 30a et la surface de fond avec laquelle elle est en contact lorsque la cale est dans l'alvéole 10, par exemple la surface de fond 20, ont une

pente en commun.

- [0092] Similairement, la deuxième surface d'appui 30b et la surface de fond avec laquelle elle est en contact lorsque la cale est dans l'alvéole 10, par exemple la surface de fond 22, ont une pente en commun.
- [0093] Les deuxièmes surfaces d'appui 30a, 30b et les surfaces de fond 22, 24 peuvent avoir des profils sagittaux différents.
- [0094] Dans un premier mode de réalisation illustré en **figure 5**, les deuxièmes surfaces d'appui 30a, 30b ont un profil sagittal rectiligne et les surfaces de fond 22, 24 ont également un profil sagittal rectiligne.
- [0095] Dans un deuxième mode de réalisation illustré en **figure 6**, les deuxièmes surfaces d'appui 30a, 30b ont un profil sagittal courbe convexe et les surfaces de fond 22, 24 ont également un profil sagittal rectiligne.
- [0096] Dans un troisième mode de réalisation illustré en **figure 7**, les deuxièmes surfaces d'appui 30a, 30b ont un profil sagittal rectiligne et les surfaces de fond 22, 24 ont également un profil courbe convexe.
- [0097] Le deuxième mode de réalisation et le troisième mode de réalisation ont pour avantage, par rapport au premier mode de réalisation, d'éviter la survenance d'arc-boutement d'une des cales au cours de son déplacement dans l'alvéole 10 qui empêcherait la cale d'adopter une position stable lui permettant d'exercer un effort approprié sur le pied d'aube.
- [0098] Le deuxième mode de réalisation présente l'avantage supplémentaire par rapport au troisième mode de réalisation d'être plus facile à fabriquer.
- [0099] Dans les trois modes de réalisations qui précèdent, le fond de l'alvéole 10 est globalement convexe. Dans ce cas, les deux surfaces de fond 22, 24 forment ensemble une protubérance et sont reliées l'une à l'autre en une ligne formant un sommet de la protubérance.
- [0100] De retour à la figure 2, le dispositif de verrouillage comprend par ailleurs deux verrous 40a, 40b agencés pour empêcher chaque cale 26a, 26b de quitter l'alvéole 10 par les accès opposés 26, 18.
- [0101] Les deux verrous 40a, 40b sont traversés par la vis de serrage.
- [0102] Les verrous 40a, 40b sont dimensionnés pour obstruer au moins partiellement les deux accès 16, 18 opposés à l'alvéole 10.
- [0103] Le verrou 40a comprend deux parties : une partie inférieure 42a et une partie supérieure 44a.
- [0104] La partie inférieure 42a définit partiellement un passage traversant pour la vis de serrage 32. La partie supérieure 44a définit également partiellement ce même passage. Le passage traversant du verrou 40a est formé par assemblage de ses deux parties 42a et 42b.

- [0105] Le verrou 40b comprend deux parties : une partie inférieure 42b et une partie supérieure 44b similaires aux parties 42a et 44a.
- [0106] Les orifices traversants définis par les verrous 40a, 40b et traversés par la vis de serrage 32 sont de préférence de dimensions adaptées pour autoriser un jeu radial de la vis 32, c'est-à-dire que la vis 32 engagée dans l'un de ces passages peut se déplacer légèrement dans une direction parallèle à l'axe Y, par rapport au verrou 40a ou 40b correspondant.
- [0107] Les verrous 40a, 40b peuvent être en titane ou en acier selon leur épaisseur.
- [0108] La tête 34 de la vis de serrage 32 débouche à l'extérieur de l'alvéole 10 et du dispositif de verrouillage (notamment hors des verrous 40a, 40b) de manière à pouvoir être mise en prise et entraînée en rotation par un outil, lorsque la cale est reçue dans l'alvéole 10.
- [0109] Le dispositif de verrouillage comprend par ailleurs des moyens de fixation de chaque verrou 40a, 40b à l'attache 9.
- [0110] Ces moyens de fixation comprennent par exemple des vis de fixation 46a, 46b (typiquement deux par verrou) et des trous taraudés dans les verrous et dans l'attache, trous taraudés dans lequel les vis de fixation 46a, 46b sont reçues.
- [0111] Le dispositif de verrouillage peut également comprendre un système d'anti-rotation (non illustré) empêchant la vis de serrage d'être mise en rotation dans un sens provoquant une diminution de l'effort exercé par le dispositif de serrage sur le pied. Le système d'anti-rotation peut par exemple comprendre une goupille susceptible d'être passée radialement en travers de la vis de serrage 32, voire également d'un des verrous 40a, 40b, afin de bloquer la vis de serrage en rotation 32 relativement à l'attache 9 et/ou à l'un des verrous 40a, 40b.
- [0112] L'assemblage de l'attache 9, d'une aube, et du dispositif de serrage comprend les étapes suivantes.
- [0113] L'ensemble formé par les cales 26a, 26b et la vis de serrage 32 est insérée dans l'alvéole 10 par l'un quelconque des deux accès opposés définis par l'attache 9, de sorte que les deuxièmes surfaces d'appui 30a, 30b des deux cales 26a, 26b reposent respectivement sur les deux surfaces de fond de l'alvéole 10.
- [0114] Les parties inférieures 42a, 42b des verrous 40a, 40b sont placées ensuite entre la vis de serrage 32 et l'attache 9, devant chacun des deux accès opposés 16, 18 (voir **figure 8**), en soulevant légèrement la vis de serrage 32.
- [0115] Un pied d'aube 11 est ensuite engagé dans l'alvéole 10 par l'un des deux accès opposés 16, 18 dans la direction Z, de sorte que le pied d'aube 11 repose sur les premières surfaces d'appui 28a, 28b des cales 26a, 26b. Une fois positionnée dans l'alvéole 10, l'aube traverse le passage supérieur de l'alvéole 10 ménagé entre les deux flancs de l'attache. Le pied d'aube 11 présente une forme en queue d'aronde lui

permettant d'être bloqué radialement dans l'alvéole 10 parallèlement à l'axe radial Y par les flancs 12, 14 (voir **figure 9**) en favorisant la retenue de l'aube en centrifuge.

- [0116] Les deux parties supérieures 44a, 44b des verrous sont ensuite placées sur les parties inférieures 42a, 42b des verrous. Les verrous 40a, 40b sont fixés à l'attache au moyen des vis de fixation (voir **figure 10**).
- [0117] Les deux verrous 40a, 40b ainsi formés empêchent les cales 26a, 26b, voire le pied d'aube 11, de sortir de l'alvéole 10 par les deux accès opposés.
- [0118] La vis de serrage 32 est mise en rotation au moyen d'un outil mis en prise avec la tête 34 dans un premier sens (sens de serrage). Cette rotation entraîne un rapprochement mutuel des deux cales 40a, 40b dans l'axe de la vis (parallèle à l'axe Z de l'alvéole 10) puisque les douilles 38a, 38b avec lesquelles la vis de serrage 32 coopère sont bloquées axialement relativement aux cales 26a, 26b. Dans le même temps, en raison des pentes des deuxièmes surfaces d'appui 30a, 30b et des surfaces de fond 22, 24, les cales 26a, 26b viennent exercer un effort sur le pied d'aube 11 dans une direction radiale parallèle à l'axe Y, de telle sorte que le pied d'aube 11 est serré entre les deux flancs et les cales. En faisant tourner la vis de serrage est tournée dans le premier sens, la valeur l'effort imprimé par les cales 26a, 26b sur le pied d'aube 11 est augmentée.
- [0119] Similairement, lorsque la vis de serrage 32 est mise en rotation dans un deuxième sens opposé au premier sens (sens de desserrage), cette rotation entraîne un éloignement mutuel des deux cales 26a, 26b. Dans le même temps, en raison des pentes des deuxièmes surfaces d'appui 30a, 30b et des surfaces de fond 22, 24, l'effort exercé sur le pied d'aube 11 par les cales 26a, 26b dans la direction radiale est diminué.
- [0120] En définitive, l'effort cumulé exercé par les deux cales 26a, 26b sur le pied d'aube 11 est fonction des paramètres suivants :
- [0121] - les profils des deuxièmes surfaces d'appui 30a, 30b et des surfaces de fond 22, 24,
- [0122] - le pas de la vis de serrage 32,
- [0123] - la valeur de coefficients de friction entre la vis de serrage 32 et les douilles 38a, 38b, et entre les cales 26a, 26b et l'attache 9.
- [0124] Dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, le dispositif de verrouillage n'est pas obligatoire bien qu'avantageux pour éviter que les cales 26a, 26b ne sortent de l'alvéole 10 au cours du serrage. En effet, une fois que les cales 26a, 26b sont positionnées dans l'alvéole, elles se rapprochent encore au cours du serrage si bien qu'on peut éviter une telle sortie (pourvu qu'aucun desserrage excessif ne soit effectué).
- [0125] La présence de deux cales n'est en outre pas obligatoire, bien qu'avantageux car permet de répartir de manière plus homogène l'effort de serrage global exercé sur le pied d'aube 11.
- [0126] Les douilles 38a, 38b sont facultatives, car les filetages coopérant avec la vis de

serrage 32 peuvent être formés directement dans les cales 26a, 26b. Il peut être prévu une seule cale plutôt que deux.

[0127] Seule une des cales 26a, 26b peut coopérer avec la vis de serrage 32 via un filetage, tandis que l'autre cale peut être axialement bloquée par rapport à la vis de serrage. Ainsi, la présence de deux filetages qui coopèrent avec la vis de serrage 32 n'est pas davantage obligatoire. Un unique filetage peut suffire.

[0128] Dans les modes de réalisations illustrés, le fond de l'alvéole 10 est globalement convexe, si bien que les cales (lorsqu'il y en a deux) se rapprochent l'une de l'autre au cours du serrage. En variante, il peut être envisagé que les surfaces de fond 22, 24 forment ensemble une concavité au fond de l'alvéole 10, de sorte qu'une augmentation de l'effort de serrage exercé par les cales sur le pied d'aube 11 survient lorsque les deux cales sont éloignées l'une de l'autre.

Revendications

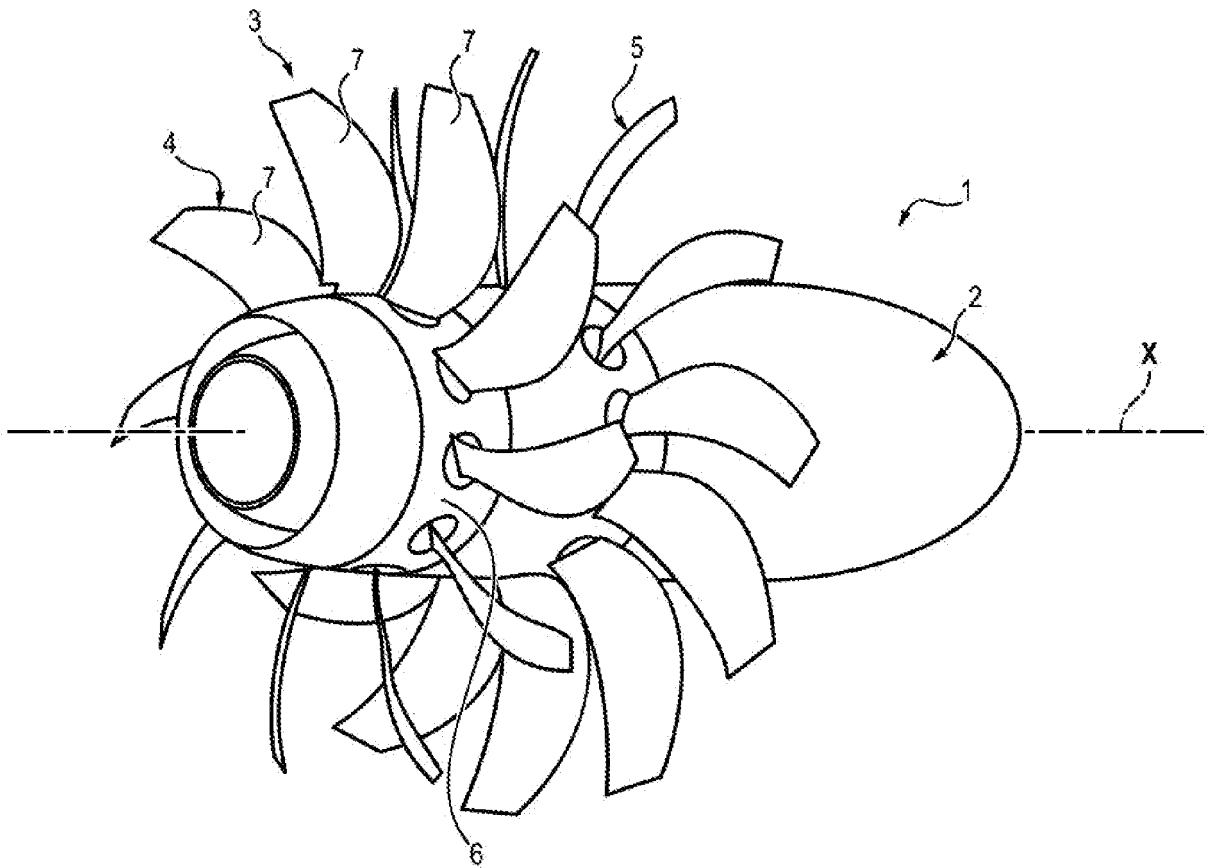
- [Revendication 1] Ensemble pour une aube de turbomachine, l'ensemble comprenant :
- une attache (9) définissant une alvéole (10) pour recevoir un pied (11) d'aube, l'attache (9) comprenant deux flancs définissant entre eux un passage donnant dans l'alvéole (10) et formant des butées empêchant le pied (11) de sortir de l'alvéole (10) par le passage,
 - une cale (26a, 26b) adapté pour être reçue dans l'alvéole (10) en même temps que le pied (11), la cale (26a, 26b) présentant une première surface d'appui (28a, 28b) pour venir en appui sur le pied (11) et une deuxième surface d'appui (30a, 30b) opposée à la première surface d'appui (28a, 28b) pour venir en appui contre l'attache (9) lorsque la cale (26a, 26b) est reçue dans l'alvéole,
- l'ensemble étant caractérisé les première et deuxième surfaces d'appui sont fixes l'une par rapport à l'autre, et orientées pour qu'un déplacement de la cale (26a, 26b) dans l'alvéole (10) par rapport à l'attache (9) fasse varier la valeur d'un effort exercé par la cale (26a, 26b) sur le pied (11).
- [Revendication 2] Ensemble selon la revendication précédente, dans lequel l'attache (9) présente une surface de fond (22, 24) contre laquelle la deuxième surface d'appui (30a, 30b) vient en appui lorsque la cale (26a, 26b) est reçue dans l'alvéole (10), et dans lequel une surface parmi la deuxième surface d'appui (30a, 30b) et la surface de fond a un profil rectiligne parmi la deuxième surface d'appui (30a, 30b) et la surface de fond dans un plan parallèle à une direction d'insertion du pied d'aube dans l'alvéole (10), et l'autre surface a un profil courbe convexe dans ledit plan.
- [Revendication 3] Ensemble selon la revendication précédente, dans lequel la surface ayant un profil courbe convexe est la deuxième surface d'appui (30a, 30b).
- [Revendication 4] Ensemble selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre un dispositif de verrouillage configuré pour verrouiller la cale (26a, 26b) dans différentes positions relatives à l'attache (9), l'effort exercé par la cale (26a, 26b) sur le pied (11) ayant des valeurs différentes dans les différentes positions.
- [Revendication 5] Ensemble selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif de verrouillage comprend une vis de serrage (32) et un filetage coopérant avec la vis de serrage (32) de sorte qu'une rotation de la vis de serrage (32) entraîne un déplacement de la cale (26a, 26b) le long de la vis de

- serrage (32).
- [Revendication 6] Ensemble selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif de verrouillage comprend une douille (38a, 38b) dans laquelle le filetage est formé, dans lequel la cale (26a, 26b) définit une cavité contenant la douille (38a, 38b) et adaptée pour bloquer la douille (38a, 38b) par rapport à la cale (26a, 26b) dans une direction parallèle à un axe de rotation de la vis de serrage (32) et pour autoriser un jeu de la douille par rapport à la cale (26a, 26b) dans une direction radiale par rapport à l'axe de rotation de la vis de serrage (32).
- [Revendication 7] Ensemble selon l'une des revendications 5 et 6, dans lequel le dispositif de verrouillage comprend un système d'anti-rotation empêchant la vis de serrage (32) d'être mise en rotation dans un sens provoquant une diminution de l'effort exercé par la cale (26a, 26b) sur le pied (11).
- [Revendication 8] Ensemble selon l'une des revendications 5 à 7, dans lequel la vis de serrage (32) comprend une tête (34) agencée pour déboucher à l'extérieur de l'alvéole (10) et du dispositif de verrouillage de manière à pouvoir être mise en prise et entraînée en rotation par un outil, lorsque la cale (26a, 26b) est reçue dans l'alvéole (11).
- [Revendication 9] Ensemble selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'attache (9) définit deux accès opposés (16, 18), au moins un des accès permettant une introduction du pied (11) et de la cale (26a, 26b) dans l'alvéole (10), et dans lequel le dispositif de verrouillage comprend deux verrous (40a, 40b) traversés par la vis de serrage (32), les verrous (40a, 40b) étant agencés pour empêcher la cale (26a, 26b) de quitter l'alvéole (10) par les accès opposés (16, 18) lorsque la vis de serrage (32) est mise en rotation.
- [Revendication 10] Ensemble selon l'une des revendications précédentes, comprenant deux cales (26a, 26b), chaque cale (26a, 26b) présentant une première surface d'appui (28a, 28b) pour venir en appui sur le pied (11) et une deuxième surface d'appui (30a, 30b) opposée à la première surface d'appui (28a, 28b) pour venir en appui contre l'attache (9) lorsque la cale (26a, 26b) est reçue dans l'alvéole, dans lequel les première et deuxième surfaces d'appui (28a, 28b, 30a, 30b) des deux cales (26a, 26b) sont orientées pour qu'un déplacement d'une des cales (26a, 26b) dans l'alvéole (10) par rapport à l'autre cale (26a, 26b) fasse varier la somme des efforts exercé par les deux cales (26a, 26b) sur le pied (11).
- [Revendication 11] Ensemble selon la revendication précédente, dans lequel l'attache (9) présente deux surfaces de fond (22, 24) contre lesquelles les deuxièmes

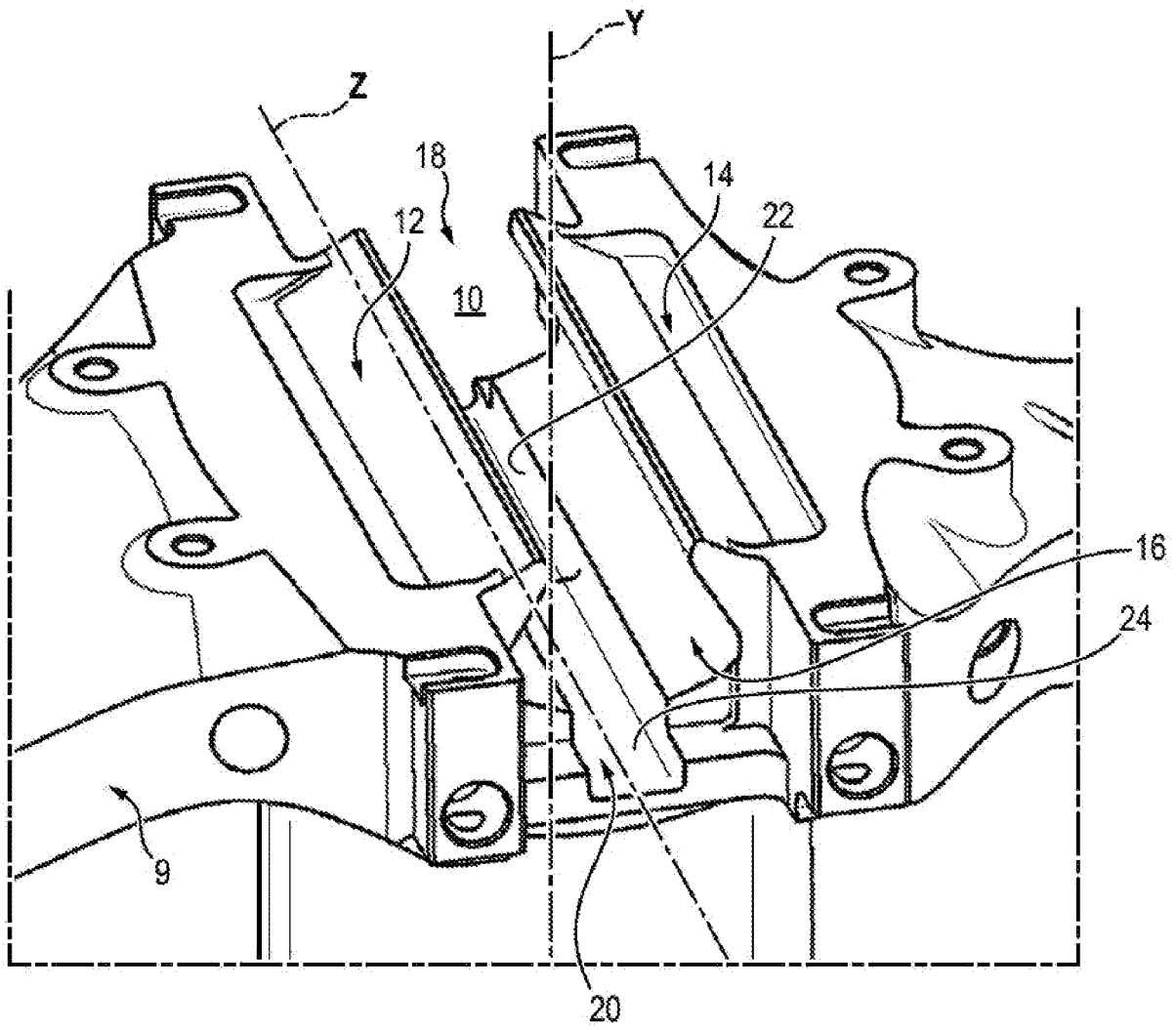
surfaces d'appui des cales (26a, 26b) viennent respectivement en appui lorsque la cale (26a, 26b) est reçue dans l'alvéole, dans lequel les deuxièmes surfaces d'appui ont des pentes différentes, et dans lequel les surfaces de fond (22, 24) ont des pentes différentes.

- [Revendication 12] Ensemble selon l'une des revendications 10 et 11, dans lequel le dispositif de verrouillage comprend une vis de serrage (32) et au moins un filetage coopérant avec la vis de serrage (32) de sorte qu'une rotation de la vis de serrage (32) entraîne un déplacement d'une des cales (26a) par rapport à l'autre cale (26b) le long de la vis de serrage (32).
- [Revendication 13] Ensemble selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la cale (26a, 26b) est métallique, par exemple en titane.
- [Revendication 14] Soufflante non-carénée (3), par exemple à calage variable, comprenant un ensemble selon l'une des revendications précédentes.

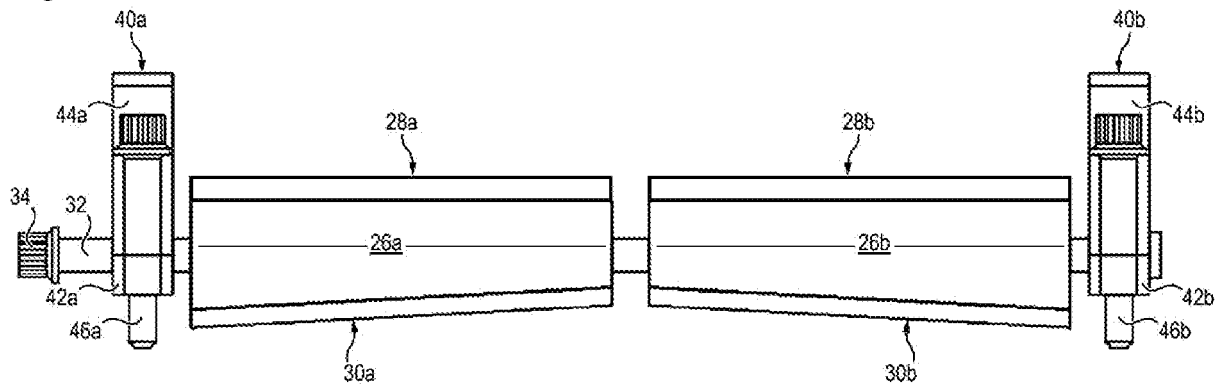
[Fig. 1]



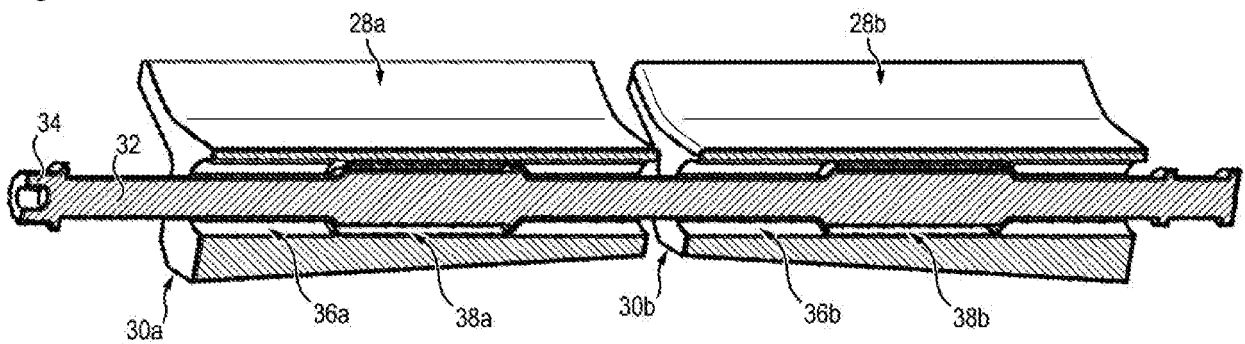
[Fig. 2]



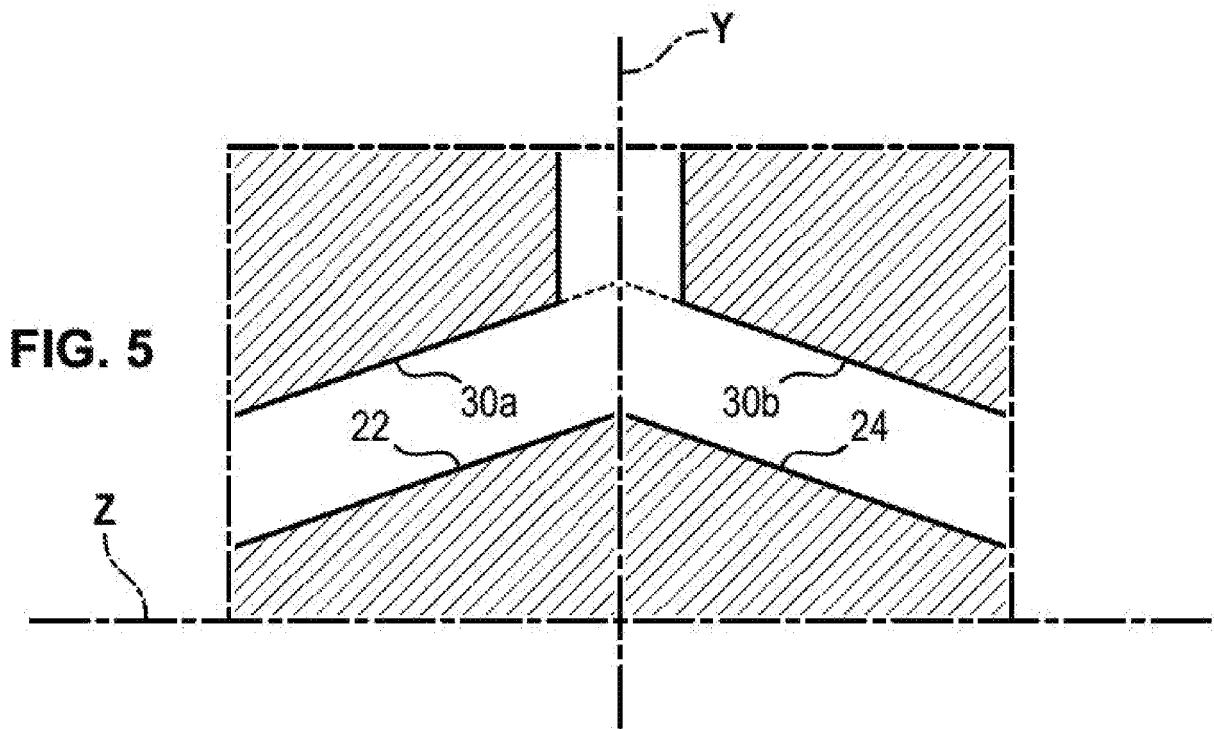
[Fig. 3]



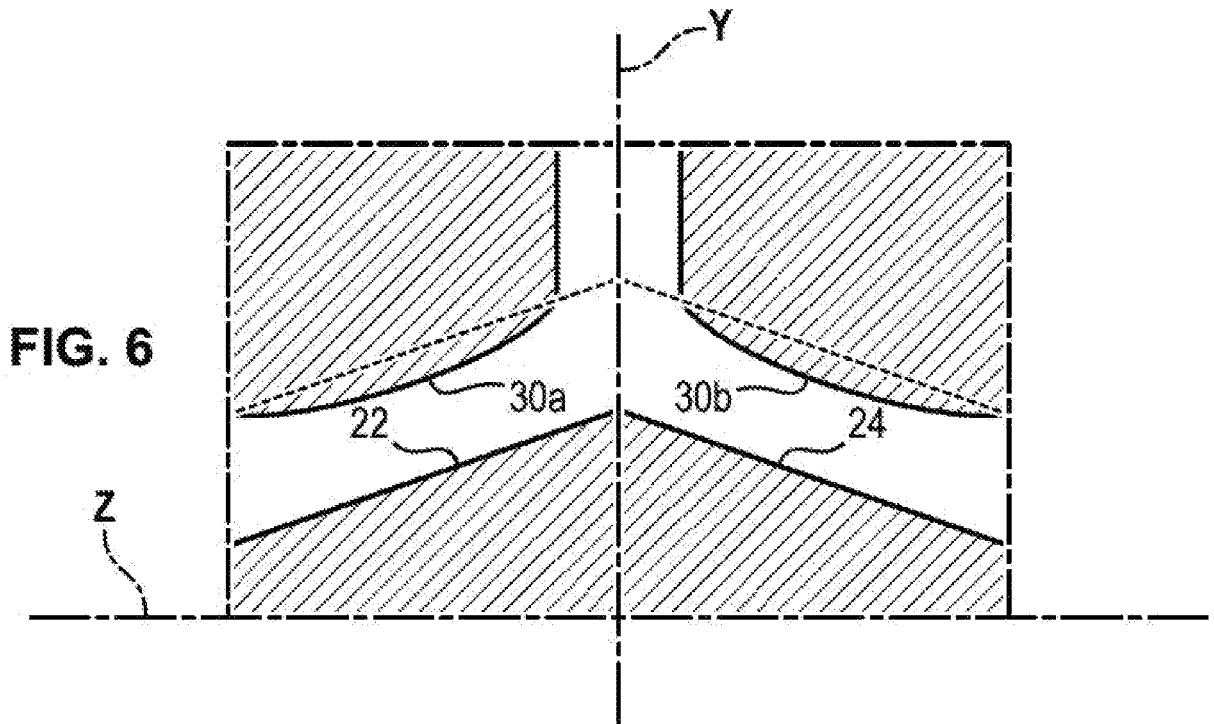
[Fig. 4]



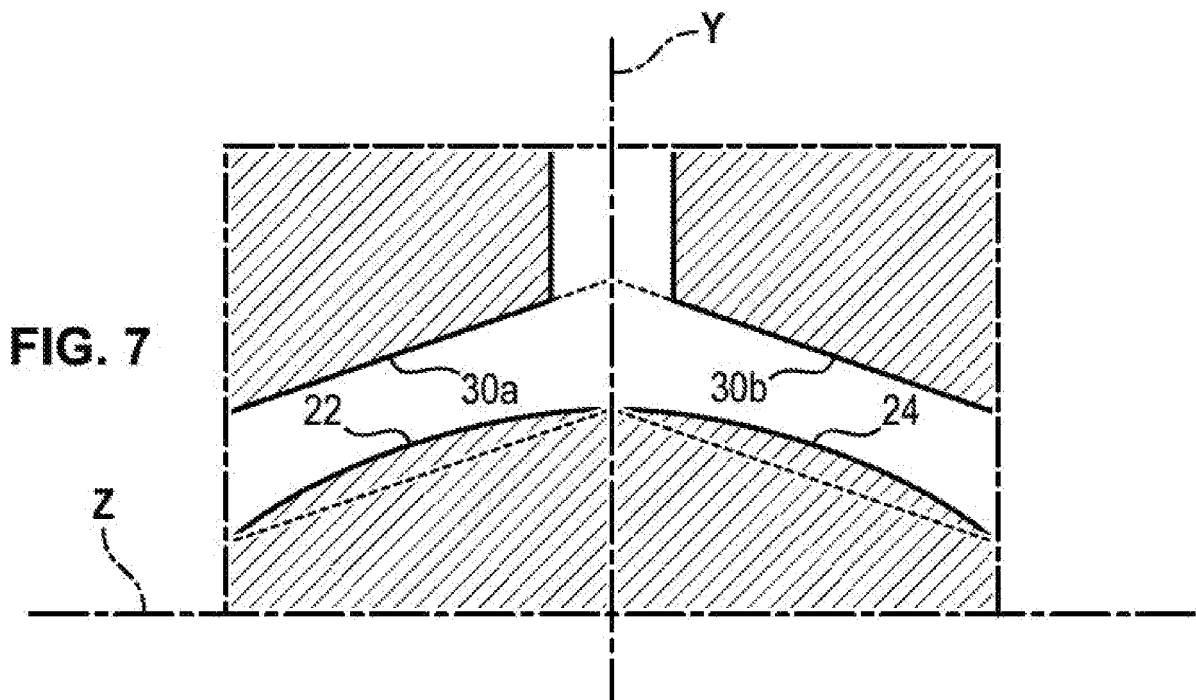
[Fig. 5]



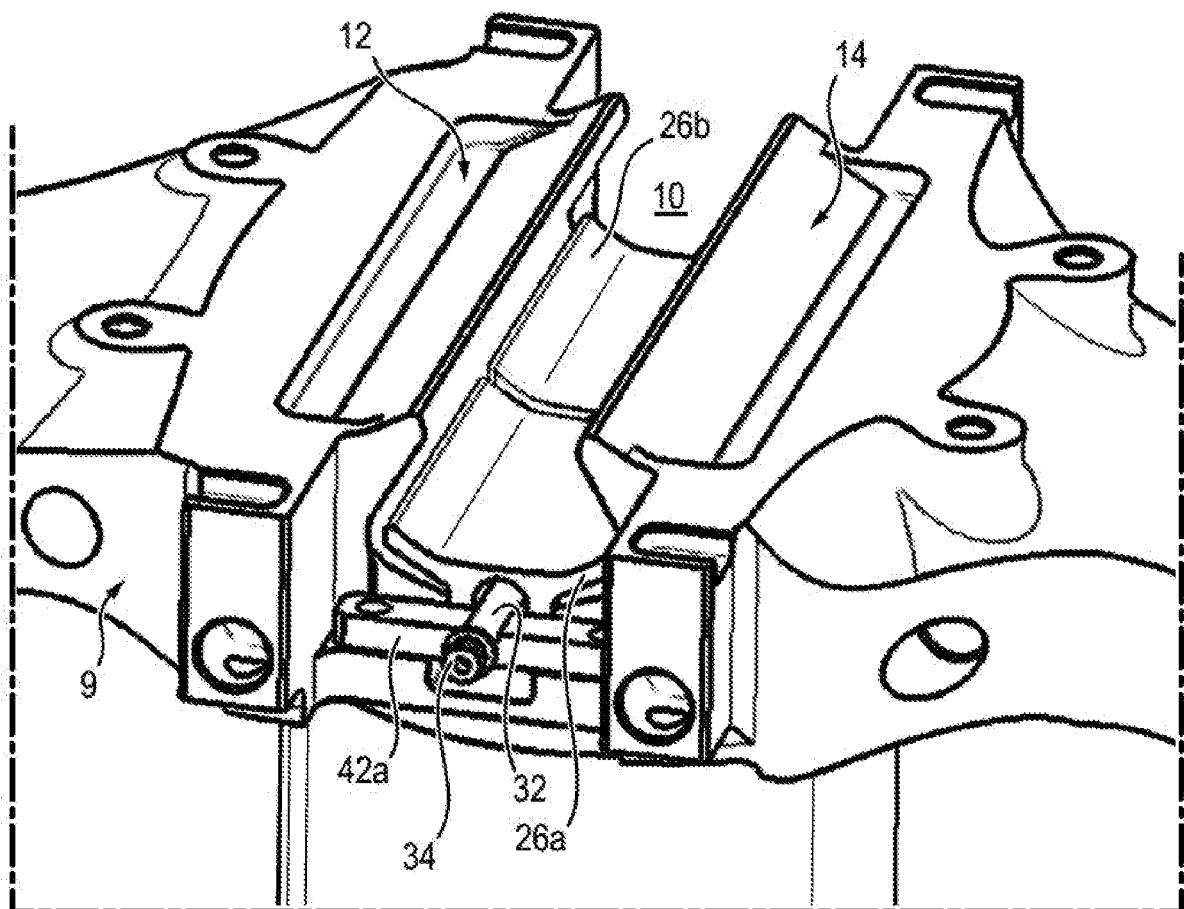
[Fig. 6]



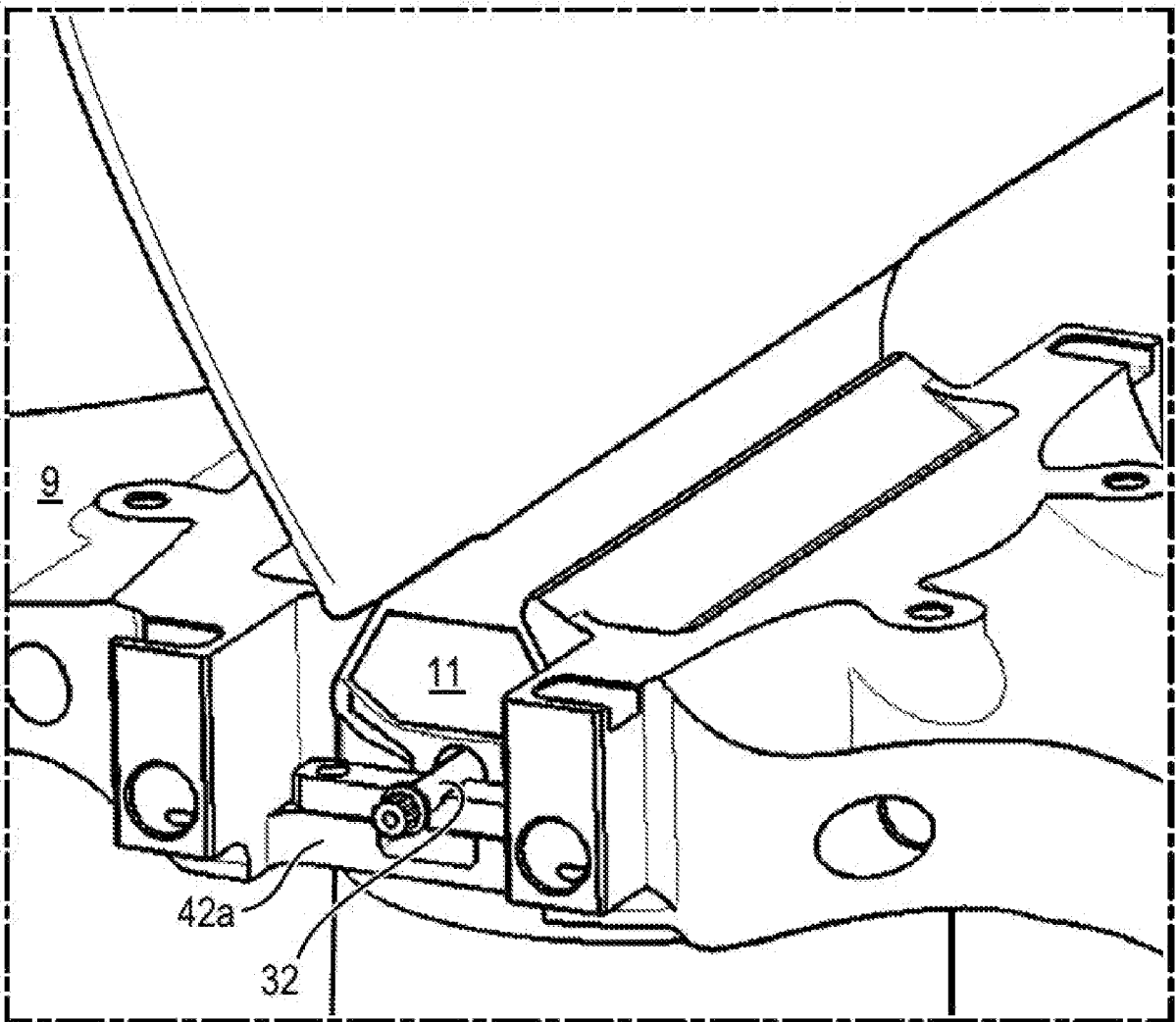
[Fig. 7]



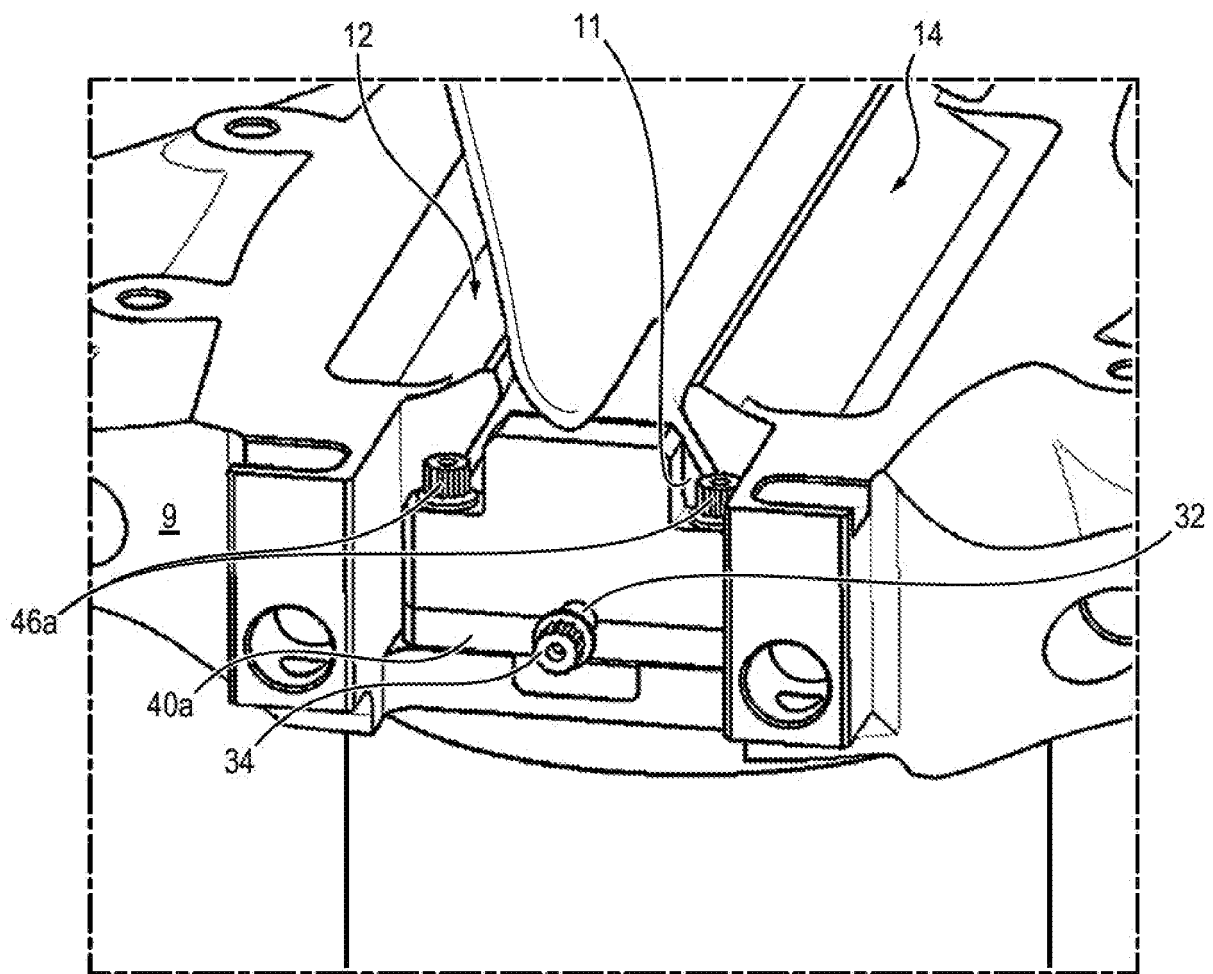
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 873153
FR 1911661

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2009/324414 A1 (HELMIS THOMAS [DE] ET AL) 31 décembre 2009 (2009-12-31)	1-5,7-14	F01D5/30 F01D5/14
A	* revendications 11-17; figures 1-7 * * alinéa [[0025]] - alinéa [[0026]] *	6	
X	EP 2 009 245 A1 (SNECMA [FR]) 31 décembre 2008 (2008-12-31)	1,10,11,14	
A	* revendications 1-3; figures 1-4 *	4-9,12,13	
X	FR 2 996 584 A1 (SNECMA [FR]) 11 avril 2014 (2014-04-11)	1,10-14	
A	* revendications 1-5; figures 6-7 *	2-9	
A	EP 1 382 800 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 21 janvier 2004 (2004-01-21) * le document en entier *	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64C F04D F01D B64D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
10 juin 2020		Binet, Giovanni	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1911661 FA 873153**

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 **10-06-2020**

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 2009324414	A1	31-12-2009	AT 459786 T	15-03-2010
			CN 101506475 A	12-08-2009
			EP 1892380 A1	27-02-2008
			EP 2076656 A1	08-07-2009
			JP 2010501765 A	21-01-2010
			US 2009324414 A1	31-12-2009
			WO 2008022890 A1	28-02-2008

EP 2009245	A1	31-12-2008	CA 2634942 A1	26-12-2008
			EP 2009245 A1	31-12-2008
			FR 2918129 A1	02-01-2009
			JP 5496476 B2	21-05-2014
			JP 2009008079 A	15-01-2009
			US 2009004017 A1	01-01-2009
			US 2013259695 A1	03-10-2013

FR 2996584	A1	11-04-2014	FR 2996584 A1	11-04-2014
			US 2014099205 A1	10-04-2014

EP 1382800	A2	21-01-2004	EP 1382800 A2	21-01-2004
			US 2004013528 A1	22-01-2004
