

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 30.12.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.07.24 Bulletin 24/27.

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 CERAMICS Société ano-
nyme — FR.

72 Inventeur(s) : GIMAT Matthieu Arnaud, LEPRETRE
Gilles Gérard Claude, CARLIN Maxime François Roger
et GUILBAUD Freddy Guy.

73 Titulaire(s) : SAFRAN CERAMICS Société anonyme.

74 Mandataire(s) : BREVALEX.

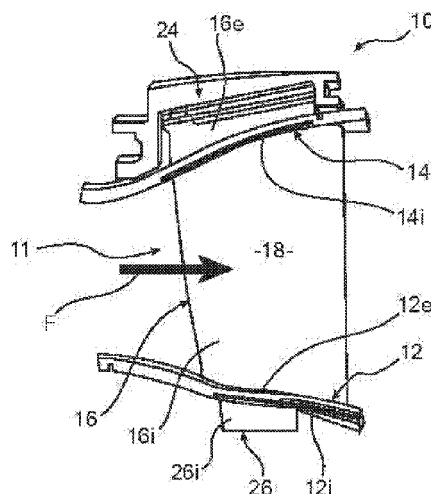
54 Procédé d'assemblage d'un secteur d'anneau d'un distributeur de turbine sur une structure fixe de la
turbine, et secteur d'anneau associé.

57 Procédé d'assemblage d'un secteur d'anneau de dis-
tributeur sur une structure fixe d'une turbine, et secteur d'an-
neau associé

L'invention concerne un procédé d'assemblage d'un
secteur d'anneau (10) d'un distributeur d'une turbine, le sec-
teur d'anneau comprenant un aubage fixe (11) et un mât
(26) à insérer dans un logement intérieur (20) de l'aubage
fixe, le mât comportant une platine à fixer à une structure
fixe (24) de la turbine, le procédé comportant :

une étape de mesure, au cours de laquelle un position-
nement du secteur d'anneau par rapport à la structure fixe
est déterminé ; une étape de détermination d'une rectifica-
tion à appliquer à une interface entre la platine du mât et la
structure fixe pour obtenir un positionnement nominal du
secteur d'anneau ; et une étape de rectification de l'interface
entre la platine du mât et la structure fixe, conformément à
la rectification à appliquer déterminée précédemment.

Figure pour l'abrégé : Figure 1



Description

Titre de l'invention : Procédé d'assemblage d'un secteur d'anneau d'un distributeur de turbine sur une structure fixe de la turbine, et secteur d'anneau associé

Domaine technique

[0001] L'invention concerne de manière générale les turbomachines, notamment les turbomoteurs aéronautiques. Elle concerne plus précisément un procédé d'assemblage d'un secteur d'anneau d'un distributeur de turbine sur une structure fixe d'une turbine de turbomachine, le secteur d'anneau pouvant en particulier comprendre un aubage fixe en matériau composite à matrice céramique.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] Une amélioration des performances des turbomachines et une réduction de leurs émissions polluantes conduisent à envisager des températures de fonctionnement de plus en plus élevées.

[0003] Pour des éléments de parties chaudes de turbomachines, il a donc été proposé d'utiliser des matériaux composites à matrice céramique, également dénommés matériaux CMC.

[0004] Les matériaux CMC sont typiquement formés d'un renfort fibreux en fibres réfractaires, telles que des fibres de carbone ou de céramique, densifié par une matrice en céramique ou au moins partiellement en céramique.

[0005] De tels matériaux CMC possèdent des propriétés thermo-structurales remarquables, c'est-à-dire des propriétés mécaniques les rendant aptes à constituer notamment des éléments de structure et une capacité à conserver de telles propriétés à des températures élevées.

[0006] De surcroît, les matériaux CMC ont une masse volumique bien inférieure à celle des matériaux métalliques, utilisés traditionnellement pour des éléments de parties chaudes de turbomachines.

[0007] Un distributeur de turbine métallique présente une forme de couronne composée de plusieurs secteurs assemblés, chaque secteur comprenant une aube qui comporte une plateforme intérieure, une plateforme extérieure et une pale s'étendant entre la plateforme intérieure et la plateforme extérieure et fixée à celles-ci. Un secteur de distributeur de turbine métallique peut parfois comprendre plusieurs pales s'étendant chacune entre une plateforme intérieure et une plateforme extérieure du secteur de distributeur, au lieu d'une seule pale.

[0008] Les plateformes intérieures juxtaposées forment une virole intérieure et les plateformes extérieures juxtaposées forment une virole extérieure. La virole intérieure et

la virole extérieure délimitent une veine d'écoulement de gaz dans le distributeur de turbine.

[0009] Introduire un distributeur de turbine en matériaux CMC, par exemple un distributeur de turbine haute pression, permet d'augmenter la température maximale tolérée par rapport à un distributeur de turbine métallique.

[0010] Ainsi, un distributeur de turbine en matériaux CMC a moins besoin d'être refroidi, ce qui permet également de diminuer la quantité d'air de refroidissement utilisée. Cela permet ainsi d'augmenter les performances de la turbomachine.

[0011] Il est connu également, que le distributeur de turbine comporte en outre des mâts de renforcement métalliques, chaque mât s'étendant radialement à l'intérieur d'un logement intérieur traversant l'aube. Un tel agencement permet une fixation du distributeur de turbine à une structure fixe de la turbine.

[0012] Le positionnement et le montage de l'aube et du mât s'effectuent notamment par une mise en contact de l'aube et du mât au niveau de portions respectives en vis-à-vis. En particulier, le mât peut comporter des portions en saillie par rapport à une paroi principale du mât, les portions en saillie s'étendant perpendiculairement à un axe principal du mât, chaque portion en saillie venant en appui en un point d'une surface interne de l'aube qui délimite le logement intérieur.

[0013] Pour obtenir un bon positionnement de l'aube par rapport à la structure fixe de la turbine, il est connu de réaliser des ajustements par usinage des portions du mât qui viennent en contact avec l'aube, par exemple les portions en saillie.

[0014] Un tel usinage des portions en saillie peut toutefois s'avérer être insuffisant pour rattraper des écarts dimensionnels pouvant être importants. Il est alors nécessaire d'usiner, en outre, la surface interne de l'aube. Or, le matériau CMC est très dur et la surface interne de l'aube est difficile d'accès. En outre, l'épaisseur de l'aube qui peut être usinée est relativement réduite. En pratique, les possibilités d'ajustements sont donc limitées.

[0015] L'invention a pour but de proposer un procédé permettant d'obtenir un positionnement correct de l'aube par rapport à la structure fixe de la turbine.

Exposé de l'invention

[0016] L'invention propose :

[0017] un procédé d'assemblage d'un secteur d'anneau d'un distributeur d'une turbine sur une structure fixe de la turbine, le secteur d'anneau comprenant un aubage fixe et un mât, la turbine définissant une direction axiale et une direction radiale,

[0018] l'aubage fixe comportant une plateforme intérieure, une plateforme extérieure et une pale s'étendant radialement entre la plateforme intérieure et la plateforme extérieure et présentant un profil creux définissant un logement intérieur qui s'étend radialement et

qui débouche radialement au moins d'un côté externe de l'aubage fixe,

[0019] le mât étant conformé pour venir se loger dans le logement intérieur de l'aubage fixe et comportant une platine à une extrémité externe du mât, la platine étant destinée à être fixée à la structure fixe,

[0020] le procédé comportant :

- une étape de positionnement du secteur d'anneau, au cours de laquelle le mât est inséré dans le logement intérieur de l'aubage fixe et la platine du mât est fixée sur la structure fixe;
- une étape de mesure, au cours de laquelle un positionnement du secteur d'anneau par rapport à la structure fixe est déterminé;
- une étape de détermination d'une rectification à appliquer à une interface entre la platine du mât et la structure fixe;
- une étape de rectification de l'interface entre la platine du mât et la structure fixe, conformément à la rectification à appliquer déterminée précédemment; et
- une étape d'assemblage du secteur d'anneau sur la structure fixe de la turbine.

[0021] Au niveau de l'interface entre la platine du mât et la structure fixe, la rectification est relativement aisée dans la mesure où cette interface est facilement accessible, et où le mât et la structure fixe sont généralement en métal, ce qui facilite leur usinage. En outre, l'ampleur de la rectification peut être relativement importante puisque l'épaisseur de la platine du mât est moins sujette aux contraintes aérodynamiques que l'aubage fixe.

[0022] Par interface entre la platine et la structure fixe on désigne un ensemble comprenant : la platine, une pièce intercalaire optionnelle pouvant être située entre la platine et la structure fixe, ainsi qu'une partie de la structure fixe en contact avec la platine, ou en contact avec la pièce intercalaire en question si la pièce intercalaire est présente.

[0023] La rectification peut comprendre un usinage, par exemple par abrasion ou fraisage. Il est également possible de peler une partie pelable du mât, de la structure fixe ou de la pièce intercalaire.

[0024] Le procédé d'assemblage qui vient d'être présenté peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, considérées seules ou selon toutes les combinaisons techniquement envisageables :

- l'étape de mesure comprend une mesure de positions de différents points de l'aubage fixe dans un repère lié à la structure fixe. Cette mesure peut notamment être réalisée à l'aide d'une machine à mesurer tridimensionnelle ou d'un appareil de stéréovision ;
- la rectification à appliquer est une rectification de la platine du mât ou une rectification d'une partie de la structure fixe en contact avec la platine lorsque la platine est fixée sur la structure fixe. Il est aussi possible de prévoir une rec-

- tification d'une pièce intercalaire située entre la platine et la structure fixe ;
- la rectification de la platine est :
 - une rectification d'une surface d'appui de la platine, surface d'appui destinée à venir en contact avec la structure fixe, ou
 - un perçage ou une rectification d'orifices de fixation permettant de fixer la platine sur la structure fixe ;
- la rectification à appliquer est déterminée :
 - en fonction du positionnement du secteur d'anneau par rapport à la structure fixe déterminé lors de l'étape de mesure,
 - et en fonction d'un positionnement nominal du secteur d'anneau par rapport à la structure fixe à obtenir à l'issue du procédé d'assemblage. La rectification à appliquer est déterminée de manière à obtenir, après rectification, un positionnement corrigé du secteur d'anneau par rapport à la structure fixe qui est plus proche du positionnement nominal visé que le positionnement mesuré initialement, lors de l'étape de mesure ;
- le mât est métallique ;
- la structure fixe est métallique ;
- l'aubage fixe est en matériau composite à matrice céramique ;
- une dimension initiale présentée par la platine avant l'étape de rectification, par exemple une épaisseur initiale ou une longueur initiale de la platine ou encore une largeur initiale de la platine, est supérieure d'au moins un dixième de millimètre, voire supérieure d'au moins cinq dixièmes de millimètre à une dimension nominale correspondante de la platine.

[0025] La dimension nominale, qui est en quelque sorte une dimension théorique de la platine, est par exemple spécifiée dans un plan représentant le secteur d'anneau assemblé sur la structure fixe. Dans le plan en question, le secteur d'anneau est supposé sans défaut de fabrication, c'est-à-dire sans écart d'exécution par rapport aux cotes visées, même si le plan peut comprendre des indications de tolérances mécaniques.

[0026] La platine présente ainsi une surépaisseur, ou une sur-longueur, égale à l'écart entre la dimension initiale et la dimension nominale correspondante. Cette surépaisseur permet de rectifier la platine par usinage par enlèvement de matière, pour corriger le positionnement de l'aubage par rapport à la structure fixe.

[0027] La valeur de surépaisseur ou de sur-longueur mentionnée ci-dessus est supérieure à 0,1mm, voire supérieure à 0,5mm, ou encore comprise entre 0,1 mm et 2 mm. Elle permet généralement de rectifier suffisamment la platine pour corriger les écarts de positionnement constatés, écarts qui sont rarement supérieurs à 0,5 mm en pratique.

- [0028] La surépaisseur ou la sur-longueur en question pourrait néanmoins être supérieure à 1 mm ou même 2 mm, selon la précision de fabrication de l'aubage fixe et du mât.
- [0029] La présente invention concerne aussi un secteur d'anneau d'un distributeur d'une turbine, destiné à être assemblé sur une structure fixe de la turbine, la turbine définissant une direction axiale et une direction radiale, le secteur d'anneau comprenant un aubage fixe et un mât, l'aubage fixe comportant une plateforme intérieure, une plateforme extérieure et une pale s'étendant radialement entre la plateforme intérieure et la plateforme extérieure et présentant un profil creux définissant un logement intérieur qui s'étend radialement et qui débouche radialement au moins d'un côté externe de l'aubage fixe, le mât étant agencé pour venir se loger dans le logement intérieur de l'aubage fixe et comportant une platine à une extrémité externe du mât, la platine étant destinée à être fixée à la structure fixe, le secteur d'anneau étant apte à être assemblé sur la structure fixe de la turbine conformément au procédé d'assemblage décrit ci-dessus.
- [0030] La platine du mât peut en particulier présenter une certaine surépaisseur ou sur-longueur par rapport à une dimension théorique, nominale de la platine, comme expliqué plus haut. Ainsi, une dimension initiale présentée par la platine avant l'étape de rectification, par exemple une épaisseur initiale ou une longueur initiale de la platine, est supérieure d'au moins un dixième de millimètre, voire supérieure d'au moins cinq dixièmes de millimètre, à une dimension nominale correspondante de la platine.
- [0031] On peut prévoir aussi que le mât comporte une paroi principale comportant des moyens d'appui contre lesquels une paroi interne de la pale est en contact. Les moyens d'appui peuvent comporter une pluralité d'ergots faisant saillie par rapport à une paroi principale du mât.
- [0032] L'aubage fixe du secteur d'anneau peut comporter une bride à une extrémité externe de l'aubage fixe, la bride prenant appui sur la platine du mât, la platine comportant des orifices et la bride comportant des orifices correspondants situés en regard des orifices de la platine.

Brève description des dessins

- [0033] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit d'un mode de réalisation non limitatif de l'invention en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- La [Fig.1] est une vue schématique en coupe d'un secteur d'anneau d'un distributeur de turbine selon un mode de réalisation de l'invention ;
 - La [Fig.2] est une représentation en perspective éclatée du secteur d'anneau représenté en [Fig.1] montrant une aube et un mât du secteur d'anneau ;

- La [Fig.3] est une représentation en perspective de l'aube et du mat représentés à la [Fig.2], assemblés sur une virole externe de support de la turbomachine selon un procédé d'assemblage de l'invention ;
- La [Fig.4] est une vue de détail d'une extrémité extérieure de l'ensemble comportant l'aube et le mât représentés aux figures 2 et 3, assemblés, montrant un exemple de rectification d'une extrémité extérieure du mât ; et
- La [Fig.5] est une vue de détail de l'extrémité extérieure de l'ensemble comportant l'aube et le mât représentés aux figures 2 et 3, assemblés, montrant des orifices de fixation du mât sur la virole externe de support.

[0034] **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

- [0035] La [Fig.1] est une vue schématique en coupe d'un secteur d'anneau 10 d'un distributeur de turbine, notamment pour une turbine haute pression d'une turbomachine, par exemple un turbomoteur aéronautique.
- [0036] Le secteur d'anneau 10 comprend une aube 11, également appelée « aubage fixe », s'étendant selon une direction radiale. L'aube 11 comprend une plateforme intérieure 12, une plateforme extérieure 14 et une pale 16. La pale 16 est la partie de l'aube 11 s'étendant selon la direction radiale entre la plateforme intérieure 12 et la plateforme extérieure 14, depuis une extrémité intérieure 16i de la pale jusqu'à une extrémité extérieure 16e de la pale. Par ailleurs, la pale 16 est fixée à la plateforme intérieure 12 et à la plateforme extérieure 14.
- [0037] Par rapport à un axe de rotation de la turbine, la plateforme intérieure 12 s'étend axialement et circonférentiellement depuis l'extrémité interne 16i de la pale 16, et la plateforme extérieure 14 s'étend axialement et circonférentiellement depuis l'extrémité externe 16e de la pale 16. On notera que, dans le présent document, les directions radiale et axiale sont définies relativement à l'axe de rotation de la turbine.
- [0038] L'aube est formée en matériau CMC.
- [0039] Le distributeur de turbine est constitué d'un assemblage d'une pluralité de tels secteurs d'anneau 10 pour former une unique couronne de distributeur de turbine présentant une virole intérieure formée par la juxtaposition des plateformes intérieures 12 et une virole extérieure formée par la juxtaposition des plateformes extérieures 14.
- [0040] La virole intérieure et la virole extérieure délimitent entre elles une veine 18, permettant un écoulement de fluide, à l'intérieur de laquelle un flux gazeux F s'écoule lors du fonctionnement de la turbine.
- [0041] Dans la description de l'invention, les termes « amont » et « aval » sont utilisés en référence au sens d'écoulement du flux gazeux F dans la veine 18 indiqué par une flèche.
- [0042] La plateforme intérieure 12 présente une surface extérieure 12e destinée à être en contact avec le flux gazeux F. La surface extérieure 12e est donc disposée radialement

en regard de la plateforme extérieure 14 formant la virole extérieure.

[0043] La plateforme intérieure 12 présente en outre une surface intérieure 12i disposée en regard de l'axe de rotation de la turbine.

[0044] Par ailleurs, la plateforme extérieure 14 présente une surface intérieure 14i destinée à être en contact avec le flux gazeux F. La surface intérieure 14i est donc disposée radialement en regard de la plateforme intérieure 12 formant la virole intérieure et en regard de l'axe de rotation de la turbine.

[0045] . L'aube 11 s'étend radialement depuis une extrémité intérieure 11i de l'aube 11 jusqu'à une extrémité extérieure 11e de l'aube 11.. L'aube 11 s'étend radialement, vers l'extérieur, au-delà de la plateforme extérieure 14. L'extrémité extérieure 11e de l'aube fait ainsi saillie vers l'extérieur, par rapport à la plateforme extérieure 14. Par ailleurs, l'aube 11 peut s'étendre radialement, vers l'intérieur, au-delà de la plateforme intérieure 12. Il sera compris que l'invention n'est pas limitée à une telle aube 11 et que l'aube peut ne s'étendre radialement qu'entre la plateforme intérieure 12 et la plateforme extérieure 14.

[0046] Selon l'invention, l'aube 11 possède un profil creux formant un logement intérieur 20, visible à la [Fig.2]. Le logement intérieur 20 s'étend entre l'extrémité intérieure 11i et l'extrémité extérieure 11e de l'aube 11.

[0047] Le logement intérieur 20 débouche radialement vers l'extérieur.. Il comporte ainsi une ouverture 42 située au niveau de l'extrémité extérieure 11e de l'aube 11. Dans l'exemple représenté, le logement intérieur 20 débouche aussi vers l'intérieur, au niveau de l'extrémité intérieure 11i de l'aube. Le logement intérieur 20 traverse ainsi l'aube 11 de part en part, radialement.

[0048] Le secteur d'anneau 10 comprend en outre un mât 26 s'étendant dans une direction radiale par rapport à l'axe de rotation de la turbine. Le mât 26 est destiné à venir s'insérer dans le logement intérieur 20 de l'aube 11. Le mât 26 est de préférence métallique.

[0049] Le mât 26 est creux pour permettre notamment d'amener de l'air dans une cavité disposée radialement à l'intérieur de la virole intérieure délimitée par la plateforme intérieure 12. Une telle configuration permet de pressuriser la virole intérieure et d'éviter que le flux gazeux circulant dans la veine 18 ne s'échappe vers la cavité disposée radialement à l'intérieur de la virole intérieure. En effet, une telle fuite réduirait la performance de la turbomachine et augmenterait le risque de surchauffe des pièces.

[0050] A cette fin, le mât 26 comporte une cavité interne 28 s'étendant, selon la direction radiale, entre une extrémité intérieure 26i du mât 26 et une extrémité extérieure 26e du mât 26.

[0051] Tel que présenté sur la [Fig.2], le mât 26 comporte une paroi principale 30 s'étendant radialement entre l'extrémité intérieure 26i et l'extrémité extérieure 26e du mât 26. La

paroi principale 30 délimite la cavité interne 28 du mât 26.

- [0052] Lorsque le mât 26 est inséré dans le logement intérieur 20 de l'aube 11, la paroi principale 30 s'étend radialement sur toute la longueur radiale du logement intérieur 20 de l'aube 11.
- [0053] Selon un mode particulier de réalisation, tel que présenté sur les figures 1 et 3, l'extrémité intérieure 26i du mât 26 peut faire saillie radialement par rapport à l'extrémité intérieure 11i de l'aube 11. Par ailleurs, l'extrémité extérieure 26e du mât 26 fait saillie radialement par rapport à l'extrémité extérieure 11e de l'aube 11.
- [0054] L'extrémité extérieure 26e du mât 26 est fixée à une structure fixe de la turbine, en l'occurrence à une virole externe de support 24 solidaire d'un carter de la turbine. Dans l'exemple de la [Fig.2], l'extrémité extérieure 26e est formée d'une platine 26p s'étendant selon un plan perpendiculaire à un axe principal du mât 26.
- [0055] Le mât 26 comporte des ergots 32 répartis sur la paroi principale 30 en faisant saillie par rapport à celle-ci.
- [0056] Lorsque le mât 26 est inséré dans l'aube 11, une paroi interne du logement intérieur 20 de l'aube 11 est en contact contre les ergots 32, réalisant ainsi un positionnement de l'aube 11 vis-à-vis du mât 26.
- [0057] De préférence, les ergots 32 sont répartis sur la paroi principale 30 du mât 26, de sorte à obtenir un positionnement isostatique de l'aube 11 par rapport au mât 26. Par exemple, la paroi principale 30 du mât 26 comporte six ergots 32 répartis pour former un plan de contact, une ligne de contact et un point de contact entre l'aube 11 et le mât 26.
- [0058] En variante, l'aube 11 pourrait être positionnée par rapport au mât 26 par des organes de positionnement autres que des ergots, par exemple par des nervures ou des veines faisant saillie par rapport à la paroi principale 30 du mât, ou par un ensemble comprenant à la fois des nervures et des ergots. Comme on peut le voir sur les figures 2 et 5, l'extrémité extérieure 11e de l'aube 11 comporte une bride 36. En particulier, la bride 36 s'étend dans un plan perpendiculaire à un axe principal de l'aube 11. Dans le mode de réalisation représenté sur les figures, la bride 36 prend appui sur la platine 26p du mât, lorsque le mât 26 est inséré, en position d'usage, dans l'aube 11.
- [0059] Des pions de centrage ou d'alignement (non frettés), reliant l'extrémité extérieure 26e du mât et l'extrémité extérieure 11e de l'aube, peuvent participer au positionnement de l'aube 11 par rapport au mât 26. Dans ce cas, la platine 26p comprend des orifices 38' (voir la [Fig.5]) et la bride 36 de l'aube comprend des orifices correspondants 38'' (voir la [Fig.2]), situés en vis-à-vis des orifices 38' lorsque le mât 26 est inséré, en position d'usage, dans l'aube 11. Chaque pion de centrage ou d'alignement est monté alors dans l'un des orifices 38' et dans l'orifice correspondant 38''. Les pions de centrage ou d'alignement sont montés avec un léger jeu à froid, pour

permettre une dilatation différentielle de l'aube 11 par rapport au mât 26.

[0060] Par ailleurs, l'extrémité extérieure 26e du mât 26 comporte des orifices de fixation 38, aptes à assurer une fixation du mât 26 à la virole externe de support 24, en étant traversés par des tiges filetées pour une fixation par boulonnage ou par des pions frettés pour la fixation du mât 26 à la virole externe de support 24 de la turbine 10.

[0061] La fabrication de l'aube 11 et du mât 26 implique des écarts dimensionnels de ces composants ne permettant pas d'avoir, de manière certaine, un positionnement relatif correct de l'aube 11 et du mât 26 par rapport à la virole externe de support 24. En particulier, une inclinaison de l'aube 11 par rapport à la virole externe de support 24, et donc une orientation de l'aube 11 dans la veine 18 peut être différente d'une orientation nominale souhaitée, à obtenir à l'issue de l'assemblage.

[0062] Pour corriger de tels écarts de positionnement, l'aube 11 et le mât 26 sont assemblés, c'est-à-dire montés ou fixés, ensemble et sur la structure fixe de la turbine selon un procédé d'assemblage décrit ci-après.

[0063] Le procédé d'assemblage comprend au moins une étape de positionnement, au cours de laquelle l'aube 11 et le mât 26 sont positionnés l'un par rapport à l'autre, en particulier montés l'un avec l'autre.

[0064] Plus particulièrement, l'aube 11 est positionnée autour du mât 26. A cet effet, au cours de l'étape de positionnement, le mât 26 est introduit dans le logement intérieur 20 de l'aube 11.

[0065] Par exemple, l'introduction du mât 26 dans le logement intérieur 20 de l'aube 11 s'effectue par un emmanchement le long de l'axe principal de l'aube 11 à partir de l'extrémité extérieure 16e, ouverte, de l'aube 11.

[0066] Lorsque le mât 26 est reçu dans l'aube, les ergots 32 de la paroi principale 30 du mât 26 viennent en appui contre la paroi interne du logement intérieur 20 de l'aube, réalisant ainsi un positionnement de l'aube par rapport au mât 26.

[0067] Par ailleurs, au cours de l'étape de positionnement, la platine 26p du mât est fixée à la virole externe de support 24.

[0068] Le procédé d'assemblage comprend ensuite une étape de mesure, au cours de laquelle un positionnement du secteur d'anneau 10, plus précisément un positionnement de l'aube 11, par rapport à la virole externe de support 24 est déterminé. Le positionnement en question peut être défini par exemple par :

- trois angles repérant une orientation de l'aube 11 par rapport à la virole externe de support 24, et par
- trois coordonnées, par exemple cartésiennes, repérant une position de l'aube 11 par rapport à la virole externe de support 24 le long de trois axes.

[0069] L'étape de mesure comprend une mesure de positions de différents points de l'aube 11 dans un repère lié à la virole externe de support 24. Cette mesure peut notamment

être réalisée à l'aide d'une machine à mesurer tridimensionnelle ou d'un appareil de stéréovision.

[0070] Le procédé comprend ensuite une étape de détermination d'une rectification à appliquer à une interface entre la platine 26p du mât et la virole externe de support 24.

[0071] La rectification à appliquer comprend par exemple :

- une rectification d'une surface d'appui 26s de la platine 26p, surface d'appui destinée à venir en contact avec la virole externe de support 24 ou avec une pièce intercalaire intercalée entre la platine 26p et la virole externe de support 24 et/ou
- une rectification ou un perçage des orifices de fixation 38 qui traversent la platine 26p et qui sont destinés à fixer la platine à la virole externe de support 24.

[0072] La rectification à appliquer est déterminée :

- en fonction du positionnement de l'aube 11 par rapport à la virole externe de support 24, déterminé lors de l'étape de mesure,
- et en fonction d'un positionnement nominal de l'aube 11 par rapport à la virole externe de support 24,

[0073] de manière à obtenir, après rectification, un positionnement corrigé de l'aube par rapport à la virole externe de support qui est plus proche du positionnement nominal visé que le positionnement mesuré initialement, lors de l'étape de mesure.

[0074] A titre d'exemple, l'aube 11 peut présenter une erreur de balancement tangentiel, c'est-à-dire être inclinée, autour d'un axe parallèle à l'axe de rotation de la turbine, d'un angle d'inclinaison mesuré différent d'un angle d'inclinaison nominal. L'angle d'inclinaison mesuré est déterminé sur la base des mesures réalisées lors de l'étape de mesure.

[0075] Pour corriger l'erreur de balancement tangentiel, la surface d'appui 26s de la platine 26p peut être rectifiée de manière à obtenir une surface d'interface 40 ([Fig.4]) qui présente une inclinaison de compensation, autour d'un axe parallèle à l'axe de rotation de la turbine, par rapport à la surface d'appui 26s présentée par la platine avant rectification. L'inclinaison de compensation peut être égale à l'opposé de l'écart entre l'angle d'inclinaison mesuré et l'angle d'inclinaison nominal de l'aube, pour compenser l'erreur de balancement tangentiel. Sur la [Fig.4], qui est une vue de détail de l'extrémité extérieure 11e de l'aube et du mât inséré dans l'aube, la ligne en pointillés P désigne la limite de la rectification à appliquer, pour obtenir la surface d'interface 40 en question.

[0076] L'aube 11 peut aussi présenter une erreur de balancement axial, c'est-à-dire être inclinée, autour d'un axe ortho-radial, d'un angle différent de celui correspondant à un assemblage nominal. L'erreur de balancement axial peut être corrigée elle aussi en

rectifiant la surface d'appui 26s de la platine 26p, de manière à obtenir une surface d'interface inclinée par rapport à la surface d'appui présentée initialement par la platine, avant rectification.

- [0077] L'aube 11 peut aussi présenter une erreur de calage, c'est-à-dire être inclinée autour de l'axe radial d'un angle différent de celui correspondant à un assemblage nominal. Elle peut aussi présenter une erreur de position, en termes de position cartésienne. L'erreur de calage peut être corrigée en rectifiant les positions des orifices de fixation 38. L'erreur de position peut être corrigée aussi en rectifiant les positions des orifices de fixation 38, ou en rectifiant de manière uniforme l'épaisseur de la platine, pour ce qui de la position le long de l'axe radial.
- [0078] Le procédé comprend ensuite, une étape de rectification de l'interface entre la platine 26p du mât et la virole externe de support 24, conformément à la rectification à appliquer déterminée précédemment.
- [0079] Dans l'exemple décrit ici, la rectification à appliquer est une rectification de la platine. Pour permettre cette rectification, la platine 26p présente, avant l'étape de rectification, une épaisseur initiale supérieure d'au moins un dixième de millimètre, voire supérieure d'au moins cinq dixièmes de millimètre à une épaisseur nominale correspondante de la platine. Cette surépaisseur permet d'usiner la platine par enlèvement de matière, de manière à corriger les écarts de positionnement précédemment identifiés. La platine 26p peut aussi présenter une longueur ou une largeur, avant rectification, supérieure d'au moins un dixième de millimètre, voire supérieure d'au moins cinq dixièmes de millimètre à une longueur ou largeur nominale de la platine.
- [0080] L'étape de rectification peut aussi comprendre un perçage dans la platine 26p, des orifices 38' présentés plus haut, et un contreperçage de la bride 36, à travers les orifices 38', pour réaliser les orifices correspondants 38'', situés en vis-à-vis des orifices 38'.
- [0081] Enfin, après avoir rectifié l'interface entre la platine et la virole externe de support 24, le secteur d'anneau 10 est monté et assemblé sur la virole externe de support 24. Grâce à un tel procédé, le contact entre l'aube 11 et le mât 26 s'effectue au niveau de deux parties brutes de ces deux composants. Il n'y a donc pas d'ajout de fragilité sur l'aube, ni sur le mât 26. En variante, l'étape de rectification pourrait toutefois comprendre aussi une rectification des moyens d'appui, en l'occurrence des ergots présents sur mât, voire une rectification de la paroi interne de l'aube.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé d'assemblage d'un secteur d'anneau (10) d'un distributeur d'une turbine sur une structure fixe (24) de la turbine, le secteur d'anneau comprenant un aubage fixe (11) et un mât (26), la turbine définissant une direction axiale et une direction radiale,
- l'aubage fixe (11) comportant une plateforme intérieure (12), une plateforme extérieure (14) et une pale (16) s'étendant radialement entre la plateforme intérieure (12) et la plateforme extérieure (14) et présentant un profil creux définissant un logement intérieur (20) qui s'étend radialement et qui débouche radialement au moins d'un côté externe de l'aubage fixe (11),
- le mât (26) étant conformé pour venir se loger dans le logement intérieur (20) de l'aubage fixe (11) et comportant une platine (26p) à une extrémité externe (26e) du mât, la platine (26p) étant destinée à être fixée à la structure fixe (24),
- le procédé comportant :
- une étape de positionnement du secteur d'anneau (10), au cours de laquelle le mât (26) est inséré dans le logement intérieur (20) de l'aubage fixe (11) et la platine (26p) du mât est fixée sur la structure fixe (24) ;
 - une étape de mesure, au cours de laquelle un positionnement du secteur d'anneau (10) par rapport à la structure fixe (24) est déterminé ;
 - une étape de détermination d'une rectification à appliquer à une interface entre la platine (26p) du mât et la structure fixe (24) ;
 - une étape de rectification de l'interface entre la platine du mât et la structure fixe, conformément à la rectification à appliquer déterminée précédemment; et
 - une étape d'assemblage du secteur d'anneau (10) sur la structure fixe (24) de la turbine.
- [Revendication 2] Procédé d'assemblage selon la revendication 1, dans lequel l'étape de mesure comprend une mesure de positions de différents points de l'aubage fixe (11) dans un repère lié à la structure fixe (24).
- [Revendication 3] Procédé d'assemblage selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la recti-

- fication à appliquer est une rectification de la platine (26p) du mât ou une rectification d'une partie de la structure fixe (24) qui est en contact avec la platine du mât lorsque la platine est fixée sur la structure fixe.
- [Revendication 4] Procédé d'assemblage selon la revendication 3, dans lequel la rectification de la platine (26p) est :
- une rectification d'une surface d'appui (26s) de la platine, surface d'appui destinée à venir en contact avec la structure fixe (24), ou
 - un perçage ou une rectification d'orifices de fixation (38) permettant de fixer la platine (26p) sur la structure fixe (24).
- [Revendication 5] Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la rectification à appliquer est déterminée :
- en fonction du positionnement du secteur d'anneau (10) par rapport à la structure fixe (24) déterminé lors de l'étape de mesure,
 - et en fonction d'un positionnement nominal du secteur d'anneau (10) par rapport à la structure fixe (24), à obtenir à l'issue du procédé d'assemblage.
- [Revendication 6] Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le mât (26) est métallique et l'aubage fixe (11) est en matériau composite à matrice céramique.
- [Revendication 7] Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel une dimension initiale présentée par la platine (26p) avant l'étape de rectification, par exemple une épaisseur initiale ou une longueur initiale de la platine, est supérieure d'au moins un dixième de millimètre, voire supérieure d'au moins cinq dixièmes de millimètre à une dimension nominale correspondante de la platine.
- [Revendication 8] Secteur d'anneau (10) d'un distributeur d'une turbine, destiné à être assemblé sur une structure fixe (24) de la turbine, la turbine définissant une direction axiale et une direction radiale, le secteur d'anneau comprenant un aubage fixe (11) et un mât (26), l'aubage fixe (11) comportant une plateforme intérieure (12), une plateforme extérieure (14) et une pale (16) s'étendant radialement entre la plateforme intérieure (12) et la plateforme extérieure (14) et

présentant un profil creux définissant un logement intérieur (20) qui s'étend radialement et qui débouche radialement au moins d'un côté externe de l'aubage fixe (11),

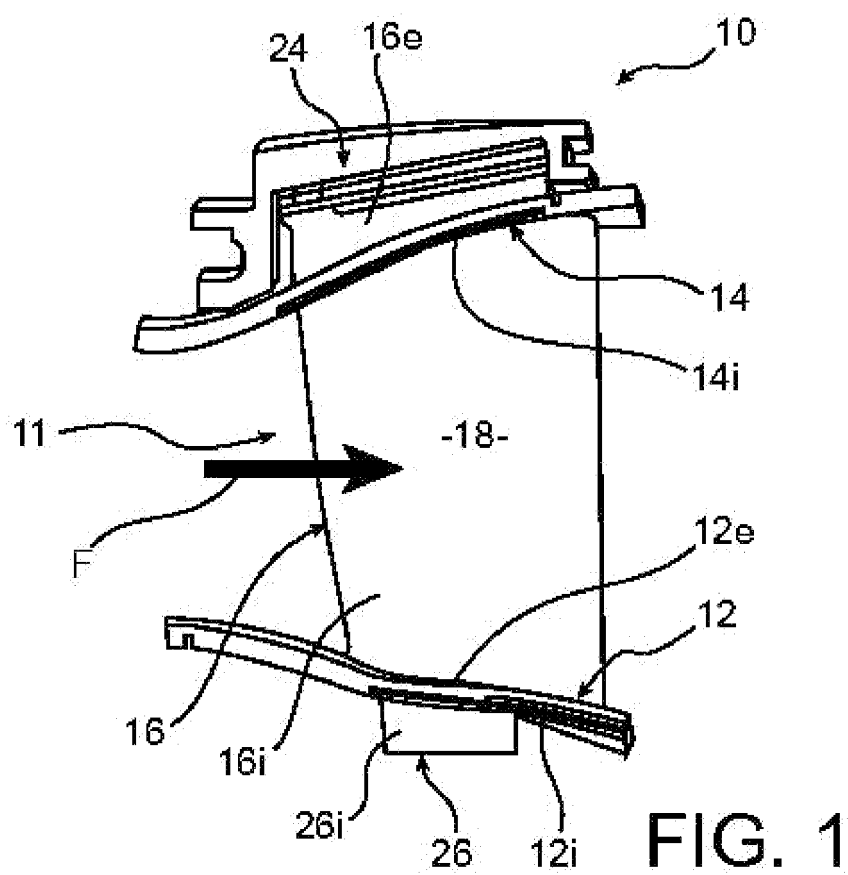
le mât (26) étant conformé pour venir se loger dans le logement intérieur (20) de l'aubage fixe (11) et comportant une platine (26p) à une extrémité externe (26e) du mât, la platine (26p) étant destinée à être fixée à la structure fixe (24),

le secteur d'anneau (10) étant apte à être assemblé sur la structure fixe (24) de la turbine conformément au procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes.

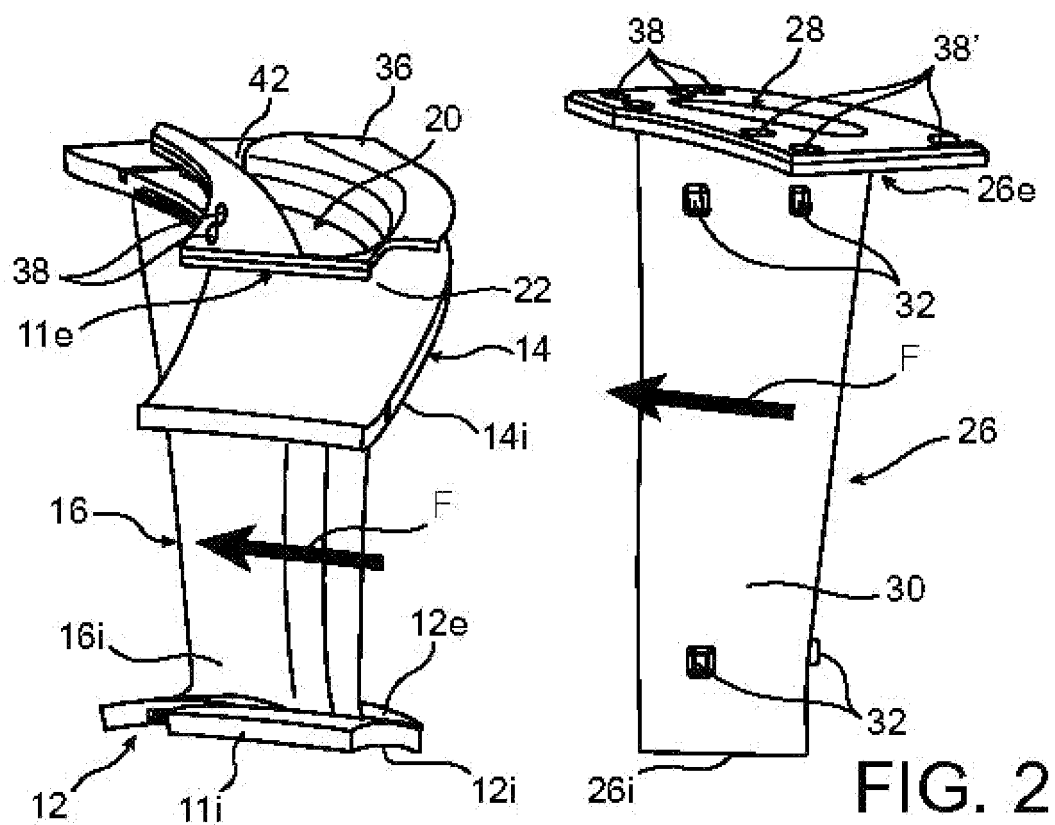
[Revendication 9] Secteur d'anneau (10) selon la revendication précédente, dans lequel le mât (26) comporte une paroi principale (30) comportant des moyens d'appui (32) contre lesquels une paroi interne de la pale (16) est en contact.

[Revendication 10] Secteur d'anneau (10) selon l'une des revendications 8 ou 9, dans lequel l'aubage fixe (11) comporte une bride (36) à une extrémité externe (11e) de l'aubage fixe, la bride (36) prenant appui sur la platine (26p) du mât, la platine (26p) comportant des orifices (38') et la bride comportant des orifices correspondants (38'') situés en regard des orifices (38') de la platine.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

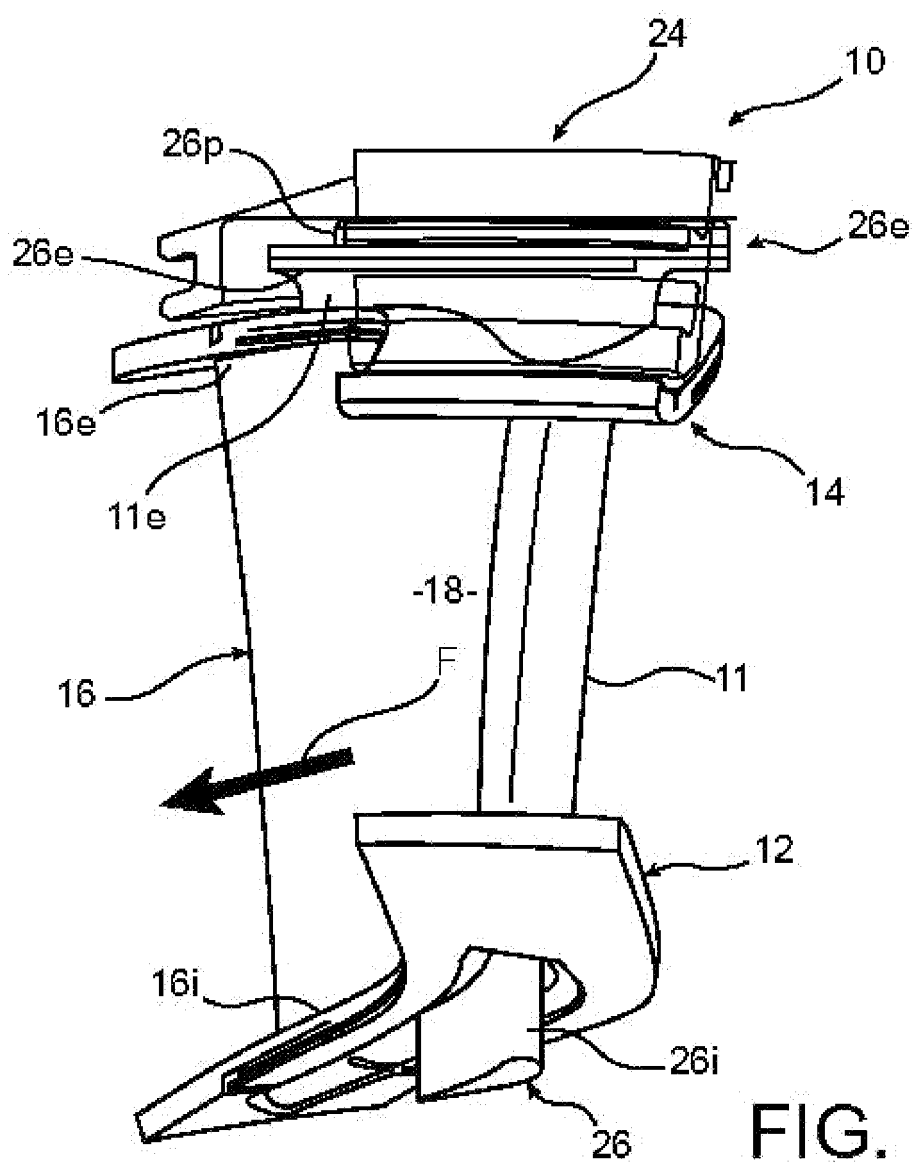


FIG. 3

[Fig. 4]

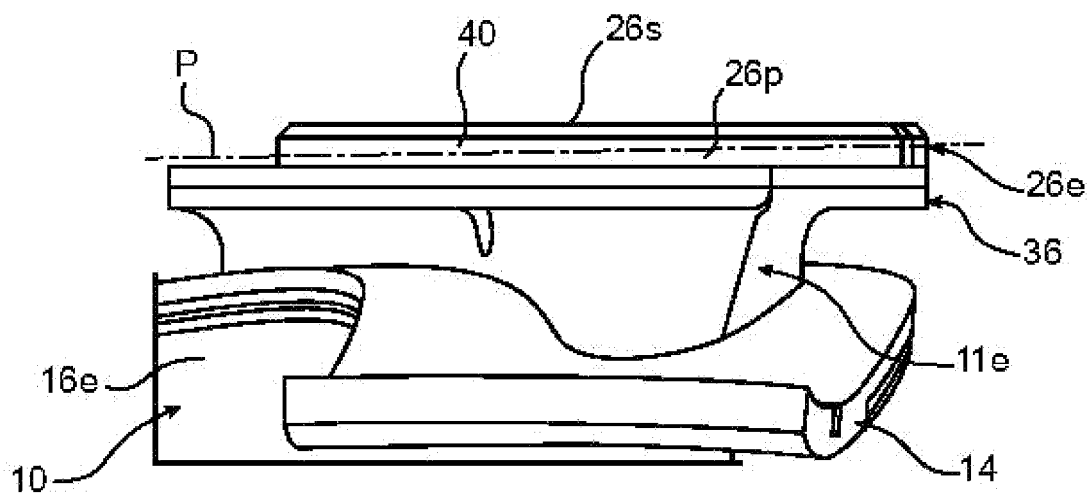


FIG. 4

[Fig. 5]

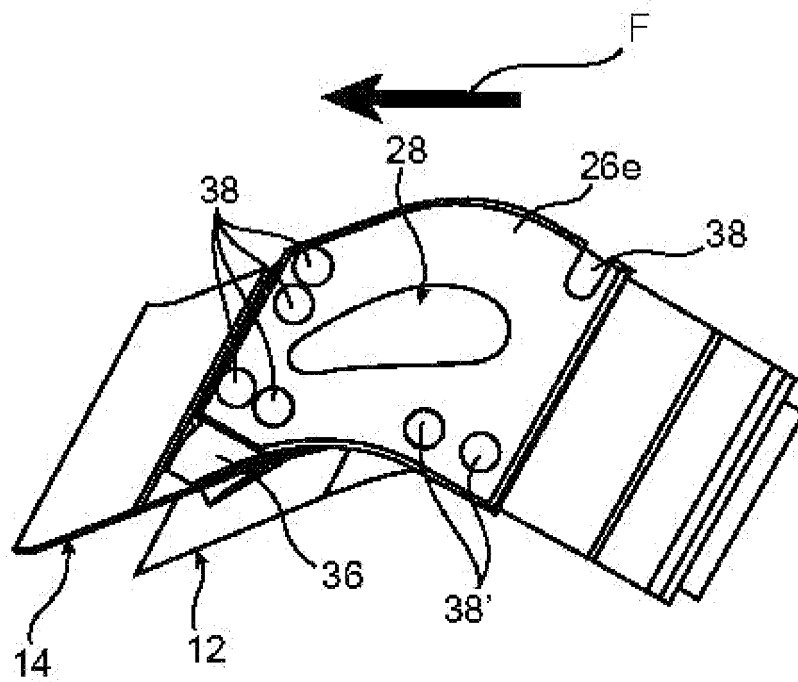


FIG. 5

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

FA 914812
FR 2214679

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 2016/312658 A1 (HEITMAN BRYCE LORING [US] ET AL) 27 octobre 2016 (2016-10-27)	1-8	F01D9/04 B29C70/10
Y	* abrégé * * alinéa [0046] - alinéa [0052] * * figures * -----	9, 10	
X	FR 3 121 707 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 14 octobre 2022 (2022-10-14)	1-8	
Y	* abrégé * * alinéa [0062] - alinéa [0069] * * figures * -----	9, 10	
Y	FR 3 114 348 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 25 mars 2022 (2022-03-25)	9, 10	
	* abrégé * * alinéa [0070] - alinéa [0076] * * figures *		
X	EP 4 086 437 A1 (RAYTHEON TECH CORP [US]) 9 novembre 2022 (2022-11-09)	1, 3-6	
Y	* abrégé * * alinéa [0045] * * figures * -----	9, 10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 juin 2023		Mielimonka, Ingo	
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 2214679 FA 914812**

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 **24-06-2023**
 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 2016312658 A1	27-10-2016	CA 2927268 A1	22-10-2016
		CN 106065786 A	02-11-2016
		EP 3101233 A1	07-12-2016
		JP 6255051 B2	27-12-2017
		JP 2016205390 A	08-12-2016
		US 2016312658 A1	27-10-2016

FR 3121707 A1	14-10-2022	FR 3121707 A1	14-10-2022
		WO 2022219282 A2	20-10-2022

FR 3114348 A1	25-03-2022	AUCUN	

EP 4086437 A1	09-11-2022	EP 4086437 A1	09-11-2022
		US 2022356814 A1	10-11-2022
