

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ **ENSEMBLE A CALAGE VARIABLE POUR SOUFFLANTE DE TURBOMACHINE.**

②② **Date de dépôt** : 04.04.23.

③⑦ **Priorité** :

⑥⑦ **Références à d'autres documents nationaux
apparentés** :

☐ **Demande(s) d'extension** :

⑦① **Demandeur(s)** : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée* — FR.

④③ **Date de mise à la disposition du public
de la demande** : 11.10.24 Bulletin 24/41.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention** : 11.04.25 Bulletin 25/15.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de
recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② **Inventeur(s)** : MILLIER Vincent François Georges,
BECOULET Julien Fabien Patrick et SCHONLEBER
Elias Jonathan.

⑦③ **Titulaire(s)** : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée.

⑦④ **Mandataire(s)** : CABINET BEAU DE LOMENIE.



Description

Titre de l'invention : ENSEMBLE A CALAGE VARIABLE POUR SOUFFLANTE DE TURBOMACHINE

Domaine technique

- [0001] Le présent exposé concerne un ensemble à calage variable pour soufflante de turbomachine et une soufflante de turbomachine comprenant un tel ensemble.
- [0002] L'invention s'applique notamment aux turbomachines aéronautiques.

Technique antérieure

- [0003] Certains turboréacteurs comprennent une soufflante à calage variable dans laquelle un changement de calage ou d'orientation des aubes de la soufflante est réalisé afin de gérer la poussée du turboréacteur de manière appropriée selon les phases de vol de l'aéronef équipé d'un tel turboréacteur.
- [0004] Une soufflante à calage variable comprend généralement un moyeu qui s'étend circonférentiellement autour d'un axe longitudinal de rotation de la soufflante et les aubes de la soufflante sont montées à la périphérie du moyeu. Plus particulièrement, le moyeu comprend une pluralité de bouches de moyeu réparties circonférentiellement à la périphérie du moyeu et qui comportent chacune une ouverture orientée radialement relativement à l'axe longitudinal. Les aubes sont montées chacune au niveau de leur pied dans une bouche de moyeu par l'intermédiaire d'un pivot recevant le pied de l'aube et équipé de roulements à billes permettant de reprendre l'ensemble des efforts auxquels l'aube en fonctionnement est soumise.
- [0005] L'ensemble appelé cartouche de roulements qui est formé par le pivot d'une aube et les roulements associés au pivot d'aube est monté par l'intérieur dans une bouche du moyeu, tandis que l'aube est montée sur le pivot depuis l'extérieur de la bouche de moyeu. De manière générale, la rétention radiale des aubes est assurée par la forme du pied de l'aube et de l'alvéole qui l'accueille, le pivot et ses roulements, le moyeu dans lequel s'intègre le pivot et le carter externe de la soufflante. La bouche de moyeu comporte intérieurement une butée radiale qui permet de s'assurer du maintien en position radiale du pivot lors de la mise en opération de la soufflante, notamment afin d'éviter tout déplacement radial de l'ensemble (pivot et roulements), en éloignement de l'axe longitudinal, sous l'effet des forces centrifuges dues à la rotation de la soufflante. Un mécanisme interne au moyeu permet de faire pivoter chaque pivot d'aube sur commande et donc l'aube portée par le pivot.
- [0006] Lors d'opérations de maintenance sur l'ensemble formé par le pivot et les roulements associés (pour diverses raisons telles que par exemple suite à une ingestion d'oiseau), l'architecture présentée ci-dessus nécessite d'intervenir depuis l'intérieur du moyeu.

Pour ce faire, il est donc nécessaire de démonter le cône aérodynamique (connu en terminologie anglo-saxonne sous le terme « spinner ») situé en amont des aubes de la soufflante et le capot de drainage disposé intérieurement relativement au cône, puis de retirer tout le mécanisme interne de pivotement des pivots des aubes. L'encombrement de la zone interne au moyeu rend difficile ces opérations de démontage sans risquer d'endommager des pièces.

[0007] On connaît toutefois de la demande de brevet FR2112280 déposée le 19 novembre 2021 et non encore publiée à la date de dépôt de la présente demande un ensemble à calage variable de soufflante qui est monté à travers l'ouverture radiale de la bouche de moyeu, depuis l'extérieur de celle-ci, ce qui facilite grandement les opérations de maintenance.

[0008] Cet ensemble à calage variable de soufflante comprend un dispositif de reprise d'effort d'aube qui est d'abord inséré dans la bouche de moyeu pour être serré contre une surface interne de la bouche, puis le pivot d'aube est engagé à l'intérieur du dispositif de reprise d'effort d'aube. Le pivot d'aube est ensuite verrouillé en position radiale dans la bouche de moyeu depuis l'intérieur de cette dernière. Plus particulièrement, un segment en deux demi-coquilles est prévu en partie basse du pivot pour assurer l'arrêt radial du pivot. Ce segment est maintenu en position par l'excentrique de commande de pivotement du pivot d'aube qui assure le calage variable de l'aube. Cet excentrique est situé en dessous du pivot d'aube et est donc disposé dans une position radiale plus proche de l'axe moteur que le pivot d'aube et la bouche de moyeu.

[0009] Cette configuration d'ensemble à calage variable de soufflante facilite les opérations de montage et démontage dans la mesure où l'ensemble peut être monté et retiré par l'extérieur de la bouche de moyeu.

[0010] Toutefois, pour déverrouiller le pivot lors d'une opération de maintenance, il est nécessaire d'accéder à l'intérieur du moyeu afin de désengager l'excentrique de commande de pivotement du pivot d'aube de sa bielle d'actionnement, puis de retirer le segment en deux demi-coquilles.

[0011] Au vu de ce qui précède il serait donc utile de remédier à au moins un des inconvénients exposés ci-dessus.

Exposé de l'invention

[0012] L'invention a ainsi pour objet un ensemble à calage variable pour soufflante de turbomachine, comprenant:

- un moyeu s'étendant circonférentiellement autour d'un axe longitudinal X-X' de rotation du moyeu et qui comprend au moins une bouche de moyeu délimitant intérieurement une ouverture orientée radialement relativement à l'axe longitudinal,

- un dispositif de reprise d'effort d'aube de soufflante qui est fixé dans ladite au moins une bouche de moyeu et destiné à reprendre les efforts d'une aube de soufflante montée dans ladite au moins une bouche de moyeu,
- un support d'aube de soufflante ou un pied d'aube de soufflante qui est apte à pivoter sur commande autour d'un axe radial A passant par l'ouverture radiale de la bouche de moyeu et configuré pour être engagé à travers cette ouverture, à l'intérieur du dispositif de reprise d'effort d'aube, et pour venir en butée selon l'axe radial A contre un élément interne du dispositif de reprise d'effort d'aube,
- un dispositif de verrouillage par serrage du support d'aube ou du pied d'aube qui est positionné autour de ce dernier, à une position radialement externe par rapport une position radialement interne, plus proche de l'axe longitudinal, de l'élément interne de butée, et qui est fixé au dispositif de reprise d'effort d'aube de manière à enserrer le support d'aube ou le pied d'aube et à le maintenir en butée selon l'axe radial A contre l'élément interne de butée.

[0013] L'ensemble défini ci-dessus comporte un dispositif de verrouillage par serrage du support d'aube ou du pied d'aube qui est dans une position radialement externe de la bouche de moyeu et du dispositif de reprise d'effort d'aube, ce qui le rend accessible depuis l'ouverture de la bouche de moyeu. Il n'est donc plus nécessaire d'avoir accès par l'intérieur du moyeu, pour déverrouiller le support d'aube ou le pied d'aube, ce qui facilite les opérations de déverrouillage d'un ensemble à calage variable de soufflante du type décrit ci-dessus et donc les opérations de maintenance associées. L'opération de verrouillage est également facilitée.

[0014] Par ailleurs, l'architecture de l'ensemble défini ci-dessus et notamment de la bouche de moyeu, du support d'aube et du dispositif de reprise d'effort d'aube est prévue pour que ces composants soient montés depuis l'extérieur de la bouche de moyeu (le dispositif de reprise d'effort d'aube est d'abord mis en place dans la bouche, depuis l'extérieur de la bouche, avant d'y installer le support d'aube) et non par l'intérieur de la bouche. Ceci facilite grandement les interventions ultérieures sur les composants constitutifs de l'ensemble puisqu'il suffit alors de les retirer par l'extérieur de la bouche sans avoir besoin d'accéder à l'intérieur de celle-ci, après avoir démonté une grande partie interne de la soufflante.

[0015] Selon d'autres caractéristiques possibles :

- le moyeu s'étend circonférentiellement autour d'un axe longitudinal X-X' de rotation du moyeu et comprend une pluralité de bouches de moyeu réparties circonférentiellement sur une périphérie externe du moyeu, chaque bouche de moyeu délimitant intérieurement une ouverture orientée radialement relativement à l'axe longitudinal et qui est apte à mettre en communication une zone périphérique Z_e radialement externe à la bouche de moyeu, située en éloignement de l'axe longitudinal,

avec une zone périphérique Zi radialement interne de la bouche de moyeu, qui est plus proche de l'axe longitudinal, un dispositif de reprise d'effort d'aube étant configuré pour être mis en place dans chaque bouche de moyeu à travers l'ouverture de cette dernière, et serré contre une surface interne de la bouche de moyeu disposée sensiblement parallèlement à un axe radial A passant par l'ouverture radiale de la bouche de moyeu ;

- le dispositif de reprise d'effort d'aube comprend une pièce intermédiaire d'interface qui s'étend suivant l'axe radial entre une position radialement externe et une position radialement interne et qui comporte, à sa position radialement externe, l'élément interne de butée, le support d'aube ou le pied d'aube comportant, d'une part, une partie allongée qui s'étend suivant l'axe radial et qui est disposée contre au moins une partie d'extension d'axe radial d'une surface interne de la pièce intermédiaire d'interface et, d'autre part, une partie qui s'étend transversalement relativement à l'axe radial A et qui est engagée contre l'élément interne de butée;

- le dispositif de reprise d'effort d'aube comprend un ensemble formé d'au moins un premier palier à roulements dans une position radialement externe et d'un deuxième palier à roulements dans une position radialement interne, le premier palier comportant une bague interne qui s'étend suivant l'axe radial A et le deuxième palier comportant une bague interne qui s'étend suivant l'axe radial A, la pièce intermédiaire d'interface étant enserrée entre les bagues internes des deux paliers ;

- plus particulièrement, le premier palier peut comporter une bague interne qui s'étend suivant l'axe radial et comprendre une première partie en contact avec une surface externe, opposée à la surface interne, de la pièce intermédiaire d'interface et une deuxième partie qui s'étend en éloignement de l'axe longitudinal jusqu'à une position radialement externe relativement à une position radialement interne occupée par la partie d'extension transversale du support d'aube ou du pied d'aube lorsque cette dernière est engagée contre l'élément interne de butée, le dispositif de verrouillage par serrage étant configuré pour être verrouillé par serrage sur la deuxième partie de la bague interne de manière à venir, par serrage, en appui suivant l'axe radial contre la partie d'extension transversale du support d'aube ou du pied d'aube;

- la bague interne du premier palier comprend une partie s'étendant dans une position radialement externe et sur laquelle le dispositif de verrouillage par serrage est verrouillé par serrage, la partie de la bague interne présentant un filetage interne sur une surface interne orientée en vis-à-vis du support d'aube ou du pied d'aube, le dispositif de verrouillage par serrage comprenant un écrou de serrage en deux parties disposé entre la partie de la bague interne et le support d'aube ou le pied d'aube, qui est muni d'un filetage externe et est vissé sur la surface interne de la partie de la bague interne par l'intermédiaire des deux filetages ;

- plus particulièrement, l'écrou de serrage, disposé entre la partie de la bague interne et le support d'aube ou le pied d'aube, vient, en fin de vissage sur la surface interne de la partie de la bague interne, en appui suivant l'axe radial contre la partie d'extension transversale du support d'aube ou du pied d'aube;
- le dispositif de verrouillage par serrage comprend en outre un organe anti-rotation configuré pour empêcher une rotation entre la bague interne et l'écrou de serrage;
- les deux parties de l'écrou de serrage comportent chacune (notamment dans une zone située à une position radialement externe relativement à une zone située à une position radialement interne de la partie concernée et qui vient en appui suivant l'axe radial contre la partie d'extension transversale du support d'aube ou du pied d'aube) une pluralité de dents espacées les unes des autres (les dents peuvent s'étendre suivant une circonférence de l'écrou de serrage prise transversalement par rapport à l'axe radial, lorsque les deux parties sont réunies), l'organe anti-rotation étant disposé entre deux dents consécutives;
- le dispositif de verrouillage par serrage comprend en outre un organe d'arrêt qui maintient l'organe anti-rotation en position entre deux dents consécutives tout en étant fixé à la deuxième partie de la bague interne à proximité de sa position radiale supérieure;
- l'écrou de serrage en deux parties comporte des éléments configurés pour assurer l'alignement en position radiale des deux parties de l'écrou l'une par rapport à l'autre afin d'assurer l'alignement des portions du filetage externe prévues sur les deux parties de l'écrou;
- le premier palier à roulements est disposé dans une position transversale qui est la plus éloignée de l'axe radial A de bouche et configuré pour reprendre les efforts radiaux et transversaux transmis par l'aube, le deuxième palier à roulements étant disposé dans une position transversale la plus proche de l'axe radial A de bouche et configuré pour reprendre les efforts transversaux transmis par l'aube ;
- le dispositif de reprise d'effort d'aube comprend un système de maintien en position et de serrage par effet de coin de l'ensemble des paliers à roulements qui est positionné au niveau de l'ouverture de bouche, dans une position radiale plus éloignée de l'axe longitudinal que le premier palier à roulements;
- le système de maintien en position et de serrage par effet de coin comprend, d'une part, deux segments en demi-coquilles ayant des portées coniques internes coopérant avec des pièces de serrage par l'intermédiaire de portées coniques externes de ces dernières et, d'autre part, un écrou de serrage configuré pour venir en appui, par l'intermédiaire de portées coniques externes sur des portées coniques internes des pièces de serrage, et ainsi exercer, d'une part, un effort transversal sur les pièces de serrage et les deux segments en demi-coquilles pour les mettre en appui contre la

surface interne de la bouche de moyeu et, d'autre part, un effort radial de serrage sur le premier palier à roulements en direction de l'axe longitudinal X-X' ;

- le premier palier à roulements comporte une bague externe disposée dans une position transversale externe plus éloignée de l'axe radial A de bouche que la position transversale des roulements des premier et deuxième paliers et qui, d'une part, s'étend sensiblement parallèlement à l'axe radial le long des roulements du premier palier à roulements et du deuxième palier à roulements et, d'autre part, prend appui contre le deuxième palier à roulements;

- un élément de serrage du deuxième palier à roulements est disposé dans une position transversale externe relativement à ce deuxième palier et la bague externe du premier palier à roulements prend appui sur cet élément de serrage ;

- le deuxième palier à roulements comporte une bague interne disposée dans une position transversale interne relativement à la position radiale des roulements du palier, chacune des bagues internes du premier palier à roulements et du deuxième palier à roulements est logée dans un aménagement prévu sur une surface radialement externe de la pièce intermédiaire d'interface;

- l'ensemble comporte un système à excentrique de commande de pivotement du support d'aube ou du pied d'aube qui est configuré pour commander le pivotement du support d'aube ou du pied d'aube autour de l'axe radial de bouche, le système comportant une partie d'engagement configurée pour s'engager dans une position d'engagement avec une partie inférieure du support d'aube ou du pied d'aube qui est opposée à une partie supérieure du support d'aube disposée dans une position radialement externe relativement à la position radialement interne de la partie inférieure.

[0016] L'invention a également pour objet une soufflante de turbomachine qui comprend un ensemble à calage variable pour soufflante de turbomachine tel que brièvement exposé ci-dessus.

[0017] Selon une caractéristique, la soufflante comprend une pluralité d'aubes de soufflante montées chacune sur un support d'aube d'un module de montage d'une bouche de moyeu.

[0018] L'invention a aussi pour objet une turbomachine comprenant une soufflante telle que brièvement exposée ci-dessus.

Brève description des dessins

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'objet du présent exposé ressortiront de la description suivante de modes de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux figures annexées.

[0020] [Fig.1] La [Fig.1] est une représentation schématique partielle en perspective d'une soufflante de turbomachine selon un mode de réalisation d'un selon l'invention;

- [0021] [Fig.2] La [Fig.2] est une représentation schématique partielle en coupe axiale de la soufflante partiellement représentée à la [Fig.1];
- [0022] [Fig.3] La [Fig.3] est une représentation schématique partielle agrandie du module de montage d'aube de soufflante intégré à la bouche de moyeu de la [Fig.2];
- [0023] [Fig.4] La [Fig.4] illustre de manière schématique en perspective la mise en place, dans la bouche de moyeu, de certains composants du module de montage d'aube de la [Fig.3].
- [0024] [Fig.5A] La [Fig.5A] est une représentation schématique agrandie d'une partie de la [Fig.4] dans laquelle la partie supérieure du pied d'aube a été volontairement omise par souci de clarté ;
- [0025] [Fig.5B] La [Fig.5B] illustre une première position dans l'assemblage des deux demi-écrous d'un écrou de serrage selon une variante de réalisation ;
- [0026] [Fig.5C] La [Fig.5C] illustre une deuxième position dans l'assemblage selon la variante de réalisation ;
- [0027] [Fig.5D] La [Fig.5D] illustre une troisième position dans l'assemblage selon la variante de réalisation ;
- [0028] [Fig.5E] La [Fig.5E] illustre une quatrième position dans l'assemblage selon la variante de réalisation ;
- [0029] [Fig.6A] La [Fig.6A] illustre le dispositif de reprise d'effort d'aube monté dans la bouche de moyeu ;
- [0030] [Fig.6B] La [Fig.6B] illustre l'insertion du pied d'aube dans la pièce d'interface;
- [0031] [Fig.6C] La [Fig.6C] illustre la fin du mouvement d'insertion du pied d'aube dans la pièce d'interface ;
- [0032] [Fig.6D] La [Fig.6D] illustre la mise en place des deux parties de l'écrou de serrage autour du pied d'aube ;
- [0033] [Fig.6E] La [Fig.6E] illustre l'emboîtement des deux parties de l'écrou de serrage l'une avec l'autre ;
- [0034] [Fig.6F] La [Fig.6F] illustre le vissage des deux parties de l'écrou de serrage ;
- [0035] [Fig.6G] La [Fig.6G] illustre la mise en place d'un organe anti-rotation sur l'ensemble de la [Fig.6F] ;
- [0036] [Fig.6H] La [Fig.6H] illustre la mise en place d'un organe d'arrêt sur l'organe anti-rotation de la [Fig.6G].

Description détaillée

- [0037] L'invention s'applique à toute turbomachine équipée d'au moins une soufflante carénée ou non, dont les aubes de soufflante (soufflante carénée) ou les pales d'hélice (soufflante non carénée) sont équipées d'un ensemble de changement de calage ou d'orientation, appelé également ensemble à calage variable. L'invention peut aussi être

utilisée pour des aubes de stator à calage variable. Il peut par exemple s'agir d'aubes directrices de sortie du flux secondaire qui sont positionnées en aval des aubes de soufflante. Il peut également s'agir d'aubes de redressement de flux dans un compresseur ou d'aubes directrices du flux d'entrée d'un compresseur.

- [0038] La description détaillée qui suit concerne un mode de réalisation d'une soufflante carénée d'une turbomachine pour un aéronef comprenant un ensemble à calage variable des aubes de la soufflante.
- [0039] Comme représenté sur la [Fig.1] et désigné de manière générale par la référence notée 10, une soufflante comprend une pluralité d'aubes dont une seule, notée 12, est partiellement représentée.
- [0040] La soufflante 10 comprend un moyeu 14 s'étendant circonférentiellement autour d'un axe longitudinal de rotation X-X' du moyeu et comprend une pluralité de bouches de moyeu 16 réparties circonférentiellement sur une périphérie externe du moyeu.
- [0041] Chaque bouche de moyeu 16 délimite intérieurement une ouverture 16a orientée radialement, suivant un axe A ayant une orientation radiale relativement à l'axe longitudinal X-X'. Les bouches de moyeu 16 sont ainsi toutes orientées à la manière d'une étoile relativement au moyeu, chacune suivant un axe radial A. L'ouverture radiale 16a présente une section de passage qui s'étend perpendiculairement à l'axe radial A et est apte à mettre en communication une zone périphérique Ze radialement externe à la bouche de moyeu 16, située en éloignement de l'axe longitudinal X-X', avec une zone périphérique radialement interne Zi de la bouche de moyeu, qui est plus proche de l'axe longitudinal que la zone Ze. Autrement dit, la bouche de moyeu 16 présente une ouverture 16a traversante selon l'axe radial.
- [0042] Comme représenté sur la [Fig.1], le moyeu 14 comporte dans sa partie interne centrale, du centre vers l'extérieur, un moyen de commande comprenant ici un piston fixe 39 d'un vérin de commande et la chambre mobile 40 de ce dernier, ainsi qu'une pièce de liaison 41 entre ce vérin de commande et des bielles 42 illustrées sur la [Fig.2] et décrites ci-après.
- [0043] Comme représenté sur la [Fig.1], une aube 12 est représentée montée dans une bouche de moyeu 16. Les autres bouches sont représentées vides pour ne pas complexifier le dessin mais une aube est normalement également montée dans chacune d'elles.
- [0044] La [Fig.2] représente, en section axiale suivant l'axe X-X', une partie de la soufflante qui comprend une bouche de moyeu 16 dans laquelle est intégré un module de montage d'une aube de soufflante 12. Ce module fait partie d'un ensemble à calage variable des aubes de la soufflante selon un mode de réalisation de l'invention qui comprend le moyeu 14 et d'autres modules pour les autres aubes de la soufflante.
- [0045] Le module de montage d'aube de soufflante comprend un dispositif de reprise

d'effort d'aube 24 qui est destiné à être directement en contact avec un pied d'aube 22. Alternativement, le dispositif de reprise d'effort d'aube 24 peut être en contact avec un support d'aube ou pivot destiné à supporter un pied d'aube (notamment pour un montage avec un pied d'aube à bulbe). Dans ce dernier cas, le module de montage d'aube de soufflante comprend également le support d'aube ou pivot. Le support d'aube comporte une partie supérieure dans laquelle est aménagée une alvéole qui a pour fonction de recevoir le pied de l'aube et son bulbe de fixation. La partie supérieure du support d'aube forme généralement un plateau qui surmonte un plot central inférieur de forme sensiblement cylindrique.

[0046] Dans la description qui suit, le dispositif de reprise d'effort d'aube 24 va être directement en contact avec un pied d'aube 22 et est configuré pour être mis en place dans la bouche de moyeu 16 à travers l'ouverture radiale 16a de cette dernière, depuis une zone périphérique Z_e radialement externe à la bouche (figures 1 et 2). Ces configurations de module de montage d'aube (dispositif de reprise d'effort d'aube 24) et de bouche de moyeu permettent une mise en place du module depuis l'extérieur du moyeu, ce qui permet de simplifier les opérations de maintenance lorsqu'il s'agit de retirer le module de la bouche (depuis l'extérieur de cette bouche) pour accéder aux constituants internes du module. De même, la remise en place du module 34 inspecté, et éventuellement réparé ou remplacé, s'effectue depuis l'extérieur du moyeu 14. Il n'est donc plus nécessaire de démonter tout le capotage interne de la soufflante et les mécanismes internes pour la commande de pivotement des aubes. Un temps considérable est ainsi gagné et les coûts de maintenance sont fortement réduits. Les risques d'endommagement des structures environnantes en place dans la soufflante sont également réduits. Le montage/démontage par le haut (sur la [Fig.2]) permet aussi de libérer de l'espace sous le module 34, par exemple, pour y loger d'autres pièces.

[0047] Plus particulièrement, la rétention de l'aube de soufflante 12 dans une position radiale fixe est assurée par le maintien du pied d'aube 22 en position verrouillée dans le dispositif de reprise d'effort d'aube 24 (comme décrit plus loin). Par ailleurs, le pied d'aube est guidé par le dispositif de reprise d'effort d'aube 24 pour le calage du pas de l'aube. Le calage du pas de l'aube est défini comme correspondant à une orientation angulaire de l'aube relativement à l'axe radial A passant par la bouche de moyeu.

[0048] Le pied d'aube 22 est notamment apte à pivoter autour de l'axe radial A de la bouche de moyeu 16 sous l'action d'un mécanisme qui sera décrit plus loin et qui interagit avec une partie inférieure (radialement interne) 22a du pied d'aube 22 débouchant suivant l'axe radial A au-delà du dispositif de reprise d'effort d'aube 24, dans une zone radialement interne du moyeu. La partie inférieure 22a est opposée à une partie supérieure 22b du pied d'aube 22 qui est plus proche de l'ouverture radiale 16a de la bouche de moyeu.

- [0049] Comme plus particulièrement représenté sur la [Fig.2], un système ou mécanisme à excentrique de commande de pivotement du pied d'aube 22 est prévu à l'intérieur du moyeu 14, sous la bouche 16 (par exemple dans une position radialement interne, à proximité de l'axe X-X') et est configuré pour commander le pivotement du pied d'aube 22 autour de l'axe radial A de bouche et donc son orientation angulaire.
- [0050] Plus particulièrement, le système à excentrique de commande de pivotement du pied d'aube est configuré pour s'engager avec la partie inférieure débouchante ou saillante 22a du pied d'aube afin de faire pivoter ce dernier et donc l'aube qu'il supporte, sur commande, suivant l'angle de pivotement souhaité par rapport à la phase de vol considérée.
- [0051] Le système de commande de pivotement comprend par exemple le vérin axial de commande centré sur l'axe longitudinal X-X' et décrit en référence à la [Fig.1]. Ce vérin comprend la tige axiale 39 fixe par rapport aux structures du turboréacteur ([Fig.1]) et le corps ou chambre mobile 40. Le système de commande de pivotement comprend également une pièce de liaison 41, appelée anneau de synchronisation, sur laquelle plusieurs bielles 42 sont raccordées par une de leurs deux extrémités opposées. Une bielle est généralement prévue par support d'aube et par bouche et est disposée dans une position radialement interne par rapport à la bouche. L'autre extrémité de chaque bielle est raccordée à une extrémité 44a d'une pièce formant excentrique 44, ici en forme générale de coude (toutefois la forme de la pièce peut varier), dont l'extrémité opposée 44b est montée solidaire de la partie inférieure 22a du pied d'aube 22. L'extrémité 44b est disposée autour de la partie inférieure saillante 22a et forme une extrémité ou partie d'engagement qui est engagée avec la partie inférieure saillante 22a (sur la [Fig.3] la pièce 44 a été volontairement simplifiée par rapport à la configuration de la [Fig.2]). Plus particulièrement, la partie interne de l'extrémité ou partie d'engagement 44b est par exemple munie de cannelures internes qui viennent s'engager par engrènement avec les évidements entre les cannelures de formes complémentaires de la surface externe de la partie inférieure 22a du support d'aube 22 (à la manière d'un engrenage), dans une position d'engagement, pour transmettre le mouvement de rotation communiqué par la pièce formant excentrique 44. Le déplacement axial du corps mobile 40 entraîne la pièce de liaison 41 en translation, et donc la translation axiale des bielles 42, ce qui fait pivoter la pièce 44 et modifie ainsi de façon correspondante l'orientation angulaire du support d'aube et donc de l'aube.
- [0052] Le dispositif de reprise d'effort d'aube 24, quant à lui, forme un bloc unitaire qui est monté d'un seul tenant, avant le pied d'aube 22, à l'intérieur de la bouche de moyeu 16 en passant par l'ouverture radiale 16a, depuis une zone périphérique Ze externe à la bouche.
- [0053] Le dispositif de reprise d'effort d'aube 24 est mis en place en étant serré contre une

surface interne 16b de la bouche de moyeu 16 ([Fig.3]), surface qui est sensiblement disposée dans une position transversale éloignée relativement à l'axe radial A (une direction transversale s'étendant perpendiculairement à l'axe radial). Plus particulièrement, la surface interne 16b s'étend sensiblement parallèlement à l'axe radial A sur une première portion 16b1 à partir de l'ouverture 16a, puis forme une deuxième portion convergente 16b2 (ici à la manière d'un entonnoir avec un col de forme générale tronconique suivi d'une portion terminale sensiblement parallèle à l'axe A) resserrant l'espace interne à la bouche en éloignement de l'ouverture 16a (en direction de l'axe X-X'). Ce rétrécissement forme une butée suivant l'axe radial A pour le module (dispositif 24), en direction de l'intérieur du moyeu (en direction de l'axe X-X').

[0054] Le dispositif 24 comprend un ensemble formé d'au moins deux paliers à roulements à billes:

- un palier extérieur 26 (premier palier) disposé, relativement à l'axe radial A, dans une position transversale qui est la plus éloignée de cet axe, et

- un palier intérieur 28 (deuxième palier) disposé dans une position transversale qui est la plus proche de l'axe radial A par rapport à la position transversale externe du palier extérieur 26. On notera que la notion d'extérieur et d'intérieur des paliers se réfère également directement à la position de chacun de ces paliers par rapport à l'axe central longitudinal X-X' dans la mesure où le palier extérieur 26 est situé dans une position radialement externe relativement à la position radialement interne du palier intérieur 28.

[0055] Le palier extérieur 26 est configuré pour reprendre les efforts radiaux (suivant l'axe radial A) et transversaux (suivant un axe transversal perpendiculaire à l'axe radial A) transmis par l'aube en cours de fonctionnement de la soufflante (rotation autour de l'axe X-X') et est disposé dans une position radiale (suivant l'axe radial A) qui est plus éloignée de l'axe longitudinal X-X' que la position radiale du palier intérieur 28. Le palier intérieur 28 est configuré pour reprendre les efforts transversaux ou tangentiels transmis par l'aube en cours de fonctionnement de la soufflante, tandis que le palier extérieur 26 est de plus grandes dimensions que le palier intérieur 28 dans la mesure où il est configuré pour reprendre des efforts radiaux suivant l'axe radial A (efforts dus à la force centrifuge) qui sont les efforts les plus importants auxquels est soumis le dispositif 24 lors de la rotation de l'aube. On notera que les dispositifs 24 sont montés radialement en étoile par rapport au moyeu 14 de telle manière que l'orientation de chaque dispositif 24 dans l'espace varie en fonction de la position angulaire de la bouche de moyeu considérée.

[0056] Comme plus particulièrement représenté sur la [Fig.3], le palier extérieur 26 comporte une bague externe 26a, une bague interne 26b et des roulements à billes 26c

enserrés conjointement par les deux bagues.

[0057] De même, le palier intérieur 28 comporte une bague externe 28a, une bague interne 28b et des roulements à billes 28c enserrés conjointement par les deux bagues.

[0058] La bague externe 26a du palier extérieur 26 est disposée dans une position transversale externe qui est plus éloignée de l'axe radial A de bouche que la position transversale des roulements 26c et 28c des paliers extérieur 26 et intérieur 28. La bague externe 26a s'étend sensiblement parallèlement à l'axe radial A le long des roulements 26c du palier extérieur et en descendant le long de la bague externe 28a du palier intérieur 28, et prend appui contre cette bague externe 28a. On notera que la bague externe 26a s'étend vers le bas (en direction du palier intérieur) en suivant le profil de la surface interne 16b de la bouche avec laquelle elle est en contact, c'est-à-dire en adoptant d'abord une portion sensiblement rectiligne 26a1, puis en se resserrant de manière à adopter une portion convergente 26a2 (col formant une portion tronconique suivie d'une portion rectiligne). Un élément de serrage 32 du palier intérieur 28 peut être disposé dans une position transversale externe relativement au palier intérieur 28 et la partie inférieure resserrée 26a2 de la bague externe 26a du palier extérieur 26 prend appui sur cet élément de serrage. Cet élément de serrage assure une précharge ou pré-contrainte du palier intérieur 28.

[0059] Cet élément de serrage 32 est par exemple un écrou de serrage vissé sur l'intérieur de la bague externe 26a du palier externe 26. Par exemple, une clé 34e et un circlips 34f permettent d'assurer le non-desserrage de l'élément de serrage 32 (par le dessus, c'est-à-dire au niveau de l'ouverture 16a de bouche), comme décrit plus loin, (bien que d'autres organes assurant un non-desserrage de l'élément 32 puissent être alternativement envisagés.

[0060] Le dispositif 24 comprend également une pièce intermédiaire d'interface 30 disposée entre, d'une part, les paliers extérieur 26 et intérieur 28 (la pièce 30 est enserrée entre les deux paliers 26, 28) et, d'autre part, le pied d'aube 22 et s'étend suivant l'axe radial entre une position radialement externe et une position radialement interne. La pièce 30 fait partie du bloc 24 et sert d'interface mécanique avec le pied d'aube 22. Une telle interface permet d'éviter d'user les bagues des roulements si elles étaient directement en contact avec le pied d'aube 22. Dans le dispositif 24 décrit ci-dessus le palier intérieur 28 est logé dans la bague externe du palier extérieur 26, ainsi que la pièce intermédiaire d'interface 30 qui permet de lier entre elles les bagues intérieures 26b et 28b et de fournir un support au pied d'aube 22, permettant ainsi de former une "cartouche" contenant les paliers à roulements et la pièce intermédiaire d'interface 30 et pouvant être manipulé en un seul bloc unitaire (d'un seul tenant) par un opérateur désirant, soit installer le dispositif 34 dans une bouche de moyeu (depuis l'extérieur du moyeu), soit l'en retirer (toujours par l'extérieur).

- [0061] La bague interne 26b, 28b de chacun des paliers extérieur et intérieur est disposée dans une position transversale interne relativement à la position transversale externe des roulements 26c, 28c de chaque palier qui est plus éloignée de l'axe radial A que celle des bagues internes. Chaque bague interne est logée dans un aménagement 30a, 30b prévu sur une surface externe de la pièce intermédiaire d'interface 30. Plus particulièrement, la pièce 30 comporte, sur sa surface externe orientée en direction des roulements 26c, 28c de chaque palier, une collerette périphérique externe 30c qui délimite au-dessus et en-dessous d'elle (sur la [Fig.3]) un espace supérieur et un espace inférieur pour recevoir respectivement les bagues internes 26b et 28b. La pièce d'interface 30 est percée dans sa partie centrale pour recevoir axialement (suivant l'axe radial A) le pied d'aube 22 qui comporte une partie allongée s'étendant suivant l'axe radial et comporte un élément interne de butée 30d faisant office de butée axiale selon l'axe radial pour le pied d'aube 22. Le pied d'aube 22 comporte, sur sa surface externe destinée à venir en contact avec le dispositif de reprise d'effort d'aube, et notamment avec une surface interne de la pièce d'interface, une partie d'engagement 22c (ex : épaulement externe) de forme complémentaire prenant appui sur l'élément interne de butée axiale 30d. Comme représenté sur la [Fig.3], l'élément interne de butée axiale 30d est formé par l'extrémité supérieure (position radialement externe) de la pièce d'interface 30 qui forme ici un rebord annulaire. Afin de coopérer avec cet élément interne de butée axiale, l'épaulement externe 22c du pied d'aube 22 qui s'étend transversalement relativement à la forme générale allongée du pied d'aube peut prendre la forme d'une collerette annulaire.
- [0062] Le dispositif de reprise d'effort d'aube 24 peut comprendre également un système 34 de maintien en position et de serrage par effet de coin de l'ensemble des paliers à roulements 26, 28 à l'intérieur de la bouche de moyeu 16.
- [0063] Ce système 34 est par exemple positionné sensiblement au niveau de l'ouverture de bouche 16a (après mise en place du dispositif 24 dans la bouche), dans une position radiale (suivant l'axe radial A) qui est plus éloignée de l'axe longitudinal X-X' (position radialement externe) que le palier extérieur 26 (position radialement interne). Sur la [Fig.3], le système 34 est disposé au-dessus du palier 26.
- [0064] Le système 34 de maintien en position et de serrage par effet de coin est, par exemple, un système du type à clef de voûte qui serre la cartouche de paliers de roulements contre la surface interne 16b de la bouche. Un tel système 34 comprend, par exemple, deux segments en deux demi-coquilles 34a-b, des pièces de serrage 34c (réparties circonférentiellement et intérieurement aux segments), un écrou de serrage 34d, ainsi qu'une clé anti-rotation 34e et un circlips 34f. Les segments 34a-b et les pièces de serrage 34c assurent le maintien en position radiale (suivant l'axe radial A) de la cartouche de paliers et son serrage contre la surface interne 16b de la bouche de

moyeu. (suivant une direction transversale par rapport à l'axe radial A et en éloignement de celui-ci). Les segments 34a-b et la partie externe des pièces de serrage 34c avec laquelle les segments coopèrent sont notamment logés dans une gorge annulaire 16c aménagée dans l'épaisseur de la paroi de la bouche de moyeu. L'écrou de serrage 34d, la clé anti-rotation 34e et le circlips 34f assurent ainsi le maintien en position radiale des segments 34a-b et pièces de serrage 34c. Plus particulièrement, les deux segments 34a-b et les pièces de serrage 34c ont des portées coniques respectives en regard (les portions de surfaces coniques internes, pour les segments, et les portions de surfaces coniques externes en regard, pour les pièces de serrage, sont orientées chacune sur un cône dont le sommet est positionné sur l'axe A en éloignement de l'axe central X-X', c'est-à-dire que le cône est ouvert en direction de l'axe central X-X') qui sont maintenues en appui l'une contre l'autre grâce à l'effort de serrage induit par l'écrou 34d sur les pièces de serrage 34c (l'écrou présente une portion de surface conique interne qui s'appuie sur chacune des portions de surfaces coniques internes des pièces de serrage, les portions de surfaces coniques étant orientées chacune sur un cône dont le sommet est positionné sur l'axe A en direction de l'axe central X-X', c'est-à-dire que le cône est ouvert en éloignement de l'axe central X-X'). On notera que d'autres types de montages permettent d'assurer la même fonction.

[0065] Afin d'assurer le verrouillage du pied d'aube dans le dispositif de reprise d'effort d'aube 24, un dispositif 50 de verrouillage par serrage du pied d'aube 22 est mis en place dans une zone radialement externe du dispositif 24, sensiblement au niveau de l'ouverture radiale 16a de bouche.

[0066] Le dispositif 50 de verrouillage par serrage du pied d'aube 22 est positionné autour de ce dernier, dans une position radialement externe par rapport à la position relative radialement interne de l'élément interne de butée 30d de la pièce d'interface 30. Ce dispositif 50 est fixé au dispositif de reprise d'effort d'aube 24 de manière à enserrer le pied d'aube et à le maintenir en butée axiale contre l'élément interne de butée 30d.

[0067] La [Fig.4] est une vue agrandie et partielle montrant suivant une demi coupe en perspective l'intérieur de la bouche de moyeu sur laquelle la partie avant des paliers à roulements a été retirée afin de rendre visible la pièce intermédiaire 30 et les composants du dispositif 50 de verrouillage. La [Fig.5A], quant à elle, est une vue analogue à celle de la [Fig.4] mais avec le pied d'aube 22 tronqué dans sa partie supérieure.

[0068] Comme représenté sur la [Fig.3] et plus particulièrement sur les figures 4 et 5A, la bague interne 26b du palier externe 26 s'étend suivant l'axe radial A et comprend, d'une part, une première partie 26b1 en contact avec une surface externe, opposée à la surface interne, de la pièce intermédiaire d'interface 30 et, d'autre part, une deuxième partie 26b2 qui s'étend en éloignement de l'axe longitudinal X-X' jusqu'à une position

radialement externe relativement à une position radialement interne occupée par la partie d'extension transversale ou épaulement 22c du pied d'aube lorsque cette dernière est engagée contre l'élément interne de butée axiale 30d. On notera que la position radialement externe de la deuxième partie 26b2 est disposée sensiblement au niveau de l'ouverture 16a de la bouche de moyeu et donc au-delà de l'ensemble des paliers à roulements (la deuxième partie 26b2 prolonge axialement la bague interne en direction de l'ouverture 16a).

[0069] Plus particulièrement, le dispositif 50 de verrouillage par serrage est configuré pour être verrouillé par serrage sur la deuxième partie 26b2 de manière à venir, par serrage, en appui suivant l'axe radial contre la partie d'extension transversale ou épaulement 22c du pied d'aube.

[0070] Dans cet exemple de réalisation, la deuxième partie 26b2 présente un filetage interne F1 sur une surface interne de la bague interne qui est orientée en vis-à-vis du pied d'aube 22 (la bague interne entoure le pied d'aube). Le dispositif 50 de verrouillage par serrage comprend, quant à lui, un écrou de serrage 52 en deux parties 52a, 52b disposé entre la deuxième partie 26b2 et le pied d'aube 22 sur les figures 3 et 4 lorsqu'il est mis en place. L'écrou de serrage 52 est muni d'un filetage externe F2 qui est vissé sur la surface interne de la deuxième partie 26b2 par l'intermédiaire des deux filetages complémentaires F1 et F2, de manière à ce que l'écrou de serrage 52 vienne, en fin de vissage sur la surface interne de la deuxième partie 26b2, en appui suivant l'axe radial contre la partie d'extension transversale ou épaulement 22c du pied d'aube 22. Plus particulièrement, comme représenté aux figures 3 et 4, l'écrou de serrage 52 vient, en fin de vissage, en appui contre une face supérieure (radialement externe) de l'épaulement 22c, opposée à la face inférieure (radialement interne) de cet épaulement qui est en appui sur l'élément interne de butée 30d.

[0071] Comme représenté sur les figures 4 et 5A, la partie 52a (resp. 52b) de l'écrou de serrage 52 comporte une pluralité de dents 52a1 (resp. 52b1) espacées les unes des autres et qui s'étendent suivant une demi-circonférence de l'écrou de serrage prise transversalement par rapport à l'axe radial A, lorsque les deux parties 52a, 52b sont réunies l'une avec l'autre. Les dents 52a1 (resp. 52b1) sont plus particulièrement aménagées dans une portion 52ae (resp. 52be) de la partie 52a (resp. 52b) qui est située à une position radialement externe (portion supérieure sur les figures 4 et 5A) relativement à une portion 52ai (resp. 52bi) de cette partie 52a (resp. 52b) qui est située à une position radialement interne (portion inférieure sur les figures 4 et 5A) et qui vient en appui, suivant l'axe radial A, contre la partie d'extension transversale ou épaulement 22c du pied d'aube 22. La portion radialement interne 52ai (resp. 52bi) de la partie 52a (resp. 52b) de l'écrou de serrage 52 vient, plus particulièrement, en appui contre la face supérieure (radialement externe) de l'épaulement 22c. La portion ra-

dialement interne 52ai (resp. 52bi) de la partie 52a (resp. 52b) possède une partie du filetage externe F2 de l'écrou 52. Les dents de l'écrou 52 forment ainsi, comme représenté sur les figures 4 et 5A, un bord libre supérieur crénelé.

[0072] Chaque partie 52a, 52b porte ainsi une partie des dents de l'écrou de serrage 52 et forme un demi-écrou qui s'apparente ici à un demi-cylindre coupé suivant son axe de révolution. On notera toutefois que l'écrou de serrage peut revêtir d'autres formes, notamment les deux parties constitutives de cet écrou peuvent adopter des formes différentes qui ne s'apparentent pas nécessairement chacune à un demi-cylindre.

[0073] Selon une variante illustrée aux figures 5B à 5E, l'écrou de serrage est formé de deux demi-écrous E1 et E2 qui sont différents de deux demi-cylindres. Le premier (resp. deuxième) demi-écrou E1 (resp. E2) comporte une partie centrale E1.1 (resp. E2.1) de forme interne cylindrique munie d'un demi-filetage interne F1.1 (resp. F1.2). Le premier (resp. deuxième) demi-écrou E1 (resp. E2) comporte deux bras E1.2, E1.3 (resp. E2.2, E2.3) qui s'étendent à partir de la partie centrale E1.1 (resp. E2.1) et qui sont chacun situés dans un plan transversal différent, pris relativement à l'axe de révolution a1 (resp. a2) de la forme interne cylindrique de la partie centrale E1.1 (resp. E2.1). Les deux demi-écrous E1 et E2 présentent des configurations identiques qui, lorsque les deux demi-écrous se font face, permettent aux deux bras d'un demi-écrou de s'emboîter avec les deux bras de l'autre demi-écrou, comme illustré sur les différentes figures 5B-5E. Ainsi, le bras E2.3 vient se loger sous le bras E1.3 et le bras E1.2 vient se loger sous le bras E2.2, permettant ainsi un emboîtement des deux demi-écrous E1 et E2 pour former l'écrou de serrage de la [Fig.5E] dans lequel les deux demi-filetages internes F1.1 F1.2 sont réunis pour former le filetage interne complet. Toutefois, l'utilisation de cette variante d'écrou de serrage dans le mode des figures 4 et 5A nécessite de modifier sa surface externe pour qu'elle présente un filetage externe analogue au filetage interne F2 décrit plus haut. En outre, des dents sont également aménagées en partie haute de l'écrou pour remplir la fonction décrite en relation avec le mode des figures 4 et 5A. Cette variante offre une grande surface de contact entre les deux demi-écrous.

[0074] Le dispositif 50 de verrouillage par serrage comprend en outre un organe anti-rotation 54, tel qu'une clé anti-rotation, configuré pour empêcher une rotation entre la bague interne 26b et l'écrou de serrage 52, plus particulièrement une des deux parties de l'écrou. Dans cet exemple, l'organe anti-rotation 54 est notamment disposé entre deux dents consécutives, par exemple deux dents 52a1 de la partie 52a.

[0075] Comme représenté plus particulièrement sur la [Fig.5A], l'organe anti-rotation 54 prend la forme d'un jonc annulaire 54a muni d'un doigt 54b disposé transversalement par rapport à l'axe radial A. Le doigt 54b s'étend intérieurement et extérieurement suivant une direction transversale par rapport à la circonférence du jonc annulaire 54a

de manière à pouvoir à la fois s'insérer entre deux dents consécutives de l'écrou 52 et dans une ouverture O pratiquée dans la deuxième partie 26b2 de la bague interne.

[0076] On notera que, selon une variante non représentée, les dents et l'organe anti-rotation peuvent être remplacés par toute autre structure mécanique assurant la même fonction de blocage relatif en rotation entre la bague interne et le pied d'aube.

[0077] Par ailleurs, le dispositif 50 de verrouillage par serrage peut comprendre en outre un organe d'arrêt 56 qui maintient l'organe anti-rotation 54 en position entre deux dents consécutives, tout en étant fixé à la deuxième partie 26b2 de la bague interne 26b à proximité de sa position radiale supérieure. Cet organe d'arrêt 56 prend par exemple ici la forme d'un jonc d'arrêt ou circlips qui s'étend au-dessus de la clé antirotation, contre le jonc annulaire 54a de cette dernière, en étant partiellement inséré à l'intérieur d'une gorge G prévue dans la surface interne de la deuxième partie 26b2, à proximité de l'extrémité supérieure (radialement externe) de cette deuxième partie, sensiblement au niveau de l'ouverture radiale 16a de la bouche.

[0078] En outre, l'écrou de serrage 52 en deux parties 52a, 52b comporte des éléments d'alignement 52a2, 52b2, tels que des crochets, configurés pour assurer l'alignement en position radiale des deux parties 52a, 52b de l'écrou l'une par rapport à l'autre afin d'assurer l'alignement des deux portions du filetage externe F2 prévues sur les deux parties de l'écrou.

[0079] Sur la [Fig.5A], les crochets 52a2, 52b2 sont formés pour partie par des portions de dents 52a1 de la partie 52a et des portions de dents 52b1 de l'autre partie 52b configurées chacune pour s'emboîter l'une dans l'autre aux deux zones de jonction diamétralement opposées des deux parties 52a, 52b suivant une direction circonférentielle. Plus particulièrement, une portion 52b2 de dent d'une partie 52b s'insère sous une portion 52a2 de dent d'une partie 52a et, de manière diamétralement opposée, une portion 52a2 de dent de la partie 52a s'insère sous une portion 52b2 de dent de la partie 52b comme représenté sur la [Fig.5A]. Un tel agencement permet ainsi de fixer la position radiale de chacune des deux parties de l'écrou de serrage l'une par rapport à l'autre, ce qui permet d'aligner entre elles les deux portions de filetage externe du filetage externe F2. On notera que d'autres moyens d'alignement des portions de filetage externe des deux parties de l'écrou de serrage peuvent être envisagés tels que par exemple un emboîtement de type tenon-mortaise au niveau des deux zones diamétralement opposées des deux parties de l'écrou de serrage en contact l'une avec l'autre, dans les zones de ces parties qui sont situées en dessous des dents.

[0080] Lors de la mise en place du module de montage d'aube dans la bouche de moyeu 16, le dispositif 24 (cartouche de paliers à roulements) est préalablement introduit par l'ouverture radiale 16a dans la bouche de moyeu 16 de manière à être positionné en appui contre la surface interne 16b de la bouche. Le système 34 décrit ci-dessus est mis

en place par le dessus, élément constitutif par élément constitutif, en commençant par les segments 34a-b qui s'insèrent dans la gorge annulaire 16c interne à la bouche, par exemple à proximité de son ouverture 16a, les pièces de serrage 34c qui viennent intérieurement en appui suivant une portée conique contre les faces internes coniques des segments, puis l'écrou de serrage 34d, la clé anti-rotation 34e et le circlips 34f. Le dispositif 24 est ainsi serré contre la surface interne 16b de la bouche, suivant une direction transversale perpendiculaire à l'axe A.

- [0081] De manière générale, le pied d'aube 22 est ensuite introduit à l'intérieur de la bouche par le dessus (depuis l'extérieur de la bouche) et est plus particulièrement inséré en force à l'intérieur de la pièce d'interface 30 pour aboutir à la position installée des figures 3 et 4. Comme représenté sur ces figures, le pied d'aube 22 est arrêté en translation, dans une première direction (ici descendante), par l'élément interne formant butée 30d de la pièce d'interface 30.
- [0082] Les figures 6A-H illustrent plus particulièrement le synoptique de montage du pied d'aube 22 et du dispositif 50 de verrouillage de ce dernier par rapport au dispositif de reprise d'effort d'aube 24 préalablement installé dans la bouche 16a de moyeu 16.
- [0083] La [Fig.6A] représente le dispositif de reprise d'effort d'aube monté à l'intérieur de la bouche 16a de moyeu 16, en attente de recevoir le pied d'aube 22 (ou le support d'aube suivant un autre mode de réalisation déjà exposée plus haut).
- [0084] La [Fig.6B] représente l'assemblage dont seul le pied d'aube 22 apparaît au-dessus de l'ouverture radiale 16a de bouche. Le pied d'aube 22 est disposé de manière concentrique avec la pièce d'interface 30 et le pied d'aube est inséré axialement (suivant l'axe radial A) à l'intérieur de la pièce d'interface 30 (mouvement de descente sur la figure) jusqu'à ce que l'épaule 22c du pied d'aube 22 vienne en appui (butée axiale) contre le rebord périphérique 30d (élément interne de butée) de la pièce d'interface 30 ([Fig.6C]).
- [0085] Comme représenté sur la [Fig.6D], les deux parties ou demi-écrous 52a et 52b de l'écrou de serrage 52 sont positionnés autour du pied d'aube 22 (autour d'une portion cylindrique du pied), au-dessus de la deuxième partie 26b2 de la bague intérieure 26b, de manière à venir enserrer le pied d'aube.
- [0086] Comme représenté sur la [Fig.6E], les crochets des deux parties 52a et 52b de l'écrou de serrage 52 décrits en relation avec la [Fig.5A] sont mis en contact par emboîtement les uns avec les autres afin d'obtenir l'alignement radial des deux parties (et donc des deux portions de filetage externe forment le filetage externe F2) illustré sur la vue agrandie de la [Fig.5A].
- [0087] Sur la [Fig.6F] les deux parties 52a, 52b de l'écrou de serrage sont vissées sur la deuxième partie 26b2 de la bague intérieure par l'intermédiaire des filetages correspondants externe F2 et interne F1 respectifs jusqu'au couple de serrage souhaité (fin de

vissage). Au cours de cette opération on s'assure également que l'un des espaces ou encoches entre deux dents consécutives de l'écrou de serrage 52 est positionné en regard de l'ouverture O pratiquée dans la deuxième partie 26b2 de la bague intérieure.

[0088] La [Fig.6G] est une vue agrandie partielle de l'ensemble à calage variable de la [Fig.6F] et montre la mise en place de l'organe antirotation 54, avec le jonc annulaire 54a positionné entre la deuxième partie 26b2 et les dents de l'écrou de serrage et le doigt de blocage 54b inséré dans l'espace ou l'encoche entre deux dents consécutives qui a été préalablement positionnées en regard de l'ouverture O, comme décrit ci-dessus en relation avec la [Fig.6F].

[0089] Ensuite, comme représenté à la [Fig.6H], l'organe d'arrêt 56 (ex : circlips) est mis en place de manière à coiffer l'organe antirotation 54 en se fixant à la deuxième partie 26b2 de la bague intérieure afin de verrouiller le montage et de le solidariser à la bague 26 et donc au dispositif de reprise d'effort d'aube 24. Plus particulièrement, l'organe d'arrêt 56 est inséré partiellement dans la gorge interne G de la deuxième partie 26b2 et prend appui suivant l'axe radial A sur l'organe antirotation 54, plaquant ainsi ce dernier contre l'écrou de serrage 52.

[0090] Grâce à ce montage et ce système de verrouillage, le pied d'aube 22 est ainsi retenu axialement (suivant l'axe A) dans une deuxième direction opposée (ici ascendante) à l'intérieur du dispositif de reprise d'effort d'aube dans la bouche de moyeu.

[0091] Dès lors que le pied d'aube 22 est verrouillé dans le dispositif 24 (« cartouche à roulements ») comme expliqué ci-dessus en référence aux figures 6A-H, la partie d'engagement 44b du système excentrique est engagée avec la partie inférieure débouchante ou saillante 22a du pied d'aube 22. Dans le présent exemple, les cannelures internes de la partie d'engagement 44b viennent s'insérer entre les cannelures externes de la partie inférieure 22a pour obtenir une position d'engagement (position engrenée) qui permettra par la suite de commander le pivotement du pied d'aube souhaité pour un calage de l'aube prédéterminé.

[0092] On notera que pour réaliser une opération de maintenance sur l'ensemble à calage variable décrit ci-dessus, notamment sur une aube, il suffit de déverrouiller le pied d'aube par rapport au dispositif de reprise d'effort d'aube 24 en réalisant, sur le dispositif 50 de verrouillage, les opérations inverses de celle décrite en référence aux figures 6A-F. Pour retirer le pied d'aube 22 du dispositif 24 et donc de la bouche de moyeu 16, il n'est pas nécessaire d'accéder à l'intérieur du moyeu comme dans l'art antérieur puisqu'il suffit de retirer axialement le pied d'aube 22 vers le haut (pour passer de la position de la [Fig.6C] à celle de la [Fig.6B]) afin de désengager la partie inférieure 22a de la partie d'engagement 44b du système excentrique.

[0093] Le dispositif 50 de verrouillage du pied d'aube dans le dispositif de reprise d'effort d'aube 24 tel que décrit ci-dessus peut prendre d'autres formes que celles illustrées et

décrites et peut notamment s'appliquer à un dispositif de reprise d'effort d'aube de structure différente. Le dispositif de reprise d'effort d'aube auquel le dispositif de verrouillage du pied d'aube peut s'appliquer présente généralement une pièce intermédiaire/interne d'interface entre le dispositif de reprise d'effort d'aube et le pied d'aube, ainsi qu'une bague externe et concentrique à cette pièce intermédiaire d'interface et sur laquelle le dispositif de verrouillage peut être fixé.

[0094] Par ailleurs, la soufflante comporte de manière connue, dans sa partie amont (à gauche sur la [Fig.2]), un cône aérodynamique 46 ("spinner" en terminologie anglo-saxonne) formant un capot enveloppant notamment les modules de montage des aubes de soufflante et le mécanisme de commande de pivotement des supports d'aube. La soufflante comporte également, intérieurement au cône 46, un capot interne 48. De manière connue, les aubes de la soufflante s'étendent radialement au-delà du cône 46 afin d'être exposées à la veine d'air d'écoulement entourant le cône.

[0095] Bien que la présente description se réfère à des exemples de réalisation spécifiques, des modifications peuvent être apportées à ces exemples sans sortir de la portée générale de l'invention telle que définie par les revendications. En outre, des caractéristiques individuelles des différents modes de réalisation illustrés ou mentionnés peuvent être combinées dans des modes de réalisation additionnels. Par conséquent, la description et les dessins doivent être considérés dans un sens illustratif plutôt que restrictif.

Revendications

[Revendication 1]

Ensemble à calage variable pour soufflante de turbomachine, comprenant:

- un moyeu (14) s'étendant circonférentiellement autour d'un axe longitudinal (X-X') de rotation du moyeu et qui comprend au moins une bouche de moyeu (16) délimitant intérieurement une ouverture (16a) orientée radialement relativement à l'axe longitudinal,
- un dispositif de reprise d'effort d'aube de soufflante (24) qui est fixé dans ladite au moins une bouche de moyeu (16) et destiné à reprendre les efforts d'une aube de soufflante montée dans ladite au moins une bouche de moyeu (16),
- un support d'aube de soufflante ou un pied d'aube (22) de soufflante qui est apte à pivoter sur commande autour d'un axe radial (A) passant par l'ouverture radiale (16a) de la bouche de moyeu (16) et configuré pour être engagé à travers cette ouverture (16a), à l'intérieur du dispositif de reprise d'effort d'aube (24), et pour venir en butée selon l'axe radial (A) contre un élément interne (30d) du dispositif de reprise d'effort d'aube (24),
- un dispositif (50) de verrouillage par serrage du support d'aube ou du pied d'aube (22) qui est positionné autour de ce dernier, à une position radialement externe par rapport une position radialement interne, plus proche de l'axe longitudinal, de l'élément interne de butée (30d), et qui est fixé au dispositif de reprise d'effort d'aube (24) de manière à enserrer le support d'aube ou le pied d'aube (22) et à le maintenir en butée selon l'axe radial (A) contre l'élément interne de butée (30d), le dispositif de reprise d'effort d'aube (24) comprenant une pièce intermédiaire d'interface (30) qui s'étend suivant l'axe radial (A) entre une position radialement externe et une position radialement interne et qui comporte, à sa position radialement externe, l'élément interne de butée (30d), le support d'aube (22) ou le pied d'aube comportant, d'une part, une partie allongée qui s'étend suivant l'axe radial (A) et qui est disposée contre au moins une partie d'extension d'axe radial d'une surface interne de la pièce intermédiaire d'interface (30) et, d'autre part, une partie (22c) qui s'étend transversalement relativement à l'axe radial (A) et qui est engagée contre l'élément interne de butée (30d), le dispositif de reprise d'effort d'aube (24) comprenant un ensemble formé d'au moins un premier palier à roulements (26) dans une position ra-

dialement externe et d'un deuxième palier à roulements (28) dans une position radialement interne, le premier palier (26) comportant une bague interne (26b) qui s'étend suivant l'axe radial (A) et le deuxième palier (28) comportant une bague interne (28b) qui s'étend suivant l'axe radial (A), la pièce intermédiaire d'interface (30) étant enserrée entre les bagues internes (26b, 28b) des deux paliers (26, 28).

[Revendication 2]

Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyeu (14) s'étend circonférentiellement autour d'un axe longitudinal (X-X') de rotation du moyeu et comprend une pluralité de bouches de moyeu (16) réparties circonférentiellement sur une périphérie externe du moyeu, chaque bouche de moyeu (16) délimitant intérieurement une ouverture (16a) orientée radialement relativement à l'axe longitudinal et qui est apte à mettre en communication une zone périphérique (Ze) radialement externe à la bouche de moyeu, située en éloignement de l'axe longitudinal, avec une zone périphérique (Zi) radialement interne de la bouche de moyeu, qui est plus proche de l'axe longitudinal, un dispositif de reprise d'effort d'aube (24) étant configuré pour être mis en place dans chaque bouche de moyeu (16) à travers l'ouverture (16a) de cette dernière, et serré contre une surface interne (16b) de la bouche de moyeu disposée sensiblement parallèlement à un axe radial (A) passant par l'ouverture radiale (16a) de la bouche de moyeu.

[Revendication 3]

Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que la bague interne (26b) du premier palier (26) comprend une partie (26b2) s'étendant dans une position radialement externe et sur laquelle le dispositif (50) de verrouillage par serrage est verrouillé par serrage, la partie (26b2) de la bague interne (26b) présentant un filetage interne (F1) sur une surface interne orientée en vis-à-vis du support d'aube (22) ou du pied d'aube, le dispositif (50) de verrouillage par serrage comprenant un écrou de serrage (52) en deux parties (52a, 52b) disposé entre la partie (26b2) de la bague interne (26b) et le support d'aube (22) ou le pied d'aube, qui est muni d'un filetage externe (F2) et est vissé sur la surface interne de la partie (26b2) de la bague interne (26b) par l'intermédiaire des deux filetages.

[Revendication 4]

Ensemble selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dispositif (50) de verrouillage par serrage comprend en outre un organe anti-rotation (54) configuré pour empêcher une rotation entre la bague interne (26b) et l'écrou de serrage (52).

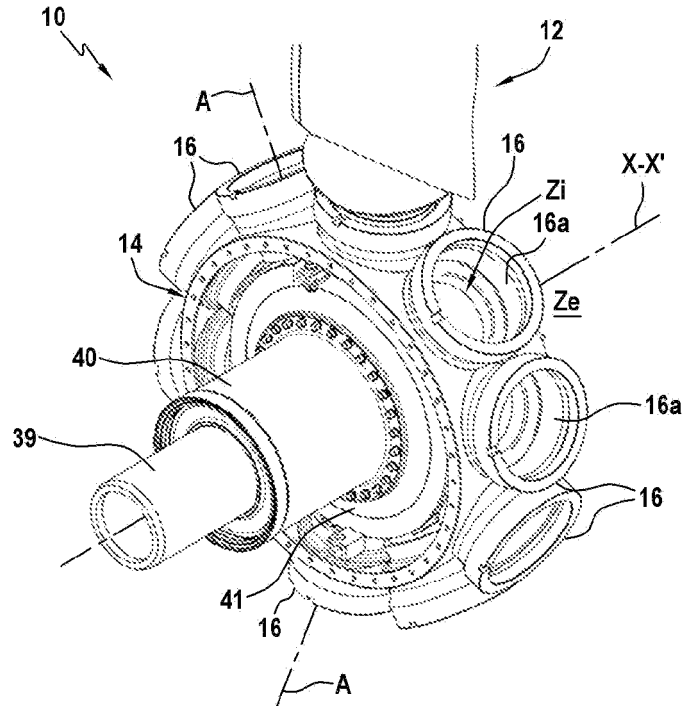
[Revendication 5]

Ensemble selon la revendication 4, caractérisé en ce que les deux parties

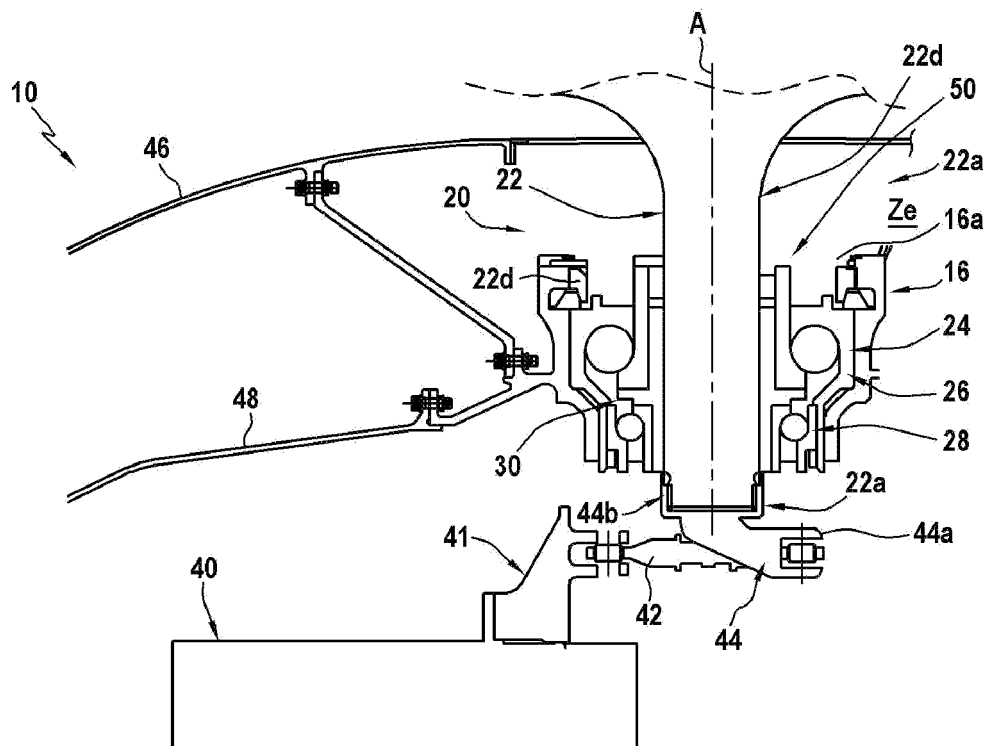
(52a, 52b) de l'écrou de serrage comportent chacune une pluralité de dents (52a1, 52b1) espacées les unes des autres, l'organe anti-rotation (54) étant disposé entre deux dents consécutives.

- [Revendication 6] Ensemble selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que l'écrou de serrage (52) en deux parties comporte des éléments (52a2, 52b2) configurés pour assurer l'alignement en position radiale des deux parties (52a, 52b) de l'écrou l'une par rapport à l'autre afin d'assurer l'alignement des portions du filetage externe (F2) prévues sur les deux parties de l'écrou.
- [Revendication 7] Ensemble selon l'une des revendications 1, 3 à 6, caractérisé en ce que le dispositif de reprise d'effort d'aube (24) comprend un système (34) de maintien en position et de serrage par effet de coin de l'ensemble des paliers à roulements qui est positionné au niveau de l'ouverture de bouche (16a), dans une position radiale plus éloignée de l'axe longitudinal que le premier palier à roulements (26).
- [Revendication 8] Ensemble selon l'une des revendications 1, 3 à 7, caractérisé en ce qu'un élément de serrage (32) du deuxième palier à roulements (28) est disposé dans une position transversale externe relativement à ce deuxième palier et la bague externe (26a) du premier palier à roulements (26) prend appui sur cet élément de serrage.
- [Revendication 9] Ensemble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un système (44) à excentrique de commande de pivotement du support d'aube ou du pied d'aube (22) qui est configuré pour commander le pivotement du support d'aube ou du pied d'aube autour de l'axe radial (A) de bouche, le système (44) comportant une partie d'engagement (44b) configurée pour s'engager dans une position d'engagement avec une partie inférieure (22a) du support d'aube ou du pied d'aube qui est opposée à une partie supérieure (22b) du support d'aube disposée dans une position radialement externe relativement à la position radialement interne de la partie inférieure.
- [Revendication 10] Soufflante de turbomachine (10), caractérisé en ce qu'elle comprend un ensemble à calage variable pour soufflante de turbomachine selon l'une des revendications précédentes.
- [Revendication 11] Turbomachine comprenant une soufflante selon la revendication 10.

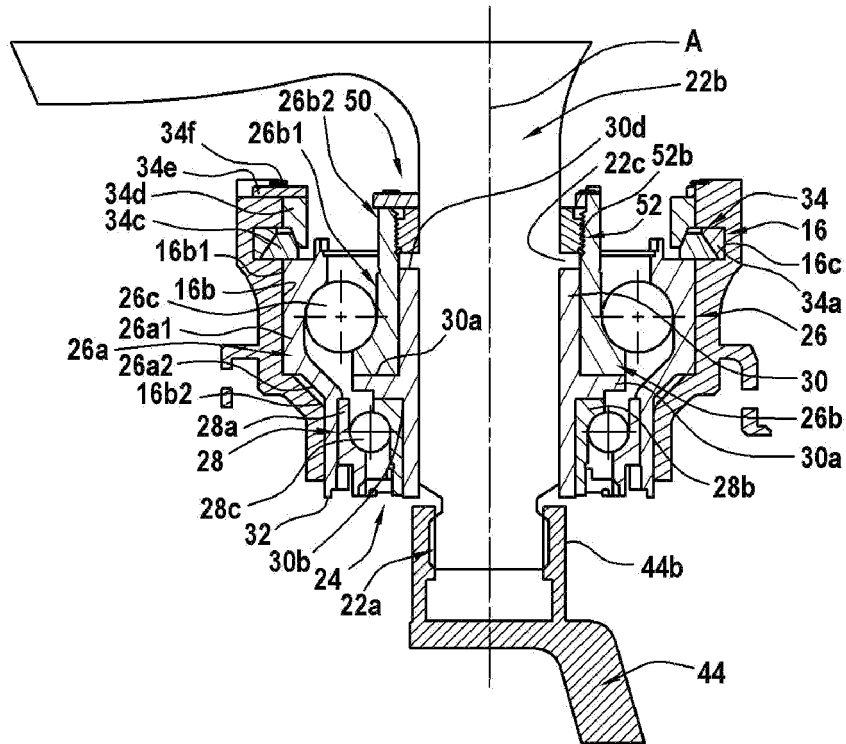
[Fig. 1]



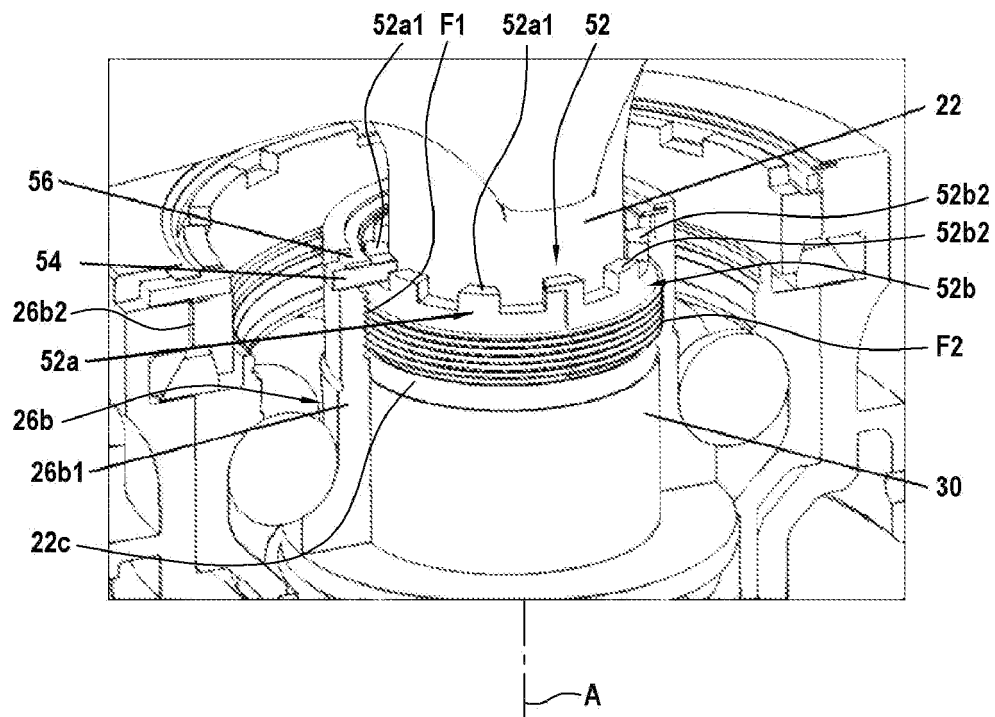
[Fig. 2]



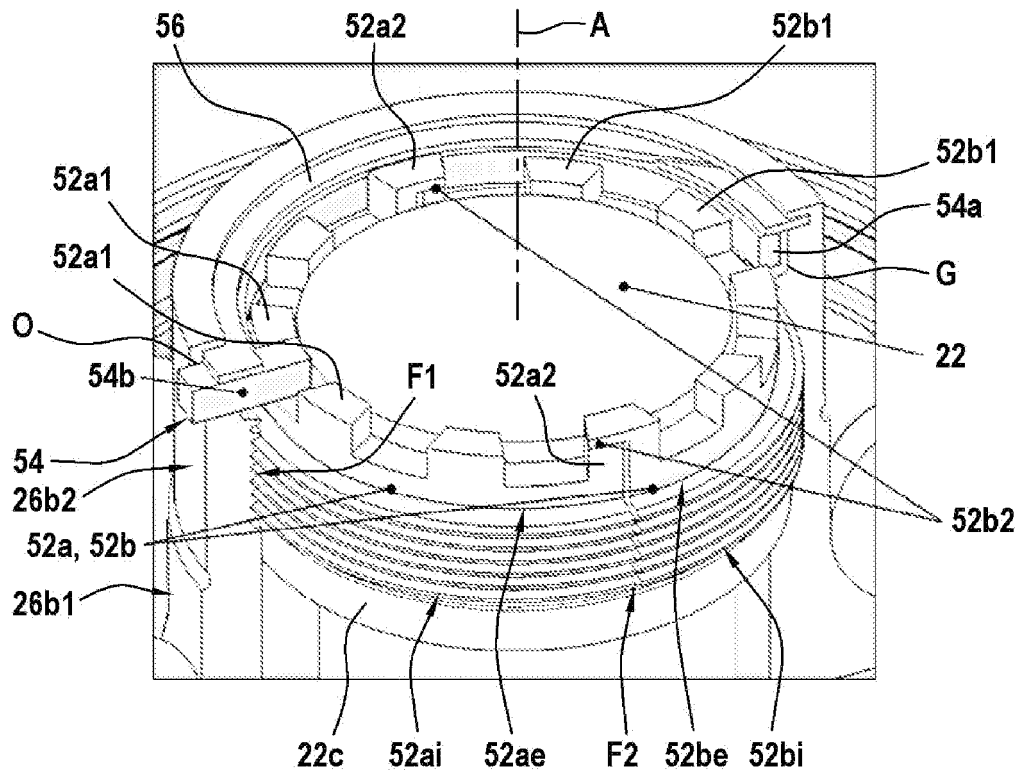
[Fig. 3]



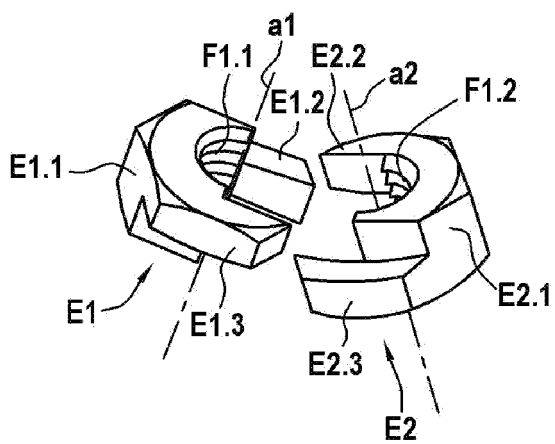
[Fig. 4]



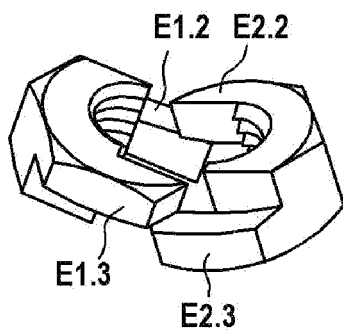
[Fig. 5A]



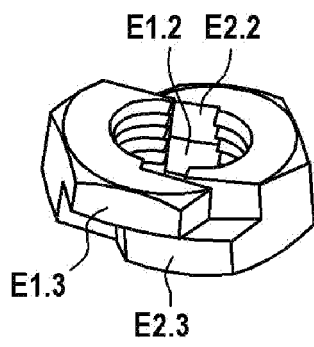
[Fig. 5B]



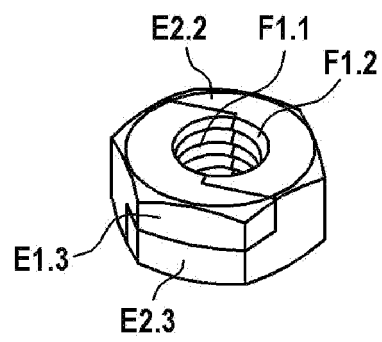
[Fig. 5C]



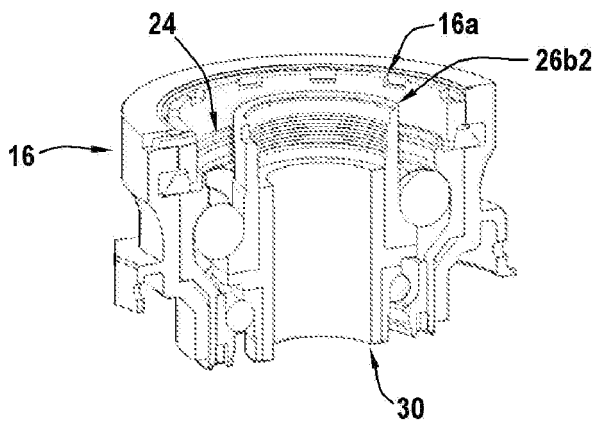
[Fig. 5D]



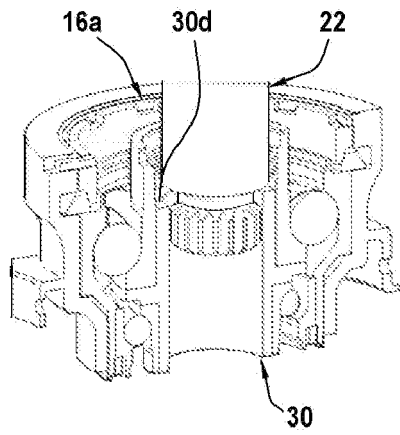
[Fig. 5E]



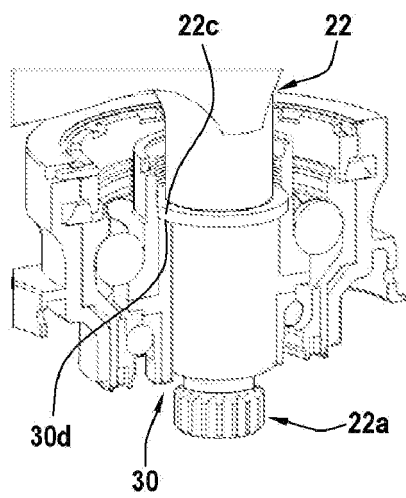
[Fig. 6A]



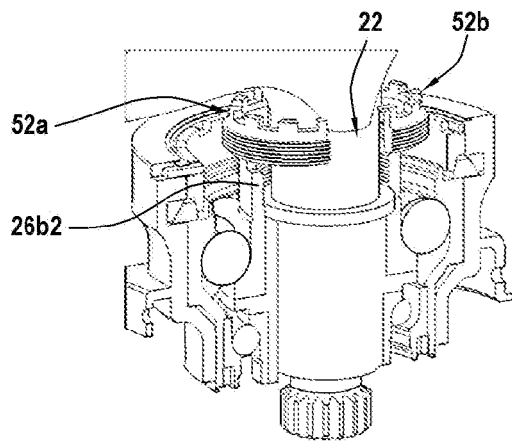
[Fig. 6B]



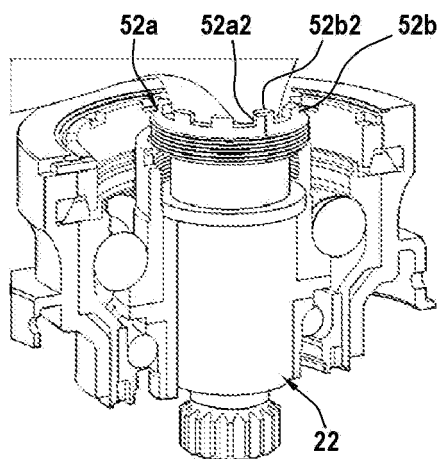
[Fig. 6C]



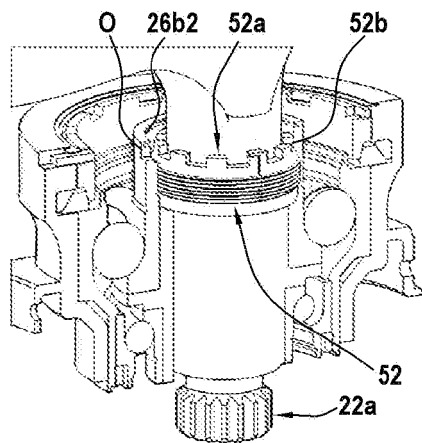
[Fig. 6D]



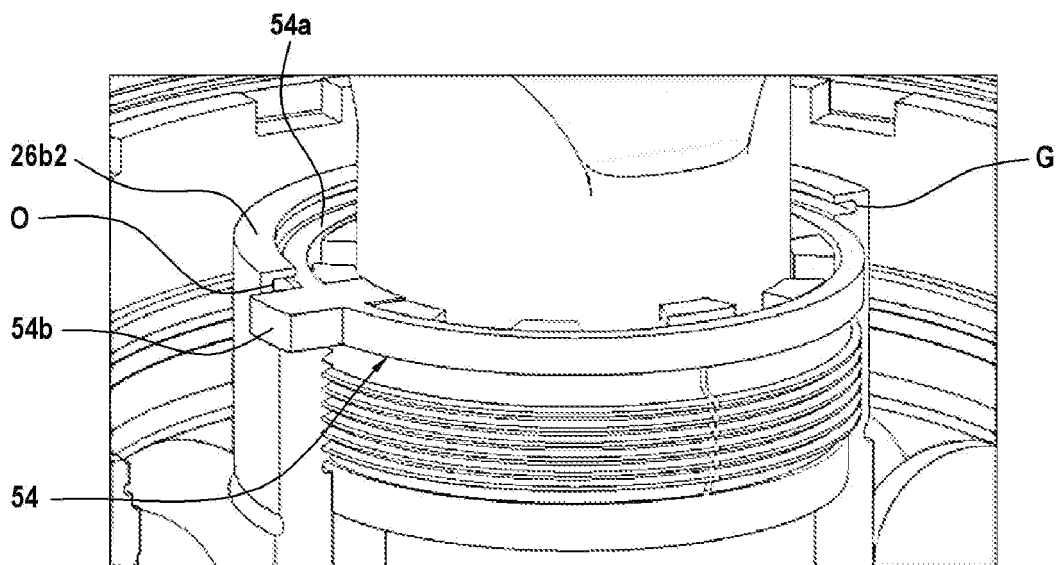
[Fig. 6E]



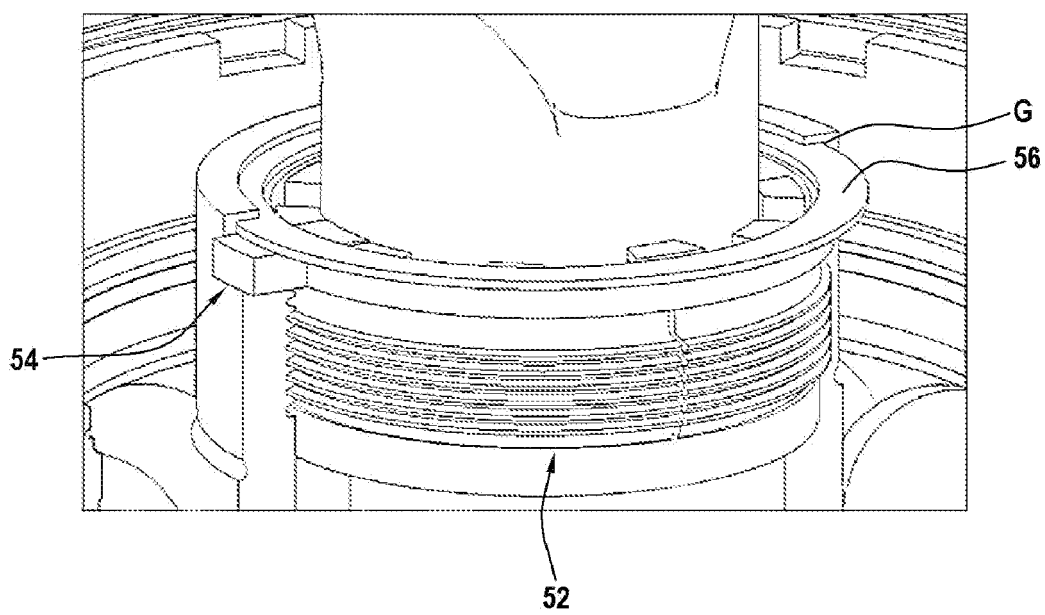
[Fig. 6F]



[Fig. 6G]



[Fig. 6H]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2022/372884 A1 (KRAY NICHOLAS J [US] ET AL) 24 novembre 2022 (2022-11-24)

FR 3 120 650 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 16 septembre 2022 (2022-09-16)

DE 921 788 C (TERZI PAOLO)
30 décembre 1954 (1954-12-30)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT