

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14.11.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 16.05.25 Bulletin 25/20.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS  
— FR.

72 Inventeur(s) : PERDRIGEON, Christophe Marcel  
Lucien, POIRIER, Victor Louis et SERVANT, Régis  
Eugène Henri.

73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS.

74 Mandataire(s) : GEVERS & ORES.

54 ACTIONNEUR HYDRAULIQUE LINEAIRE POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF.

57 Actionneur hydraulique linéaire (100), en particulier  
pour une turbomachine (1) d'aéronef, comportant :

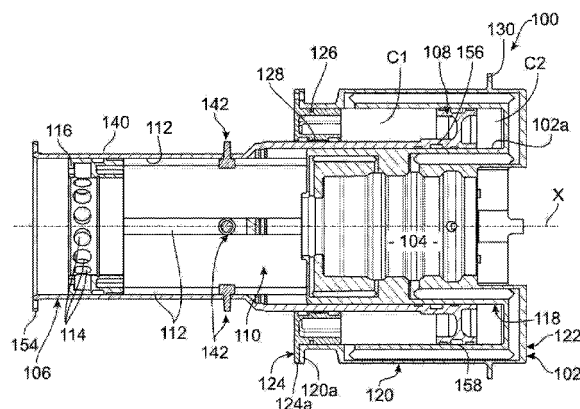
- un corps interne (102) tubulaire comportant une première surface cylindrique externe (102a),
- un corps externe (106) tubulaire comprenant un piston (108) mobile en translation axiale sur la première surface (102a),

le corps interne (102) comprenant une première paroi cylindrique (110), et

le corps externe (106) comprenant une seconde paroi cylindrique (140) qui entoure la première paroi cylindrique (110),

l'une de ces première et seconde parois (110, 140) comportant des rainures axiales (112) et l'autre de ces première et seconde parois (140, 110) portant des galets de roulement (142) qui sont logés dans ces rainures (112) et qui sont aptes à coopérer par roulement avec ces rainures (112) pour guider la translation du corps externe (106) sur le corps interne (102) tout en bloquant la rotation du corps externe (106) vis-à-vis du corps interne (102).

Figure pour l'abrégé : Figure 3



## **Description**

### **Titre de l'invention : ACTIONNEUR HYDRAULIQUE LINEAIRE POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF**

#### **Domaine de l'invention**

[0001] La présente invention concerne un actionneur hydraulique linéaire en particulier pour une turbomachine d'aéronef. Elle vise également un module de turbomachine comprenant une hélice à aubes à calage variable ainsi qu'un actionneur du type précité.

#### **Arrière-plan technique**

[0002] Les turbomachines comprennent de manière générale une soufflante carénée ou une hélice non carénée équipée d'aubes mobiles à calage variable. Une soufflante carénée munie d'aubes à calage ou à pas variable permet de régler le calage ou l'orientation des pales des aubes en fonction des paramètres de vol de manière à optimiser le fonctionnement de la soufflante. Cette configuration permet d'optimiser le module dans lequel une telle soufflante est intégrée. Pour rappel, l'angle de calage d'une pale correspond à l'angle, dans un plan longitudinal perpendiculaire à l'axe de rotation de la pale, entre la corde de la pale et le plan de rotation de la soufflante. Les aubes à calage variable peuvent occuper une position dite d'inversion de poussée (connue sous le terme anglais « reverse ») dans laquelle celles-ci permettent de générer une contre poussée pour participer au ralentissement de l'aéronef et une position de mise en drapeau dans laquelle, en cas de défaillance ou de panne, celles-ci permettent de limiter leur trainée aérodynamique. Les aubes de la soufflante sont entraînées en rotation par un arbre moteur. Un tel exemple de soufflante avec des aubes à calage variable est décrit dans la demande de brevet FR-A1-3 087 233.

[0003] Les turbomachines équipées d'hélices non carénées sont connues sous le terme anglais « open rotor » ou « unducted fan ». Dans cette catégorie de turbomachine, il existe celles qui ont deux hélices non carénées et contrarotatives (connues sous l'acronyme anglais UDF pour « Unducted Fan ») ou celles ayant une seule hélice non carénée et un redresseur comprenant plusieurs aubes de stator (connues sous l'acronyme anglais USF pour « Unducted Single Fan »). L'hélice ou les hélices formant la partie propulsive peu(ven)t être placée(s) à l'arrière du générateur de gaz (ou moteur) de sorte à être du type pousseur ou à l'avant du générateur de gaz de sorte à être du type tracteur. Ces turbomachines sont des turbopropulseurs qui se distinguent des turboréacteurs par l'utilisation d'une hélice à l'extérieur de la nacelle (non carénée) au lieu d'une soufflante interne présentée ci-avant. Cela permet d'augmenter le taux de dilution de façon très importante sans être pénalisé par la masse des carters ou nacelles destiné(e)s à entourer les pales de l'hélice ou soufflante. Le calage variable permet

dans le même but de freiner l'aéronef ou de limiter la traînée aérodynamique en cas de défaillance.

- [0004] Actuellement, que ce soient les soufflantes carénées ou les hélices non carénées à aubes à calage variable, le système de changement de pas comprend un moyen de commande qui est relié d'une part, à un arbre de soufflante qui est typiquement entraîné par l'arbre moteur via un réducteur de vitesse et d'autre part, à un mécanisme de liaison couplé aux aubes à calage variable. Le moyen de commande, situé dans un repère tournant de la turbomachine, comprend généralement un actionneur hydraulique linéaire qui comporte un corps mobile qui en se déplaçant agit sur la position des pales des aubes à calage variable. L'actionneur est alimenté par un fluide tel que de l'huile dont la source d'alimentation est agencée dans un repère fixe de la turbomachine. Un dispositif de transfert de fluide du type OTB (acronyme de l'anglais *Oil Transfer Bearing*) permet le passage du repère fixe au repère tournant comportant l'actionneur.
- [0005] La cinématique d'actionnement des aubes fait appel à plusieurs éléments en plus de l'actionneur et par exemple un excentrique, des biellettes, une couronne de synchronisation, etc. Cette cinématique de changement de pas de l'hélice provoque une translation et un mouvement de rotation de l'actionneur. Ce mouvement de rotation induit par la cinématique doit être arrêté par une pièce d'anti-rotation.
- [0006] Une solution d'anti-rotation pourrait consister à installer des biellettes d'anti-rotation pour relier la couronne de synchronisation à un stator de l'hélice. Cependant, cette solution ne serait pas idéale car ces biellettes seraient positionnées à un haut rayon vis-à-vis de l'axe de rotation de l'hélice, ce qui encombrerait l'accès aux pieds des aubes et ne faciliterait pas le montage et l'accès dans cette zone.
- [0007] La présente invention propose une solution à ce problème, qui est simple, efficace et économique.

### **Résumé de l'invention**

- [0008] L'invention concerne un actionneur hydraulique linéaire, en particulier pour une turbomachine d'aéronef, cet actionneur ayant une forme générale allongée le long d'une axe et comportant :
- [0009] - un corps interne tubulaire qui s'étend le long de l'axe et qui comprend un logement interne apte à recevoir un dispositif de transfert de fluide d'un repère fixe à un repère tournant, le corps interne comportant une première surface cylindrique externe,
- [0010] - un corps externe tubulaire qui s'étend le long de l'axe et autour du corps interne et qui comprend un piston mobile en translation axiale sur la première surface, ce piston séparant axialement deux cavités annulaires de fluide qui sont aptes à être alimentées en fluide pour assurer une translation axiale du piston et du corps externe sur le corps interne,

- [0011] caractérisé en ce que le corps interne comprend une première paroi cylindrique, et le corps externe comprend une seconde paroi cylindrique qui entoure la première paroi cylindrique, l'une de ces première et seconde parois comportant des rainures axiales et l'autre de ces première et seconde parois portant des galets de roulement qui sont logés dans ces rainures et qui sont aptes à coopérer par roulement avec ces rainures pour guider la translation du corps externe sur le corps interne tout en bloquant la rotation du corps externe vis-à-vis du corps interne.
- [0012] La particularité de l'actionneur selon l'invention est notamment qu'il intègre un système d'anti-rotation à galets de roulement. L'utilisation de plusieurs galets de roulement permet de mieux répartir l'effort d'anti-rotation.
- [0013] Dans la présente, on étend par « galet » ou « galet de roulement », un élément permettant de substituer un frottement de glissement par un frottement de roulement. On comprend donc que les galets sont aptes à rouler dans les rainures et en particulier à rouler sur des bords longitudinaux de ces rainures. Le ou chaque galet peut avoir une surface de roulement cylindrique, tronconique ou incurvée (par exemple en U ou V). Le nombre de galets est de préférence égal au nombre de rainures et est par exemple compris entre 2 et 10, de préférence entre 3 et 8, et est par exemple de 4. Les galets comme les rainures sont de préférence régulièrement répartis autour de l'axe de l'actionneur.
- [0014] L'actionneur peut comprendre également une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, considérées indépendamment les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :
- le corps interne comprend des premier et second tronçons axiaux adjacents, le premier tronçon axial comportant ledit logement et ladite première surface, et le second tronçon axial comportant ladite première paroi.
  - le second tronçon du corps interne comprend à son extrémité libre située du côté opposé au premier tronçon une rangée annulaire de trous borgnes qui débouchent radialement vers l'intérieur et sont aptes à recevoir des écrous tonneaux.
  - le premier tronçon du corps interne est du type à double peau et comprend une peau interne définissant ladite première surface, et une peau externe définissant une seconde surface cylindrique interne qui entoure la première surface, les première et seconde surfaces définissant entre elles un espace annulaire qui reçoit ledit piston et qui est séparé en deux par ledit piston pour former lesdites cavités.
  - l'espace annulaire est fermé à une première extrémité axiale par un voile annulaire du corps interne qui relie les peaux interne et externe, et à une seconde extrémité axiale opposée par un bouchon annulaire rapporté et fixé

sur la peau externe du corps interne.

- le corps interne comprend une bride annulaire de fixation, de préférence radialement externe, en saillie sur sa peau externe.
- le corps interne comprend des premières conduites internes de fluide dont des extrémités débouchent dans ledit logement interne, et dont des extrémités opposées débouchent dans l'une des cavités, et des secondes conduites internes de fluide dont des extrémités débouchent dans ladite cavité interne, et dont des extrémités opposées débouchent dans l'autre des cavités.
- les premières et secondes conduites sont formées dans lesdites peaux, voire dans ledit voile.
- le corps interne comprend des troisièmes conduites internes de fluide dont des extrémités débouchent dans ledit logement interne, et dont des extrémités opposées débouchent radialement vers l'intérieur.
- les premier et second tronçons du corps interne sont formés d'une seule pièce.
- le corps externe comprend une portion tubulaire dont une partie forme ladite seconde paroi et dont une extrémité longitudinale forme ledit piston ou est reliée audit piston.
- la portion tubulaire du corps externe comprend une bride annulaire de fixation, de préférence radialement externe, à son extrémité longitudinale opposée audit piston.
- la portion tubulaire du corps externe est apte à coulisser axialement à l'intérieur du bouchon.
- la portion tubulaire du corps externe est formée d'une seule pièce.

[0015] L'invention concerne également un ensemble comportant un actionneur tel que décrit dans ce qui précède, et un dispositif de transfert de fluide d'un repère fixe à un repère tournant. Ce dispositif est monté axialement au moins en partie dans le logement du corps interne et comprend par exemple deux corps, respectivement de stator et de rotor. Le corps de stator est engagé dans le corps de rotor qui est solidaire en rotation du corps interne de l'actionneur. Un fluide tel que de l'huile est destiné à alimenter l'actionneur par l'intermédiaire du dispositif de transfert, en circulant depuis le corps de stator, jusqu'au corps de rotor puis au corps interne de l'actionneur.

[0016] L'invention concerne également un module de turbomachine, comportant une hélice comprenant une pluralité d'aubes à calage variable, et un système de changement de pas des aubes de l'hélice, ce système comportant un actionneur tel que décrit ci-dessus.

[0017] Le module peut comprendre également une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, considérées indépendamment les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- le corps externe de l'actionneur est relié à la périphérie interne d'un flasque

- annulaire dont la périphérie externe est reliée aux pieds des aubes de l'hélice ;
- la périphérie interne du flaque comprend une bride de fixation à la bride du corps externe ;
- un dispositif de transfert de fluide est monté axialement à l'intérieur dudit logement de l'actionneur ;
- un système de verrouillage du pas des aubes, par exemple du type *pitchlock*, est monté axialement à l'intérieur du second tronçon du corps interne ;
- le système de verrouillage est apte à être alimenté en fluide par lesdites troisièmes conduites ;
- les galets sont du type à roulement à aiguilles ;
- chacun des galets comporte une surface cylindrique externe de guidage apte à coopérer par roulement avec des bords longitudinaux de la rainure dans laquelle il est engagé ;
- les galets comportent chacun une partie filetée engagée dans un orifice de la première paroi ou de la seconde paroi, et apte à recevoir un écrou de fixation.

[0018] L'invention concerne en outre une turbomachine d'aéronef comprenant au moins un module de turbomachine selon l'une quelconque des caractéristiques précédentes.

### **Brève description des figures**

[0019] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description explicative détaillée qui va suivre, de modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, en référence aux dessins schématiques annexés dans lesquels :

[0020] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue schématique, en coupe axiale et partielle d'un exemple de turbomachine avec une soufflante carénée à laquelle s'applique l'invention ;

[0021] [Fig.2] La [Fig.2] représente de manière schématique et suivant une coupe axiale partielle, un exemple de module de turbomachine avec une hélice et un système de changement de pas des aubes de l'hélice ;

[0022] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue schématique en coupe axiale d'un actionneur hydraulique linéaire selon un mode de réalisation de l'invention ;

[0023] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue schématique en perspective de l'actionneur hydraulique linéaire de la [Fig.3] ;

[0024] [Fig.5a] La [Fig.5a] est une vue schématique en coupe axiale d'un corps interne de l'actionneur hydraulique linéaire de la [Fig.3] ;

[0025] [Fig.5b] La [Fig.5b] est une autre vue schématique en coupe axiale du corps interne de l'actionneur hydraulique linéaire de la [Fig.3] ;

[0026] [Fig.6] La [Fig.6] est une vue schématique en perspective du corps interne de

- l'actionneur hydraulique linéaire de la [Fig.3] ;
- [0027] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue schématique en coupe axiale d'un corps externe de l'actionneur hydraulique linéaire de la [Fig.3] ;
- [0028] [Fig.8] La [Fig.8] est une vue schématique en coupe axiale d'un bouchon de l'actionneur hydraulique linéaire de la [Fig.3] ;
- [0029] [Fig.9] La [Fig.9] est une vue schématique en perspective d'un galet de roulement de l'actionneur hydraulique linéaire de la [Fig.3] ;
- [0030] [Fig.10] La [Fig.10] est une vue schématique en coupe d'un galet de roulement de l'actionneur hydraulique linéaire de la [Fig.3] ;
- [0031] [Fig.11] La [Fig.11] représente de manière schématique et suivant une coupe axiale partielle, un exemple de module de turbomachine avec une hélice et un système de changement de pas des aubes de l'hélice, ce système comportant l'actionneur de la [Fig.3].

### **Description détaillée de l'invention**

- [0032] La [Fig.1] représente une turbomachine destinée à être montée sur un aéronef. L'aéronef comprend un fuselage et au moins deux ailes s'étendant de part et d'autre du fuselage suivant l'axe du fuselage. Au moins une turbomachine est montée par exemple sous chaque aile. La turbomachine peut être un turboréacteur, par exemple une turbomachine équipée d'une soufflante carénée (turbosoufflante) ou un turbo-propulseur, par exemple une turbomachine équipée d'une hélice non carénée (« open rotor », « USF » pour « Unducted Single Fan » ou « UDF » pour « Unducted Fan »). Bien entendu l'invention s'applique à d'autres types de turbomachine.
- [0033] De manière générale et dans la suite de la description, le terme « soufflante » est employé pour désigner indifféremment une soufflante ou une hélice.
- [0034] Dans la présente invention, et de manière générale, les termes « amont », « aval », « axial » et « axialement » sont définis par rapport à la circulation des gaz dans la turbomachine et ici suivant l'axe longitudinal X (et même de gauche à droite sur la [Fig.1]). De même, les termes « radial », « radialement », « interne », « intérieur », « externe » et « extérieur » sont définis par rapport à un axe radial Z perpendiculaire à l'axe longitudinal X et au regard de l'éloignement par rapport à l'axe longitudinal X.
- [0035] Pour faciliter sa fabrication et son assemblage/montage/démontage, une turbomachine est en général modulaire c'est-à-dire qu'elle comprend plusieurs modules qui sont fabriqués indépendamment les uns des autres et qui sont assemblés ensuite les uns aux autres. La modularité d'une turbomachine facilite en outre sa maintenance. Dans la présente demande, nous entendons par « module de turbomachine », un module qui comprend notamment une soufflante ou hélice et un système de changement de pas des aubes de cette hélice ou soufflante.

[0036] Sur la [Fig.1], la turbomachine 1 comprend un générateur de gaz 2 en amont duquel est montée une soufflante 3. Le générateur de gaz 2 comporte typiquement d'amont en aval, un compresseur basse pression 4, un compresseur haute pression 5, une chambre de combustion 6, une turbine haute pression 7 et une turbine basse pression 8. Les rotors du compresseur basse pression 4 et de la turbine basse pression 8 sont reliés mécaniquement par un arbre basse pression 9 de manière à former un corps basse pression. Les rotors du compresseur haute pression 5 et de la turbine haute pression 7 sont reliés mécaniquement par un arbre haute pression 10 de manière à former un corps haute pression. Le corps haute pression est guidé en rotation autour de l'axe longitudinal par un premier palier 11 à roulements en amont et un deuxième palier 12 à roulements en aval. Le premier palier 11 est monté radialement entre un carter inter-compresseur 13 et une extrémité amont de l'arbre haute pression 10. Le carter inter-compresseur 13 est agencé axialement entre les compresseurs basse et haute pression 4, 5. Le deuxième palier 12 est monté radialement entre un carter inter-turbine 14 et une extrémité aval de l'arbre haute pression 10. Le carter inter-turbine 14 est agencé axialement entre les turbines basse et haute pression 7, 8. Le corps basse pression est guidé en rotation autour de l'axe longitudinal X via un troisième palier 15 à roulements et un quatrième palier préférentiellement double 16 à roulements. Ces derniers sont montés radialement entre un carter d'échappement 17 et une extrémité aval de l'arbre basse pression 9. Le carter d'échappement 17 est situé en aval de la turbine basse pression 8. Le troisième palier 15 est monté radialement entre un carter d'entrée 18 et une extrémité amont de l'arbre basse pression 9. L'arbre haute pression 10 s'étend radialement au moins en partie à l'extérieur de l'arbre basse pression 9 et sont coaxiaux.

[0037] Dans une autre configuration non représentée, le corps basse pression ou de faible pression comprend le compresseur basse pression qui est relié à une turbine de pression intermédiaire. Une turbine libre de puissance est montée en aval de la turbine de pression intermédiaire et est reliée à l'hélice décrite ci-après via un arbre de transmission de puissance pour l'entraîner en rotation.

[0038] La soufflante 3 représentée est carénée par un carter de soufflante 19 qui porte (avec des aubes de stator montées en aval de la soufflante) une nacelle 20. La soufflante 3 comprime un flux d'air qui entre dans la turbomachine en se divisant en un flux d'air primaire F1 et en flux d'air secondaire F2 au niveau d'un bec de séparation 21. Ce dernier est porté par le carter d'entrée 18 centré sur l'axe longitudinal X. Le carter d'entrée 18 est prolongé en aval par un carter externe ou carter inter-veine 22. Le flux d'air primaire F1 circule dans une veine primaire 23 qui traverse le générateur de gaz 2 et s'en échappe par une tuyère primaire 24. Le flux d'air secondaire F2 circule dans une veine secondaire 25 et s'en échappe par une tuyère secondaire 26. La veine primaire 23 et la veine secondaire 25 sont séparées par le carter inter-veine 22.

- [0039] La soufflante 3 comprend une série d'aubes de soufflante 30 s'étendant radialement autour d'un rotor de soufflante 31. Le rotor de soufflante 31 est traversé par un arbre de soufflante 32, cylindrique, centré sur l'axe longitudinal X. L'arbre de soufflante 32 entraîne en rotation le rotor de soufflante 31 autour de l'axe longitudinal X. L'arbre de soufflante 32 est lui-même entraîné en rotation par un arbre de transmission de puissance d'axe longitudinal X via un mécanisme de transmission de puissance 33. Dans le présent exemple, l'arbre de transmission de puissance est l'arbre basse pression 9. L'arbre de soufflante 32 et l'arbre basse pression 9 sont coaxiaux. De manière alternative, l'arbre de puissance est un arbre de turbine de puissance alimenté en gaz par le générateur de gaz 2.
- [0040] Le mécanisme de transmission de puissance 33 est un réducteur de vitesse 34 permettant de réduire la vitesse de rotation de l'arbre de soufflante 32 par rapport à la vitesse de l'arbre basse pression 9. D'autre part, le réducteur de vitesse 34 permet l'agencement d'une soufflante avec un diamètre important de manière à augmenter le taux de dilution.
- [0041] Le réducteur 34 est de type à train d'engrenage planétaire. Ce dernier est logé dans une enceinte de lubrification 35 dans lequel celui-ci est lubrifié. Le réducteur de vitesse est relié à l'arbre de soufflante 32. Typiquement, le réducteur de vitesse 34 comprend un solaire 36 (ou planétaire intérieur), des satellites 37, un porte-satellites 38 et une couronne extérieure 39 (ou planétaire extérieur). Dans le présent exemple, le solaire 36 est centré sur l'axe longitudinal X et est couplé en rotation avec l'arbre de puissance (ici l'arbre basse pression 9) suivant l'axe longitudinal X. Ce dernier comprend des premiers éléments destinés à coopérer avec des seconds éléments d'accouplement complémentaires portés par le solaire 36. Les satellites 37 (sous forme de pignons) sont portés par le porte-satellites 38 et tournent chacun autour d'un axe sensiblement parallèle à l'axe longitudinal X. Chacun des satellites 37 engrène avec le solaire 36 et la couronne extérieure 39. Les satellites 37 sont disposés radialement entre le solaire 36 et la couronne extérieure 39. Dans le présent exemple, il est prévu trois satellites 37. Bien entendu, le réducteur de vitesse 34 peut comprendre un nombre de satellites supérieur à trois.
- [0042] La couronne extérieure 39 est couplée en rotation avec l'arbre de soufflante 32. La couronne 39 est centrée sur l'axe longitudinal. De la sorte, le solaire 36 forme l'entrée du réducteur de vitesse 34 tandis que la couronne extérieure 39 forme la sortie de celui-ci. Le porte-satellites 38 est en revanche fixe par rapport à la couronne 39. Le porte-satellites 38 est en particulier fixé à une structure fixe de la turbomachine via une virole de support 40. Cette dernière est rigidement fixée au carter d'entrée 18 de la turbomachine. La virole de support 40 est également fixée à un premier support de palier 41, fixe, solidaire du carter d'entrée 18. Le premier support de palier 41 est installé en

aval du réducteur de vitesse 34. De manière alternative, le porte-satellites 38 est fixé sur une virole radialement interne du carter d'entrée 18 ou encore directement sur un deuxième support de palier 44. Ce support de palier 44 décrit ci-après est installé en amont du réducteur de vitesse 34.

[0043] Le troisième palier 15 est monté en aval du réducteur de vitesse 34. Des paliers de guidage à roulements sont agencés également en amont du réducteur de vitesse 34 pour guider l'arbre de soufflante 32 en rotation. Ces paliers sont également agencés dans l'enceinte de lubrification 35. Plus précisément, nous pouvons voir un cinquième palier 42 à roulements (à billes) juste en amont du réducteur 34 et un sixième palier 43 à roulements (à rouleau) en amont du palier 42. Les bagues externes de ces paliers sont portées par le deuxième support de palier 44, fixe, solidaire du carter d'entrée 18. Les bagues internes sont solidaires de l'arbre de soufflante 32.

[0044] En référence aux figures 1 et 2, les aubes de soufflantes 30 sont à calage variable. Chaque aube de soufflante 30 comprend un pied 45 et une pale 46 s'étendant radialement vers l'extérieur depuis le pied 45. Dans l'exemple de cette figure 1, l'extrémité libre des pales est délimitée radialement par le carter de soufflante 19. Le pied 45 de chaque aube 30 se présente typiquement sous la forme d'un arbre qui est monté pivotant suivant un axe de calage C dans un logement 47 interne d'un anneau 48. De manière alternative, le pied et la pale sont séparées, la pale 46 s'emboîtant dans le pied 45 via une liaison en queue d'aronde. L'anneau 48 est solidaire du rotor de soufflante 31, est centré sur l'axe longitudinal et comprend plusieurs logements 47 répartis régulièrement autour de l'axe X. Il y a autant de logements 47 que de pied d'aubes. L'axe de calage C est parallèle à l'axe radial. L'arbre du pied 45 est monté pivotant grâce à au moins deux paliers de guidage 49 montés dans chaque logement 47 et de manière superposée suivant l'axe radial Z. Ces paliers 49 sont de préférence, mais non limitativement, des paliers à roulements et les éléments roulants comprennent ici respectivement des billes.

[0045] Le calage des aubes de soufflante est réalisé grâce à un système de changement de pas 50 installé dans le rotor de soufflante 31. Le système de changement de pas 50 est agencé en particulier en amont du réducteur de vitesse 34. Le système de changement de pas 50 comprend un moyen de commande 52 destiné à agir sur les aubes de la soufflante. Le système de changement de pas comprend également un mécanisme de liaison 51 relié aux aubes de soufflante 30 et au moyen de commande 52.

[0046] En référence à la [Fig.1], le moyen de commande 52 est agencé en amont du réducteur de vitesse 34. Le moyen de commande 52 comprend un actionneur hydraulique linéaire d'axe coaxial à l'axe longitudinal X.

[0047] L'actionneur comprend un corps annulaire 53 et un corps mobile 54 qui se déplace par rapport au corps annulaire 53. Dans le présent exemple, le corps annulaire 53 est

solidaire en rotation de l'arbre de soufflante 32 et est donc lui-même mobile en particulier en rotation autour de l'axe X. Le corps mobile 54 se déplace en translation le long de l'axe longitudinal X par rapport au corps annulaire 53.

- [0048] Le corps annulaire 53 forme le cylindre ou boîtier du vérin de l'actionneur et le corps mobile 54 forme le piston du vérin de l'actionneur.
- [0049] Toujours sur les figures 1 et 2, le corps mobile 54 se déplace axialement sous l'action d'une commande du moyen de commande 52, et en particulier de la pression d'un fluide circulant dans les chambres de l'actionneur. Pour cela, le système de changement de pas 50 comprend des moyens d'alimentation assurant la commande de celui-ci et décrits plus loin dans la description. Le fluide reçu dans les cavités de l'actionneur, situé de part et d'autre du piston, est par exemple un fluide hydraulique sous pression, provenant d'un système d'alimentation fluidique 90, de sorte que le corps mobile 54 occupe au moins deux positions. Bien entendu, le corps mobile 54 occupe plusieurs positions intermédiaires en fonction des différentes phases de vol de l'aéronef. Ces deux positions correspondent respectivement à la position d'inversion de poussée connue en anglais sous le terme « reverse » et à la position de mise en drapeau des aubes à calage variable. Le déplacement du corps mobile 54 suivant l'axe longitudinal X entraîne le mouvement du mécanisme de liaison 51, de telle manière que celui-ci engendre le pivotement et le calage des pales des aubes autour de l'axe de calage C.
- [0050] Sur la [Fig.1], le système de changement de pas 50 comprend une pièce annulaire 74 qui présente une forme générale en cloche ou de flasque et qui permet de relier le mécanisme de liaison 51 au moyen de commande 52.
- [0051] Sur la [Fig.2], le mécanisme de liaison 51 comprend plusieurs biellettes 82. Chaque biellette 82 comprend une première extrémité 82a et une deuxième extrémité 82b opposées suivant la direction d'allongement de la biellette 82. La direction d'allongement est ici sensiblement parallèle à l'axe longitudinal (en situation d'installation). La direction d'allongement des biellettes 82 peut présenter un angle de quelques degrés (par exemple entre  $1^{\circ}$  et  $25^{\circ}$ ) avec l'axe longitudinal. Chaque deuxième extrémité 82b des biellettes 82 est montée de manière libre en rotation avec un excentrique 84 relié au pied 45 de la pale 46 correspondante via, par exemple, une liaison par cannelure. Chaque biellette 82 et chaque excentrique 84 permettent de démultiplier l'effort nécessaire pour régler le calage de la pale correspondante. Sur la [Fig.2], la première extrémité 82a est montée libre en rotation selon un axe sensiblement radial avec une couronne de synchronisation 80 du système de changement de pas. La couronne de synchronisation 80 est solidaire du corps mobile 54 et est centrée sur l'axe longitudinal X. La couronne de synchronisation 80 est destinée à entraîner le calage de pales simultanément. Le déplacement du corps mobile 54 (ici un

mouvement linéaire) permet de régler de manière synchronisée le calage de l'ensemble des pales 46 via notamment la couronne de synchronisation 80.

- [0052] Les biellettes 82 sont réalisées dans un matériau métallique. Il y a autant de biellettes que d'aubes de soufflante.
- [0053] Comme illustré à la [Fig.2], le rotor de soufflante peut en outre comprendre un dispositif de mise en drapeau 180 des pales 46, notamment en cas de défaillance (ou panne) du moyen de commande 52 (par exemple une défaillance dans l'alimentation hydraulique du moyen de commande 52). Pour rappel, la position de mise en drapeau correspond à un calage positif généralement sensiblement égal à  $90^\circ$ . Le dispositif de mise en drapeau 180 comprend au moins un levier 181 articulé autour d'un axe G fixe par rapport au rotor (et notamment l'anneau 48 via un carter 188). L'axe G est ici rectiligne et perpendiculaire à l'axe X. Le carter 188 est annulaire et centré sur l'axe longitudinal. Plusieurs leviers 181 sont montés régulièrement, autour de l'axe X, sur le carter 188. Chaque levier 181 présente une forme sensiblement en L ou V (en coupe axiale), avec une première branche 182 espacée angulairement d'une deuxième branche 183, les première et deuxième branches 182, 183 étant reliées au niveau de la portion portant l'axe d'articulation G. Le dispositif 180 comprend un élément de contrepoids solidaire d'une première extrémité 181a du levier 181. La première extrémité 181a est portée par la première branche 182. L'élément de contrepoids est formé par une masselotte 184. Une deuxième extrémité 181b du levier 181 est couplée (suivant une liaison pivot d'axe F) à la couronne de synchronisation 80 via une bielle 185. La deuxième extrémité 181b est portée par la deuxième branche 183. En cas de défaillance, le système de changement de pas 50 est subordonné au dispositif de mise en drapeau 180. En particulier, la masselotte 184 est apte à être déplacée au moins dans une première position (après une rotation suivant le sens horaire) correspondant à une défaillance, sous l'effet centrifuge, dans laquelle la couronne de synchronisation 80 impose la position de mise en drapeau aux pales 46, et dans une deuxième position (proche de l'axe longitudinal) correspondant à une inversion de poussée (position reverse).
- [0054] En référence à la [Fig.1] et comme nous l'avons annoncé précédemment, la turbomachine comprend un système d'alimentation fluide 90 permettant de distribuer un fluide de lubrification vers les différents organes et/ou équipements qui en ont besoin tels que le moyen de commande 52, les paliers, etc. Le système d'alimentation 90 comprend une source d'alimentation 91 (ou un réservoir, illustré schématiquement sur la [Fig.1]), une pompe hydraulique 92 permettant de faire circuler le fluide vers les organes et/ou équipements depuis la source d'alimentation 91 et une servovalve 93 permettant de réguler la pression du fluide dans le moyen de commande 52 suivant le calage nécessaire. La servovalve 93, celle-ci est pilotée électriquement par un cal-

culateur électronique 27 de la turbomachine qui est connu sous le sigle « ECU » pour « Electronic Control Unit ». La source d'alimentation 91 est agencée dans un repère fixe de la turbomachine et de manière générale dans la nacelle 20 illustrée sur la [Fig.1] ou dans le carter inter-veine 22. La pompe 92 et la servovalve 93 sont également disposées dans le repère fixe de la turbomachine.

- [0055] La turbomachine comprend un dispositif de transfert de fluide 94, entre un stator et un rotor, monté dans le système d'alimentation. Le moyen de commande 52 étant situé dans un repère tournant, le dispositif de transfert de fluide 94 ou palier de transfert de fluide permet le transfert de fluide du repère fixe au repère tournant de la turbomachine 1. Ce dispositif de transfert 94 est connu sous le sigle anglais « OTB » pour « *Oil transfert Bearing* ». Le dispositif de transfert de fluide 94 est agencé en amont du réducteur de vitesse 34. L'emplacement du dispositif de transfert de fluide 94 est avantageux car celui-ci permet de faciliter son démontage/montage sans intervenir sur le réducteur de vitesse 34. Le système d'alimentation 90 comprend également plusieurs tuyaux 95 d'alimentation pour acheminer le fluide vers les organes et/ou équipements. Les tuyaux 95 (deux dans le présent exemple) traversent le porte-satellites et sont reliés à la servovalve 93. Le porte-satellites du réducteur est immobile en rotation et autorise le passage des tuyaux 95 à travers celui-ci ainsi qu'à l'intérieur de l'arbre de soufflante 32.
- [0056] Le dispositif de transfert 94 s'étend à l'intérieur de l'arbre de soufflante 32 (qui est creux) de manière à réduire l'encombrement axial et radial, et plus particulièrement à l'intérieur du moyen de commande 52.
- [0057] Le dispositif de transfert 94 comprend une partie stator 96 et une partie rotor 97. L'une des parties stator et rotor est engagée dans l'autre, de manière à réduire l'encombrement et former un ensemble compact facile à monter et démonter. La partie stator 96 est montée de manière solidaire à une structure fixe de la turbomachine. Dans le présent exemple, la partie stator 96 est fixée au porte-satellites 38 via un équipement statorique. L'équipement statorique peut comprendre un élément tubulaire 99. De manière alternative, la partie stator 96 est fixée directement au porte satellites 38.
- [0058] L'élément tubulaire 99 est configuré de manière à réaliser une « liaison souple » entre la partie stator 96 et le porte-satellites 38 ici. De la sorte, les risques de désalignement et de contraintes entre la partie rotor 97 et la partie stator 96 sont réduits.
- [0059] L'invention propose un actionneur hydraulique linéaire qui peut être utilisé dans le cadre d'un module de turbomachine ou d'une turbomachine tel que décrit dans ce qui précède, ou pour une autre application. L'actionneur selon l'invention peut donc faire partie d'un moyen de commande 52 ou former un moyen de commande 52 comme évoqué dans ce qui précède.
- [0060] L'actionneur hydraulique linéaire selon l'invention est référencé 100 dans ce qui suit

et un mode préférentiel de réalisation est illustré aux figures 3 et suivantes.

- [0061] L'actionneur 100 a une forme générale allongée le long d'un axe qui est l'axe longitudinal X de la turbomachine 1 dans l'exemple précité.
- [0062] L'actionneur 100 comporte :
- [0063] - un corps interne tubulaire 102 qui s'étend le long de l'axe X et qui comprend un logement interne 104 apte à recevoir un dispositif de transfert de fluide 94 du type précité, c'est à dire un dispositif de transfert de fluide depuis un repère fixe à un repère tournant, et
- [0064] - un corps externe tubulaire 106 qui s'étend le long de l'axe X et autour du corps interne 102 et qui comprend un piston 108 mobile en translation axiale sur le corps interne 102.
- [0065] Le corps interne 102 comporte une première surface cylindrique externe 102a sur laquelle le piston 108 est apte à coulisser en translation.
- [0066] Le piston 108 sépare axialement deux cavités annulaires de fluide C1, C2 qui sont aptes à être alimentées en fluide pour assurer une translation axiale du piston 108 et du corps externe 106 sur le corps interne 102. La cavité C1 est par exemple une cavité amont et est alimentée en fluide sous pression pour déplacer le piston 108 vers l'aval. La cavité C2 est alors une cavité aval qui est alimentée en fluide sous pression pour déplacer le piston 108 vers l'amont.
- [0067] Le corps interne 102 est représenté seul aux figures 5a, 5b et 6, et le corps externe 106 est représenté seul à la [Fig.7].
- [0068] Dans l'exemple représenté, le corps interne 102 comprend des premier et second tronçons axiaux T1, T2 adjacents.
- [0069] Le premier tronçon axial T1 comporte le logement 104 et la première surface.
- [0070] Le second tronçon axial T2 comporte une première paroi cylindrique 110 qui comporte des rainures axiales 112. Ces rainures 112 sont régulièrement réparties autour de l'axe X et s'étendent sur une dimension axiale L1. Elles sont au nombre de 4 dans l'exemple représenté.
- [0071] L1 représente au moins 30% de la longueur ou dimension axiale totale L2 du corps interne 102.
- [0072] Le second tronçon T2 du corps interne 102 comprend à son extrémité libre située du côté opposé au premier tronçon T1 une rangée annulaire de trous borgnes 114 qui débouchent radialement vers l'intérieur et sont aptes à recevoir des écrous tonneaux (non représentés). Les trous 114 sont régulièrement répartis autour de l'axe X et leur nombre est par exemple supérieur à 12. A chacun de ces trous 114 est associé un perçage axial 116 qui est formé dans l'extrémité libre du second tronçon T2 et qui débouche dans le trou 114 correspondant. Comme on le verra dans ce qui suit, une vis est destinée à être engagée dans le perçage 116 et à être vissée dans l'écrou tonneau

inséré dans le trou borgne 114.

- [0073] Le premier tronçon T1 du corps interne 102 est de préférence du type à double peau. Il comprend une peau interne 118 qui définit la première surface 102a précitée, et une peau externe 120 qui définit une seconde surface cylindrique interne 102b qui entoure la première surface 102a.
- [0074] Les première et seconde surfaces 102a, 102b définissant entre elles un espace annulaire E qui reçoit le piston 108 et qui est séparé en deux par le piston 108 pour former les cavités C1, C2 précitées.
- [0075] L'espace annulaire E est fermé à une première extrémité axiale par un voile annulaire 122 du corps interne 102 qui relie les peaux interne 118 et externe 120 et à une de leurs extrémités axiales. L'espace annulaire E est fermé à une seconde extrémité axiale opposée par un bouchon annulaire 124 rapporté et fixé sur la peau externe 120 du corps interne 102.
- [0076] Le bouchon 124 est représenté seul à la [Fig.8] et assemblé à l'actionneur 100 à la [Fig.3].
- [0077] Le bouchon 124 comprend par exemple une bride annulaire externe 124a qui est appliquée axialement sur une bride annulaire externe 120a de la peau externe 120 et qui est fixée à cette bride 120a par des vis ou analogues qui passent à travers des orifices des brides 124a, 120a.
- [0078] Au moins un joint annulaire d'étanchéité 126 peut être prévu entre la périphérie externe du bouchon 124 et la surface 102b. A sa périphérie interne, le bouchon 124 comprend de préférence un système annulaire 128 d'étanchéité dynamique.
- [0079] Le corps interne 102 peut en outre comprendre une (autre) bride annulaire de fixation 130, de préférence radialement externe, en saillie sur sa peau externe. Cette bride 130 est par exemple utilisée pour fixer l'actionneur 100 à l'arbre de la soufflante 32 dans l'application envisagée plus haut.
- [0080] Avantageusement, le corps interne 102 comprend des premières conduites internes de fluide 132 dont des extrémités 132a débouchent dans le logement interne 104, et dont des extrémités 132b opposées débouchent dans l'une des cavités C1 (cf. [Fig.5a]).
- [0081] Avantageusement, le corps interne 102 comprend des secondes conduites internes de fluide 134 dont des extrémités 134a débouchent dans le logement interne 104, et dont des extrémités 134b opposées débouchent dans l'autre des cavités C2 (cf. [Fig.5b]).
- [0082] On comprend donc que les cavités C1, C2 de l'actionneur 100 sont alimentées en fluide par des conduites 132, 134 intégrées à l'actionneur 100, ce qui est particulièrement avantageux. Pour cela, et comme illustré dans les dessins, les peaux 118, 120 ainsi que le voile 122 peuvent être surépaissis pour permettre de réaliser les conduites dans leurs épaisseurs. La surépaisseur peut être localisée comme illustrée aux figures 5a, 5b et 6 et se traduire par des nervures axiales en saillie sur la surface externe de la

peau externe 120, dans lesquelles sont formées une partie des conduites 132, ou par des nervures radiales en saillie sur le voile 122, dans lesquelles sont formées une partie des conduites 134.

- [0083] On comprend également que les conduites 132, 134 sont elles-mêmes alimentées en fluide par le dispositif de transfert 94 qui est engagé dans le logement 104.
- [0084] Dans les figures, on constate que chacune des conduites 132, 134 a une forme générale en C et comprend une portion interne qui est formée dans la peau interne 118 et qui débouche radialement vers l'intérieur dans le logement 104 par les extrémités 132a, 134a, une portion externe qui est formée dans la peau externe 120 et qui débouche radialement vers l'intérieur dans l'une des cavités C1, C2 par les extrémités 132b, 134b, et une portion latérale de liaison des portions interne et externe qui est formée dans le voile 122.
- [0085] Le corps interne 102 peut en outre comprendre des troisièmes conduites internes de fluide 136 dont des extrémités 136a débouchent dans le logement interne 104, et dont des extrémités 136b opposées débouchent radialement vers l'intérieur, par exemple pour alimenter un système Z de verrouillage du pas des pales du type *pitchlock* schématiquement représenté par un rectangle à la [Fig.11]. Ce système Z est fixé au corps interne 102 de l'actionneur 100 au niveau de son extrémité comportant les trous 114 de réception des écrous tonneaux. Ce système Z comprend par exemple une bride annulaire externe qui est appliquée axialement sur l'extrémité libre du corps interne 102 de l'actionneur 100 et qui comprend des orifices de passage des vis précitées qui sont vissées dans les écrous tonneaux portés par le corps interne 102.
- [0086] Cette zone de fixation du système Z est accessible lors d'une maintenance et le mode de fixation par écrous tonneaux facilite le montage/démontage.
- [0087] Les conduites 136 ont par exemple une forme générale en L et sont formées dans la peau interne 118.
- [0088] Les premier et second tronçons T1, T2 du corps interne 102 sont de préférence formés d'une seule pièce, par exemple par fabrication additive.
- [0089] Le corps externe 106 comprend une seconde paroi cylindrique 140 qui entoure la première paroi cylindrique 110 et qui est reliée au piston 108.
- [0090] Dans l'exemple représenté, le corps externe 106 comprend une portion tubulaire dont une partie forme la seconde paroi 140 et dont une extrémité longitudinale forme le piston 108 ou est reliée audit piston 108.
- [0091] Le corps externe 106 porte des galets de roulement 142 qui sont destinés à être logés dans les rainures 112 du corps interne 102 et qui sont aptes à coopérer par roulement avec ces rainures 112 pour guider la translation du corps externe 106 sur le corps interne 102 tout en bloquant la rotation du corps externe 106 vis-à-vis du corps interne 102 autour vis de l'axe X.

- [0092] Un exemple de galet de roulement 142 est illustré aux figures 9 et 10.
- [0093] Un galet de roulement 142 comprend par exemple une bague externe 144 qui présente une surface externe de roulement et qui est guidée en rotation par un palier 146 à roulement, de préférence à aiguilles, ou lisse situé à une extrémité d'un doigt 148. L'extrémité opposée du doigt 146 est fileté et reçoit un écrou 150.
- [0094] Dans l'exemple représenté, le corps externe 106 comprend des orifices radiaux 152 traversant de montage des galets de roulement 142. Les extrémités filetées des doigts 148 des galets 142 sont insérées dans ces orifices 152, depuis l'intérieur du corps externe 106 et les écrous 150 sont vissés sur ces extrémités et prennent appui radialement sur la face externe du corps externe 106. Les orifices 152 sont formés dans la paroi 140 dans l'exemple représenté.
- [0095] En pratique, il peut être nécessaire de monter le corps externe 106 sur le corps interne 102 avant de monter les galets 142. Les extrémités filetées des doigts 148 des galets 142 sont alors insérées dans les orifices 152, depuis l'intérieur des corps 102, 106 et à travers les rainures 112 du corps interne 102, puis les écrous 150 sont vissés sur ces extrémités et prennent appui radialement sur la face externe du corps externe 106.
- [0096] La portion tubulaire du corps externe 106 comprend une bride annulaire de fixation 154, de préférence radialement externe, à son extrémité longitudinale opposée au piston 108.
- [0097] Comme cela est visible à la [Fig.11], cette bride 154 peut servir à relier et fixer le corps externe 106 de l'actionneur 100 à la pièce annulaire 74 décrite en référence à la [Fig.1]. La périphérie externe de cette pièce 74 est reliée à la couronne de synchronisation 80 précitée.
- [0098] Comme on le voit à la [Fig.3], la portion tubulaire du corps externe 106 est apte à coulisser axialement à l'intérieur du bouchon 124, et plus particulièrement entre le bouchon 124 et la surface 102a du corps interne 102. Le système d'étanchéité 128 coopère avec la surface externe du corps externe 106 pour empêcher ou limiter les fuites d'huile lors de la translation du piston 108.
- [0099] Le piston 108 peut en outre comprendre au moins un système d'étanchéité 158 dynamique destiné à coopérer avec la surface 102b du corps interne 102.
- [0100] Le piston 108 ou le corps externe 102 peut en outre comprendre un système d'étanchéité 156 dynamique destiné à coopérer avec la surface 102a du corps interne 102.
- [0101] La portion tubulaire du corps externe 102 peut être formée d'une seule pièce, par exemple par fabrication additive.
- [0102] La présente invention propose ainsi d'intégrer plusieurs fonctions ou fonctionnalités dans le corps interne 102 de l'actionneur 100, et par exemple :
- [0103] - la liaison avec l'arbre de soufflante 32, par la bride 130,

- [0104] - le guidage du piston 108, par la surface 102a voire la surface 102b,
- [0105] - la circulation du fluide depuis le dispositif de transfert 94 jusqu'aux cavités C1, C2, par l'intermédiaire des conduites internes 132, 134,
- [0106] - le guidage des galets 142 par les rainures 112, etc.
- [0107] La présente invention concerne également un ensemble comportant un actionneur 100 et un dispositif de transfert de fluide 94 du type précité, ainsi qu'un module de turbomachine, comportant une hélice ou soufflante telle que décrite dans ce qui précède et un système de changement de pas des aubes de l'hélice, ce système comportant un actionneur 100 comme évoqué ci-dessus.

## Revendications

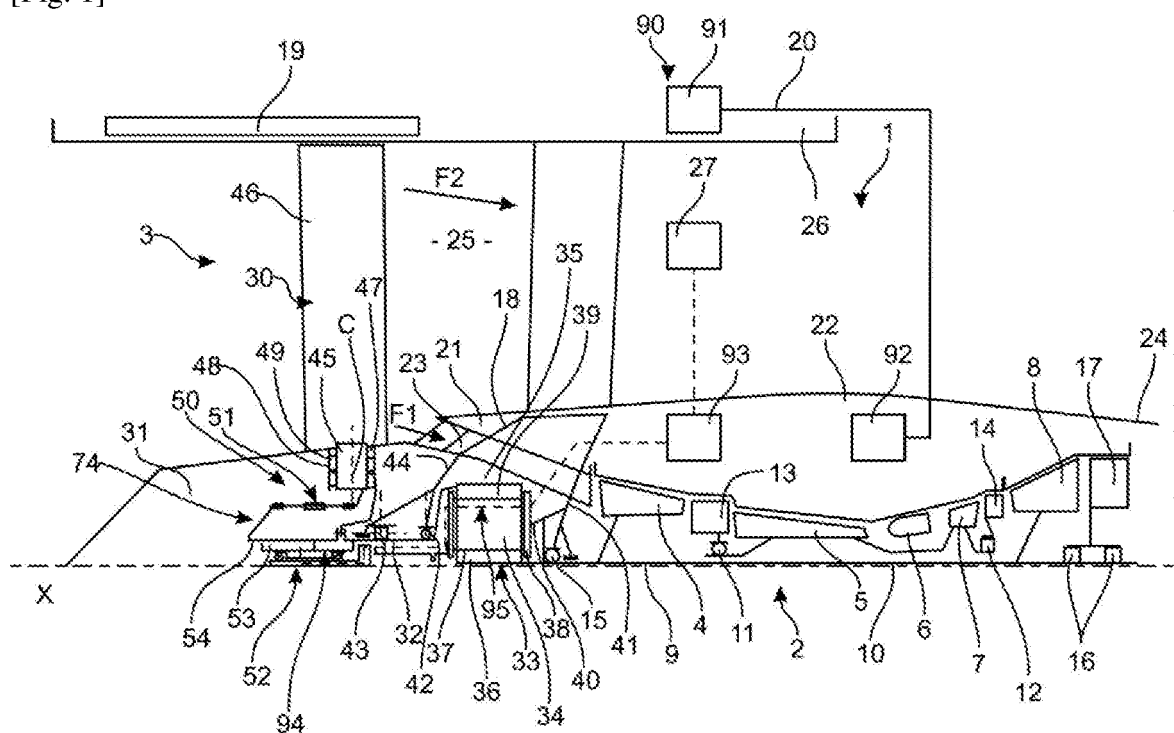
- [Revendication 1]      Actionneur hydraulique linéaire (100), en particulier pour une turbomachine (1) d'aéronef, cet actionneur (100) ayant une forme générale allongée le long d'un axe (X) et comportant :
- un corps interne (102) tubulaire qui s'étend le long de l'axe (X) et qui comprend un logement interne (104) apte à recevoir un dispositif (94) de transfert de fluide d'un repère fixe à un repère tournant, le corps interne (102) comportant une première surface cylindrique externe (102a),
  - un corps externe (106) tubulaire qui s'étend le long de l'axe (X) et autour du corps interne (102) et qui comprend un piston (108) mobile en translation axiale sur la première surface (102a), ce piston (108) séparant axialement deux cavités annulaires de fluide (C1, C2) qui sont aptes à être alimentées en fluide pour assurer une translation axiale du piston (108) et du corps externe (106) sur le corps interne (102), caractérisé en ce que le corps interne (102) comprend une première paroi cylindrique (110), et le corps externe (106) comprend une seconde paroi cylindrique (140) qui entoure la première paroi cylindrique (110), l'une de ces première et seconde parois (110, 140) comportant des rainures axiales (112) et l'autre de ces première et seconde parois (140, 110) portant des galets de roulement (142) qui sont logés dans ces rainures (112) et qui sont aptes à coopérer par roulement avec ces rainures (112) pour guider la translation du corps externe (106) sur le corps interne (102) tout en bloquant la rotation du corps externe (106) vis-à-vis du corps interne (102).
- [Revendication 2]      Actionneur (100) selon la revendication 1, dans lequel le corps interne (102) comprend des premier et second tronçons axiaux (T1, T2) adjacents, le premier tronçon axial (T1) comportant ledit logement (104) et ladite première surface (102a), et le second tronçon axial (T2) comportant ladite première paroi (110).
- [Revendication 3]      Actionneur (100) selon la revendication 2, dans lequel le second tronçon (T2) du corps interne (102) comprend à son extrémité libre située du côté opposé au premier tronçon (T1) une rangée annulaire de trous borgnes (114) qui débouchent radialement vers l'intérieur et sont aptes à recevoir des écrous tonneaux.
- [Revendication 4]      Actionneur (100) selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le premier tronçon (T1) du corps interne (102) est du type à double peau et

comprend une peau interne (118) définissant ladite première surface (102a), et une peau externe (120) définissant une seconde surface cylindrique interne (102b) qui entoure la première surface (102a), les première et seconde surfaces (102a, 102b) définissant entre elles un espace annulaire (E) qui reçoit ledit piston (108) et qui est séparé en deux par ledit piston (108) pour former lesdites cavités (C1, C2).

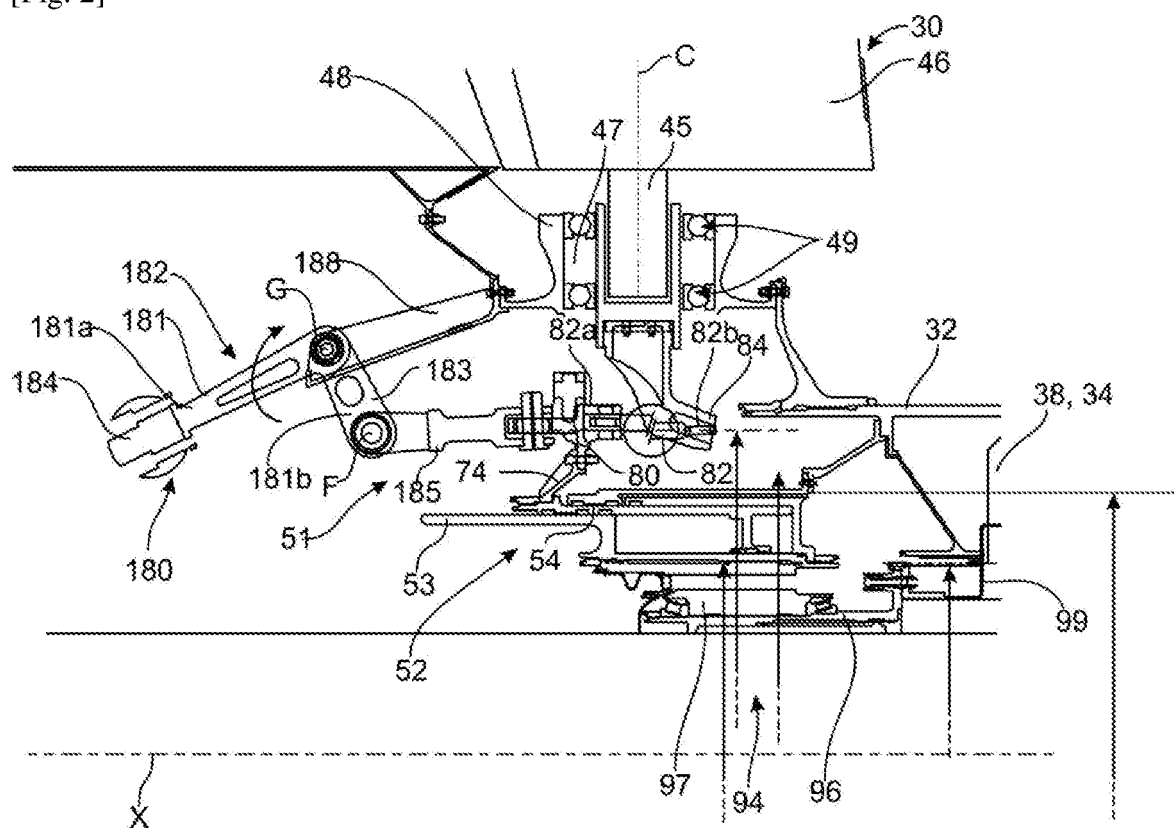
- [Revendication 5] Actionneur (100) selon la revendication 4, dans lequel l'espace annulaire (E) est fermé à une première extrémité axiale par un voile annulaire (122) du corps interne (102) qui relie les peaux interne et externe (118, 120), et à une seconde extrémité axiale opposée par un bouchon annulaire (124) rapporté et fixé sur la peau externe (120) du corps interne (102).
- [Revendication 6] Actionneur (100) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel le corps interne (102) comprend une bride annulaire de fixation (130), de préférence radialement externe, en saillie sur sa peau externe (120).
- [Revendication 7] Actionneur (100) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le corps interne (102) comprend des premières conduites internes (132) de fluide dont des extrémités (132a) débouchent dans ledit logement interne (104), et dont des extrémités (132b) opposées débouchent dans l'une des cavités (C1), et des secondes conduites internes (134) de fluide dont des extrémités (134a) débouchent dans ledit logement interne (104), et dont des extrémités (134b) opposées débouchent dans l'autre des cavités (C2).
- [Revendication 8] Actionneur (100) selon la revendication 7 en dépendance de l'une des revendication 3 à 6, dans lequel les premières et secondes conduites (132, 134) sont formées dans lesdites peaux (118, 120), voire dans ledit voile (122).
- [Revendication 9] Actionneur (100) selon la revendication 7 ou 8, dans lequel le corps interne (102) comprend des troisièmes conduites internes (136) de fluide dont des extrémités (136a) débouchent dans ledit logement interne (104), et dont des extrémités (136b) opposées débouchent radialement vers l'intérieur.
- [Revendication 10] Actionneur (100) selon l'une des revendications 2 à 9, dans lequel les premier et second tronçons (T1, T2) du corps interne (102) sont formés d'une seule pièce.
- [Revendication 11] Actionneur (100) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le corps externe (106) comprend une portion tubulaire dont une partie forme ladite seconde paroi (140) et dont une extrémité longi-

- tudinale forme ledit piston (108) ou est reliée audit piston (108).
- [Revendication 12] Actionneur (100) selon la revendication 11, dans lequel la portion tubulaire du corps externe (106) comprend une bride annulaire de fixation (154), de préférence radialement externe, à son extrémité longitudinale opposée audit piston (108).
- [Revendication 13] Actionneur (100) selon la revendication 11 ou 12, en dépendance de la revendication 5, dans lequel la portion tubulaire du corps externe (106) est apte à coulisser axialement à l'intérieur du bouchon (124).
- [Revendication 14] Actionneur (100) selon l'une des revendications 11 à 13, dans lequel la portion tubulaire du corps externe (106) est formée d'une seule pièce.
- [Revendication 15] Module de turbomachine, comportant une hélice comprenant une pluralité d'aubes (46) à calage variable, et un système de changement de pas des aubes de l'hélice, ce système comportant un actionneur (100) selon l'une des revendications précédentes.

[Fig. 1]

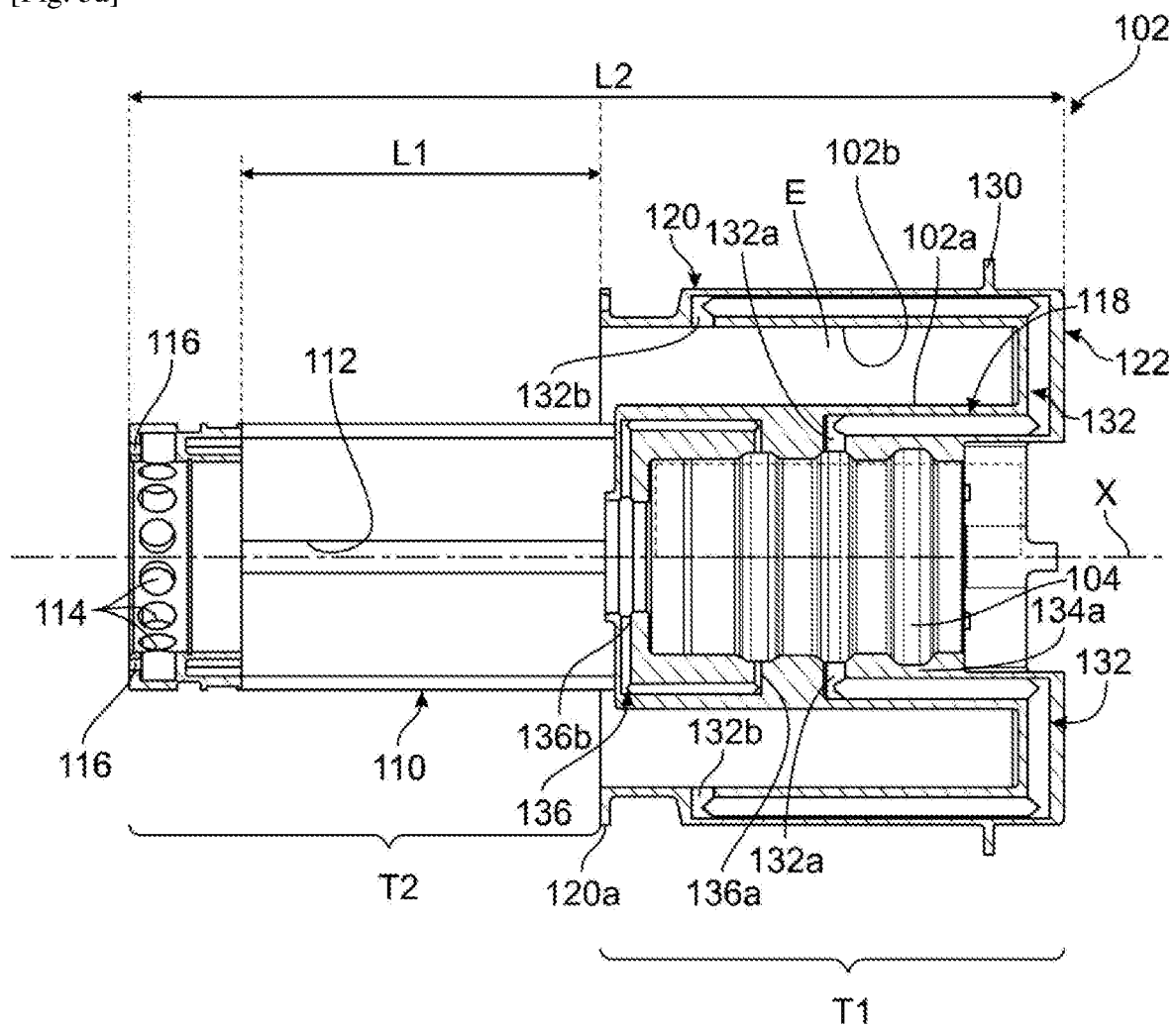


[Fig. 2]

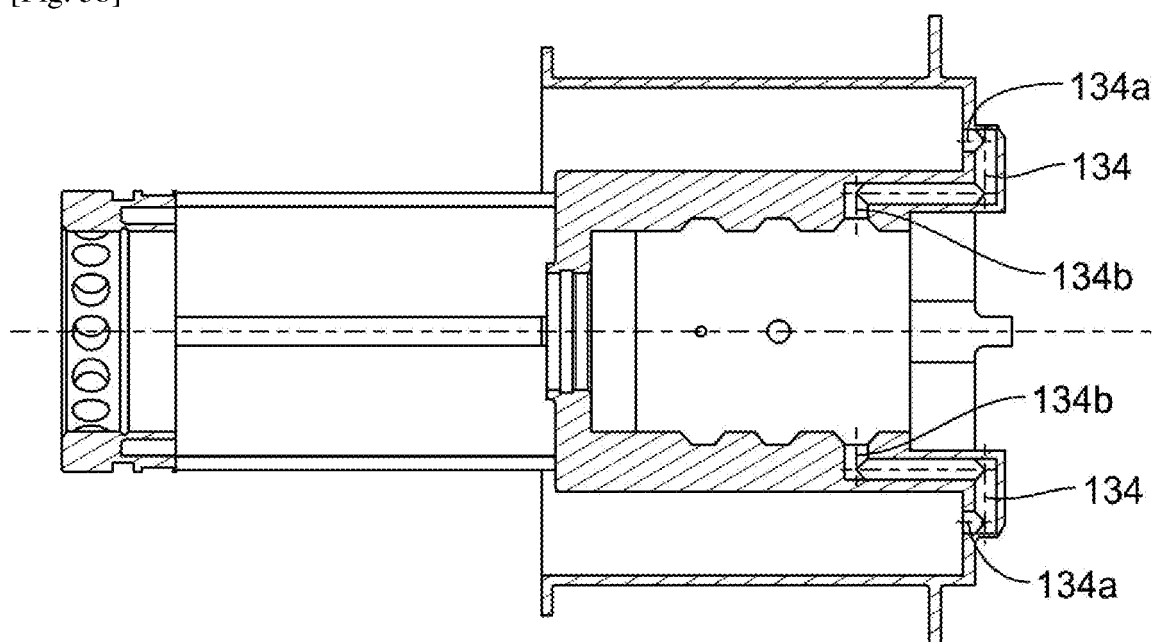




[Fig. 5a]

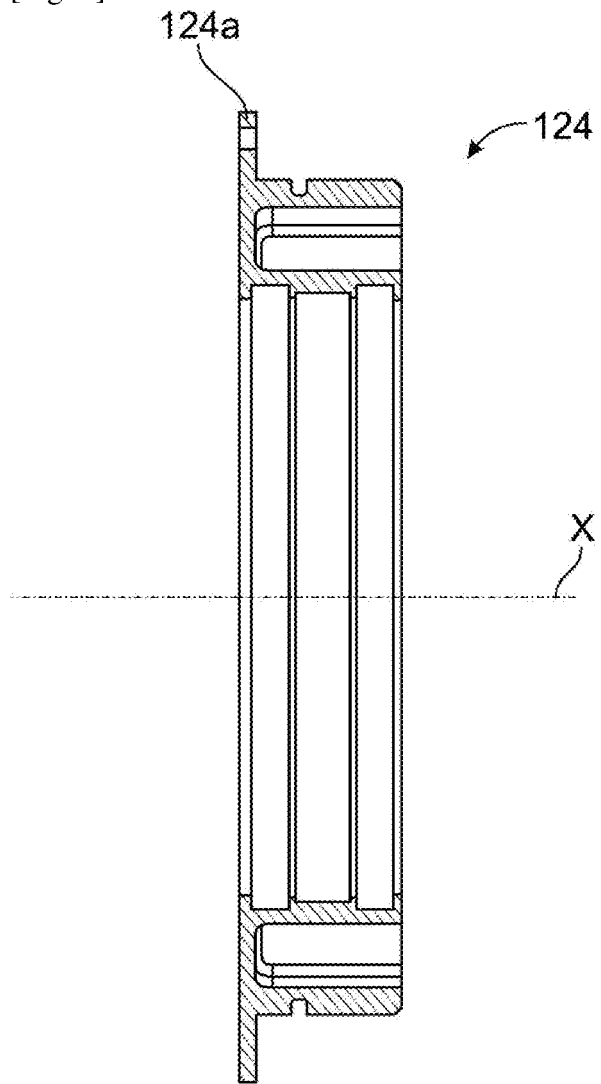


[Fig. 5b]

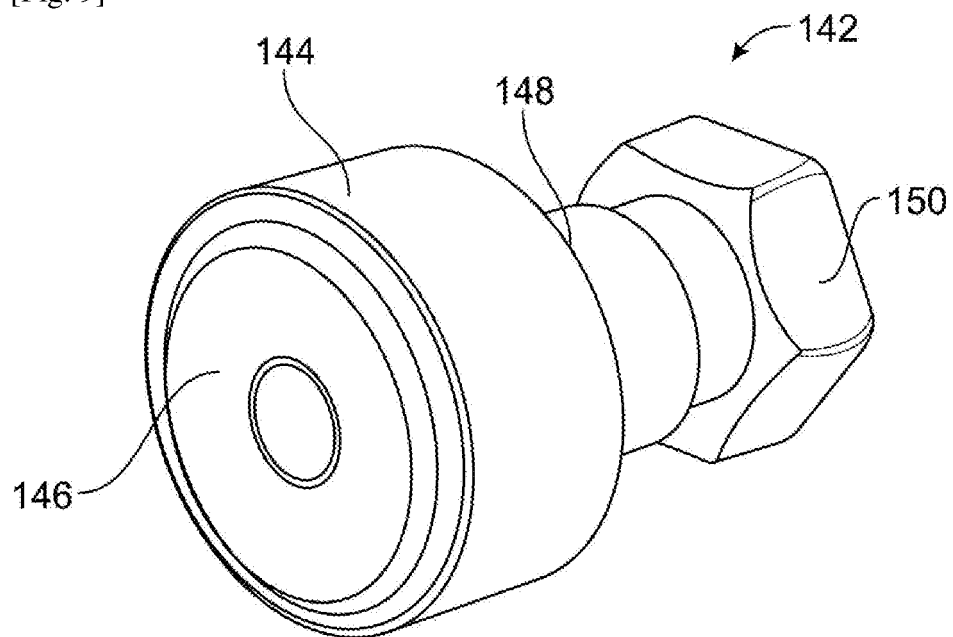




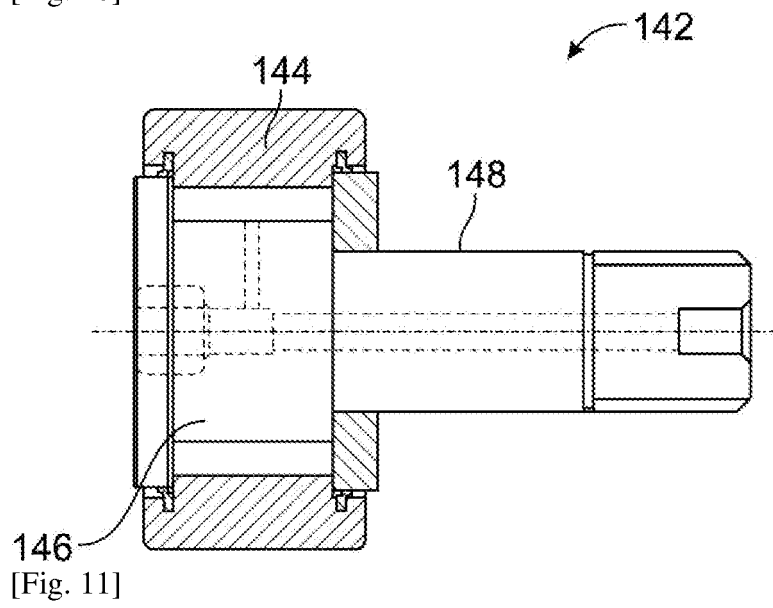
[Fig. 8]



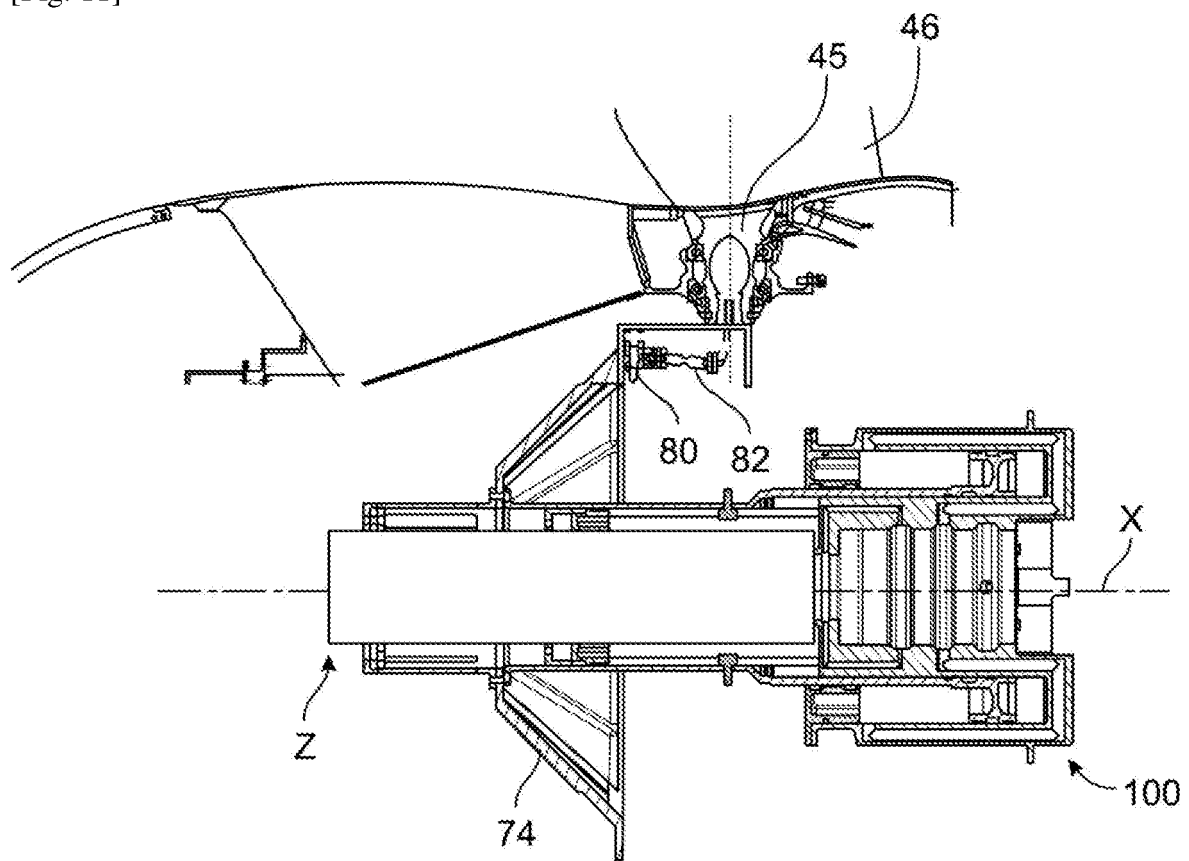
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 926033  
FR 2312444

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                   | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                              | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | FR 3 130 874 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES<br>[FR]) 23 juin 2023 (2023-06-23)<br>* abrégé *<br>* figures *<br>----- | 1 - 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | B64C 1/38                                       |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | US 3 873 235 A (MENDELSON IRWIN)<br>25 mars 1975 (1975-03-25)<br><br>* abrégé *<br>* figures *<br>-----           | 1, 2, 4 - 6,<br>10, 11,<br>13 - 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)         |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | F01D                                            |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                   | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                 |
| 13 mai 2024                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                   | Matray, J                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                 |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                 |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**  
**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO.   FR 2312444   FA 926033**

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 **13 - 05 - 2024**  
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<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| FR 3130874                                      | A1 | 23-06-2023             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 3873235                                      | A  | 25-03-1975             | BE 820543 A                             | 16-01-1975             |
|                                                 |    |                        | CA 1015276 A                            | 09-08-1977             |
|                                                 |    |                        | DE 2446527 A1                           | 10-04-1975             |
|                                                 |    |                        | FR 2246743 A1                           | 02-05-1975             |
|                                                 |    |                        | GB 1484683 A                            | 01-09-1977             |
|                                                 |    |                        | GB 1484684 A                            | 01-09-1977             |
|                                                 |    |                        | GB 1484685 A                            | 01-09-1977             |
|                                                 |    |                        | IT 1022364 B                            | 20-03-1978             |
|                                                 |    |                        | JP S5077718 A                           | 25-06-1975             |
|                                                 |    |                        | JP S5924259 B2                          | 08-06-1984             |
|                                                 |    |                        | US 3873235 A                            | 25-03-1975             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |