

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 108 657**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **20 02874**

⑤① Int Cl⁸ : **F 01 D 25/12 (2019.12), F 02 C 7/00**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Rotor de turbine comprenant un dispositif de régulation du débit de fluide de refroidissement et turbomachine comprenant un tel rotor.

②② Date de dépôt : 24.03.20.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 01.10.21 Bulletin 21/39.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 15.07.22 Bulletin 22/28.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

⑦② Inventeur(s) : *SMEETS Thaïs Savannah Liliane
Marie, NEGRI Arnaud Nicolas, YVON Didier Jean-
Louis et PATARD Frédéric François, Jean-Yves.*

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

⑦④ Mandataire(s) : *CASALONGA.*

FR 3 108 657 - B1



Description

Titre de l'invention : Rotor de turbine comprenant un dispositif de régulation du débit de fluide de refroidissement et turbomachine comprenant un tel rotor

Domaine technique de l'invention

- [0001] La présente invention concerne le domaine des turbomachines, et notamment le refroidissement d'un rotor de turbomachine.
- [0002] Plus particulièrement, la présente invention concerne la régulation de la circulation d'un fluide à travers un élément de rotor de ladite turbomachine.

Etat de la technique antérieure

- [0003] Classiquement, on connaît les turbomachines du type turbo réacteur à double flux comportant une manche d'entrée recevant l'air qui est aspiré par un compresseur basse pression pour ensuite être divisé en un flux primaire central et un flux secondaire entourant le flux primaire. Le compresseur basse pression est assimilable à une soufflante en ce qu'une partie du flux d'air qu'il comprime alimente un flux secondaire.
- [0004] Le flux secondaire circule dans un espace appelé veine secondaire qui est délimité extérieurement par un carter de veine secondaire encore appelé carène du moteur, et intérieurement par une enveloppe entourant le flux primaire.
- [0005] Le flux primaire circule dans un espace appelé veine primaire délimité extérieurement par l'enveloppe et intérieurement par une succession d'éléments internes fixes et rotatifs. Les éléments internes fixes comprennent des plateformes de redresseurs et de distributeurs, et des viroles de carters intérieurs, et les éléments internes rotatifs comprennent des plateformes de roues aubagées de rotors.
- [0006] Plus concrètement, le flux primaire circule entre un carter interne et un carter externe de compresseur haute pression pour être comprimé dans ce compresseur haute pression avant d'être brûlé dans une chambre de combustion. Il est ensuite détendu dans une turbine haute pression pour entraîner le compresseur haute pression, puis dans une turbine basse pression pour entraîner le compresseur basse pression, avant d'être expulsé vers l'arrière en générant une poussée.
- [0007] L'enveloppe délimitant extérieurement la veine primaire est ainsi formée par une série de carters comprenant un carter de compresseur haute pression, un carter au niveau de la chambre de combustion et un carter de turbine haute pression, ainsi que par une virole externe de carter d'échappement.
- [0008] Chaque turbine et chaque compresseur est formé d'étages comportant chacun une série d'aubes rotatives régulièrement espacées autour d'un axe central longitudinal du

moteur, précédé éventuellement d'un distributeur dans le cas d'une turbine ou suivie éventuellement d'un redresseur dans le cas d'un compresseur. Les distributeurs et les redresseurs sont constitués d'une série d'aubes fixes.

- [0009] La partie arrière d'un tel moteur comprend, en aval de la turbine basse pression, un carter d'échappement qui porte un palier supportant une extrémité arrière de rotor du moteur. Ce carter d'échappement comporte une virole interne et une virole externe et des bras radiaux solidarissant ces viroles l'une à l'autre, en traversant radialement la veine primaire.
- [0010] On connaît également les turbomachines d'aéronef, du type turboréacteur à double flux et à double corps. De manière connue, la turbomachine comporte, d'amont en aval selon le sens d'écoulement des flux de gaz dans la turbomachine, une soufflante, accouplée à un moteur à turbine à gaz comportant un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une chambre annulaire de combustion, une turbine haute pression et une turbine basse pression.
- [0011] Les rotors du compresseur haute pression et de la turbine haute pression sont reliés par un arbre haute pression (HP) et forment avec lui un corps haute pression. Les rotors du compresseur basse pression et de la turbine basse pression sont reliés par un arbre basse pression (BP) et forment avec lui un corps basse pression. Les arbres HP et BP s'étendent suivant un axe longitudinal de la turbomachine.
- [0012] La soufflante comporte des pales qui sont reliées à un arbre de soufflante. Il est intéressant de faire tourner la soufflante à une vitesse de rotation inférieure à celle de l'arbre BP, notamment lorsque celle-ci est de très grande dimension, dans le but de mieux l'adapter aérodynamiquement. A cet effet, l'arbre de soufflante est lié en rotation à l'arbre BP par l'intermédiaire d'un réducteur, par exemple du type à train épicycloïdal. Dans une autre configuration l'arbre de soufflante peut être directement lié à l'arbre BP.
- [0013] La turbomachine comprend également un carter de soufflante qui s'étend autour des pales qui est porté par des bras aérodynamiques, et qui définit une veine d'entrée d'air des flux. Une partie de cet air pénètre dans une veine annulaire interne d'écoulement d'un flux primaire et l'autre partie alimente une veine annulaire externe d'écoulement d'un flux secondaire. La veine traverse les compresseurs BP et HP, la chambre de combustion, et les turbines HP et BP. La veine externe enveloppe des carters des compresseurs et des turbines et rejoint la veine interne au niveau d'une tuyère de la turbomachine. Afin d'augmenter la poussée de la turbomachine, il est connu d'augmenter la taille de la turbomachine, ce qui a pour inconvénient d'augmenter la masse et l'encombrement de la turbomachine.
- [0014] Il est également connu d'augmenter la puissance et le rendement thermique de la turbomachine en augmentant la température des gaz de combustion transmis aux ailettes

de la turbine. Toutefois, l'augmentation de la température des gaz est limitée par la température maximale admissible du rotor et des ailettes de la turbine. De plus, l'augmentation de la température réduit considérablement la durée de vie des éléments situés en aval de la chambre de combustion, tels que les distributeurs ou les aubes de turbines, ce qui génère d'importants coûts de maintenance.

- [0015] Dans le but de trouver un compromis satisfaisant entre des caractéristiques mécaniques et des durées de vies acceptables, les différents éléments de la turbine, et notamment le rotor soumis à des températures élevées sont parcourus par un fluide de refroidissement, tel que de l'air de ventilation.
- [0016] Cet air de ventilation est généralement prélevé sur le compresseur, ce qui a pour effet de diminuer la quantité d'air disponible pour la chambre de combustion de la turbomachine, et ainsi de réduire le rendement thermique de la turbomachine.
- [0017] Il faut donc limiter les prélèvements d'air nécessaires pour la ventilation afin d'améliorer le rendement thermique de la turbomachine.
- [0018] Parmi les circuits de ventilation connus, certains comprennent un système actif de contrôle du débit de ventilation d'une turbine haute pression configuré pour prélever le débit d'air nécessaire à la ventilation en fonction des besoins de la turbomachine. Un tel système comprend généralement une pluralité de tubes ouverts située devant la sortie du compresseur haute pression et dont l'ouverture est contrôlée par l'intermédiaire d'un ou plusieurs actionneurs afin de prélever de l'air à la sortie du compresseur haute pression pour l'injecter vers le disque de turbine haute pression.
- [0019] Toutefois, un tel système actif nécessite l'intégration d'actionneurs et d'une unité de commande dédiée, ce qui est particulièrement encombrant et coûteux.
- [0020] On connaît également des dispositifs configurés pour commander la circulation d'un fluide à travers un élément de rotor en fonction de la vitesse de rotation de ce dernier.
- [0021] On peut se référer à cet égard au document FR 2 943 094 (Snecma) qui divulgue un élément d'obturation configuré pour se déformer sous l'action d'une force centrifuge induite par la rotation du rotor. L'élément d'obturation est mobile angulairement autour d'un axe transversal perpendiculaire à l'axe de rotation du rotor. En position de repos, l'élément d'obturation est sensiblement évasé de l'amont vers l'aval. Lorsque la turbomachine est en rotation, l'élément d'obturation se déforme sous l'effet de la force de l'aval vers l'amont de manière à venir obturer le passage de flux d'air de refroidissement dans la turbomachine.
- [0022] Un tel élément d'obturation ne permet pas l'augmentation du flux d'air de refroidissement lors de l'augmentation de la vitesse de rotation du rotor, ce qui ne répond pas aux besoins de refroidissement de la turbomachine.
- [0023] Ainsi, il existe un besoin de proposer un dispositif configuré pour réguler passivement le débit d'air de ventilation en fonction des besoins nécessaires en air.

Exposé de l'invention

- [0024] La présente invention a donc pour but de pallier les inconvénients des systèmes précités et de proposer un dispositif de régulation du débit d'air circulant dans un rotor de turbomachine en fonction des besoins nécessaires en air pour refroidir au moins un élément de la turbomachine et ce, sans ajouter d'actionneurs et de système de commande, afin d'optimiser les performances globales de la turbomachine.
- [0025] L'invention a donc pour objet un rotor de turbine comprenant au moins une aube montée sur un disque de rotor et un élément de rotor disposé en amont et solidaire en rotation dudit disque de rotor. L'élément de rotor comprend au moins un orifice de ventilation pour la ventilation de ladite aube.
- [0026] Le rotor de turbine comprend un dispositif de régulation du débit d'air disposé entre l'élément de rotor et le disque de rotor et présentant la forme d'un flasque souple comprenant au moins un orifice de passage et configuré pour se déformer tangentiellement entre une position d'obturation au moins partielle de l'orifice de ventilation et une position d'ouverture dudit orifice de ventilation en fonction du régime de rotation du rotor.
- [0027] En d'autres termes, le dispositif de régulation du débit d'air permet la régulation passive du débit d'air uniquement par la fluctuation du régime de rotation du rotor.
- [0028] L'orifice de ventilation est configuré pour permettre un débit d'air suffisant pour refroidir le disque de turbine lorsque la turbomachine fonctionne à plein régime.
- [0029] Par « souple », on entend tout matériau solide capable, de par sa forme ou son matériau, de se déformer élastiquement, de manière réversible, sous l'action d'une sollicitation exercée par la force centrifuge résultant de la rotation du rotor et de reprendre sa forme d'origine lors de l'arrêt de ladite sollicitation. Par exemple, le flasque pourrait être réalisé en matériau métallique, tel que, par exemple, un alliage de nickel.
- [0030] Dans la position d'obturation, l'orifice de ventilation est totalement ou partiellement obturé par le flasque. En d'autres termes l'orifice de passage dudit flasque ne se retrouve pas en face de l'orifice de ventilation.
- [0031] Ainsi, la section de ventilation est modulable par un flasque souple configuré pour être déformé par la force centrifuge.
- [0032] Le dispositif de régulation du débit d'air est configuré pour assurer un flux de débit d'air minimal lorsque le régime de rotation du rotor de turbine est au ralenti. La position d'obturation correspond à la position de repos du flasque dans laquelle le régime de rotation du rotor est au ralenti. Le flasque n'est pas déformé.
- [0033] Le dispositif de régulation du débit d'air est configuré pour assurer un flux de débit d'air maximal lorsque le régime de rotation du rotor de turbine est supérieur à une valeur de seuil. A titre d'exemple non limitatif, la valeur de seuil est comprise entre

10000 et 30000 tr/min, par exemple comprise entre 20000 et 30000 tr/m.

- [0034] Lorsque le régime de rotation du rotor augmente, le flasque souple se déforme progressivement à la manière d'une spirale qui se déroule et l'orifice de passage dudit flasque va venir progressivement en face de l'orifice de ventilation de l'élément de rotor. A plein régime, l'orifice de passage dudit flasque se retrouve en face de l'orifice de ventilation pour permettre le passage total du flux d'air de refroidissement.
- [0035] Avantageusement, le dispositif de régulation du débit d'air présente la forme d'une spirale, montée transversalement à l'axe de rotation du rotor entre l'élément de rotor et le disque de turbine.
- [0036] Par « spirale », on entend une courbe plane décrivant des révolutions autour d'un point fixe, ici l'extrémité radiale interne, en s'en éloignant.
- [0037] Le débit d'air de refroidissement est augmenté progressivement de manière passive par la seule augmentation du régime de rotation du rotor grâce à la forme en spirale du flasque souple fixé uniquement par son extrémité radiale interne.
- [0038] En effet, l'augmentation du régime de rotation du rotor induit une force centrifuge sur le flasque souple qui, grâce à ses propriétés de souplesse, se déforme tangentiellement et désobture l'orifice de ventilation de l'élément de rotor.
- [0039] Par exemple, le dispositif de régulation du débit d'air comprend une première extrémité radiale interne fixée à l'élément de rotor et une deuxième extrémité radiale externe formant l'extrémité libre dudit flasque.
- [0040] La première extrémité radiale interne est fixée à l'élément de rotor, par exemple par un blocage en rotation, par exemple par des formes complémentaires entre l'élément de rotor et le dispositif de régulation du débit d'air.
- [0041] Selon un mode de réalisation, l'élément de rotor est un disque d'étanchéité présentant la forme générale d'une pièce annulaire dont l'axe de symétrie est coaxial à l'axe de rotation du rotor, ledit disque d'étanchéité étant monté en amont du disque de turbine.
- [0042] Par exemple, le disque d'étanchéité comprend une pluralité d'orifices de ventilation régulièrement angulairement répartis et dans lequel le flasque comprend une pluralité d'orifices de passage régulièrement angulairement répartis sur au moins une partie angulaire du flasque.
- [0043] Selon un autre mode de réalisation, l'élément de rotor est une bride de fixation d'un tourillon de rotor présentant la forme générale d'une pièce annulaire s'étendant transversalement à l'axe de rotation du rotor.
- [0044] Par exemple, la bride de fixation comprend au moins un orifice longitudinal de fixation destiné à coopérer avec des moyens de visseries et dans lequel le flasque comprend au moins un passage configuré pour permettre le passage desdits moyens de visseries, l'orifice de fixation de la bride restant ouvert dans les deux positions dudit flasque.

- [0045] Avantageusement, le passage présente la forme d'un trou oblong s'étendant dans la direction circonférentielle du flasque. En variante, on pourrait prévoir toute autre forme permettant le passage des moyens de visseries quelle que soit la position du flasque.
- [0046] Avantageusement, la bride de fixation comprend une pluralité d'orifices longitudinaux de fixation, uniformément répartis angulairement dans lequel le flasque comprend une pluralité de passages configurés pour se trouver respectivement en face d'un orifice de fixation dans les deux positions dudit flasque.
- [0047] Par exemple, une partie de la spirale du flasque comprend, à proximité de son extrémité libre, une portion pleine comportant la pluralité d'orifices de passage régulièrement répartis angulairement, chaque passage du flasque étant disposé entre deux orifices de passage adjacents. Le flasque se prolonge ensuite par une partie épurée vers l'extrémité fixe du flasque, laissant apparaître des éléments d'obturation en saillie radiale s'étendant radialement vers l'extérieur et destinés chacun à se retrouver au moins partiellement en face d'un orifice de ventilation correspondant de la bride lorsque le régime de rotation de la turbomachine est au ralenti.
- [0048] Selon un second aspect, l'invention concerne une turbomachine comprenant un rotor de turbine tel que décrit précédemment.
- [0049] La turbomachine peut être un turboréacteur à double flux ou un turboréacteur à double flux et à double corps comprenant une soufflante.
- [0050] Par ailleurs, le dispositif de régulation du flux d'air peut être destiné à réguler le débit d'air dans un disque d'une turbine haute pression ou basse pression.

Brève description des dessins

- [0051] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [0052] [fig.1] illustre schématiquement une demi-coupe axiale d'une structure d'un exemple d'une turbomachine comprenant un dispositif de régulation du débit d'air selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- [0053] [fig.2] illustre très schématiquement la moitié supérieure d'une partie du corps haute pression de la turbomachine de la [fig.1] comprenant un dispositif de régulation du débit d'air selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- [0054] [fig.3]
- [0055] [fig.4] illustrent un premier exemple de réalisation du dispositif de régulation du débit d'air selon la coupe II-II de la [fig.2] respectivement dans une position d'obturation et une position d'ouverture des orifices de ventilation d'un élément de rotor de la turbomachine ;

- [0056] [fig.5]
- [0057] [fig.6] illustrent un deuxième exemple de réalisation d'un dispositif de régulation du débit d'air selon autre mode de réalisation respectivement dans une position d'obturation et une position d'ouverture des orifices de ventilation d'un élément de rotor de la turbomachine ;
- [0058] [fig.7] illustre très schématiquement la moitié supérieure d'une partie du corps basse pression de la turbomachine de la [fig.1] dans laquelle le dispositif de régulation du débit d'air selon l'invention pourrait être intégré ; et
- [0059] [fig.8] illustre schématiquement une demi-coupe axiale d'une structure d'un autre exemple d'une turbomachine comprenant le dispositif de régulation du débit d'air.
- [0060] Dans la suite de la description, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens de circulation de l'air dans la turbomachine.

Exposé détaillé d'au moins un mode de réalisation

- [0061] Sur la [fig.1] est représentée très schématiquement une demi-coupe axiale d'une turbomachine 10, d'axe général longitudinal X-X', par exemple de type turboréacteur à double flux. La turbomachine comprend, d'amont en aval dans le sens d'écoulement du flux d'air F, une manche d'entrée 11 recevant de l'air, un compresseur basse pression 12 (COPB) configuré pour aspirer le flux d'air F et le diviser en un flux primaire central F1 à une première pression variable et un flux secondaire F2 à une pression secondaire entourant radialement ledit flux primaire F1. Le compresseur basse pression 12 peut être assimilé à une soufflante dans la mesure où une partie du flux d'air qu'il comprime permet d'alimenter le flux secondaire. La turbomachine comprend en outre un compresseur haute pression 13 configuré pour recevoir le flux d'air primaire F1 du compresseur basse pression 12, une chambre de combustion annulaire 14, une turbine haute pression 15 et une turbine basse pression 16.
- [0062] Les rotors du compresseur haute pression 13 et de la turbine haute pression 15 sont reliés par un arbre haute pression 17. Les rotors du compresseur basse pression 12 et de la turbine basse pression 16 sont reliés par un arbre basse pression 18.
- [0063] Le flux secondaire F2 circule dans un espace 19 appelé veine secondaire délimité extérieurement par un carter 19a de veine secondaire ou carène du moteur et intérieurement par une enveloppe 19b entourant radialement le flux primaire F1.
- [0064] Le flux primaire F1 circule dans un espace 20 appelé veine primaire délimité extérieurement par l'enveloppe 19b et intérieurement par une succession d'éléments fixes et rotatifs.
- [0065] Le flux primaire F1 circule entre un carter interne 21 situé en aval du compresseur basse pression 12 et un carter d'échappement 22 en aval de la turbine basse pression 16.
- [0066] Les veines primaire et secondaire 19, 20 se rejoignent en aval du carter

d'échappement 22.

- [0067] Tel qu'illustré sur la [fig.1], la turbomachine 10 comprend un premier circuit de refroidissement 23 de la turbine haute pression 15 prélevant de l'air au niveau du compresseur haute pression 13 et un deuxième circuit de refroidissement 24 de la turbine basse pression 16 prélevant de l'air au niveau du compresseur haute pression 13.
- [0068] On notera que la turbomachine pourrait comprendre l'un ou l'autre desdits conduits de refroidissement, voire les deux.
- [0069] Sur la [fig.2] est représentée très schématiquement une moitié supérieure d'une partie du corps haute pression d'une turbomachine 10, par exemple la turbomachine de la [fig.1]. On notera que le dispositif de régulation pourrait également être intégré dans le corps basse pression d'une turbomachine, tel qu'illustré sur la [fig.8].
- [0070] Le corps haute pression de la turbomachine, d'axe général longitudinal X-X', comprend, un carter 19b formant l'enveloppe de la veine secondaire 19 et enfermant le compresseur haute pression 13 dont seul le diffuseur de compresseur a été représenté, la chambre de combustion 14 recevant en entrée l'air chaud et comprimé par ledit compresseur 13, et la turbine haute pression.
- [0071] La turbine haute pression 15 comprend un rotor de turbine 25, d'axe de rotation X-X', comprenant un disque de turbine 25a de forme générale annulaire dont l'axe de symétrie est coaxial à l'axe de rotation X-X' du rotor. Le disque de turbine 25a comprend un alésage axial (non référencé) à partir duquel s'étend l'arbre d'entraînement 17 et est relié audit arbre 17 par exemple par une liaison boulonnée (non représentée). Le disque de turbine 25a comprend en outre une pluralité d'aubes de rotor 25b montées radialement sur la circonférence dudit disque de turbine 25a. Les aubes de rotor 25b s'étendent radialement vers l'extérieur.
- [0072] La turbine 15 comprend en outre un disque d'étanchéité 26 configuré pour assurer l'étanchéité entre le rotor et le stator à l'amont de la turbomachine. Le disque d'étanchéité 26 est désigné communément « disque labyrinthe ».
- [0073] Le disque d'étanchéité 26 se présente sous la forme générale d'une pièce annulaire dont l'axe de symétrie est coaxial à l'axe de rotation X-X'. Le disque d'étanchéité 26 est monté en amont du disque de turbine 25a et solidaire en rotation de ce dernier.
- [0074] Le disque d'étanchéité 26 comprend une partie de fixation 26a radialement intérieure reliée en amont à l'arbre d'entraînement 17 par exemple par la liaison boulonnée (non représentée) et en aval au disque de turbine 25a. Le disque d'étanchéité 26 est par ailleurs précontraint axialement afin que son bord radialement externe 26b soit en appui axial contre une surface amont de la jante du disque de turbine 25a et ainsi empêcher le déplacement des aubes 25b.
- [0075] Un volume V de refroidissement est ménagé entre la surface aval du disque d'étanchéité 26 et la surface amont du disque de turbine de rotor 25a. Un flux d'air,

illustré par une flèche F1 sur la [fig.2], est prélevé en amont du compresseur haute pression 13 et acheminé par un circuit de refroidissement 23 pour être introduit dans ledit volume V de refroidissement. A cet effet, le disque d'étanchéité 26 comprend une pluralité d'orifices de ventilation 26c pratiqués dans l'épaisseur dudit disque d'étanchéité 26 et débouchant dans le volume V de refroidissement. Les orifices de ventilation 26c sont angulairement et régulièrement répartis sur la surface amont dudit disque 26.

- [0076] Les orifices de ventilation 26c permettent le passage d'un flux d'air prélevé par un injecteur d'air (non représenté) dans le volume V de refroidissement. Le flux d'air de refroidissement est ensuite distribué vers les aubes 25b montés sur le disque de turbine de rotor 25a. Les orifices de ventilation 26c sont configurés pour permettre un débit d'air suffisant pour refroidir les aubes 25b lorsque la turbomachine fonctionne à plein régime, en particulier lors des phases de décollage de l'aéronef lorsque la température des gaz est très élevée.
- [0077] En régime de croisière, lorsque la température des gaz est moins élevée et que les besoins en refroidissement sont réduits, il est avantageux de réguler le débit du flux d'air de refroidissement pour maximiser la quantité d'air servant à la combustion.
- [0078] Pour cela, le turboréacteur 10 comprend un dispositif de régulation du débit d'air 30. Le dispositif de régulation du débit d'air 30 se présente sous la forme d'un flasque souple configuré pour se déformer progressivement lors de la montée en régime de la turbomachine. Le flasque souple présente la forme d'une spirale, montée transversalement à l'axe X-X' entre le disque d'étanchéité 26 et le disque de turbine 25a.
- [0079] Le flasque souple 30 comprend une première extrémité radiale interne 20a fixée au disque d'étanchéité 26, par exemple un blocage en rotation, par exemple par des formes complémentaires (non représentées) entre le flasque souple 30 et le disque d'étanchéité 26 et une deuxième extrémité radiale externe 30b formant l'extrémité libre dudit flasque.
- [0080] Par « spirale », on entend une courbe plane décrivant des révolutions autour d'un point fixe, ici l'extrémité radiale interne 30a, en s'en éloignant.
- [0081] Le flasque 30 comprend une pluralité d'orifices de passage 30c régulièrement angulairement répartis sur une partie angulaire du flasque.
- [0082] Le flasque est réalisé en un matériau souple configuré pour se déformer tangentiellement entre une position d'obturation des orifices de ventilation 26c, visible sur la [fig.3], et une position d'ouverture des orifices de ventilation 26c, visible sur la [fig.4].
- [0083] Par « souple », on entend tout matériau solide capable, de par sa forme ou son matériau, de se déformer élastiquement, de manière réversible, sous l'action d'une sollicitation exercée par la force centrifuge résultant de la rotation du rotor et de reprendre sa forme d'origine lors de l'arrêt de la sollicitation. Par exemple, le flasque pourrait

être réalisé en matériau métallique, tel que par exemple en alliage de nickel.

- [0084] Dans la position d'obturation des orifices de ventilation 26c, les orifices de ventilation 26c sont totalement ou partiellement obturés par le flasque 30. En d'autres termes les orifices de passage 30c dudit flasque ne se retrouvent pas en face des orifices de ventilation 26c.
- [0085] La position d'obturation des orifices de ventilation 26c correspond à la position de repos du flasque 30 dans laquelle le régime de rotation du rotor est au ralenti. Le flasque n'est pas déformé.
- [0086] Lorsque le régime de rotation du rotor augmente, le flasque souple se déforme progressivement à la manière d'une spirale qui se déroule et les orifices de passage 30c dudit flasque 30 vont venir progressivement en face des orifices de ventilation 26c correspondants du disque d'étanchéité 26. A plein régime, les orifices de passage 30c dudit flasque 30 sont en face des orifices de ventilation 26c correspondants pour permettre le passage total du flux d'air de refroidissement. A titre d'exemple non limitatif, la valeur de seuil est comprise entre 10000 et 30000 tr/min, par exemple comprise entre 20000 et 30000 tr/m.
- [0087] Le débit d'air de refroidissement est donc augmenté progressivement de manière passive grâce à la forme en spirale du flasque souple 30 par la seule augmentation du régime de rotation du rotor.
- [0088] En effet, l'augmentation du régime de rotation du rotor induit une force centrifuge sur le flasque souple 30 qui, grâce à ses propriétés de souplesse, se déforme tangentiellement et désobture les orifices de ventilation 26c du disque d'étanchéité 26.
- [0089] Un deuxième mode de réalisation d'un dispositif de régulation du débit d'air conforme à l'invention est illustré sur les figures 5 et 6.
- [0090] Ce mode de réalisation concerne le cas où un disque de turbine 25a comprend un tourillon (non représenté) et une bride de fixation 27 du tourillon configurée pour fixer, par des moyens de visseries, ledit tourillon à l'arbre 18 de compresseur basse pression 12.
- [0091] Ce mode de réalisation diffère du mode de réalisation précédent par le fait que le dispositif de régulation 40 est fixé sur une bride de fixation 27 et non sur le disque d'étanchéité 26.
- [0092] Telle qu'illustrée sur les figures 5 et 6, la bride de fixation 27 se présente sous la forme générale d'une pièce annulaire dont l'axe de symétrie est coaxial à l'axe de rotation X-X'. La bride de fixation 27 est montée en amont du disque de turbine, par exemple référencé 25a sur la [fig.2], et solidaire en rotation de ce dernier.
- [0093] La bride de fixation 20 comprend une pluralité d'orifices de ventilation 27b pratiqués dans l'épaisseur de ladite bride 27 et débouchant dans le volume V de refroidissement. Les orifices de ventilation 27b sont angulairement et régulièrement répartis sur la

surface amont de ladite bride 27.

- [0094] De manière similaire aux orifices 26c du disque d'étanchéité 26 du mode de réalisation précédent illustré notamment sur la [fig.2], les orifices de ventilation 27b de la bride de fixation 27 permettent le passage d'un flux d'air prélevé par l'injecteur d'air vers les plateformes et les aubes 25b montés sur le disque de turbine de rotor 25a. Les orifices de ventilation 27b sont configurés pour permettre un débit d'air suffisant pour refroidir le disque de turbine de rotor 25a lorsque la turbomachine fonctionne à plein régime, en particulier lors des phases de décollage de l'aéronef lorsque la température des gaz est très élevée.
- [0095] En régime de croisière, lorsque la température des gaz est moins élevée et que les besoins en refroidissement sont réduits, il est nécessaire de réguler le débit du flux d'air de refroidissement.
- [0096] Pour cela, la turbomachine 10 comprend un dispositif de régulation du débit d'air 40. Le dispositif de régulation du débit d'air 40 se présente sous la forme d'un flasque souple configuré pour se déformer progressivement lors de la montée en régime du rotor de la turbomachine. Le flasque souple 40 présente la forme d'une spirale, montée transversalement à l'axe X-X' sur une surface aval 27a de la bride 27.
- [0097] Le flasque souple 40 comprend une première extrémité radiale interne 40a fixée à la bride 27, par exemple par soudage, et une deuxième extrémité radiale externe 40b formant l'extrémité libre dudit flasque.
- [0098] Par « spirale », on entend une courbe plane décrivant des révolutions autour d'un point fixe, ici l'extrémité radiale interne 40a, en s'en éloignant.
- [0099] Le flasque 40 comprend une pluralité d'orifices de passage 40c régulièrement angulairement répartis sur une partie angulaire du flasque.
- [0100] Par ailleurs, la bride de fixation 27 comprend une pluralité d'orifices longitudinaux de fixation 27c, uniformément répartis angulairement, agencés pour correspondre avec des orifices de fixation (non représentés) du disque de turbine 25a.
- [0101] Le flasque 40 diffère du flasque 30 illustré sur les figures 3 et 4 par le fait qu'il comprend des passages 40e en forme de trou oblong s'étendant dans la direction circonférentielle du flasque 40, pour permettre le passage des moyens de visseries logés dans les orifices longitudinaux de fixation 27c lors de la déformation du flasque 40.
- [0102] Le flasque 40 est réalisé en un matériau souple configuré pour se déformer angulairement entre une position d'obturation des orifices de ventilation 27b, visible sur la [fig.5], et une position d'ouverture des orifices de ventilation 27b, visible sur la [fig.6].
- [0103] Par « souple », on entend tout matériau solide capable, par sa forme ou son matériau, de se déformer élastiquement, de manière réversible, sous l'action d'une sollicitation et de reprendre sa forme d'origine lors de l'arrêt de la sollicitation. Par exemple, le flasque pourrait être réalisé en matériau métallique, tel que par exemple un alliage de

nickel.

- [0104] Dans la position d'obturation des orifices de ventilation 27b, les orifices de ventilation 27b sont totalement ou partiellement obturés par le flasque 40. En d'autres termes les orifices de passage 40c dudit flasque ne se retrouvent pas en face des orifices de ventilation 27b.
- [0105] La position d'obturation des orifices de ventilation 27b correspond à la position de repos du flasque 40 dans laquelle le régime de rotation du rotor est au ralenti. Le flasque n'est pas déformé.
- [0106] Lorsque le régime de rotation du rotor augmente, le flasque souple se déforme progressivement à la manière d'une spirale qui se déroule et les orifices de passage 40c dudit flasque 40 vont venir progressivement en face des orifices de ventilation 27b correspondants de la bride 27. A plein régime, les orifices de passage 40c dudit flasque 40 sont en face des orifices de ventilation 27b correspondants pour permettre le passage total du flux d'air de refroidissement.
- [0107] Le débit d'air de refroidissement est donc augmenté progressivement de manière passive grâce à la forme en spirale du flasque souple 40 par la seule augmentation du régime de rotation du rotor.
- [0108] En effet, l'augmentation du régime de rotation du rotor induit une force centrifuge sur le flasque souple 40 qui, grâce à ses propriétés de souplesse, se déforme tangentiellement et désobture les orifices de ventilation 27b de la bride 27.
- [0109] Dans les deux positions du flasque 40, les orifices de fixation 27c de la bride 27 ne sont pas obturés.
- [0110] Tel qu'illustré, le flasque 40 présente une forme complexe particulière configurée pour obturer les orifices de ventilation 27b dans la position d'obturation sans obturer les orifices de fixation 27c. Pour cela, une partie de la spirale du flasque 40 comprend, à proximité de son extrémité libre 40b, une portion pleine comportant une pluralité d'orifices de passage 40c répartis angulairement et une pluralité de passages 40e en forme de trou oblong répartis angulairement, chaque passage 40e étant disposé entre deux orifices de passage 40c adjacents. Le flasque 40 se prolonge ensuite par une partie épurée vers l'extrémité fixe 40a du flasque, laissant apparaître des éléments d'obturation 40f en forme de saillie s'étendant radialement vers l'extérieur et destinés chacun à se retrouver en face d'un orifice de ventilation correspondant 27b lorsque le régime de rotation du rotor de la turbomachine est au ralenti.
- [0111] On notera que l'étage de turbine décrit pourrait être un étage de turbine basse pression ou haute pression.
- [0112] Par ailleurs, dans le premier mode de réalisation, le dispositif de régulation du débit d'air est installé sur le disque d'étanchéité basse pression pour la ventilation de l'aube de turbine basse pression. Le dispositif de régulation 30 du débit d'air pourrait être

installé sur le disque d'étanchéité 26 haute pression pour la ventilation de l'aube de turbine haute pression. Dans le deuxième mode de réalisation, le dispositif de régulation 40 du débit d'air est installé sur la bride de fixation 27 du tourillon de turbine basse pression.

- [0113] De manière générale, le dispositif de régulation du flux peut être monté sur n'importe quel élément du rotor comprenant des orifices de ventilation.
- [0114] Tel qu'illustré sur la [fig.7], la turbomachine 10 comprend un étage de turbine basse pression 16 comprenant un rotor de turbine, d'axe de rotation X-X', comprenant un disque de turbine 16a de forme générale annulaire dont l'axe de symétrie est coaxial à l'axe de rotation X-X'. Le disque de turbine 16a comprend un alésage axial (non référencé) à partir duquel s'étend un arbre d'entraînement 18 et une pluralité d'aubes de rotor 16b montées radialement sur la circonférence dudit disque de turbine 16a. Les aubes de rotor 16b s'étendent radialement vers l'extérieur.
- [0115] L'arbre d'entraînement 18 est destiné à être relié au rotor d'un compresseur basse pression 12 monté en amont du rotor de turbine basse pression 16.
- [0116] L'étage de turbine basse pression comprend en outre un disque d'étanchéité 50 configuré pour assurer l'étanchéité entre le rotor et la partie statorique, comprenant par exemple le carter de la chambre à combustion (non représenté) à l'amont de la turbomachine. Le disque d'étanchéité 50 est désigné communément « disque labyrinthe ».
- [0117] Le disque d'étanchéité 50 se présente sous la forme générale d'une pièce annulaire dont l'axe de symétrie est coaxial à l'axe de rotation X-X'. Le disque d'étanchéité 50 est monté en amont du disque de turbine 16a et solidaire en rotation de ce dernier.
- [0118] Le disque d'étanchéité 50 comprend une partie de fixation 50a radialement intérieure reliée en amont à un élément (non référencé) du corps de turbine 10 et en aval au disque de turbine 16a. Le disque d'étanchéité 50 est par ailleurs précontraint axialement afin que son bord radialement externe 50b soit en appui axial contre une surface amont de la jante du disque de turbine 16a et ainsi empêcher le déplacement des aubes 16b.
- [0119] Un volume V de refroidissement est ménagé entre la surface aval du disque d'étanchéité 50 et la surface amont du disque de turbine de rotor 16a. Un flux d'air, illustré par une flèche F1 sur la [fig.8], est prélevé en amont sur le compresseur haute pression 13 pour être introduit dans ledit volume V de refroidissement. A cet effet, le disque d'étanchéité 50 comprend une pluralité d'orifices de ventilation 50c débouchant dans l'épaisseur dudit disque d'étanchéité 50. Les orifices de ventilation 50c sont angulairement et régulièrement répartis sur la surface amont dudit disque 50.
- [0120] Les orifices de ventilation 50c permettent le passage d'un flux d'air prélevé sur le compresseur haute pression et acheminé par un circuit de refroidissement 24 jusqu'au carter de turbine basse pression. Le flux d'air de refroidissement est ensuite distribué

vers les aubes 16b montés sur le disque de turbine de rotor 16a. Les orifices de ventilation 50c sont configurés pour permettre un débit d'air suffisant pour refroidir les aubes de turbine 16b lorsque la turbomachine fonctionne à plein régime, en particulier lors des phases de décollage de l'aéronef et que la température des gaz est très élevée.

- [0121] En régime de croisière, lorsque la température des gaz est moins élevée et que les besoins en refroidissement sont réduits, il est avantageux de réguler le débit d'air de refroidissement.
- [0122] Pour cela, la turbomachine 10 comprend le dispositif de régulation du débit d'air 30 illustré en détails sur les figures 3 et 4. Le dispositif de régulation du débit d'air 30 est disposé entre l'élément de rotor 50 et le disque de rotor 16a.
- [0123] On notera également que l'invention n'est pas limitée à une telle structure de turbomachine et pourrait s'appliquer à une turbomachine de structure différente, par exemple à une turbomachine 100 à double flux et double corps comprenant une soufflante, telle qu'illustrée sur la [fig.8].
- [0124] La turbomachine 100 comporte, d'amont en aval selon le sens d'écoulement des flux de gaz dans la turbomachine, une soufflante 101, accouplée à un moteur à turbine à gaz comportant un compresseur basse pression 112, un compresseur haute pression 113, une chambre annulaire de combustion 114, une turbine haute pression 115 et une turbine basse pression 116.
- [0125] Les rotors du compresseur haute pression et de la turbine haute pression sont reliés par un arbre haute pression (HP) 117 et forment avec lui un corps haute pression. Les rotors du compresseur basse pression et de la turbine basse pression sont reliés par un arbre basse pression (BP) 118 et forment avec lui un corps basse pression. Les arbres HP et BP s'étendent suivant un axe longitudinal X-X' de la turbomachine.
- [0126] L'arbre de soufflante est lié en rotation à l'arbre BP 118 directement ou indirectement.
- [0127] La turbomachine comprend également un carter de soufflante qui s'étend autour des pales qui est porté par des bras aérodynamiques, et qui définit une veine d'entrée d'air des flux. Une partie de cet air pénètre dans une veine annulaire interne d'écoulement d'un flux primaire 120 et l'autre partie alimente une veine annulaire externe d'écoulement d'un flux secondaire 119. La veine traverse les compresseurs BP et HP, la chambre de combustion, et les turbines HP et BP. La veine externe enveloppe des carters des compresseurs et des turbines et rejoint la veine interne au niveau d'une tuyère de la turbomachine.
- [0128] Le dispositif de régulation du flux d'air permet de réguler passivement le débit d'air circulant dans les éléments de rotor en modulant le prélèvement d'air en fonction des besoins en refroidissement.
- [0129] De manière générale, le rotor de turbine comprend une vanne à section variable

formée par la combinaison d'un des flasques 20, 40 avec un élément de rotor amont, à savoir le disque d'étanchéité 18 lorsque le turboréacteur est dépourvu d'une bride de fixation ou la bride de fixation 30 lorsque le turboréacteur comprend une bride de fixation.

[0130] Grâce à l'invention, il est possible d'obturer une partie des orifices de ventilation lors des phases de bas régime de la turbomachine et d'ouvrir progressivement ladite partie lors de l'augmentation du régime de la turbomachine qui nécessite un débit de flux d'air plus important pour refroidir les éléments du rotor.

[0131] Ainsi, on obtient une ouverture et une fermeture des orifices de ventilation progressive et proportionnelle au régime de rotation du rotor de turbomachine.

Revendications

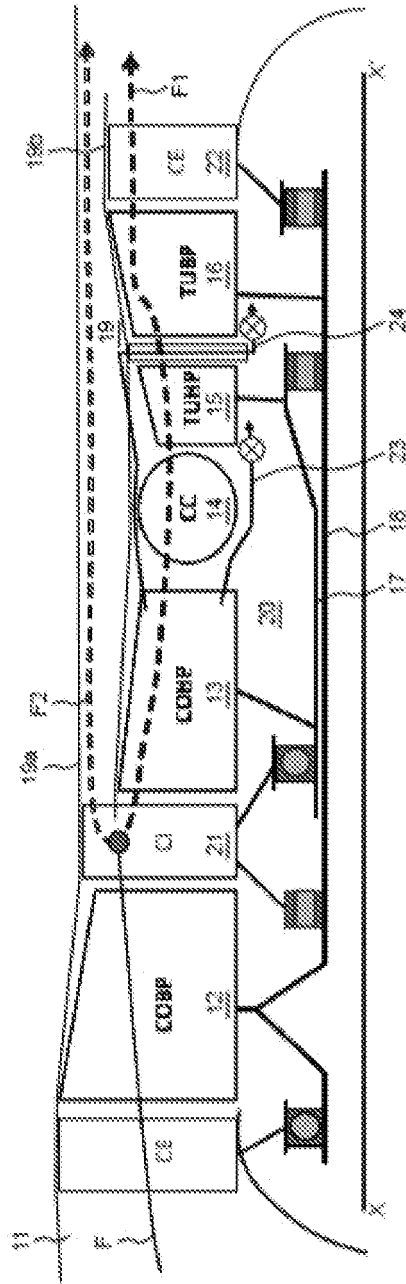
- [Revendication 1] Rotor de turbine (25, 16) comprenant au moins une aube (25b, 16b) montée sur un disque de rotor (25a, 16a) et un élément de rotor (26, 27, 50) disposé en amont et solidaire en rotation dudit disque de rotor (25a, 16a), l'élément de rotor (26, 27, 50) comprenant au moins un orifice de ventilation (26c, 32) pratiqué dans l'épaisseur dudit élément de rotor (50, 26) et permettant le passage d'un flux d'air de refroidissement (F1) vers ladite aube (25b, 16b), le rotor comprenant un dispositif de régulation du débit d'air de refroidissement (30, 40) disposé entre l'élément de rotor (26, 27, 50) et le disque de rotor (25a, 16a), caractérisé en ce que le dispositif de régulation du débit d'air de refroidissement (30, 40) présente la forme d'un flasque souple comprenant au moins un orifice de passage (30c, 40c), ledit flasque souple comprenant une première extrémité radiale interne (30a, 40a) fixée à l'élément de rotor (26, 27, 50) et une deuxième extrémité radiale externe (30b, 40b) formant l'extrémité libre dudit flasque (30, 40), ledit flasque étant configuré pour se déformer progressivement à la manière d'une spirale qui se déroule entre une position d'obturation au moins partielle de l'orifice de ventilation (26c, 27, 50c) et une position d'ouverture dudit orifice de ventilation (26c, 27, 50c) dans laquelle l'orifice de passage (30c, 40c) se trouve en face dudit orifice de ventilation (26c, 27, 50c) en fonction du régime de rotation du rotor, ledit flasque souple (30, 40) étant configuré pour se déformer par la seule force centrifuge induite par une rotation du rotor de turbine (16, 25).
- [Revendication 2] Rotor de turbine (25, 16) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif de régulation du débit d'air (30, 40) est configuré pour assurer un débit d'air de refroidissement (F1) minimal lorsque le régime de rotation du rotor de turbine est au ralenti.
- [Revendication 3] Rotor de turbine (25, 16) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le dispositif de régulation du débit d'air (30, 40) est configuré pour assurer un débit d'air de refroidissement (F1) maximal lorsque le régime de rotation du rotor de turbine est supérieur à une valeur de seuil.
- [Revendication 4] Rotor de turbine (25, 16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de régulation du débit d'air (30, 40) présente la forme d'une spirale, montée transversalement à l'axe de rotation (X-X') du rotor entre l'élément de rotor (26, 27, 50) et le disque de turbine (25a, 16a).

- [Revendication 5] Rotor de turbine (25, 16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément de rotor est un disque d'étanchéité (26, 50) présentant la forme générale d'une pièce annulaire dont l'axe de symétrie est coaxial à l'axe de rotation (X-X') du rotor, ledit disque d'étanchéité (26, 50) étant monté en amont du disque de turbine (25a, 16a).
- [Revendication 6] Rotor de turbine (25, 16) selon la revendication 5, dans lequel le disque d'étanchéité (26, 50) comprend une pluralité d'orifices de ventilation (26c, 50c) régulièrement angulairement répartis et dans lequel le flasque (30) comprend une pluralité d'orifices de passage (30c) régulièrement angulairement répartis sur au moins une partie angulaire du flasque (30).
- [Revendication 7] Rotor de turbine (25, 16) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'élément de rotor est une bride de fixation (27) d'un tourillon de rotor présentant la forme générale d'une pièce annulaire dont l'axe de symétrie est coaxial à l'axe de rotation (X-X') du rotor.
- [Revendication 8] Rotor de turbine (25, 16) selon la revendication 7, dans lequel la bride de fixation (27) comprend au moins un orifice longitudinal de fixation (27c) destiné à coopérer avec des moyens de visseries et dans lequel le flasque (40) comprend au moins un passage (40e) configuré pour permettre le passage desdits moyens de visseries, l'orifice de fixation (27c) de la bride restant ouvert dans les deux positions dudit flasque (40).
- [Revendication 9] Rotor de turbine (25, 16) selon la revendication 8, dans lequel le passage (40e) a la forme d'un trou oblong s'étendant dans la direction circonférentielle du flasque (40).
- [Revendication 10] Rotor de turbine (25, 16) selon la revendication 8 ou 9, dans lequel la bride de fixation (27) comprend une pluralité d'orifices longitudinaux de fixation (27c), uniformément répartis angulairement dans lequel le flasque (40) comprend une pluralité de passages (40e) configurés pour se trouver respectivement en face d'un orifice de fixation (27c) dans les deux positions dudit flasque (40).
- [Revendication 11] Rotor de turbine (25, 16) selon la revendication 10, dans lequel une partie de la spirale du flasque (40) comprend, à proximité de son extrémité libre (40b), une portion pleine comportant la pluralité d'orifices de passage (40c) régulièrement répartis angulairement, chaque passage (40e) du flasque (40) étant disposé entre deux orifices de passage (40c) adjacents, le flasque (40) se prolongeant par une partie épurée vers l'extrémité fixe (40a) du flasque, laissant apparaître des

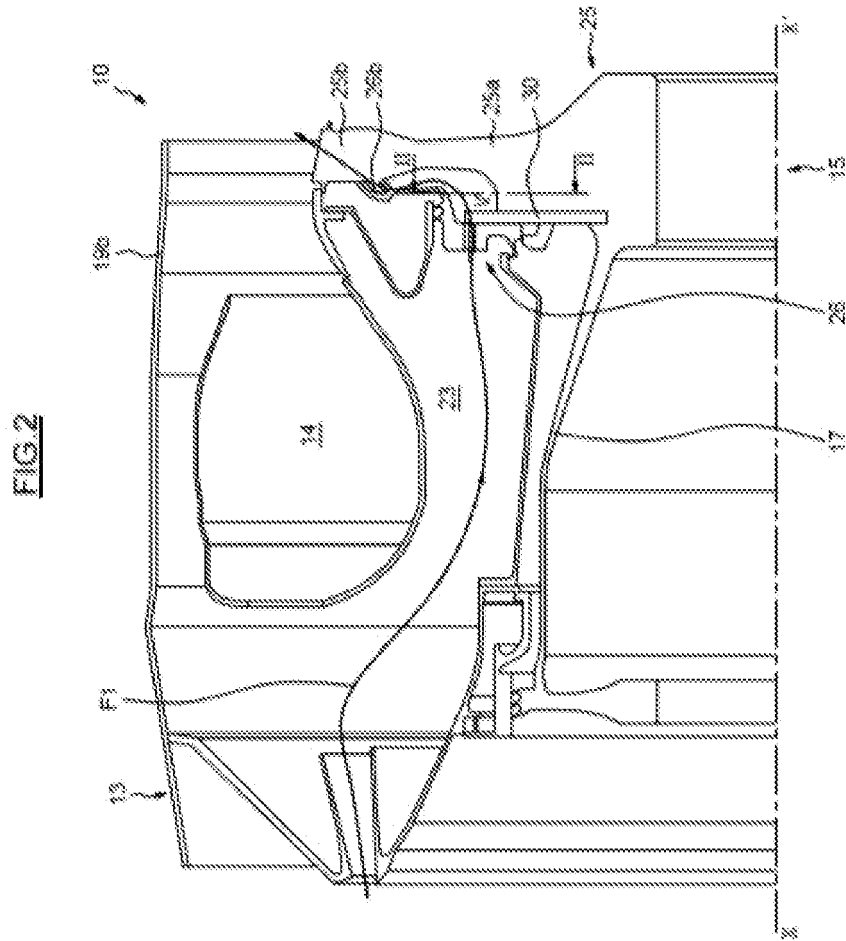
éléments d'obturation (40f) en saillie radiale s'étendant radialement vers l'extérieur et destinés chacun à se retrouver au moins partiellement en face d'un orifice de ventilation correspondant (27b) de la bride (27) lorsque le régime de rotation du rotor de turbomachine est au ralenti.

[Revendication 12] Turbomachine comprenant un rotor de turbine (25, 16) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

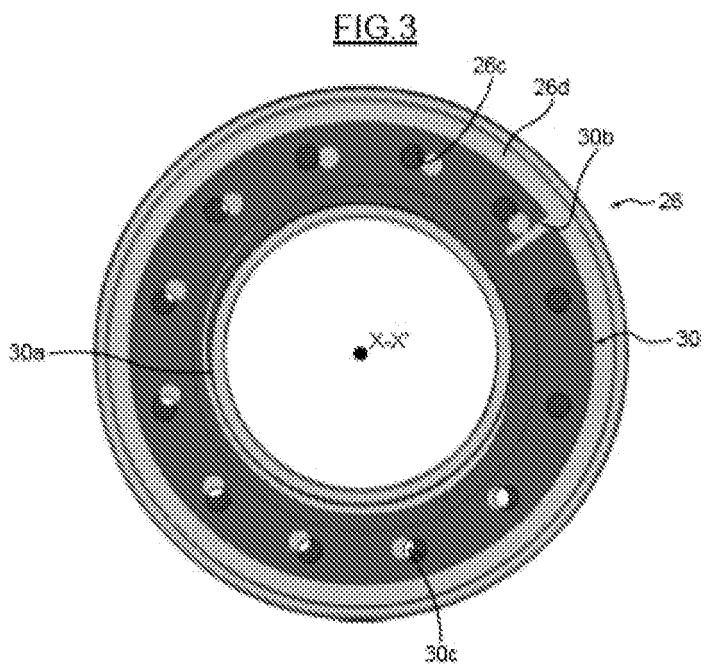
[Fig. 1]



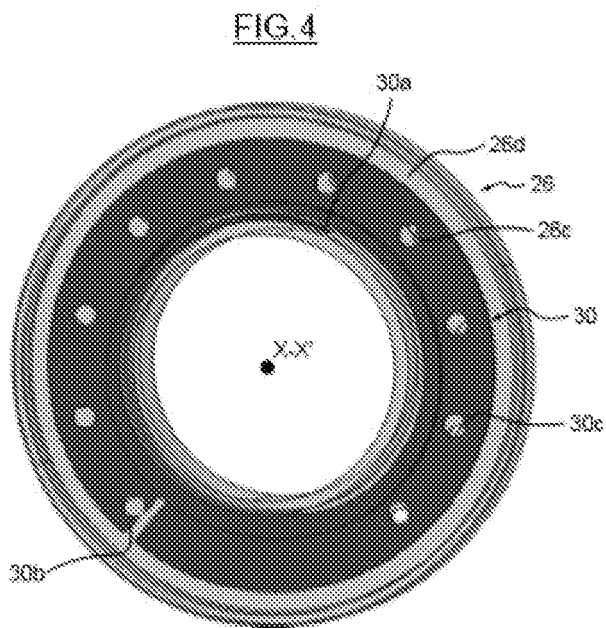
[Fig. 2]



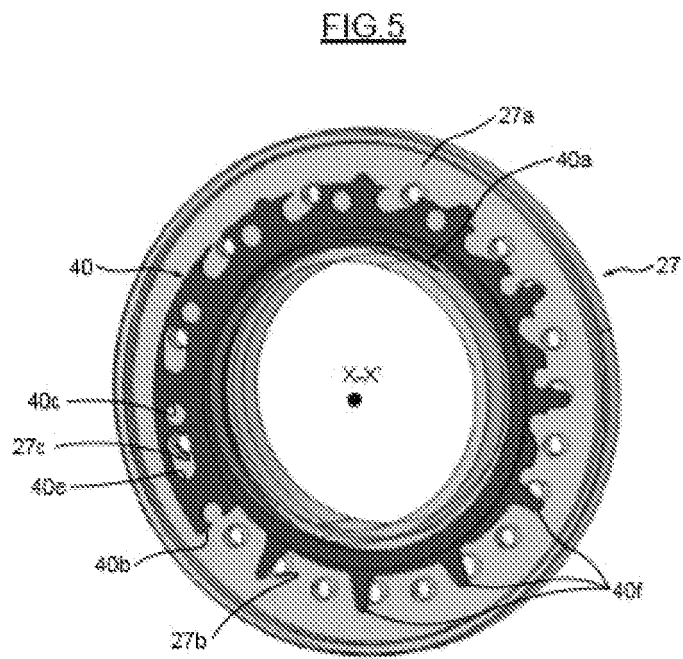
[Fig. 3]



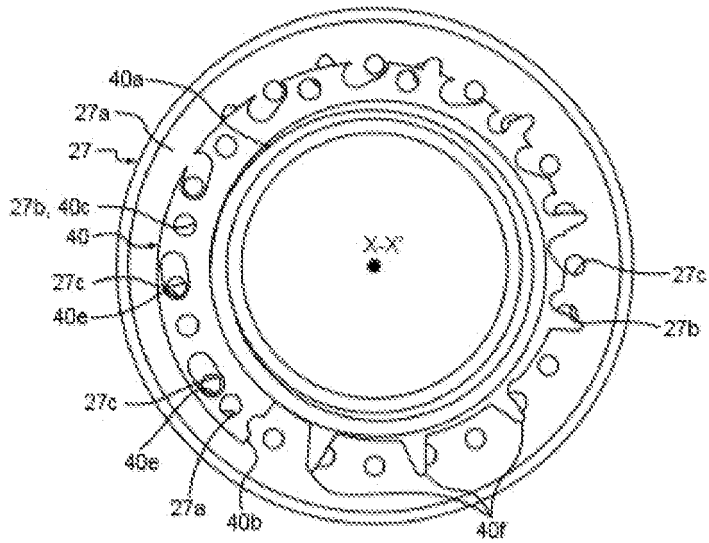
[Fig. 4]



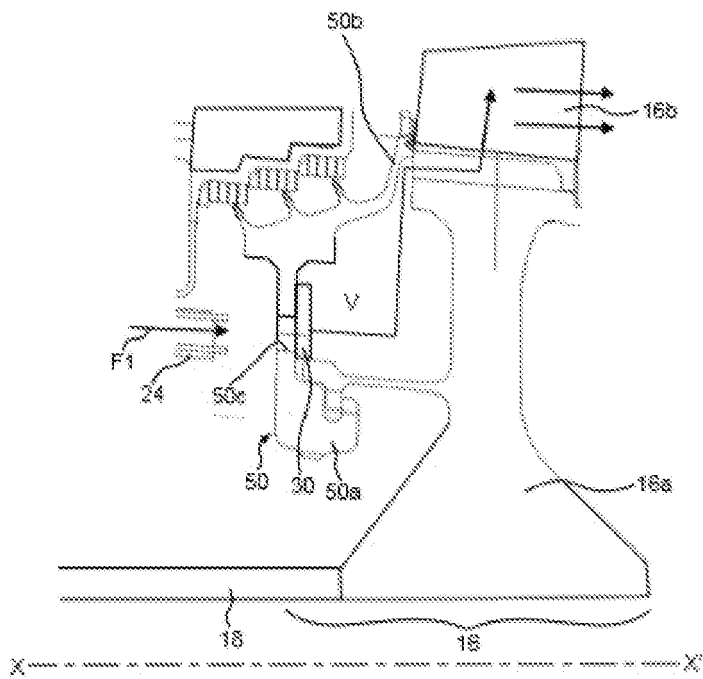
[Fig. 5]



[Fig. 6]

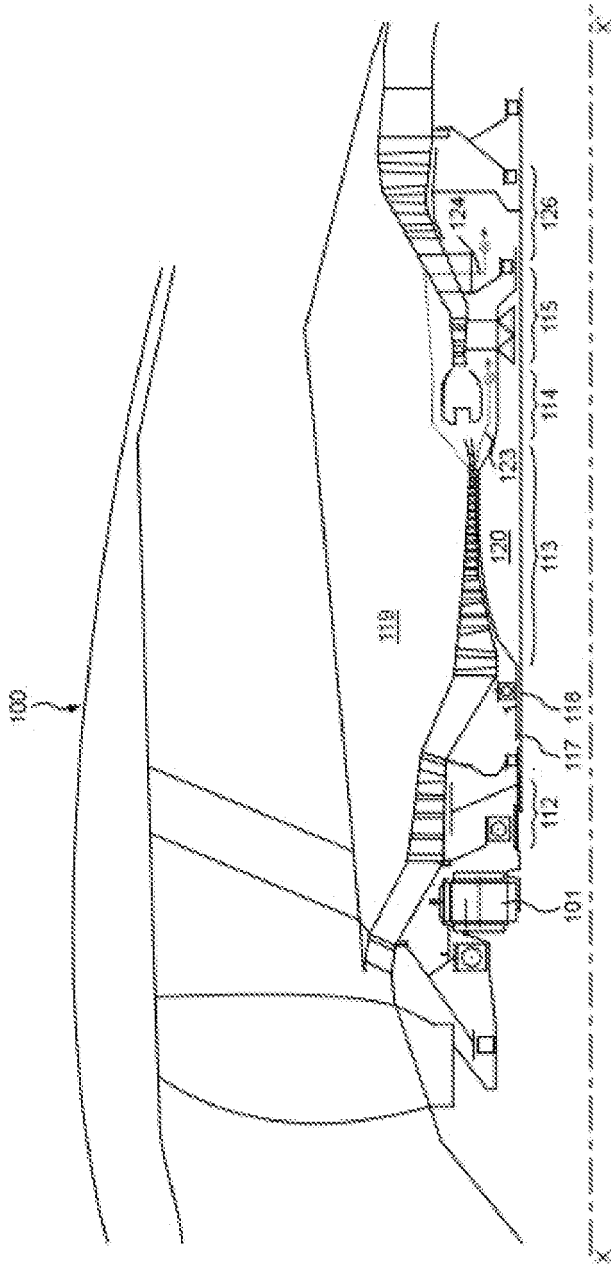
FIG. 6

[Fig. 7]

FIG. 7

[Fig. 8]

FIG. 8



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 3 575 528 A (BEAM PAUL E JR ET AL)
20 avril 1971 (1971-04-20)

FR 2 943 094 A1 (SNECMA [FR])
17 septembre 2010 (2010-09-17)

US 4 543 038 A (KITAGUCHI SAM S [US])
24 septembre 1985 (1985-09-24)

FR 3 045 237 A1 (AIRBUS OPERATIONS SAS
[FR]) 16 juin 2017 (2017-06-16)

FR 3 065 059 A1 (OFFICE NATIONAL DETUDES
RECH AEROSPATIALES [FR])
12 octobre 2018 (2018-10-12)

EP 1 715 141 A2 (SNECMA [FR])
25 octobre 2006 (2006-10-25)

GB 2 470 253 A (ROLLS ROYCE PLC [GB])
17 novembre 2010 (2010-11-17)

**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