

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

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

3 096 073

②① N° d'enregistrement national : **19 04970**

⑤① Int Cl⁸ : **F 01 D 5/06 (2019.01), F 01 D 25/32, F 02 C 3/04**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ TAMBOUR DE ROTOR POUR UNE TURBOMACHINE.

②② Date de dépôt : 13.05.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 20.11.20 Bulletin 20/47.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 14.05.21 Bulletin 21/19.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN AERO BOOSTERS SA* —
BE et *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS* — FR.

⑦② Inventeur(s) : BENICHOU Sami, Kelim, ACCARY
Arnaud, Michel, Marie, DECOCK Grégoire,
LESCURAT Guillaume et PERICAUD Ludovic.

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN AERO BOOSTERS SA*,
SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS.

⑦④ Mandataire(s) : *GEVERS & ORES*.

FR 3 096 073 - B1



Description

Titre de l'invention : TAMBOUR DE ROTOR POUR UNE TURBOMACHINE

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un tambour de rotor pour une turbomachine d'aéronef, ainsi qu'une turbomachine comportant un tel tambour.

Arrière-plan technique

[0002] Une turbomachine d'aéronef peut comprendre plusieurs corps rotatifs ou rotors qui tournent à l'intérieur de stators. Un rotor de turbomachine, tel qu'un rotor de compresseur ou de turbine, comprend plusieurs aubages de rotor qui sont destinés à être intercalés entre des aubages de stator. Dans la présente demande, un aubage est défini comme comportant une rangée annulaire d'aubes.

[0003] Un rotor de turbomachine peut être réalisé par l'assemblage de plusieurs disques coaxiaux, chaque disque portant une rangée annulaire d'aubes de rotor et étant fixé par des moyens de fixation du type vis-écrou à des disques adjacents. Les aubes peuvent être rapportées et fixées sur un disque de rotor ou bien être formées d'une seule pièce avec ce dernier (dans le cas d'un disque aubagé monobloc ou DAM).

[0004] Il est également connu de réaliser un rotor de turbomachine au moyen d'un tambour qui comprend une paroi de révolution monobloc s'étendant autour d'un axe longitudinal et apte à porter plusieurs aubages de rotor.

[0005] La figure 1 représente un exemple de réalisation d'un tambour 10 de turbomachine. La paroi 12 du tambour 10 peut être plus ou moins bombée et avoir une forme de tonneau. Son diamètre externe varie donc entre ses extrémités axiales et est le plus grand dans un plan transversal noté P.

[0006] La figure 1 ne montre qu'une demi section inférieure du tambour et donc que la partie basse de ce tambour. Le point X est un point bas ou le point le plus bas du tambour et est situé dans le plan P de plus grand diamètre du tambour 10. Le tambour est mobile en rotation donc le point X se déplace sur le tambour.

[0007] La paroi 12 comprend des surépaisseurs annulaires 14 dans laquelle sont formées des gorges annulaires 16 qui débouchent radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe A. Ces gorges 16 ont en section une forme adaptée pour retenir les pieds 18 des aubes de rotor 20. La technique de montage et de retenue des pieds 18 des aubes 20 dans les gorges 16 est connue de l'homme du métier. Toutes les aubes 20 montées dans une même gorge 16 forment un aubage de rotor.

[0008] Les sommets ou extrémités radialement externes des aubes 20, opposées aux pieds 18, sont entourés par des couches 22 de matière abradable portées par un carter de

stator 24. Le carter 24 porte en outre des aubages de stator 26 intercalés entre les aubages de rotor.

[0009] La forme en tonneau du tambour 10 dépend et est fonction de la forme de la veine d'écoulement du flux de gaz et dans le cas de la présence de liquide dans le tambour 10, le renflement ainsi créé génère une zone annulaire de rétention de liquide(s) 28, comme illustré à la figure 1.

[0010] En effet, en fonctionnement, de l'huile, du carburant ou de l'eau peuvent s'accumuler dans le tambour. Il est important d'évacuer ces liquides afin d'éviter leur rétention.

[0011] Une solution à ce problème pourrait consister à équiper le tambour d'un dispositif de purge configuré pour laisser passer au moins un liquide à travers la paroi 12. Cependant, les propositions faites jusqu'ici ne sont pas satisfaisantes et la présente invention propose une solution simple, efficace et économique au besoin évoqué ci-dessus.

Résumé de l'invention

[0012] La présente invention concerne un tambour de rotor pour une turbomachine d'aéronef, comportant une paroi annulaire s'étendant autour d'un axe longitudinal, la paroi portant des aubages de rotor et comportant au moins un dispositif de purge configuré pour laisser passer au moins un liquide à travers ladite paroi, caractérisé en ce que le dispositif comprend une série de trois orifices circulaires adjacents, ces trois orifices étant alignés le long d'une ligne et comportant un orifice central de plus grand diamètre D1 et deux orifices latéraux de plus petit diamètre D2 diamétralement opposés par rapport à l'orifice central.

[0013] Les inventeurs ont ainsi mis au point un dispositif de purge optimisé pour l'écoulement et l'évacuation de liquides, tels que de l'huile, du carburant ou de l'eau, à travers la paroi du tambour. Cette solution est avantageuse par rapport à un unique orifice qui risquerait d'affaiblir et donc de réduire d'autant plus la tenue mécanique de la pièce. Dans le cas présent, les orifices peuvent avoir des sections cumulées de passage équivalentes à celle d'un unique orifice tout en maîtrisant et limitant l'impact sur la tenue mécanique du tambour. Cette solution est également avantageuse par rapport à un orifice non circulaire et par exemple oblong ou ellipse car ces types d'orifices sont complexes et coûteux à réaliser car ils nécessitent en général une machine d'usinage spécifique, une maîtrise accrue des trajectoires outils et un contrôle dimensionnel plus précis afin de pouvoir caractériser convenablement ces formes complexes.

[0014] Les diamètres des orifices peuvent être choisis en fonction du volume de liquides à purger par minute et en adéquation avec le nombre de dispositifs du tambour et de leurs localisations respectives. Les diamètres et les localisations des orifices doivent

notamment tenir compte des contraintes dimensionnelles de fabrication et de tenue du tambour, en particulier lorsque celui-ci doit subir un traitement postérieur à la réalisation des orifices, par exemple de grenailage.

[0015] Le tambour selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- [0016] – les orifices latéraux ont un même diamètre D_2 à 10% près,
- $D_2 < D_1 \leq 1,5.D_2$,
- D_1 est compris entre 3 et 10mm et D_2 est compris entre 2 et 8mm,
- les centres des orifices latéraux sont situés à une même distance L du centre de l'orifice principal,
- $D_1 \leq L \leq 2.D_1$,
- L est compris entre 5 et 15mm,
- les orifices sont alignés sur une circonférence centrée sur ledit axe longitudinal,
- la paroi du tambour est réalisée en alliage métallique,
- les orifices sont réalisés par usinage,
- la paroi annulaire est monobloc ou sectorisée.

[0017] La présente invention concerne également une turbomachine d'aéronef, comportant un tambour tel que décrit ci-dessus. De préférence, le tambour comprend plusieurs dispositifs de purge répartis sur une même circonférence centrée sur l'axe longitudinal. En variante, le tambour pourrait comprendre plusieurs dispositifs répartis sur plusieurs circonférences centrées sur l'axe.

[0018] La présente invention concerne encore un aéronef comportant une turbomachine du type décrit ci-dessus.

Brève description des figures

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

[0020] [fig.1] la figure 1 est une demi vue schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef, et montre un tambour de rotor notamment,

[0021] [fig.2] la figure 2 est une vue schématique en perspective d'un dispositif de purge selon l'invention, de la paroi d'un tambour de rotor, et

[0022] [fig.3] la figure 3 est une vue très schématique des orifices du dispositif de la figure 2.

Description détaillée de l'invention

[0023] La figure 1 a été décrite dans ce qui précède. L'invention propose un dispositif de

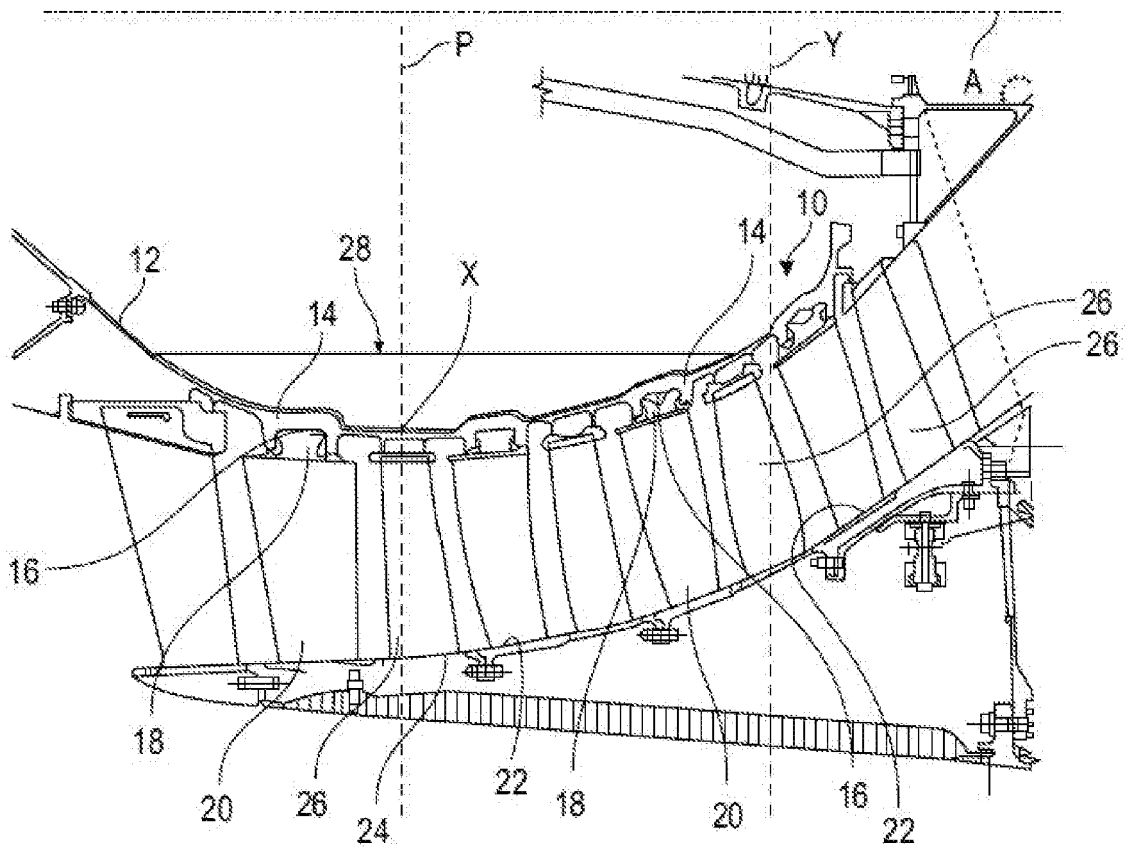
purge pour un tambour 10 de turbomachine, tel que celui représenté à la figure 1.

- [0024] Le tambour 10 peut comprendre un ou plusieurs dispositifs et par exemple un dispositif au point X, c'est-à-dire dans une partie basse ou dans la partie la plus basse du tambour lorsque le tambour est à l'arrêt dans la turbomachine.
- [0025] Les figures 2 et 3 représentent un mode préféré de réalisation du dispositif qui comprend une série de trois orifices circulaires 30, 32, 34 adjacents. Ces trois orifices 30, 32, 34 sont alignés le long d'une ligne et sont un orifice central 30 de plus grand diamètre D1 et deux orifices latéraux 32, 34 de plus petit diamètre D2 diamétralement opposés par rapport à l'orifice central 30.
- [0026] La ligne d'alignement des orifices 30, 32, 34 est de préférence une circonférence centrée sur l'axe A. Les orifices 30, 32, 34 sont ainsi alignés sur une circonférence de l'axe A, comme cela est visible à la figure 2. De préférence, l'orientation angulaire des orifices est dirigée sensiblement sur une ligne liée aux contraintes spécifiques de la pièce. L'orifice 30 est donc situé au point X, c'est-à-dire dans le plan de coupe de la figure 1, et les orifices 32, 34 sont diamétralement opposés par rapport à l'orifice 30 et situés respectivement en avant et en arrière de ce plan et donc non visibles dans la figure 1.
- [0027] Les orifices 32, 34 ont un même diamètre D2. De préférence, $D2 < D1 \leq 1,5.D2$. A titre d'exemple, D1 est compris entre 5 et 10mm et D2 est compris entre 4 et 8mm.
- [0028] Les centres des orifices 32, 34 sont situés à une même distance L du centre de l'orifice 30. De préférence, $D1 \leq L \leq 2.D1$.
- [0029] L est par exemple compris entre 7,5 et 15mm.
- [0030] Le dispositif selon l'invention permet de purger efficacement le tambour en diminuant les contraintes dans la zone de localisation du dispositif, et en facilitant leur réalisation par exemple par usinage et en particulier perçage.
- [0031] Comme évoqué dans ce qui précède, le tambour peut comprendre plusieurs dispositifs et donc plusieurs séries de trois orifices. Les dispositifs sont de préférence situés dans le plan P et régulièrement répartis autour de l'axe X. L'augmentation du nombre de dispositifs sur une même circonférence permet de garantir qu'au moins un des dispositifs sera situé au plus près du point X.
- [0032] Etant donné que l'axe A de la turbomachine n'est pas toujours horizontal en utilisation, en particulier lors des phases de décollage et d'atterrissage de l'aéronef équipé de cette turbomachine, le tambour 10 pourrait être équipé d'un dispositif ou de dispositifs en dehors du plan X et par exemple en aval de ce plan (par référence à l'écoulement des gaz dans la veine de la turbomachine). La figure 1 montre un plan Y passant en amont de l'aubage de rotor du quatrième étage, dans lequel pourraient être situés des dispositifs de purge selon l'invention.

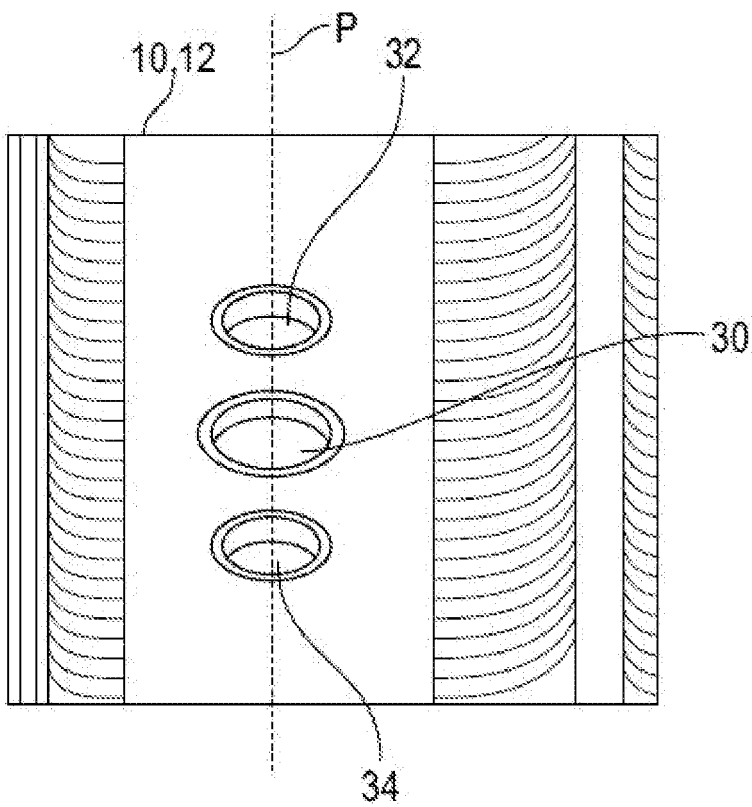
Revendications

- [Revendication 1] Tambour de rotor (10) pour une turbomachine d'aéronef, comportant une paroi annulaire (12) s'étendant autour d'un axe longitudinal (A), la paroi portant des aubages de rotor (20) et comportant au moins un dispositif de purge configuré pour laisser passer au moins un liquide à travers ladite paroi, caractérisé en ce que le dispositif comprend une série de trois orifices circulaires (30, 32, 34) adjacents, ces trois orifices étant alignés le long d'une ligne et comportant un orifice central (30) de plus grand diamètre $D1$ et deux orifices latéraux (32, 34) de plus petit diamètre $D2$ diamétralement opposés par rapport à l'orifice central.
- [Revendication 2] Tambour (10) selon la revendication 1, dans lequel $D2 < D1 \leq 1,5.D2$.
- [Revendication 3] Tambour (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel $D1$ est compris entre 3 et 10mm et $D2$ est compris entre 2 et 8mm.
- [Revendication 4] Tambour (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les centres des orifices latéraux (32, 34) sont situés à une même distance L du centre de l'orifice principal (30).
- [Revendication 5] Tambour (10) selon la revendication 4, dans lequel $D1 \leq L \leq 2.D1$.
- [Revendication 6] Tambour (10) selon la revendication 5, dans lequel L est compris entre 5 et 15mm.
- [Revendication 7] Tambour (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les orifices (30, 32, 34) sont alignés sur une circonférence centrée sur ledit axe longitudinal (A).
- [Revendication 8] Turbomachine d'aéronef, comportant un tambour (10) selon l'une des revendications précédentes.
- [Revendication 9] Turbomachine selon la revendication 8, dans laquelle le tambour (10) comprend plusieurs dispositifs de purge répartis sur une même circonférence centrée sur ledit axe longitudinal (A), voire plusieurs dispositifs répartis sur plusieurs circonférences centrées sur l'axe (A).
- [Revendication 10] Aéronef comportant une turbomachine selon la revendication 8 ou 9.

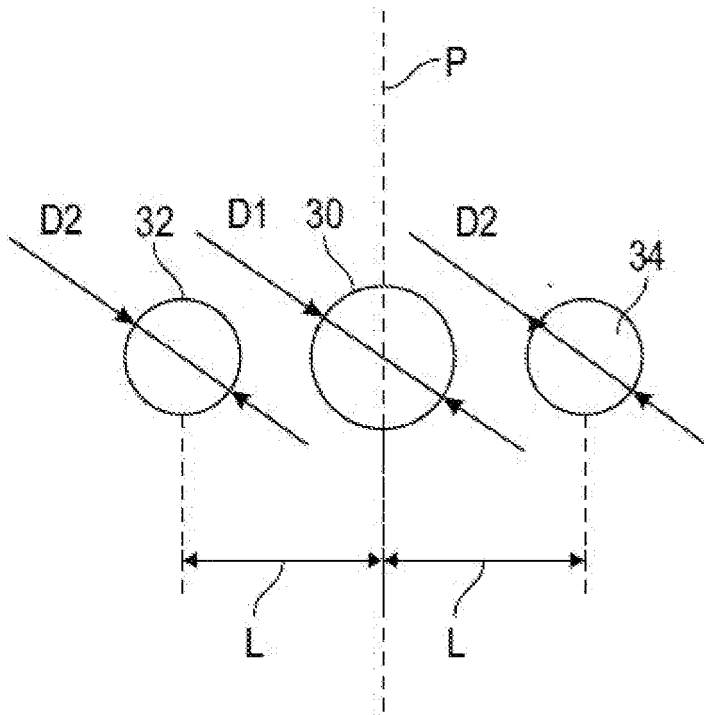
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



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**

NEANT

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

EP 3 192 966 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE])
19 juillet 2017 (2017-07-19)

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

NEANT