



(51) Classification internationale des brevets :  
F01D 5/02 (2006.01) F02C 7/36 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2024/050755

(22) Date de dépôt international :  
10 juin 2024 (10.06.2024)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
FR2305972 13 juin 2023 (13.06.2023) FR

(71) Déposant : SAFRAN TRANSMISSION SYSTEMS  
[FR/FR] ; 18 Boulevard Louis Seguin, 92700 COLOMBES  
(FR).

(72) Inventeurs : PIGOTT, Quentin Pierre Henri ; Safran,  
c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-  
point René Ravaud, Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL  
FRANCE (FR). BABA-AISSA, Neil ; Safran, c/o Centre  
d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-point René  
Ravaud, Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL FRANCE  
(FR). MARION, Gwenael Sébastien François ; Safran,  
c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-  
point René Ravaud, Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL  
FRANCE (FR).

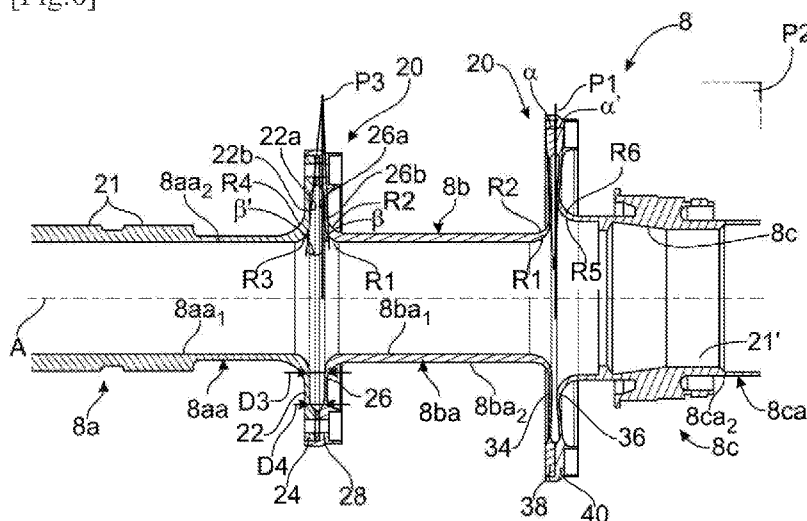
(74) Mandataire : BARBE, Laurent et al. ; GEVERS & ORES,  
Immeuble Palatin 2, 3 cours du Triangle, CS 80165, 92939  
PARIS LA DEFENSE CEDEX (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,

(54) Title: COUPLING SHAFT FOR AN AIRCRAFT TURBINE ENGINE

(54) Titre : ARBRE D'ACCOUPLEMENT POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF

[Fig.6]



(57) Abstract: The invention relates to a coupling shaft (8b) for an aircraft turbine engine (1), said shaft (8b) extending along and around a longitudinal axis (A) and having an annular wall (8ba) which comprises a first longitudinal end connected by a first annular web (34) to a first annular flange (38), and a second longitudinal end connected by a second annular web (26) to a second annular flange (28), each of the first and second webs (26, 34) having an inner periphery connected to the annular wall (8ba) and an outer periphery connected to the corresponding flange (28, 38), which extends radially outwards from this outer periphery, characterized in that the first web (34) has a generally frustoconical shape which flares from its inner periphery to its outer periphery towards the second web (26).

(57) Abrégé : Arbre d'accouplement (8b) pour une turbomachine (1) d'aéronef, cet arbre (8b) s'étendant le long et autour d'un axe longitudinal (A) et comportant une paroi annulaire (8ba) qui comprend une première extrémité longitudinale reliée par un premier voile annulaire (34) à une première bride annulaire (38), et une seconde extrémité longitudinale reliée par un second voile annulaire (26)



CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

à une seconde bride annulaire (28), chacun des premier et second voiles (26, 34) comportant une périphérie interne reliée à la paroi annulaire (8ba) et une périphérie externe reliée à la bride (28, 38) correspondante qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis cette périphérie externe, caractérisé en ce que ledit premier voile (34) a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté dudit second voile (26).

## DESCRIPTION

### TITRE : ARBRE D'ACCOUPLEMENT POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF

5

#### Domaine technique de l'invention

La présente invention concerne un arbre d'accouplement pour une turbomachine d'aéronef, et une turbomachine d'aéronef comportant un tel arbre. L'accouplement est du type *flex coupling*.

10 

#### Arrière-plan technique

L'état de l'art comprend notamment les documents EP-A1-3 153 680, US-A1-5,433,674, FR-A1-2 979 121, FR-A1-3 075 878 et FR-A1-3 075 880.

Une turbomachine, telle qu'un turboréacteur à double flux, comprend classiquement une entrée d'air comportant une soufflante dont le flux d'air en sortie se divise en un flux d'air qui pénètre dans le moteur et forme un flux 15 chaud ou flux primaire, et en un flux d'air qui s'écoule autour du moteur et qui forme un flux froid ou flux secondaire.

Le moteur comprend typiquement d'amont en aval, dans le sens d'écoulement des gaz, au moins un compresseur, une chambre de 20 combustion, au moins une turbine, et une tuyère d'éjection dans laquelle les gaz de combustion sortant de la turbine et formant le flux primaire sont mélangés au flux secondaire. Une turbomachine peut également être du type à « double-corps » ce qui signifie qu'elle comporte deux rotors agencés coaxialement. Un premier corps est appelé corps basse pression et un 25 second corps est appelé corps haute pression. De façon connue, le moteur comporte dans ce cas, d'amont en aval, un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, la chambre de combustion, une turbine haute pression et une turbine basse pression.

Dans le cas d'une turbomachine à réducteur, l'arbre de turbine entraîne 30 l'arbre de soufflante par l'intermédiaire du réducteur qui est lubrifié et logé dans une enceinte de lubrification. Selon le type de réducteur utilisé,

planétaire ou épicycloïdal, l'arbre de soufflante va tourner dans le même sens ou dans le sens contraire à l'arbre de turbine, et l'arbre de soufflante va tourner à une vitesse moins importante que celle de l'arbre de turbine.

L'arbre de turbine, qui est l'arbre de turbine basse pression dans le cas d'une turbomachine à double corps, est en général accouplé à un arbre du compresseur basse pression qui est lui-même accouplé à un arbre d'entrée du réducteur. Cet arbre d'entrée traverse le réducteur et engrène le solaire de ce dernier.

Pour assurer un bon fonctionnement de cette ligne d'arbres basse pression et notamment du réducteur, il faut transmettre le couple mais, en même temps, obtenir une certaine souplesse dans l'arbre d'entrée du réducteur pour ne pas faire transiter d'efforts importants dans le réducteur du fait des déplacements aux interfaces imposées.

Une solution consiste à relier les arbres de la ligne d'arbres par des dispositifs d'accouplement conférant une certaine souplesse à la ligne d'arbres en fonctionnement.

Parmi les dispositifs d'accouplement connus pour une turbomachine, on peut citer les technologies désignées par leurs dénominations anglaises « *flex coupling* » et « *curvic coupling* ».

Les documents précités décrivent des dispositifs d'accouplement du type « *flex coupling* ». Dans ce type de dispositif, deux arbres sont reliés ensemble par des brides serrées l'une contre l'autre au moyen de vis qui assurent la transmission du couple entre les arbres.

Les brides sont situées à la périphérie externe de voiles qui s'étendent radialement vers l'extérieur depuis les corps tubulaires des arbres. C'est la présence de ces voiles qui permet de conférer de la souplesse à l'accouplement. Plus particulièrement, la géométrie et les dimensions des voiles permettent d'ajuster la souplesse de l'accouplement.

En fonctionnement, du fait des forces centrifuges qui s'appliquent sur la ligne d'arbres, la présence de ce type d'accouplement induit un effet de contraction axiale de la ligne d'arbres.

De plus, un réducteur mécanique est sensible aux désalignements, notamment aux désalignements axiaux, car cela génère un effort axial supplémentaire que les dentures du réducteur doivent reprendre.

Les deux phénomènes qui contribuent à ces désalignements sont les déplacements axiaux imposés par le moteur et la déformation axiale précitée de la ligne d'arbres sous effet centrifuge.

Plus la raideur de la ligne d'arbres est grande, et plus l'effort axial est grand car cet effort axial est proportionnel à cette raideur.

Afin de limiter cet effort axial, une solution serait donc de minimiser la raideur axiale de la ligne d'arbres ou d'avoir une déformation axiale de cette ligne d'arbres qui soit la plus proche des déplacements imposés par le moteur, afin que la différence des deux tende vers zéro. Autrement dit, il faudrait que la ligne d'arbres puisse absorber les déplacements imposés par le moteur.

Cependant, avec la technologie actuelle du *flex coupling*, la contraction axiale de la ligne d'arbre s'ajoute aux déplacements imposés par le moteur et la réduction de la raideur axiale de l'arbre augmente cet effet de contraction axiale.

La présente invention propose une solution simple, efficace et économique au besoin exprimé ci-dessus.

## 20 **Résumé de l'invention**

L'invention concerne un arbre d'accouplement pour une turbomachine d'aéronef, cet arbre s'étendant le long et autour d'un axe longitudinal et comportant une paroi annulaire qui comprend une première extrémité longitudinale reliée par un premier voile annulaire à une première bride annulaire, et une seconde extrémité longitudinale reliée par un second voile annulaire à une seconde bride annulaire, chacun des premier et second voiles comportant une périphérie interne reliée à la paroi annulaire et une périphérie externe reliée à la bride correspondante qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis cette périphérie externe, caractérisé en ce que ledit premier voile a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté dudit second voile.

Dans la technique actuelle, les voiles ont chacun une orientation parfaitement radiale ou ont une forme tronconique en s'évasant du côté opposé à l'arbre. Cette forme particulière engendre le phénomène précité de contraction axiale de l'arbre sous effet centrifuge. Pour contrer ce phénomène et même l'inverser, la tronconicité d'au moins un des voiles de l'arbre est inversée, ce voile s'évasant désormais du côté de l'autre voile de l'arbre, c'est-à-dire du côté de l'arbre.

En fonctionnement, les efforts centrifuges vont désormais provoquer une extension axiale de ce voile et donc de l'arbre. Cette extension axiale s'oppose au déplacement axial imposé par le moteur en fonctionnement. Le voile à tronconicité inversée peut être configuré, et en particulier dimensionné, de façon à ce que l'extension axiale compense exactement le déplacement axial imposé par le moteur. Ainsi, la ligne d'arbres de la turbomachine ne subit pas de sollicitation axiale et n'est pas susceptible de générer des désalignements dans les dentures du réducteur.

Dans le cas où l'extension axiale générée par l'un des voiles à tronconicité inversée de l'arbre ne serait pas suffisante pour compenser le déplacement axial imposé par les moteurs, les deux voiles de l'arbre pourraient avoir une tronconicité inversée afin que le cumul de leurs extensions axiales compensent ce déplacement axial.

L'arbre d'accouplement 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 :

- ledit second voile a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté dudit premier voile ;
- ledit second voile a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé audit premier voile ;
- le second voile forme un angle  $\beta$  avec un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal et passant par la seconde bride, cet angle  $\beta$  étant compris entre

- 1 et 40°, et de préférence entre 1 et 30°, et étant mesuré dans un autre plan passant par l'axe longitudinal ;
- le premier voile forme un angle  $\alpha$  avec un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal et passant par la première bride, cet angle  $\alpha$  étant compris entre
- 5 1 et 40°, et de préférence entre 1 et 30°, et étant mesuré dans un autre plan passant par l'axe longitudinal ;
- les angles  $\alpha$  et  $\beta$  sont différents ;
  - les angles  $\alpha$  et  $\beta$  sont identiques ;
  - l'angle  $\alpha$  est positif ou négatif ;
- 10 -- l'angle  $\beta$  est positif ou négatif ;
- chacun desdites premier et second voiles a une épaisseur minimale inférieure à une épaisseur minimale de ladite paroi ;
  - la paroi annulaire comprend une surface annulaire interne qui est reliée par un premier rayon de courbure à une première surface de chacun des voiles,
- 15 et une surface annulaire externe qui est reliée par un second rayon de courbure à une seconde surface de chacun des voiles, les premier et second rayons de courbure au niveau du premier voile étant différents et/ou les premier et second rayons de courbure au niveau du second voile étant différents.
- 20 La présente invention concerne également une turbomachine d'aéronef, comportant trois arbres s'étendant le long et autour d'un axe longitudinal et solidaires en rotation autour de cet axe, ces trois arbres comportant :
- un arbre amont comportant une paroi annulaire dont une extrémité longitudinale aval est reliée par un voile annulaire à une bride annulaire, ce
- 25 voile comportant une périphérie interne reliée à la paroi annulaire et une périphérie externe reliée à la bride qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis cette périphérie externe,
  - un arbre aval comportant une paroi annulaire dont une extrémité longitudinale amont est reliée par un voile annulaire à une bride annulaire,

30 ce voile comportant une périphérie interne reliée à la paroi annulaire et une

périphérie externe reliée à la bride qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis cette périphérie externe, et

- un arbre d'accouplement tel que décrit ci-dessus intercalé entre les arbres amont et aval, les brides de l'arbre d'accouplement étant respectivement
- 5      fixées aux brides des arbres amont et aval.

La turbomachine 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 :

- la première bride est fixée à la bride de l'arbre amont, le voile de cet arbre
- 10      amont ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à l'arbre d'accouplement, ou
- la première bride est fixée à la bride de l'arbre aval, le voile de cet arbre
- 15      aval ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à l'arbre d'accouplement ;
- les périphéries internes du premier voile et du voile en regard de l'arbre amont ou aval sont séparés l'un de l'autre d'une distance  $D1$ , et les
- 20      périphéries externes du premier voile et du voile en regard de l'arbre amont ou aval sont séparés l'un de l'autre d'une distance  $D2$ ,  $D1$  étant inférieur à  $D2$  ;
- la seconde bride est fixée à la bride de l'arbre aval, le voile de cet arbre
- 25      amont ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à l'arbre d'accouplement, ou
- la seconde bride est fixée à la bride de l'arbre amont, le voile de cet arbre
- amont ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à l'arbre d'accouplement ;

- la seconde bride est fixée à la bride de l'arbre aval, le voile de cet arbre aval ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté de l'arbre d'accouplement, ou
- la seconde bride est fixée à la bride de l'arbre amont, le voile de cet arbre amont ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa
- 5 périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté de l'arbre d'accouplement ;
- l'arbre aval est un arbre de turbine ou accouplé à un arbre de turbine, et l'arbre aval est un arbre d'entrée d'un réducteur mécanique ou accouplé à
- 10 un tel arbre d'entrée, le réducteur comportant une sortie de souple accouplé à un arbre d'hélice ;
- le ou chaque voile (à tronconicité inversée) comprend deux surfaces annulaires, respectivement amont et aval, qui ont chacune une forme générale tronconique évasée du côté de l'autre voile ; autrement dit, le ou
- 15 chaque voile et leurs surfaces annulaires ont une même tronconicité inversée ;
- les surfaces annulaires du ou de chaque voile (à tronconicité inversée) s'étendent sur au moins 50%, et de préférence au moins 70%, d'une hauteur ou dimension radiale de ce voile.

## 20 Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit d'un mode de réalisation non limitatif de l'invention en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- [Fig. 1] la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'une
- 25 turbomachine d'aéronef,
- [Fig. 2] la figure 2 est une vue schématique à plus grande échelle d'une partie de la figure 1,
- [Fig. 3] la figure 3 est une vue similaire à celle de la figure 2,
- [Fig. 4] la figure 4 est une demi-vue schématique en coupe axiale d'un
- 30 dispositif d'accouplement du type flex coupling,

[Fig. 5] la figure 5 est une vue schématique en coupe axiale d'une ligne d'arbres et d'un arbre d'accouplement selon la technique antérieure,

[Fig. 6] la figure 6 est une vue schématique en coupe axiale d'une ligne d'arbres et d'un arbre d'accouplement selon un mode de réalisation de l'invention,

[Fig. 7] la figure 7 est une vue schématique à plus grande échelle d'une partie de la figure 6, et

[Fig. 8] la figure 8 est une vue schématique en coupe axiale d'une ligne d'arbres et d'un arbre d'accouplement selon une variante de réalisation de l'invention.

### Description détaillée de l'invention

En se référant à la figure 1, on voit une turbomachine 1 d'aéronef, qui comporte, de manière classique, une soufflante S, un compresseur basse pression 1a, un compresseur haute pression 1b, une chambre de combustion 1c, une turbine haute pression 1d et une turbine basse pression 1e. Les rotors du compresseur haute pression 1b et de la turbine haute pression 1d sont reliés par un arbre haute pression 5 et forment avec lui un corps haute pression (HP). Les rotors du compresseur basse pression 1a et de la turbine basse pression 1e sont reliés par un arbre basse pression 4 et forment avec lui un corps basse pression (BP). La soufflante S est, quant à elle, portée par un arbre de soufflante 3 qui est relié par un réducteur 7 à l'arbre BP 4.

Les arbres HP et BP 4, 5 s'étendent suivant un axe A qui est l'axe de rotation de la turbomachine 1. Dans la suite de la description, les notions de longitudinal ou radial, et d'intérieur ou extérieur, sont relatives à cet axe A.

La turbomachine 1 comprend des carters structuraux. Le corps HP est tenu par deux carters structuraux : le carter inter-compresseur et le carter inter-turbine, et le corps BP est tenu par au moins deux carters structuraux : le carter intermédiaire 2 et le carter inter-turbine et/ou le carter d'échappement

6.

Le carter intermédiaire 2 soutient des paliers de l'arbre de turbine BP 4 qui sont logés dans une enceinte avant ou amont notée E1. Le carter d'échappement 6 soutient des paliers de l'arbre de turbine BP 4 qui sont logés dans une enceinte arrière ou aval notée E2. Les enceintes E1, E2 sont  
5 en général délimitées par des supports de paliers.

Le réducteur 7 est ici de type épicycloïdal. La figure 2 montre de manière très schématique l'encombrement du réducteur 7. Le réducteur 7 comprend un arbre d'entrée 8 s'étendant en amont de l'arbre BP 4 et qui est guidé par un palier 10 aval.

10 L'arbre d'entrée 8 comprend une extrémité axiale, ici amont, engagée dans le réducteur 7 et engrenée avec un solaire du réducteur, qui est lui-même engrené avec les satellites du réducteur. L'arbre d'entrée 8 a son extrémité aval qui est engrené avec un arbre 15 du compresseur basse pression qui est lui-même engrené avec l'arbre 4. Le palier 10 s'étend ici autour de l'arbre  
15 15.

Le couple en sortie du réducteur 7 est transmis à l'arbre de soufflante 3, par une liaison classique, connue de l'homme du métier, comme par exemple une fixation de cet arbre de soufflante sur le porte-satellites formant un arbre de sortie 9 du réducteur, dans le cas d'un réducteur épicycloïdal. Dans le cas  
20 d'un réducteur planétaire, l'arbre de soufflante serait entraîné par la couronne du réducteur 7, qui est elle-même engrenée avec les satellites du réducteur. Le réducteur 7 est placé à l'intérieur de l'enceinte avant E1 de lubrification.

L'enceinte E1 comprend des parois fixes et des parois mobiles. Les parois  
25 fixes de l'enceinte E1 comprennent une paroi interne de la veine du flux primaire, d'un support annulaire amont 11 de paliers 13, 14 et d'un support annulaire aval 12 de palier 10.

Les supports 11 et 12 s'étendent vers l'intérieur de la turbomachine et portent respectivement les paliers 13, 14 et le palier 10. Ils assurent la structure  
30 entre les carters et les bagues externes fixes des paliers 13, 10. Les parois mobiles de l'enceinte E1 comprennent les arbres d'entrée 8 et de sortie 9.

Les paliers 10, 13, 14 sont logés dans l'enceinte E1. Des étanchéités, non visibles sur les schémas sont prévues entre les parois fixes et mobiles et sont par exemple des joints labyrinthe, joints à brosse, joint radiaux segmenté, etc.

- 5 Les paliers 10, 13 et 14 ainsi que le réducteur 7 sont lubrifiés pour leur bon fonctionnement. L'huile est amenée par des moyens appropriés tels que des gicleurs, des conduits d'amenée d'huile, etc. Le support de palier 11 comprend des trous de ventilation qui laissent passer de l'air de ventilation de l'enceinte. L'enceinte E1 est configurée pour que le mélange air-huile, qui
- 10 forme un brouillard d'huile à l'intérieur de l'enceinte, soit contenu dans cette dernière. Entre les parois de rotor et de stator de l'enceinte, par exemple ici aux extrémités amont et aval de l'enceinte, des étanchéités (telles que des labyrinthes) sont placées pour contenir l'huile, et un circuit d'air vient pressuriser ces étanchéités pour éviter les fuites d'huile. L'enceinte E1 se
- 15 trouve alors pressurisée (de l'air y entre en continu, repoussant l'huile qui aurait pu sortir des étanchéités par capillarité) et les paliers fonctionnent dans un milieu d'huile et d'air mélangés. L'alimentation des paliers est assurée par un tube d'alimentation et la récupération est assurée par un tube de récupération spécifique qui s'étend le long de l'axe X et à l'intérieur de la
- 20 ligne d'arbres, en particulier basse pression, comme schématiquement illustré par des flèches à la figure 1.

- Pour éviter une surpression de l'enceinte, et permettre un flux constant d'air entrant, l'intérieur de l'enceinte est mis à l'air à pression plus faible que la pression de l'air entrant dans les étanchéités. Cet air chargé de particules
- 25 d'huile, qui est évacué au niveau d'un puits de pression, doit d'abord être traité pour récupérer la quasi-totalité de l'huile qu'il véhicule. Pour cela, l'air huilé sera amené à un déshuileur qui séparera l'air de l'huile qu'il véhicule et rejettera l'air déshuilé à l'extérieur du moteur. C'est le principe de déshuilage d'une enceinte.

- 30 Dans la présente demande, on entend par ligne d'arbres, une série d'arbres qui s'étendent le long d'un même axe et qui sont solidaires en rotation les

uns aux autres. Cette ligne comprend au moins deux arbres et ces arbres sont reliés ensemble par un dispositif d'accouplement. Dans le cadre de la présente invention, les accouplements entre les arbres de la ligne d'arbre sont du type flex coupling.

- 5 Un dispositif d'accouplement 20 du type flex coupling est illustré aux figures 1 et 2 et permet de relier deux arbres 8a, 8b.

Dans la configuration de la figure 3, la ligne d'arbres comprend trois arbres 8a, 8b, 8c qui sont reliés les uns aux autres par deux dispositifs d'accouplement 20. L'arbre 8a est un arbre amont, l'arbre 8c est un arbre

- 10 aval, et l'arbre 8b est un arbre intermédiaire appelé arbre d'accouplement. Chaque dispositif d'accouplement 20 est utilisé pour assurer la transmission de couple entre deux arbres de la ligne d'arbres basse pression en entrée du réducteur 7.

- Les figures 4 et 5 représentent un exemple de réalisation plus concret d'un
- 15 dispositif d'accouplement 20.

L'arbre amont 8a comprend une paroi annulaire 8aa qui comprend à son extrémité amont une denture 21 d'engrènement avec le solaire du réducteur 7.

- L'extrémité aval de la paroi 8aa est reliée à un voile annulaire 22 qui s'étend
- 20 radialement vers l'extérieur et est relié à une bride annulaire 24 qui s'étend elle-même radialement vers l'extérieur. La bride 24 a une épaisseur axiale supérieure à celle du reste du voile 22 qui présente une certaine souplesse en particulier en flexion.

- L'arbre aval 8b comprend une paroi annulaire 8ba dont l'extrémité amont est
- 25 reliée à un voile 26 qui s'étend radialement vers l'extérieur et est relié à une bride annulaire 28 qui s'étend elle-même radialement vers l'extérieur. La bride 28 a également une épaisseur axiale supérieure à celle du voile 26 qui présente une certaine souplesse en particulier en flexion.

- Les voiles 22, 26 ont chacun une orientation radiale vis-à-vis de l'axe A et
- 30 sont sensiblement parallèles et écartées axialement l'un de l'autre d'une

distance prédéterminée suffisante pour permettre un travail des arbres 8a, 8b en flexion.

Les brides 24, 28 comprennent des orifices axiaux 30 alignés de passage de moyens de fixation du type vis-écrou. Les vis 32 ont ici des têtes en appui axial sur une face radiale aval de la bride 28 et reçoivent des écrous en appui axial sur une face radiale amont de la bride 24.

L'ensemble formé par les voiles 22, 26, les brides 24, 28 et les vis 32 forment une liaison du type « *flex-coupling* » qui présente une certaine souplesse et autorise des déplacements relatifs entre les arbres 8a, 8b.

La figure 5 montre une ligne d'arbres à trois arbres 8a, 8b, 8c, comme dans la figure 3. Comme évoqué dans ce qui précède, les arbres 8a, 8b, 8c sont respectivement un arbre amont, un arbre intermédiaire ou d'accouplement et un arbre aval.

Cette figure 3 illustre la technique antérieure à la présente invention dans laquelle les voiles des arbres ont des orientations parfaitement radiales, c'est-à-dire que ces voiles s'étendant dans des plans perpendiculaires à l'axe A, ou ont des tronconicités classiques, c'est-à-dire une forme tronconique qui s'évase du côté opposé à l'arbre.

Ainsi, l'arbre amont 8a a un voile 22 à son extrémité aval qui s'évase du côté de l'arbre d'accouplement 8b, c'est-à-dire que la périphérie interne du voile 22 est située en amont de sa périphérie externe. L'arbre d'accouplement 8b a un voile 26 à son extrémité amont qui s'évase du côté de l'arbre d'entrée 8a, c'est-à-dire que la périphérie interne du voile 26 est située en aval de sa périphérie externe. L'arbre d'accouplement 8b a un voile 34 à son extrémité aval qui s'évase du côté de l'arbre de sortie 8c, c'est-à-dire que la périphérie interne du voile 34 est située en amont de sa périphérie externe. Et l'arbre de sortie 8c a un voile 36 à son extrémité amont qui s'évase du côté de l'arbre d'accouplement 8b, c'est-à-dire que la périphérie interne du voile 36 est située en aval de sa périphérie externe.

Les figures 6 et 7 illustrent un premier mode de réalisation de l'invention et la figure 8 illustre une variante de réalisation de l'invention.

Dans les figures 6 et 7, un des voiles 26, 34 de l'arbre d'accouplement 8b a une tronconicité inversée et, dans la figure 8, les deux voiles 26, 34 de l'arbre d'accouplement 8b ont une tronconicité inversée.

L'arbre d'accouplement 8b s'étend le long et autour de l'axe longitudinal A et  
5 comporte une paroi annulaire ou tubulaire 8ba qui comprend une première extrémité longitudinale reliée par un premier voile annulaire 34, ici aval, à une première bride annulaire 38, et une seconde extrémité longitudinale 26, ici amont, reliée par un second voile annulaire 26 à une seconde bride annulaire 28.

10 Chacun des premier et second voiles 34, 26 comporte une périphérie interne reliée à la paroi annulaire 8b1 et une périphérie externe reliée à la bride 38, 28 correspondante qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis cette périphérie externe.

Le premier voile 34 a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa  
15 périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté du second voile 26. Le premier voile 34 a donc une tronconicité inversée par rapport à celui de la figure 5.

Le second voile 26 a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa  
20 périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé au premier voile 34. Le second voile 26 a donc une tronconicité classique similaire à celle de la figure 5.

Comme cela est visible aux figures 6 et 7, le premier voile 34 forme un angle  $\alpha$  avec un plan P1 perpendiculaire à l'axe A et passant par la première bride 38. Cet angle  $\alpha$  est compris entre 1 et 40°, et de préférence entre 1 et 30°,  
25 et est mesuré dans un autre plan P2 passant par l'axe A.

Le second voile 26 forme un angle  $\beta$  avec un plan P3 perpendiculaire à l'axe A et passant par la seconde bride 28. Cet angle  $\beta$  est compris entre 1 et 40°, et de préférence entre 1 et 30°, et est mesuré dans le plan P2 passant par l'axe A.

30 Dans l'exemple représenté, les angles  $\alpha$  et  $\beta$  sont différents et en particulier inversés du fait de l'inversion de tronconicité.

On constate également dans l'exemple représenté que chacun des voiles 26, 34 a une épaisseur minimale E1 inférieure à une épaisseur minimale E2 de la paroi 8ba.

La paroi annulaire 8ba comprend une surface annulaire interne 8ba1 qui est  
5 reliée par un premier rayon de courbure R1 à une première surface 26a, 34a de chacun des voiles 26, 34, et une surface annulaire externe 8ba2 qui est reliée par un second rayon de courbure R2 à une seconde surface 26b, 34b de chacun des voiles 26, 34. Les rayons de courbure R1, R2 au niveau du premier voile 34 peuvent être différents. Les rayons de courbure R1, R2 au  
10 niveau du second voile 26 peuvent être différents.

L'arbre amont 8a comporte une paroi annulaire 8aa dont une extrémité longitudinale aval est reliée par un voile annulaire 22 à une bride annulaire 24. Ce voile 22 comporte une périphérie interne reliée à la paroi annulaire 8aa et une périphérie externe reliée à la bride 24 qui s'étend radialement  
15 vers l'extérieur depuis cette périphérie externe.

Le voile 22 de cet arbre amont 8a a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté de l'arbre d'accouplement 8b. Ce voile 22 a donc une tronconicité classique. Le voile 22 forme un angle  $\beta'$  avec le plan P3, qui peut être égal ou différent  
20 de l'angle  $\beta$ .

Le voile 22 peut avoir une épaisseur minimale inférieure à une épaisseur minimale de la paroi 8aa.

L'arbre amont 8a peut comprendre à son extrémité amont une denture 21 (en chevrons ou hélicoïdale) d'engrènement avec le solaire du réducteur 7.

La paroi annulaire 8aa comprend une surface annulaire interne 8aa1 qui est  
25 reliée par un premier rayon de courbure R3 à une première surface 24a du voile 22, et une surface annulaire externe 8aa2 qui est reliée par un second rayon de courbure R4 à une seconde surface 24b du voile 22. Les rayons de courbure R3, R4 peuvent être différents.

Les brides 24 et 28 sont appliquées axialement l'une contre l'autre et serrées entre elles par des moyens du type vis-écrou ou analogues, comme évoqué dans ce qui précède.

5 Les périphéries internes des voiles 26, 24, qui sont en regard axial l'un de l'autre, sont séparés l'un de l'autre d'une distance D3, et les périphéries externes en regard de ces voiles sont séparés l'un de l'autre d'une distance D4. Du fait de leurs tronconicités, D3 est ici supérieur à D4.

L'arbre aval 8c comporte une paroi annulaire 8ca dont une extrémité longitudinale aval est reliée par un voile annulaire 36 à une bride annulaire 10 40. Ce voile 36 comporte une périphérie interne reliée à la paroi annulaire 8ca et une périphérie externe reliée à la bride 40 qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis cette périphérie externe.

Le voile 36 de cet arbre aval 8c a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à 15 l'arbre d'accouplement 8b. Ce voile 22 a donc une tronconicité inversée, comme c'est le cas de son voile 34 en regard.

Les brides 38, 40 sont appliquées axialement l'une contre l'autre et serrées entre elles par des moyens du type vis-écrou ou analogues, comme évoqué dans ce qui précède.

20 Les périphéries internes des voiles 34, 36, qui sont en regard axial l'un de l'autre, sont séparés l'un de l'autre d'une distance D1, et les périphéries externes en regard de ces voiles sont séparés l'un de l'autre d'une distance D2. Du fait de leurs tronconicités, D1 est ici inférieur à D2.

Le voile 36 forme un angle  $\alpha'$  avec le plan P1, qui peut être égal ou différent 25 de l'angle  $\alpha$ .

Le voile 36 peut avoir une épaisseur minimale inférieure à une épaisseur minimale de la paroi 8ca.

L'arbre aval 8c peut comprendre à son extrémité aval des cannelures rectilignes 21' d'engrènement avec un autre arbre par exemple.

30 La paroi annulaire 8ca comprend une surface annulaire interne 8ca1 qui est reliée par un premier rayon de courbure R5 à une première surface 36a du

voile 36, et une surface annulaire externe 8aa2 qui est reliée par un second rayon de courbure R6 à une seconde surface 36b du voile 36. Les rayons de courbure R5, R6 peuvent être différents.

Dans les dessins, on constate que les surfaces 34a, 34b, 36a, 36b de chacun  
5 des voiles 34, 36 à tronconicité inversée ont chacune une forme générale tronconique évasée du côté de l'autre voile 34, 36. Autrement dit, chaque voile 34, 36 et leurs surfaces annulaires ont une même tronconicité inversée. Les surfaces 34a, 34b, 36a, 36b s'étendent sur au moins 50%, et de préférence au moins 70%, d'une hauteur ou dimension radiale du voile 34,  
10 36 correspondant.

Dans la variante de réalisation de la figure 8, le dispositif d'accouplement 20 entre l'arbre d'accouplement 8b et l'arbre aval 8c est identique à celui des figures 6 et 7.

Le second voile 26 a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa  
15 périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté du voile 34. Le second voile 26 a donc une tronconicité inversée.

Le second voile 26 forme un angle  $\beta$  avec un plan P3 perpendiculaire à l'axe A et passant par la seconde bride 28. Cet angle  $\beta$  est compris entre 1 et 40°, et de préférence entre 1 et 30°, et est mesuré dans le plan P2 passant par  
20 l'axe A.

Dans l'exemple représenté, les angles  $\alpha$  et  $\beta$  peuvent être différents ou identiques.

Le voile 26 peut avoir une épaisseur minimale E1 inférieure à une épaisseur minimale E2 de la paroi 8ba. Les rayons de courbure R1, R2 du voile 26  
25 peuvent être différents.

Le voile 22 de l'arbre amont 8a a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à l'arbre d'accouplement 8b. Ce voile 22 a donc une tronconicité inversée.

Le voile 22 forme un angle  $\beta$  avec le plan P3, qui peut être égal ou différent  
30 de l'angle  $\beta$ .

Le voile 22 peut avoir une épaisseur minimale inférieure à une épaisseur minimale de la paroi 8aa.

L'arbre amont 8a peut comprendre à son extrémité amont une denture 21 (en chevrons ou hélicoïdale) d'engrènement avec le solaire du réducteur 7.

5 Les rayons de courbure R3, R4 peuvent être différents.

Les brides 24 et 28 sont appliquées axialement l'une contre l'autre et serrées entre elles par des moyens du type vis-écrou ou analogues, comme évoqué dans ce qui précède.

Les périphéries internes des voiles 26, 24, qui sont en regard axial l'un de  
10 l'autre, sont séparés l'un de l'autre d'une distance D3, et les périphéries externes en regard de ces voiles sont séparés l'un de l'autre d'une distance D4. Du fait de leurs tronconicités, D3 est ici inférieur à D4.

Dans les exemples illustrés dans les dessins, chaque dispositif d'accouplement a un plan d'appui de ses brides qui est perpendiculaire à  
15 l'axe A et qui passe sensiblement entre les voiles reliées à ces brides, que ces voiles aient une tronconicité classique ou inversée.

Bien qu'il soit préférence que deux voiles à tronconicité classique soient associés par leurs brides, et que deux voiles à tronconicité inversée soient associés par leurs brides, il n'est pas à exclure d'associer un voile à  
20 tronconicité classique avec un voile à tronconicité inversée.

Dans encore une autre variante non représentée, le dispositif d'accouplement 20 à tronconicités inversées des figures 6 et 7 pourrait être à l'amont de l'arbre d'accouplement 8b plutôt qu'à l'aval.

En fonctionnement, les tronconicités inversées du ou de chaque dispositif  
25 d'accouplement 20 illustré aux figures 6 à 8 provoquent une extension ou dilatation axiale de l'arbre d'accouplement 8b et de la ligne d'arbres. Cette extension axiale est à même de compenser le déplacement axial imposé par le moteur en fonctionnement de façon à limiter voire annuler le risque de désalignement axial des dentures du réducteur. Naturellement, l'arbre  
30 d'accouplement 8b selon l'invention pourrait être utilisé dans un autre

contexte dans lequel il ne serait pas forcément accouplé à un réducteur par exemple.

## REVENDICATIONS

1. Arbre d'accouplement (8b) pour une turbomachine (1) d'aéronef, cet arbre (8b) s'étendant le long et autour d'un axe longitudinal (A) et comportant  
5 une paroi annulaire (8ba) qui comprend une première extrémité longitudinale reliée par un premier voile annulaire (34) à une première bride annulaire (38), et une seconde extrémité longitudinale reliée par un second voile annulaire (26) à une seconde bride annulaire (28), chacun des premier et second voiles (26, 34) comportant une périphérie interne reliée à la paroi annulaire (8ba)  
10 et une périphérie externe reliée à la bride (28, 38) correspondante qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis cette périphérie externe, caractérisé en ce que ledit premier voile (34) a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté dudit second voile (26).
- 15 2. Arbre d'accouplement (8b) selon la revendication 1, dans lequel ledit second voile (26) a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté dudit premier voile (34).
3. Arbre d'accouplement (8b) selon la revendication 1, dans lequel ledit  
20 second voile (26) a une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé audit premier voile (34).
4. Arbre d'accouplement (8b) selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le second voile (26) forme un angle  $\beta$  avec un plan (P3) perpendiculaire à  
25 l'axe longitudinal (A) et passant par la seconde bride (28), cet angle  $\beta$  étant compris entre 1 et 40°, et de préférence entre 1 et 30°, et étant mesuré dans un autre plan (P2) passant par l'axe longitudinal (A).
5. Arbre d'accouplement (8b) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le premier voile (34) forme un angle  $\alpha$  avec un plan  
30 perpendiculaire à l'axe longitudinal (A) et passant par la première bride (38),

cet angle  $\alpha$  étant compris entre 1 et 40°, et de préférence entre 1 et 30°, et étant mesuré dans un autre plan (P2) passant par l'axe longitudinal (A).

6. Arbre d'accouplement (8b) selon la revendication 5 lorsqu'elle dépend de la revendication 4, dans lequel les angles  $\alpha$  et  $\beta$  sont différents.

5 7. Arbre d'accouplement (8b) selon la revendication 5 lorsqu'elle dépend de la revendication 4, dans lequel les angles  $\alpha$  et  $\beta$  sont identiques.

8. Arbre d'accouplement (8b) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chacun desdites premier et second voiles (26, 34) a une épaisseur minimale (E1) inférieure à une épaisseur minimale (E2) de ladite paroi (26, 34).

9. Arbre d'accouplement (8b) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la paroi annulaire (8ba) comprend une surface annulaire interne (8ba) qui est reliée par un premier rayon de courbure (R1) à une première surface (26a, 34a) de chacun des voiles (26, 34), et une surface annulaire externe (8ba2) qui est reliée par un second rayon de courbure (R2) à une seconde surface (26b, 34b) de chacun des voiles (26, 34), les premier et second rayons de courbure (R1, R2) au niveau du premier voile (34) étant différents et/ou les premier et second rayons de courbure (R1, R2) au niveau du second voile (26) étant différents.

20 10. Turbomachine (1) d'aéronef, comportant trois arbres (8a, 8b, 8c) s'étendant le long et autour d'un axe longitudinal (A) et solidaires en rotation autour de cet axe, ces trois arbres (8a, 8b, 8c) comportant :

- un arbre amont (8a) comportant une paroi annulaire (8aa) dont une extrémité longitudinale aval est reliée par un voile annulaire (22) à une bride annulaire (24), ce voile (22) comportant une périphérie interne reliée à la paroi annulaire et une périphérie externe reliée à la bride (24) qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis cette périphérie externe,

25 - un arbre aval (8c) comportant une paroi annulaire dont une extrémité longitudinale amont est reliée par un voile annulaire (36) à une bride annulaire (40), ce voile (36) comportant une périphérie interne reliée à la

paroi annulaire et une périphérie externe reliée à la bride (40) qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis cette périphérie externe, et

- un arbre d'accouplement (8b) selon l'une des revendications précédentes intercalé entre les arbres amont et aval (8a, 8c), les brides (28, 38) de l'arbre d'accouplement (8b) étant respectivement fixées aux brides (24, 40) des arbres amont et aval (8a, 8c).

11. Turbomachine (1) selon la revendication 10, dans laquelle :

- la première bride (38) est fixée à la bride (24) de l'arbre amont (8a), le voile (22) de cet arbre amont (8a) ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à l'arbre d'accouplement (8b), ou
- la première bride (38) est fixée à la bride (40) de l'arbre aval (8c), le voile (36) de cet arbre aval (8c) ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à l'arbre d'accouplement (8b).

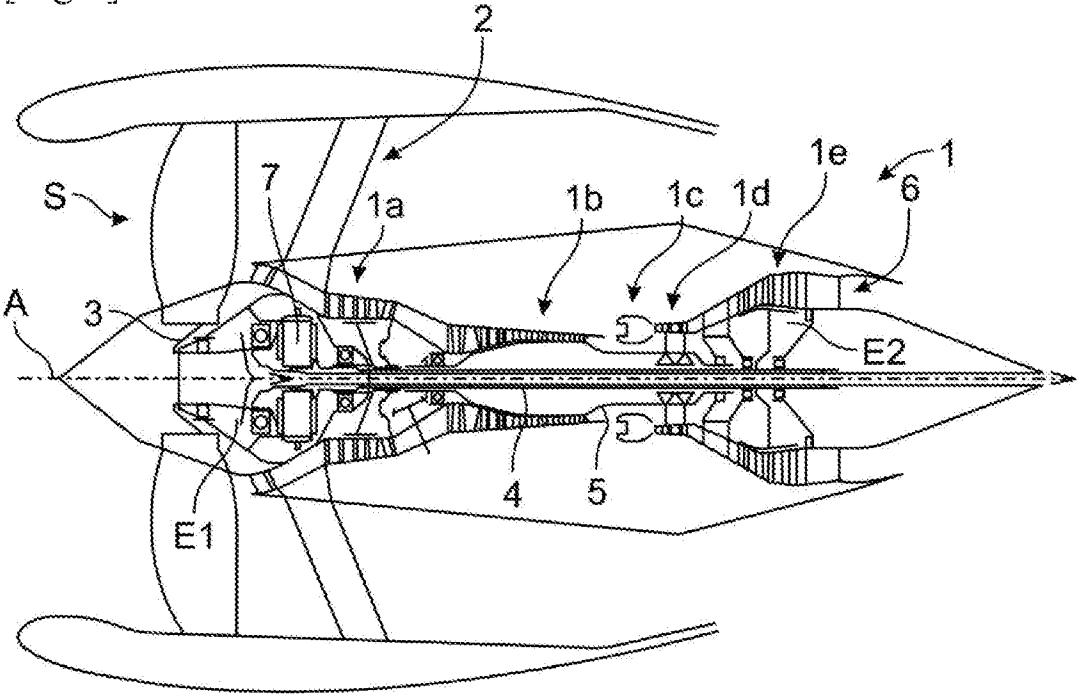
12. Turbomachine (1) selon la revendication 11, dans laquelle les périphéries internes du premier voile (34) et du voile (22, 36) en regard de l'arbre amont ou aval (8a, 8c) sont séparés l'un de l'autre d'une distance D1, et les périphéries externes du premier voile (34) et du voile (22, 26) en regard de l'arbre amont ou aval (8a, 8c) sont séparés l'un de l'autre d'une distance D2, D1 étant inférieur à D2.

13. Turbomachine (1) selon l'une des revendications 10 à 12, l'arbre d'accouplement (8b) étant tel que défini à la revendication 2, dans laquelle :

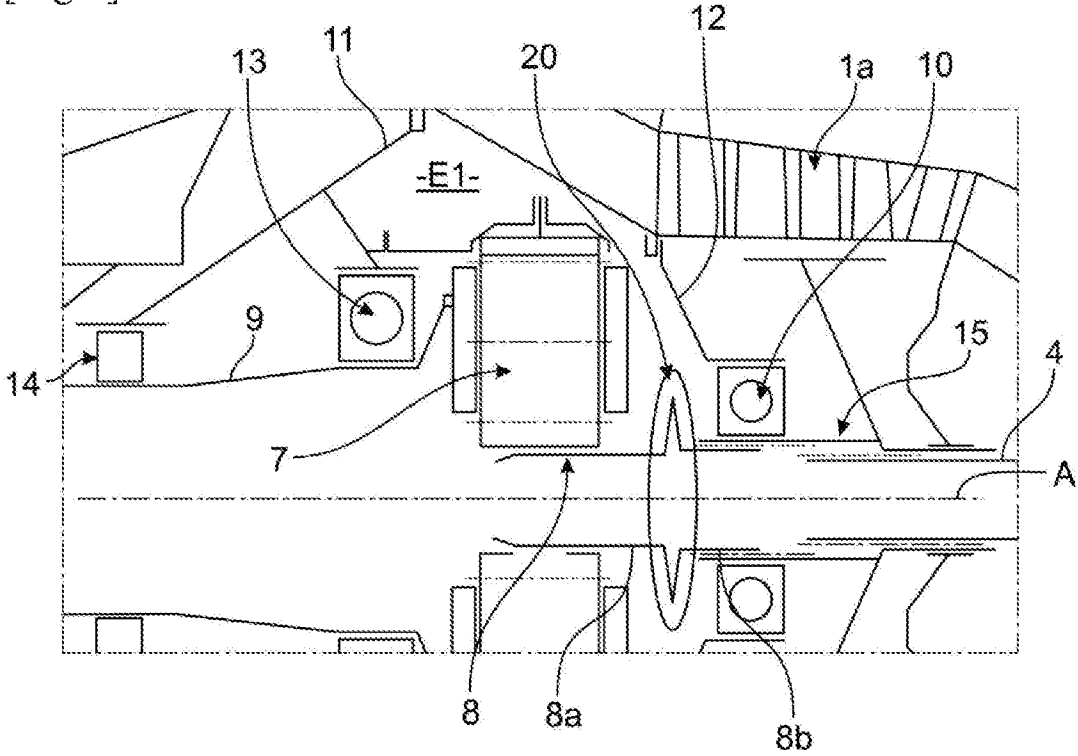
- la seconde bride (28) est fixée à la bride (40) de l'arbre aval (8c), le voile (36) de cet arbre aval (8c) ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à l'arbre d'accouplement (8b), ou
- la seconde bride (28) est fixée à la bride (24) de l'arbre amont (8a), le voile (22) de cet arbre amont (8a) ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté opposé à l'arbre d'accouplement (8b).

14. Turbomachine (1) selon l'une des revendications 10 à 12, l'arbre d'accouplement (8b) étant tel que défini à la revendication 3, dans laquelle :
- la seconde bride (28) est fixée à la bride (40) de l'arbre aval (8c), le voile (36) de cet arbre aval (8c) ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté de l'arbre d'accouplement (8b), ou
  - la seconde bride (28) est fixée à la bride (40) de l'arbre amont (8a), le voile (22) de cet arbre amont (8a) ayant une forme générale tronconique qui s'évase depuis sa périphérie interne jusqu'à sa périphérie externe du côté de l'arbre d'accouplement (8b).
15. Turbomachine (1) selon l'une des revendications 10 à 14, dans laquelle l'arbre aval (8c) est un arbre de turbine ou accouplé à un arbre de turbine, et l'arbre amont (8a) est un arbre d'entrée d'un réducteur mécanique (7) ou accouplé à un tel arbre d'entrée, le réducteur (7) comportant une sortie de souple accouplé à un arbre d'hélice.

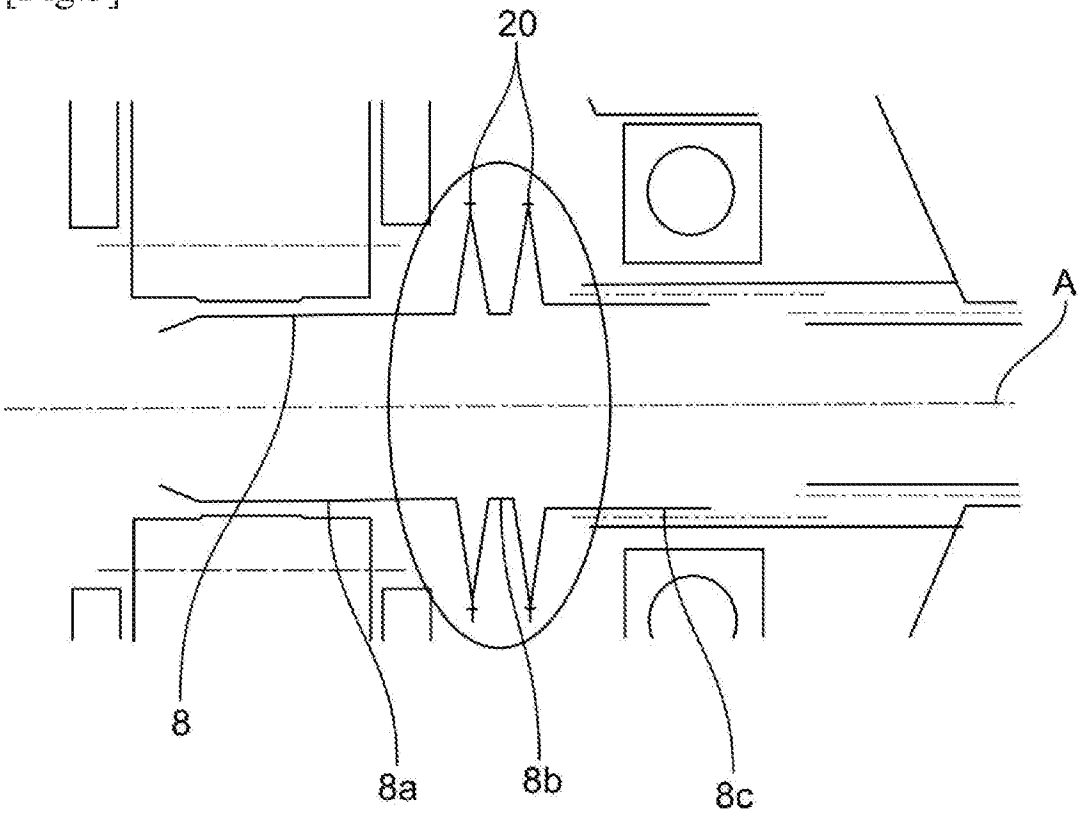
[Fig.1]



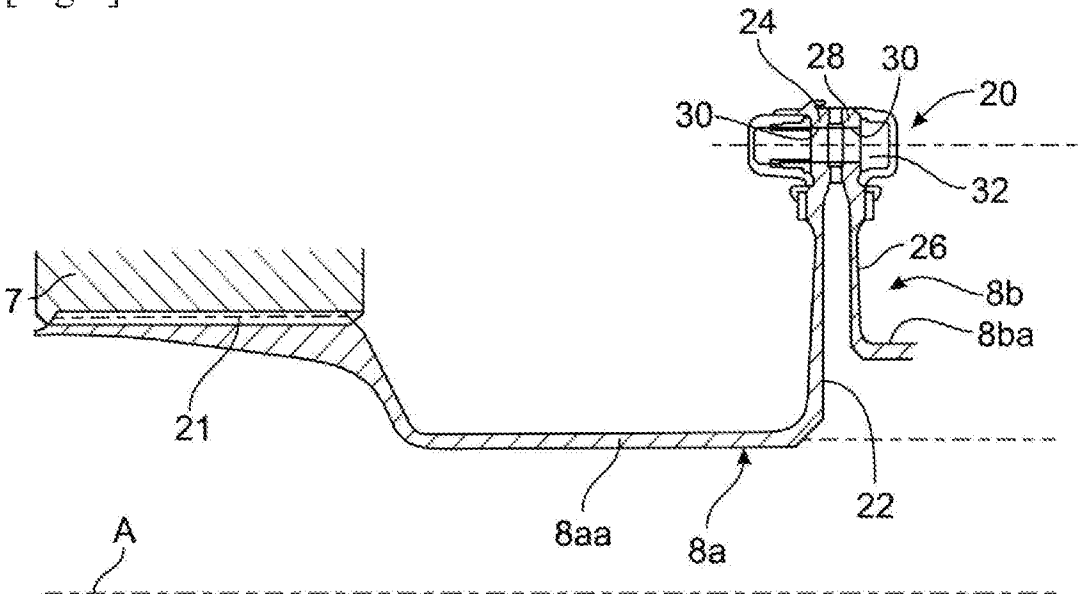
[Fig.2]



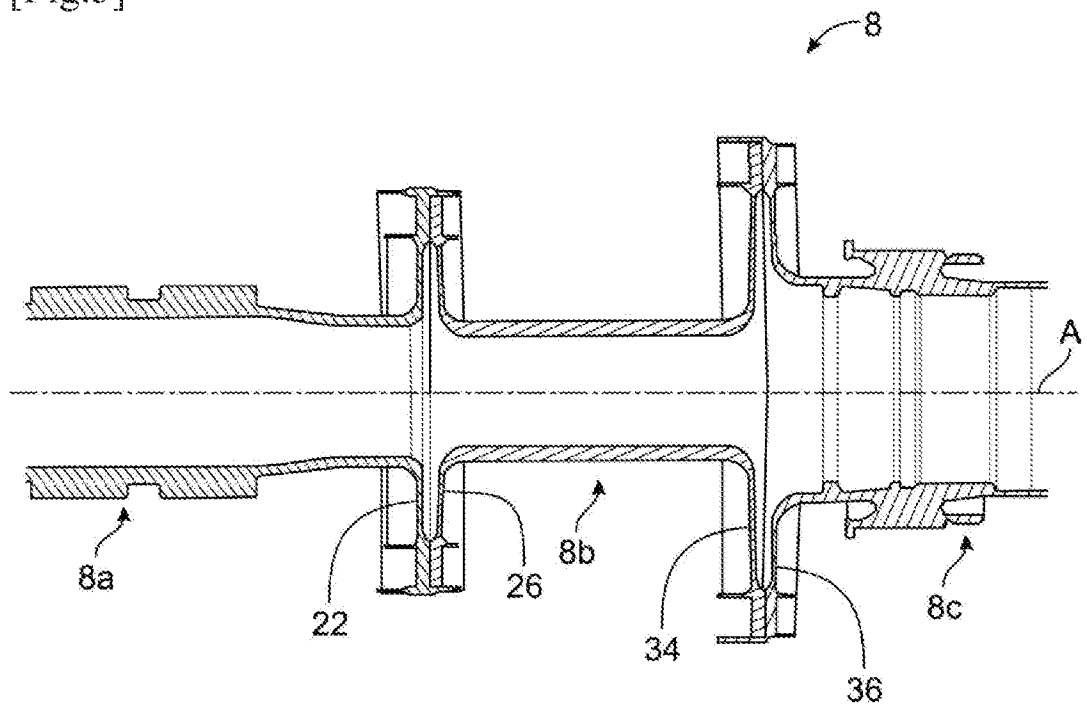
[Fig.3]



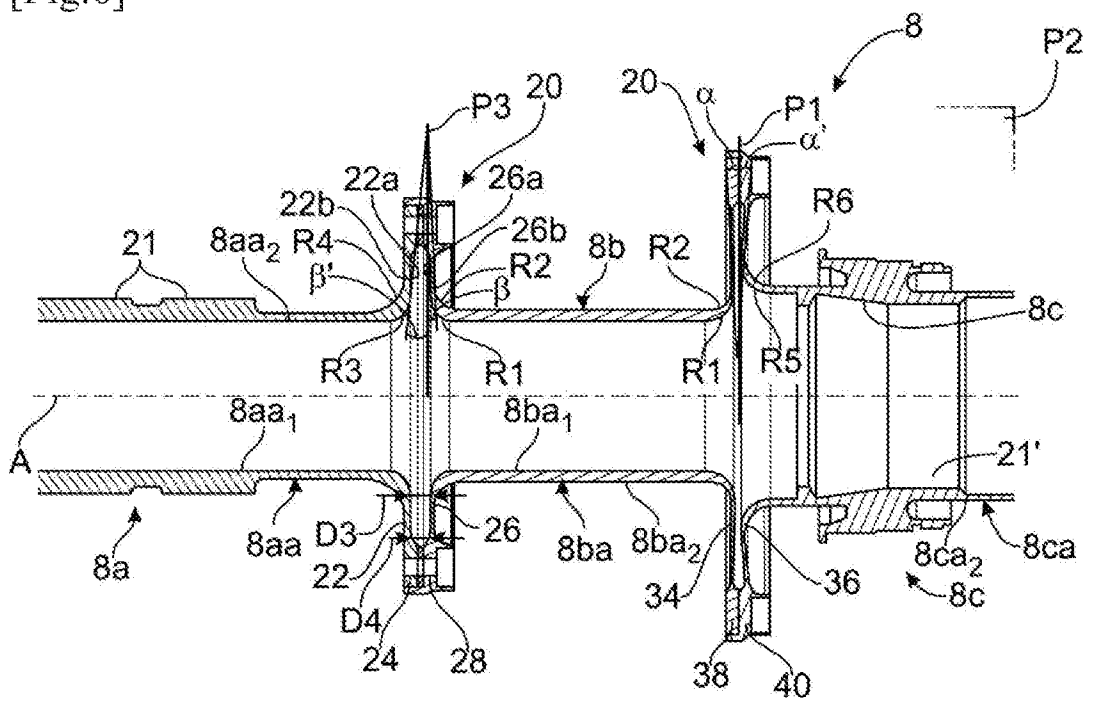
[Fig.4]



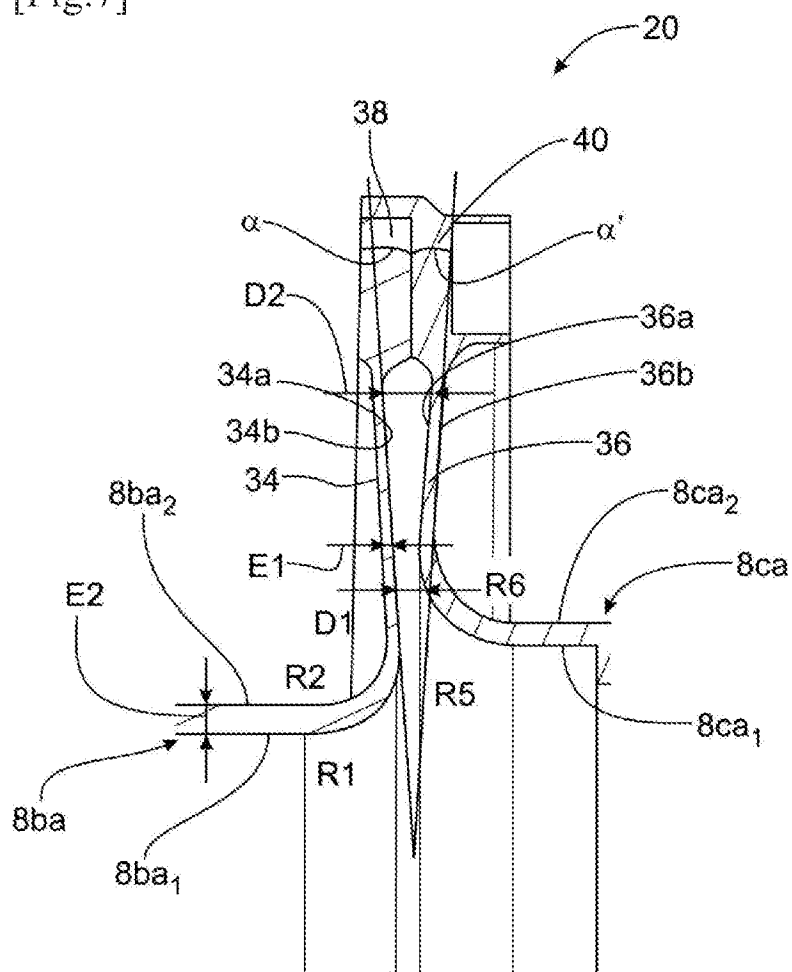
[Fig.5]



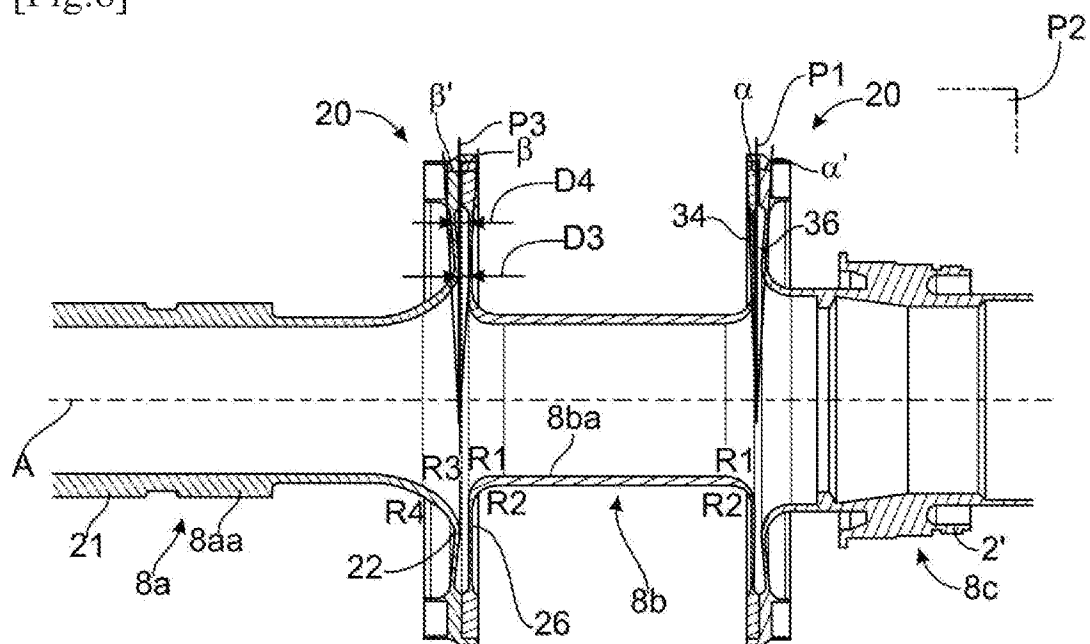
[Fig.6]



[Fig. 7]



[Fig.8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2024/050755

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F01D 5/02**(2006.01)i; **F02C 7/36**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01D; F02K; F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | EP 3153680 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 12 April 2017 (2017-04-12)<br>cited in the application                                 | 1-10,12,14,15         |
| A         | paragraph [0020] - paragraph [0028]; claims 1-3, 7,9,10; figures 1-4                                                     | 11,13                 |
| X         | FR 3075878 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 28 June 2019 (2019-06-28)<br>cited in the application                       | 1-10,12,14,15         |
| A         | page 6, line 15 - page 9, line 22; claims 1-3; figures 1-5                                                               | 11,13                 |
| X         | US 5433674 A (SHERIDAN WILLIAM G [US] ET AL.) 18 July 1995 (1995-07-18)<br>cited in the application                      | 1-10,12,14,15         |
| A         | column 3, line 48 - column 5, line 30; claims 1-3; figures 1-3                                                           | 11,13                 |
| A         | FR 3075880 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 28 June 2019 (2019-06-28)<br>cited in the application<br>the whole document | 1-14                  |
| A         | FR 2979121 A1 (SNECMA [FR]) 22 February 2013 (2013-02-22)<br>cited in the application<br>the whole document              | 1-14                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**19 August 2024**

Date of mailing of the international search report

**02 September 2024**

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office**  
**p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk**  
**Netherlands (Kingdom of the)**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

**Balice, Marco**

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2024/050755**

| Patent document<br>cited in search report |         |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|---------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| EP                                        | 3153680 | A1 | 12 April 2017                        | BR                      | 102016021379 | A2 | 25 April 2017                        |
|                                           |         |    |                                      | CA                      | 2942667      | A1 | 06 April 2017                        |
|                                           |         |    |                                      | CN                      | 106837560    | A  | 13 June 2017                         |
|                                           |         |    |                                      | EP                      | 3153680      | A1 | 12 April 2017                        |
|                                           |         |    |                                      | JP                      | 6328715      | B2 | 23 May 2018                          |
|                                           |         |    |                                      | JP                      | 2017078406   | A  | 27 April 2017                        |
|                                           |         |    |                                      | US                      | 2017096941   | A1 | 06 April 2017                        |
| -----                                     |         |    |                                      |                         |              |    |                                      |
| FR                                        | 3075878 | A1 | 28 June 2019                         | NONE                    |              |    |                                      |
| -----                                     |         |    |                                      |                         |              |    |                                      |
| US                                        | 5433674 | A  | 18 July 1995                         | DE                      | 69501399     | T2 | 06 August 1998                       |
|                                           |         |    |                                      | EP                      | 0752077      | A1 | 08 January 1997                      |
|                                           |         |    |                                      | JP                      | 3691063      | B2 | 31 August 2005                       |
|                                           |         |    |                                      | JP                      | H09512079    | A  | 02 December 1997                     |
|                                           |         |    |                                      | US                      | 5433674      | A  | 18 July 1995                         |
|                                           |         |    |                                      | WO                      | 9527860      | A1 | 19 October 1995                      |
| -----                                     |         |    |                                      |                         |              |    |                                      |
| FR                                        | 3075880 | A1 | 28 June 2019                         | NONE                    |              |    |                                      |
| -----                                     |         |    |                                      |                         |              |    |                                      |
| FR                                        | 2979121 | A1 | 22 February 2013                     | FR                      | 2979121      | A1 | 22 February 2013                     |
|                                           |         |    |                                      | GB                      | 2493834      | A  | 20 February 2013                     |
|                                           |         |    |                                      | US                      | 2013045102   | A1 | 21 February 2013                     |
| -----                                     |         |    |                                      |                         |              |    |                                      |

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. F01D5/02 F02C7/36

ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

F01D F02K F02C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents      | no. des revendications visées |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| X          | EP 3 153 680 A1 (GEN ELECTRIC [US])<br>12 avril 2017 (2017-04-12)<br>cité dans la demande           | 1-10,12,<br>14,15             |
| A          | alinéa [0020] - alinéa [0028];<br>revendications 1-3, 7,9,10; figures 1-4<br>-----                  | 11,13                         |
| X          | FR 3 075 878 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 28 juin 2019 (2019-06-28)<br>cité dans la demande    | 1-10,12,<br>14,15             |
| A          | page 6, ligne 15 - page 9, ligne 22;<br>revendications 1-3; figures 1-5<br>-----                    | 11,13                         |
| X          | US 5 433 674 A (SHERIDAN WILLIAM G [US] ET AL) 18 juillet 1995 (1995-07-18)<br>cité dans la demande | 1-10,12,<br>14,15             |
| A          | colonne 3, ligne 48 - colonne 5, ligne 30;<br>revendications 1-3; figures 1-3<br>-----<br>-/-       | 11,13                         |

☒

 Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents
 

☒

 Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 août 2024

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/09/2024

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Balice, Marco

1

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

page 1 de 2

| C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |                                                                                                                                    |                               |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Catégorie*                                      | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                     | no. des revendications visées |
| A                                               | FR 3 075 880 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 28 juin 2019 (2019-06-28)<br>cité dans la demande<br>le document en entier<br>----- | 1 - 14                        |
| A                                               | FR 2 979 121 A1 (SNECMA [FR]) 22 février 2013 (2013-02-22)<br>cité dans la demande<br>le document en entier<br>-----               | 1 - 14                        |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2024/050755

| 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 |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| EP 3153680                                      | A1 | 12-04-2017             | BR 102016021379 A2                      | 25-04-2017             |
|                                                 |    |                        | CA 2942667 A1                           | 06-04-2017             |
|                                                 |    |                        | CN 106837560 A                          | 13-06-2017             |
|                                                 |    |                        | EP 3153680 A1                           | 12-04-2017             |
|                                                 |    |                        | JP 6328715 B2                           | 23-05-2018             |
|                                                 |    |                        | JP 2017078406 A                         | 27-04-2017             |
|                                                 |    |                        | US 2017096941 A1                        | 06-04-2017             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| FR 3075878                                      | A1 | 28-06-2019             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 5433674                                      | A  | 18-07-1995             | DE 69501399 T2                          | 06-08-1998             |
|                                                 |    |                        | EP 0752077 A1                           | 08-01-1997             |
|                                                 |    |                        | JP 3691063 B2                           | 31-08-2005             |
|                                                 |    |                        | JP H09512079 A                          | 02-12-1997             |
|                                                 |    |                        | US 5433674 A                            | 18-07-1995             |
|                                                 |    |                        | WO 9527860 A1                           | 19-10-1995             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| FR 3075880                                      | A1 | 28-06-2019             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| FR 2979121                                      | A1 | 22-02-2013             | FR 2979121 A1                           | 22-02-2013             |
|                                                 |    |                        | GB 2493834 A                            | 20-02-2013             |
|                                                 |    |                        | US 2013045102 A1                        | 21-02-2013             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |