

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
26 janvier 2017 (26.01.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/013366 A1

(51) Classification internationale des brevets :

F01D 1/26 (2006.01) *F02K 3/072* (2006.01)
B64D 27/14 (2006.01) *F02C 3/073* (2006.01)
F01D 7/00 (2006.01) *F02K 3/062* (2006.01)
F02K 1/66 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2016/051888

(22) Date de dépôt international :

21 juillet 2016 (21.07.2016)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1556955 22 juillet 2015 (22.07.2015) FR

(71) Déposant : **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES** [FR/FR]; 2
boulevard du Général Martial Valin, 75015 Paris (FR).

(72) Inventeur : **GALLET, François**; Safran Aircraft Engines
PI (AJI), Rond-Point René Ravaud-Réau, 77550 Moissy-
cramayel Cedex (FR).

(74) Mandataires : **BARBE, Laurent** et al.; Gevers & Ores, 41
avenue de Friedland, 75008 Paris (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, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (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, 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))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues (règle 48.2.h))

(54) Title : AIRCRAFT COMPRISING TWO CONTRA-ROTATING FANS TO THE REAR OF THE FUSELAGE, WITH SPA-
CING OF THE BLADES OF THE DOWNSTREAM FAN

(54) Titre : AERONEF COMPORTANT DEUX SOUFFLANTES CONTRAROTATIVES A L'ARRIERE D'UN FUSELAGE
AVEC CALAGE DES AUBES DE LA SOUFFLANTE AVAL

(57) Abstract : The invention relates to an aircraft comprising a fuselage (1), which is propelled by a turbine engine with two co-
axial fans, namely an upstream fan (7) and a downstream fan (8), driven by two contra-rotating rotors (5, 6) of a power turbine (3).
The two fans (7, 8) and the turbine (3) are integrated into a nacelle (14) which projects downstream from the fuselage (1) and
through which air flows. According to the invention, at least one of the fans (7, 8) of the aircraft and, in particular, the downstream
fan (8) comprises variable-spacing blades, and at least one stator-forming variable-spacing blade ring (25) in the aircraft is placed
upstream of the upstream fan (7). The variable-spacing stator blades (25) and the variable-spacing blades of the downstream fan (8)
are mutually configured to direct the air flow in a first mode in which the air flows through the nacelle (14) from upstream to downs-
tream and in a second mode in which the air is pushed back upstream through the nacelle (14).

(57) Abrégé : Aéronef comportant un fuselage (1) et propulsé par une turbomachine à deux soufflantes coaxiales, respectivement
amont (7) et aval (8), entraînées par deux rotors (5, 6) contrarotatifs d'une turbine de puissance (3), les deux soufflantes (7, 8) et la
turbine (3) étant intégrées dans une nacelle (14) à l'aval du fuselage (1), dans le prolongement de celui-ci, et dans laquelle circule un
écoulement d'air; au moins une des soufflantes (7, 8) de l'aéronef, et en particulier la soufflante aval (8), comporte des aubes à calage
variable et dans l'aéronef au moins une couronne d'aubes (25) à calage variable formant un stator est placée en amont de la soufflante
amont (7), les aubes de stator (25) à calage variable et les aubes à calage variable de la soufflante aval (8) étant configurées mutuelle-
ment pour orienter l'écoulement d'air dans un premier mode où l'air circule dans la nacelle (14) de l'amont vers l'aval et dans un se-
cond mode où l'air est refoulé dans la nacelle (14) vers l'amont.

WO 2017/013366 A1

**Aéronef comportant deux soufflantes contrarotatives à l'arrière d'un fuselage
avec calage des aubes de la soufflante aval**

Domaine de l'invention et état de la technique :

5 La présente invention se rapporte au domaine des aéronefs tels que des avions, notamment civils, propulsés par une turbomachine à soufflantes contrarotatives, la turbomachine étant intégrée dans le prolongement du fuselage en aval de celui-ci. Elle concerne plus particulièrement les moyens pour adapter les soufflantes dans ce type d'architecture aux différentes conditions d'opération de l'aéronef.

10 Il a été proposé dans la demande de brevet FR-A1-2 997 681, une nouvelle architecture d'aéronef permettant de réduire les nuisances sonores et la consommation de carburant de l'aéronef en limitant la traînée aérodynamique par absorption de la couche limite.

15 Dans une telle architecture, un aéronef est propulsé par une turbomachine à soufflantes contrarotatives carénées, la turbomachine étant intégrée à l'arrière du fuselage de l'aéronef. Généralement, la turbomachine comprend deux générateurs de gaz qui alimentent une turbine de puissance ayant deux rotors contrarotatifs pour entraîner deux soufflantes disposées en aval des générateurs de gaz. Les générateurs de gaz ont des entrées d'air latérales distinctes pour alimenter chacun d'eux. En aval
20 des générateurs de gaz, les soufflantes sont disposées dans le prolongement du fuselage de l'aéronef et généralement alimentées par une couronne annulaire reliée à ce dernier, de manière à absorber une partie au moins de la couche limite formée autour du fuselage. Le diamètre des soufflantes est de l'ordre de celui du fuselage dans sa plus grande section. La vitesse de rotation des soufflantes est généralement plus
25 basse que pour des turbomachines classiques, notamment pour que la vitesse en tête d'aube soit subsonique.

30 Les deux soufflantes, constituent un ensemble à faible taux de compression et fort débit. Il est dans ce cas difficile d'adapter le point de fonctionnement de la soufflante aval en fonction des régimes moteurs et l'on peut se trouver dans certaines conditions de vols avec de faibles marges d'opérabilité pour cette soufflante.

De plus, il faut équiper l'aéronef d'un système d'inversion de poussée de la turbomachine comme par exemple celui divulgué par le document GB 2185 719. Par ailleurs, compte tenu de la disposition de la nacelle entourant les soufflantes, en queue de l'aéronef, il est problématique d'équiper cette nacelle de dispositifs mobiles permettant, de manière connue, soit de modifier la section de sortie, soit de refouler l'air sortant des soufflantes. En effet, on ne trouve à proximité de cette zone aucune structure permettant de reprendre les efforts engendrés sur la nacelle.

La présente invention a pour objet de fournir une solution adaptée au type d'architecture d'aéronef et de propulseur qui vient d'être décrit pour que la soufflante fonctionne de manière optimale aux différentes conditions de vol. Un deuxième objectif de l'invention est que l'on puisse inverser facilement la poussée de la turbomachine dans une telle architecture.

Exposé de l'invention :

A cet effet, l'invention concerne un aéronef comportant un fuselage et propulsé par une turbomachine à deux soufflantes coaxiales, respectivement amont et aval, entraînées par deux rotors contrarotatifs d'une turbine de puissance, les deux soufflantes et la turbine étant intégrées dans une nacelle à l'aval du fuselage, dans le prolongement de celui-ci, et dans laquelle circule un écoulement d'air, au moins une des soufflantes, et en particulier la soufflante aval, comportant des aubes à calage variable, et dans lequel au moins une couronne d'aubes à calage variable formant un stator est placée en amont de la soufflante amont, les aubes de stator à calage variable et les aubes à calage variable de la soufflante aval étant configurées mutuellement pour orienter l'écoulement d'air dans un premier mode où l'air circule dans la nacelle de l'amont vers l'aval et dans un second mode où l'air est refoulé dans la nacelle vers l'amont.

Les termes amont et aval font référence à l'écoulement des gaz traversant la turbomachine.

Avantageusement, l'invention s'applique en particulier au cas où les deux soufflantes fonctionnent à un régime relativement bas et avec un faible taux de compression ce qui induit des risques de pompages, de décollement ou plus généralement des

phénomènes aérodynamiques difficilement contrôlables. Comme évoqué précédemment, de telles soufflantes présentent généralement un diamètre externe sensiblement identique au diamètre le plus élevé du fuselage de l'aéronef.

Les régimes de rotation des soufflantes étant liés à ceux de la turbine, si le régime de rotation de l'une des soufflantes peut être adapté aux conditions de vol, celui de l'autre soufflante ne peut pas être modifié indépendamment pour s'adapter aux variations de conditions de fonctionnement de cette soufflante.

Notamment, le calage variable des aubes de la soufflante aval permet d'adapter le point de fonctionnement de cette soufflante aval au flux sortant de la soufflante amont lorsque le régime de rotation des soufflantes change. De plus, il serait ici difficile de modifier le calage des aubes de la soufflante amont pour des raisons d'encombrement.

Par ailleurs, cette solution est moins complexe et n'a pas d'impact sur le poids de la turbomachine contrairement à une turbomachine dont des portes seraient montées en aval de la tuyère pour réaliser une fonction reverse. En particulier, la combinaison du calage des aubes de stators et des aubes de soufflante aval permet d'orienter l'écoulement du flux ce qui améliore le rendement de la turbomachine.

Avantageusement, un mécanisme entraînant la rotation d'une tige de calage des aubes de la soufflante aval, est installé dans un corps central, situé en aval de la turbine de puissance et entouré par un écoulement primaire traversant la turbine.

De préférence, la turbine de puissance est située sensiblement entre les deux soufflantes.

Avantageusement, au moins une couronne d'aubes formant un stator est placée en amont de la soufflante amont, les aubes de la couronne étant de préférence à calage variable. Cette solution permet, en particulier, d'améliorer l'adaptation de la soufflante amont aux différents régimes d'utilisation.

Avantageusement, le calage des aubes de la soufflante aval peut être réglé jusqu'à ce que cette soufflante refoule l'air vers l'amont, la nacelle étant équipée de moyens permettant à l'air de s'échapper radialement, entre la soufflante amont et la soufflante aval.

Cela permet d'utiliser pour l'inversion de poussée, les mêmes dispositifs de calage des aubes de la soufflante aval que pour l'adaptation de l'opérabilité. De plus, les efforts

de poussée inverse sont appliqués essentiellement sur la soufflante et donc retransmis par son axe à la structure de l'aéronef. La nacelle des soufflantes n'est donc pas mécaniquement sollicitée, elle doit simplement être configurée pour laisser passer l'air refoulé par la soufflante.

5 De préférence, les moyens d'échappement radial de l'air comportent des grilles qui comprennent des profils transversaux s'étendant radialement de l'aval vers l'amont en partant de l'intérieur de la nacelle. Cela permet de mieux guider vers l'amont le flux d'air sortant de la nacelle entre les deux soufflantes.

Avantageusement, les grilles comportent des moyens formant clapet vis-à-vis de la
10 différence entre une pression à l'intérieur de la nacelle et une pression à l'extérieur de la nacelle. Ainsi aucun système de pilotage sophistiqué n'est nécessaire, c'est de manière automatique que les grilles s'ouvrent lors de l'inversion de poussée et se referment lorsque la turbomachine pousse.

Enfin, l'invention concerne plus particulièrement un aéronef dans lequel au moins
15 deux générateurs de gaz alimentent la turbine de puissance, lesdits générateurs de gaz étant alimentés eux-mêmes par des entrées d'air distinctes disposées en périphérie du fuselage de l'aéronef.

Brève description des figures :

20 La présente invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description d'un exemple non limitatif qui suit, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 présente une vue schématique en coupe longitudinale de la partie arrière
25 d'un aéronef équipé d'une turbomachine selon l'invention ;

La figure 2 présente une vue schématique en coupe longitudinale de la partie centrale d'une turbomachine selon l'invention, près de l'axe de symétrie, derrière la turbine de puissance ;

La figure 3 présente une vue schématique d'une demi-coupe longitudinale de la
30 partie arrière d'un aéronef équipé d'une turbomachine selon l'invention, en un premier mode de fonctionnement poussée ;

La figure 4 présente une vue schématique d'une demi-coupe longitudinale de la partie arrière d'un aéronef équipé d'une turbomachine selon l'invention, en un second mode de fonctionnement inversion de poussée ;

Les figures 5a et 5b représentent schématiquement le premier et le second mode de fonctionnement de la turbomachine dans lesquels l'écoulement d'air est orienté en fonction du calage des aubes de stator et des aubes de la soufflante aval.

Description d'un mode de réalisation :

L'invention s'applique en particulier à un aéronef tel qu'un avion comportant une turbomachine du type de celle représentée sur la figure 1.

Comme représenté sur la figure 1, la turbomachine est centrée sur l'axe longitudinal XX du fuselage 1 de l'aéronef. Cette turbomachine comprend, d'amont en aval, dans le sens d'écoulement des gaz, deux générateurs de gaz distincts 2a, 2b alimentant simultanément une unique turbine de puissance 3. La turbomachine est installée à l'extrémité avale du fuselage 1 de l'aéronef.

De façon connue en soi, chaque générateur de gaz 2a, 2b comprend au moins un compresseur, une chambre de combustion et une turbine (non représentés sur les figures).

Chaque générateur de gaz 2a, 2b est logé à l'intérieur d'une veine d'écoulement primaire 3a, 3b. Des entrées d'air distinctes 4a, 4b sont prévues pour ces veines 3a, 3b afin d'alimenter chaque générateur de gaz 2a, 2b. Sur l'exemple présenté, les entrées d'air 4a, 4b sont reliées au fuselage 1 de l'aéronef, en amont des générateurs de gaz 2a, 2b, et leur paroi interne est directement intégrée au fuselage 1. Elles absorbent ainsi une partie de la couche limite formée autour du fuselage 1 de l'aéronef. Dans une autre configuration, non représentée, les entrées d'air latérales alimentant chacun des générateurs de gaz peuvent être, au contraire, écartées du fuselage 1 de l'aéronef, de manière à minimiser ce phénomène d'absorption de la couche limite et à faciliter le fonctionnement des générateurs de gaz. Il est également envisageable d'utiliser plus de deux générateurs de gaz, par exemple trois pour alimenter la turbine de puissance 3.

De préférence, les deux veines d'écoulement primaires 3a, 3b des générateurs de gaz 2a, 2b convergent sur l'axe longitudinal XX et forment entre elles un V ouvert vers l'amont, dont l'angle d'ouverture est de préférence compris entre 80° et 120°.

Les deux veines d'écoulement primaires 3a, 3b des générateurs de gaz 2a, 2b convergent dans une veine primaire centrale 4 qui alimente la turbine de puissance 3. Un mélangeur (non représenté sur les figures) est de préférence positionné au niveau de la zone de convergence des deux veines 3a, 3b, logeant les générateurs de gaz 2a, 2b. Ce mélangeur a pour fonction de mélanger les flux gazeux issus des deux générateurs de gaz 2a, 2b pour créer un flux gazeux unique homogène en sortie de la veine centrale primaire 4.

La turbine de puissance 3, qui est alimentée par ce flux primaire en sortie de la veine centrale 4, est munie de deux rotors 5, 6 de turbine contrarotatifs pour entraîner de façon contrarotative deux soufflantes 7, 8. Ces rotors de turbine 5, 6 sont coaxiaux et centrés sur l'axe longitudinal XX. Ils tournent autour d'un carter central 9 fixé à la structure de l'aéronef.

Ici, un premier rotor 5 de turbine correspond à des aubes liées à un corps tubulaire 5a séparant la veine d'écoulement primaire, dans la turbine de puissance 3, de la veine d'écoulement secondaire, dans laquelle se trouvent les soufflantes 7,8. Les aubes et le corps tubulaire 5a du premier rotor 5 sont reliées aux paliers de support du rotor 5 sur le carter intérieur 9 par des bras support 10 qui traversent la veine primaire en amont de la turbine de puissance 3.

Sur le même exemple, le deuxième rotor 6 correspond à des aubes liées à une paroi radialement intérieure de la veine primaire dans la turbine 3 et intercalées longitudinalement entre les aubes du premier rotor 5.

En aval de la turbine de puissance 3, la partie radialement interne du deuxième rotor 6 se prolonge par un corps central 11. D'autre part, elle est reliée, par des bras support 12, à un anneau 13 de support des aubes de la soufflante aval 8. De plus, cet anneau 13 prolonge le corps tubulaire 5a du premier rotor 5 et comporte une extension vers l'arrière, de façon à former, avec le corps central 11, une tuyère d'éjection primaire, en sortie de la turbine de puissance 3.

Sur l'exemple présenté, une première soufflante 7, amont, est positionnée au niveau de l'entrée de la turbine de puissance 3. Elle est reliée au premier rotor 5 au niveau des bras 10 qui soutiennent en amont le corps extérieur cylindrique 5a. Cette soufflante amont 7 tourne donc à la même vitesse que le premier rotor 5 de la turbine de puissance 3.

Sur le même exemple, la deuxième soufflante 8, aval, est positionnée au niveau de la sortie de la turbine de puissance 3. Elle est reliée au deuxième rotor 6 au niveau de l'anneau de support 13 et des bras 12 qui le soutiennent. Cette soufflante aval 8 tourne donc à la même vitesse que le deuxième rotor 6 de la turbine de puissance 3.

Les deux soufflantes 7, 8 sont carénées par une nacelle 14 fixée à la structure de l'aéronef. Cette nacelle 14 est notamment fixée, ici, à l'empennage vertical de l'aéronef, non représenté sur les figures. Les soufflantes présentent un diamètre externe D qui correspond sensiblement au diamètre externe le plus élevé du fuselage 1 de l'aéronef.

L'air entrant dans les soufflantes 7, 8 étant en partie composé de la couche limite du fuselage de l'aéronef, la vitesse en entrée est peu élevée par rapport à des soufflantes classiques de turbomachine et la vitesse en sortie est également plus basse à taux de compression identique, ce qui améliore les performances propulsives et acoustiques de ces soufflantes. Par ailleurs, l'important diamètre externe D des soufflantes 7, 8 entraîne que leur vitesse de rotation, comme celle des rotors 5, 6 de la turbine de puissance 3, restera également peu élevée par rapport à une turbomachine classique.

Selon un premier aspect de l'invention, les aubes de la soufflante aval 8 sont montées avec un dispositif permettant de faire varier leur calage angulaire par rapport à un plan méridien vis-à-vis de l'axe longitudinal XX. Pour cela, en référence à la figure 1, elles sont montées ici avec un système de bagues à roulement 15 sur l'anneau 13 de support et tournent chacune autour d'une tige radiale 16 (représentée sur les figures 2 et 3) qui traverse un bras support 12 de l'anneau 13. Les aubes de la soufflante aval peuvent occuper une infinité de positions.

En référence à la figure 2, les tiges radiales 16 des aubes sont actionnées en rotation par un dispositif 17 à biellettes près de l'axe longitudinal XX. On peut voir sur la figure 2, l'arrière du carter central 9 supportant un premier palier 18 pour le second rotor 6 juste derrière un deuxième palier 19 pour le premier rotor 5. Le dispositif 17 comporte

une partie cylindrique 20 mobile en translation selon l'axe longitudinal XX dans un logement 21 du deuxième rotor 6. Pour chaque aube de la soufflante aval 8, la partie mobile 20 est reliée à une biellette 22, elle-même solidaire de la tige radiale 16 de l'aube. Par son mouvement de translation, la partie mobile 20 entraîne chaque biellette 5 22 fixée à la tige radiale 16 d'une aube et fait tourner cette tige 16 autour de son axe. La tige 16 entraîne ensuite l'aube correspondante en rotation dans les bagues de roulement sur l'anneau de support 13. L'ensemble du dispositif 17 est logé, de manière compacte, dans le corps central 11, juste en aval du palier 18 de roulement du second rotor 6 de la turbine et sous la couronne de bras support 12.

10 Par ailleurs, le mouvement de translation de la partie mobile 20 peut être commandé par un système de tringles 23 passant à l'intérieur du carter central 9. Ces tringles 23 peuvent être actionnées par des actuateurs (non représentés sur les figures) placés à l'intérieur du fuselage 1 de l'aéronef, en amont de la turbine de puissance 3.

Dans un premier mode de fonctionnement, ou mode poussée, représenté sur la 15 figure 3, la turbomachine est utilisée pour propulser l'aéronef. Ce dispositif 17 peut être utilisé pour ajuster le calage des aubes de la soufflante aval 8 en fonction du régime de la turbomachine.

Sur la figure 3, la partie mobile en translation 20 du dispositif 17 est rappelée vers l'amont par les tringles 23, dans une position correspondant, par exemple à un calage 20 des aubes de la soufflante aval 8 correspondant à une situation de vol de croisière. Avantageusement, les tringles 23 passent par des bras 24 supportant le carter central 9 et sont actionnées par des moyens, non représentés, à l'intérieur du fuselage 1 de l'aéronef.

Sur l'exemple présenté dans les figures 1 et 3, la turbomachine comprend en outre 25 un stator 25, formé d'une couronne d'aubes reliant la nacelle 14 au fuselage 1 en amont de la soufflante amont 7. Avantageusement, des moyens, non représentés sur les figures, permettent de faire varier le calage des aubes de ce stator 25.

De cette manière, le stator 25 permet d'adapter le fonctionnement de la soufflante amont 7 à différents régimes moteur en agissant sur l'écoulement incident. Cela palie au 30 fait que l'encombrement au niveau de la soufflante amont 7 peut rendre difficile l'installation d'un dispositif de calage de ses aubes.

En particulier, comme cela est visible sur les figures 5a et 5b, il est possible d'ajuster le fonctionnement de la soufflante avec les stators à calage variable. Sur la figure 5a est représentée schématiquement en vue de dessus la turbomachine en mode de fonctionnement poussée. L'aube des soufflantes amont et aval 7, 8 ainsi que l'aube de stator 25 sont orientées de manière à générer un écoulement E vers l'aval (soit du haut vers le bas sur cette figure), sans perturbations. Dans ce cas, la position de l'aube de stator varie de manière à faire varier l'incidence de l'écoulement sur les aubes de la soufflante amont 7 laquelle est fixe. Les aubes de la soufflante aval 8 peuvent occuper une infinité de positions comprises entre $+60^\circ$ et -30° par rapport à l'axe X en fonction de la position de l'aube de stator 25. En d'autres termes, on module conjointement les positions des aubes de stator 25 et celles de la soufflante aval pour favoriser au mieux l'écoulement du flux secondaire.

Sur la figure 5b, la turbomachine est schématiquement représentée en un second mode de fonctionnement inversion de poussée. Dans le cadre de ce mode, la soufflante amont 7 est toujours fixe. L'aube de la soufflante aval 8 est positionnée de manière à repousser le flux d'air vers l'amont et en particulier à travers la grille 26. En particulier, l'aube de stator 25 oriente l'écoulement du flux d'air vers l'aube de soufflante amont de manière que celle-ci oriente également l'écoulement pour être repoussée par l'aube de soufflante aval facilement.

Ainsi cette solution est moins complexe et n'impacte pas le poids de la turbomachine contrairement à une turbomachine dont des portes seraient montées en aval de la tuyère pour réaliser une fonction inversion de poussée. En particulier, la combinaison du calage des aubes de stators et des aubes de soufflante aval permet d'orienter l'écoulement du flux ce qui améliore le rendement de la turbomachine.

Selon un autre aspect de l'invention, illustré sur la figure 4, le débattement longitudinal de la partie mobile 20 du dispositif 17 est ici suffisant pour faire tourner les aubes de la soufflante aval 8 d'un angle suffisant autour de l'axe de leur tige 16 pour qu'elles repoussent l'écoulement vers l'amont. La figure 4 illustre un cas où la position des aubes est inversée par rapport à l'écoulement incident.

En correspondance avec cette configuration, la nacelle 14 comporte des ouvertures munies de grilles 26 en amont de la turbine aval. L'air refoulé par la soufflante aval 8

peut ainsi s'échapper vers l'amont par les grilles 26 et créer une contre-poussée pour freiner l'aéronef.

Pour guider efficacement l'air vers l'amont et amplifier cet effet, les parties transversales des grilles comportent ici, comme représenté sur la figure 4, des plaques
5 qui s'étendent radialement de l'aval vers l'amont à partir de l'intérieur de la nacelle 14.

En référence à la figure 3, les ouvertures des grilles 26 sont bouchées lorsque la turbomachine fonctionne en mode propulsion. Les moyens contrôlant l'ouverture et la fermeture des grilles 26, non détaillés sur les figures, peuvent être pilotés ou automatiques. Des moyens pilotés peuvent comprendre par exemple des plaques qui
10 glissent le long de la nacelle 14 suivant le mode de fonctionnement choisi. Des moyens automatiques peuvent comprendre des systèmes de type clapet, avec un rappel élastique pour boucher les ouvertures des grilles 26 si la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la nacelle 14 n'est pas assez forte.

De cette manière, une turbomachine équipée d'un système de calage variable des
15 aubes de la soufflante aval 8, tel qu'il vient d'être décrit, peut utiliser ce système à la fois pour adapter le fonctionnement des soufflantes lors des phases de propulsion et pour inverser la poussée.

Revendications

1. Aéronef comportant un fuselage (1) et propulsé par une turbomachine à deux soufflantes coaxiales, respectivement amont (7) et aval (8), entraînées par deux rotors (5, 6) contrarotatifs d'une turbine de puissance (3), les deux soufflantes (7, 8) et la turbine (3) étant intégrées dans une nacelle (14) à l'aval du fuselage (1), dans le prolongement de celui-ci, et dans laquelle circule un écoulement d'air aéronef caractérisé en ce qu'au moins une des soufflantes (7, 8), et en particulier la soufflante aval (8), comporte des aubes à calage variable et dans lequel au moins une couronne d'aubes (25) à calage variable formant un stator est placée en amont de la soufflante amont (7), les aubes de stator (25) à calage variable et les aubes à calage variable de la soufflante aval (8) étant configurées mutuellement pour orienter l'écoulement d'air dans un premier mode où l'air circule dans la nacelle (14) de l'amont vers l'aval et dans un second mode où l'air est refoulé dans la nacelle (14) vers l'amont.
2. Aéronef selon la revendication précédente, dans lequel un mécanisme (17) entraînant la rotation d'une tige (16) de calage des aubes de la soufflante aval (8) est installé dans un corps central (11), situé en aval de la turbine de puissance (3) et entouré par un écoulement primaire traversant la turbine (3).
3. Aéronef selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la turbine de puissance (3) est située sensiblement entre les deux soufflantes.
4. Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le calage des aubes de la soufflante aval (8) peut être réglé jusqu'à ce que cette soufflante (8) refoule l'air vers l'amont, la nacelle (14) étant équipée de moyens permettant à l'air de s'échapper radialement, entre la soufflante amont (7) et la soufflante aval (8).
5. Aéronef selon la revendication précédente, dans lequel les moyens d'échappement radial de l'air comportent des grilles (26) qui comprennent des

profils transversaux s'étendant radialement de l'aval vers l'amont en partant de l'intérieur de la nacelle (14).

- 5 6. Aéronef selon la revendication précédente, dans lequel les grilles (26) comportent des moyens formant clapet vis-à-vis de la différence entre une pression à l'intérieur de la nacelle (14) et une pression à l'extérieur de la nacelle (14).
- 10 7. Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins deux générateurs de gaz (2a, 2b) alimentent la turbine de puissance (3), lesdits générateurs étant alimentés eux-mêmes par des entrées d'air (4a, 4b) distinctes disposées en périphérie du fuselage (1) de l'aéronef.

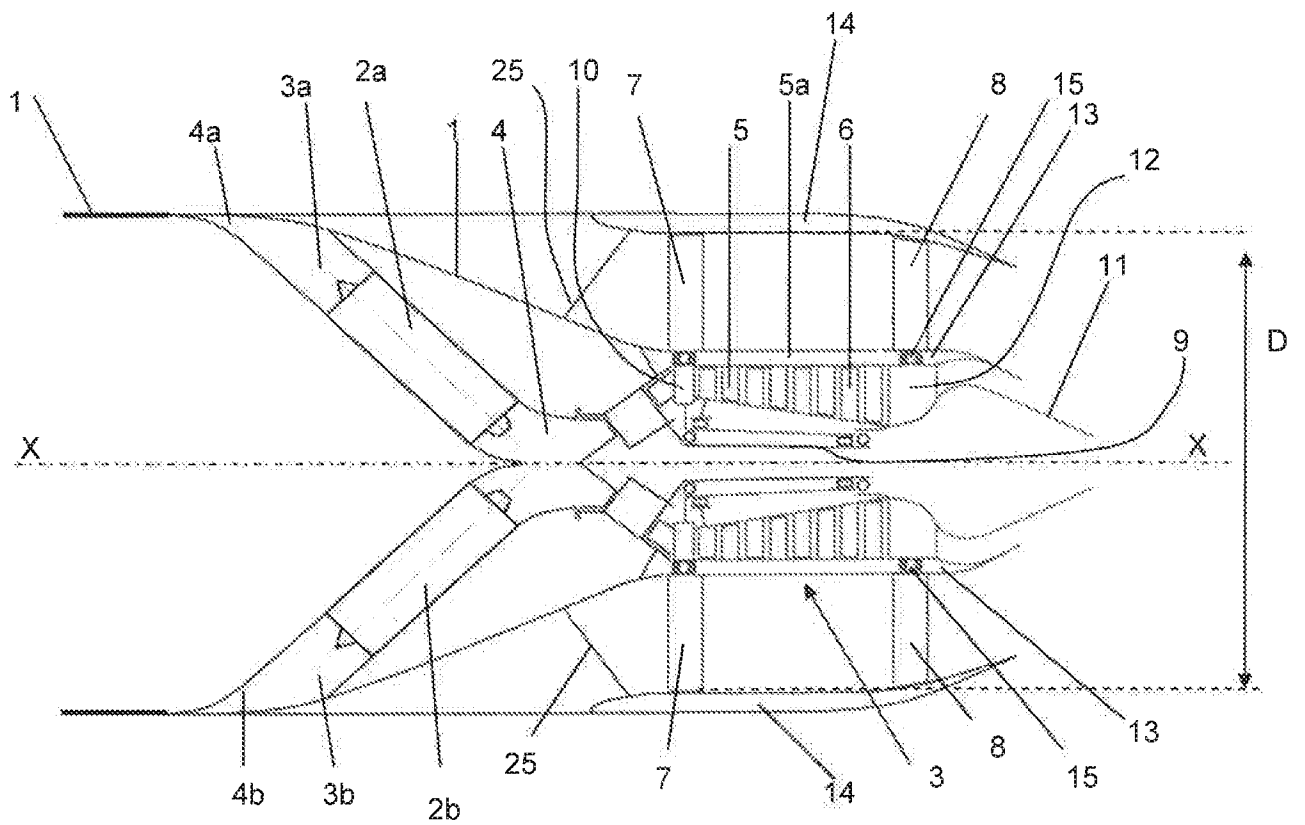


Fig. 1

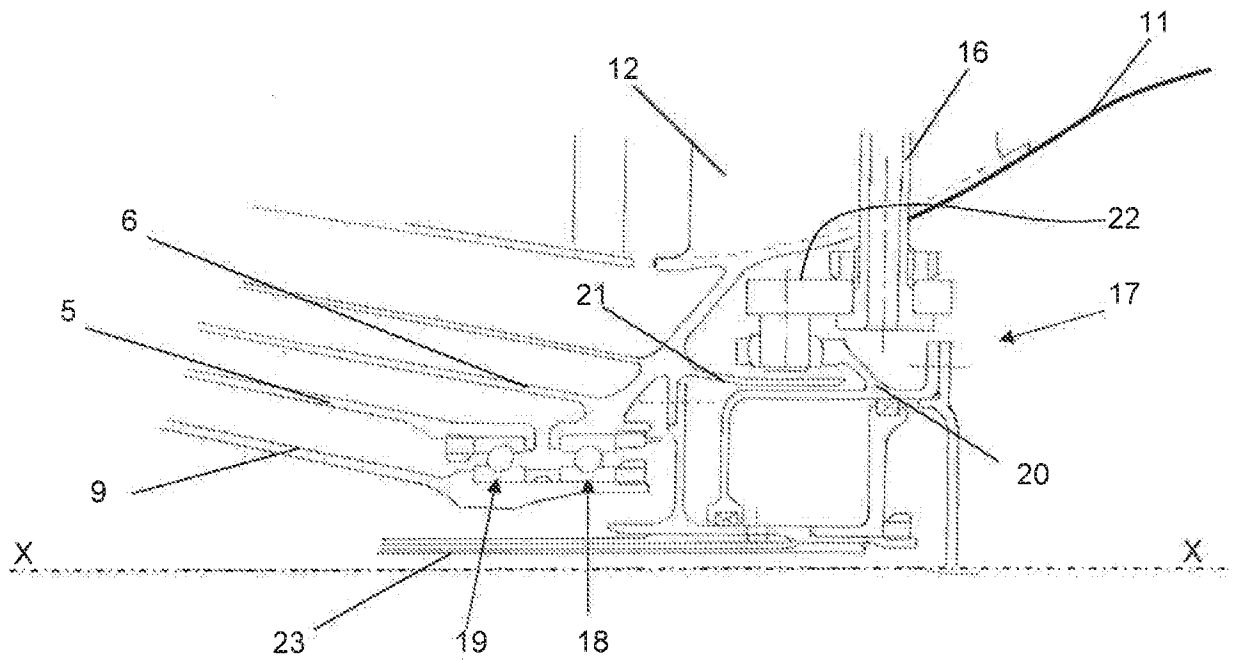


Fig. 2

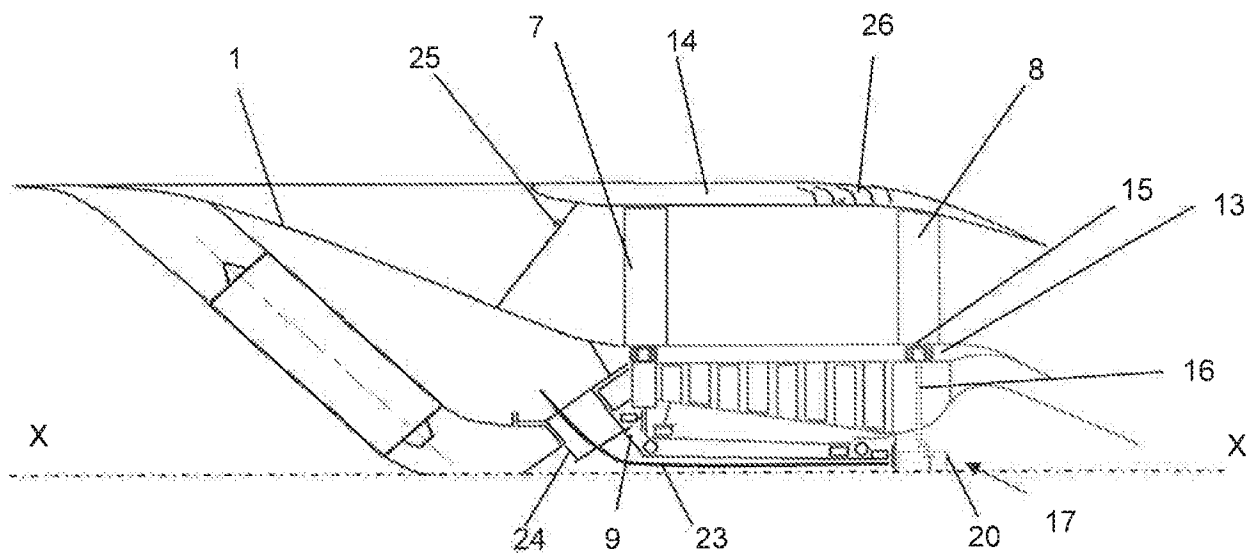


Fig. 3

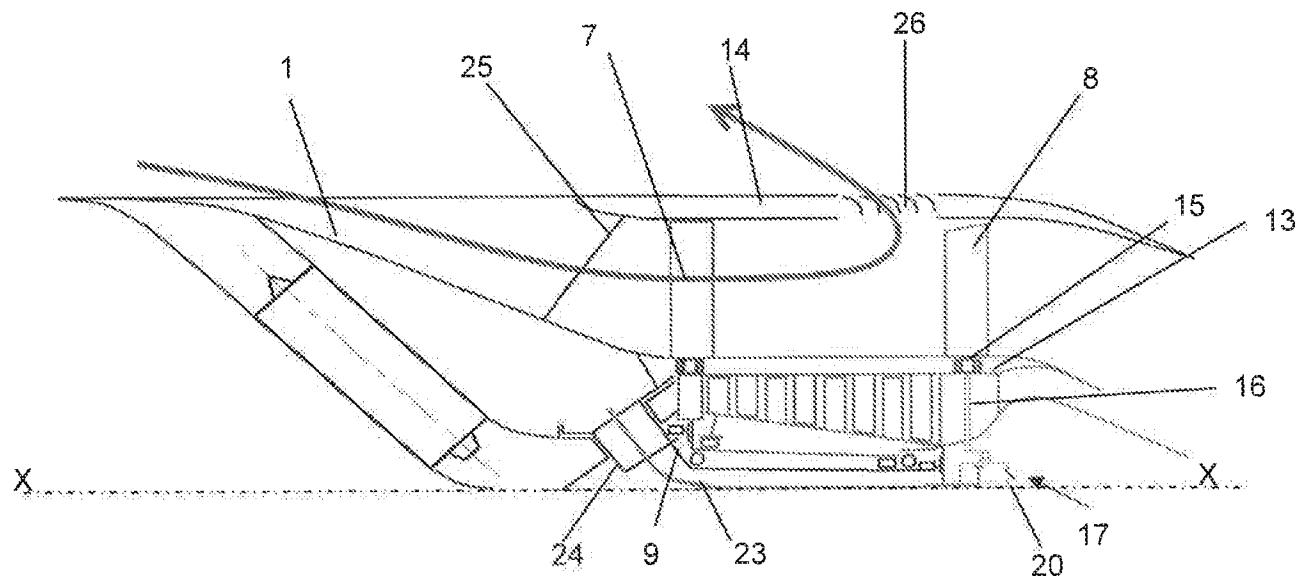


Fig. 4

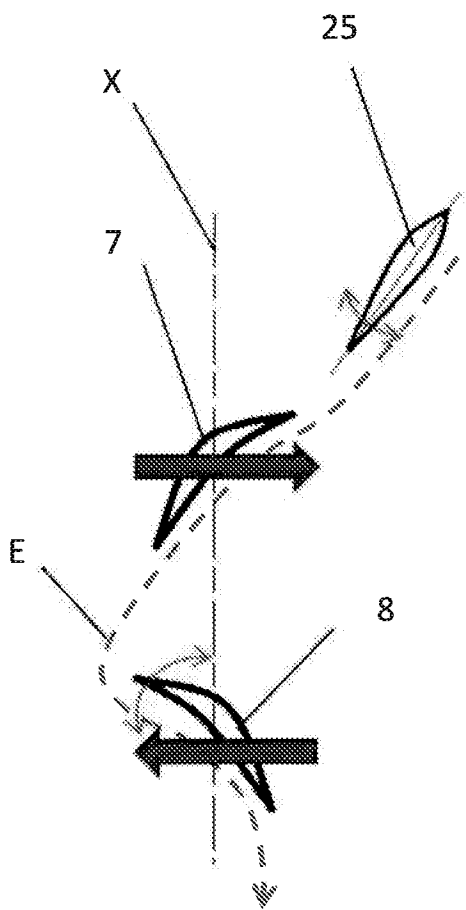


Fig. 5a

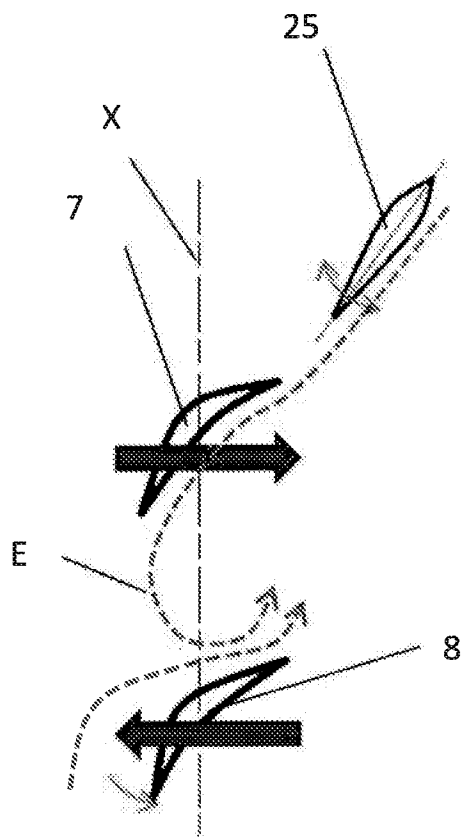


Fig. 5b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/051888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F01D1/26 B64D27/14 F01D7/00 F02K1/66 F02K3/072 F02C3/073 F02K3/062 ADD. 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 B64D F02K F02C F01K 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 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>FR 2 997 681 A1 (SNECMA [FR]) 9 May 2014 (2014-05-09) page 3, line 19 - page 4, line 36 figures 1,2 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1,3,7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>GB 2 185 719 A (ROLLS ROYCE) 29 July 1987 (1987-07-29) page 1, line 33 - line 48 page 1, line 70 - page 2, line 10 figures 1, 2 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1,2,4-6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>WO 2014/023891 A1 (SNECMA [FR]) 13 February 2014 (2014-02-13) page 2, line 34 - page 3, line 17 page 7, line 11 - page 8, line 5 figures 2, 3B, 4, 5, 6 ----- -/--</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	FR 2 997 681 A1 (SNECMA [FR]) 9 May 2014 (2014-05-09) page 3, line 19 - page 4, line 36 figures 1,2 -----	1,3,7	A	GB 2 185 719 A (ROLLS ROYCE) 29 July 1987 (1987-07-29) page 1, line 33 - line 48 page 1, line 70 - page 2, line 10 figures 1, 2 -----	1,2,4-6	A	WO 2014/023891 A1 (SNECMA [FR]) 13 February 2014 (2014-02-13) page 2, line 34 - page 3, line 17 page 7, line 11 - page 8, line 5 figures 2, 3B, 4, 5, 6 ----- -/--	1
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	FR 2 997 681 A1 (SNECMA [FR]) 9 May 2014 (2014-05-09) page 3, line 19 - page 4, line 36 figures 1,2 -----	1,3,7												
A	GB 2 185 719 A (ROLLS ROYCE) 29 July 1987 (1987-07-29) page 1, line 33 - line 48 page 1, line 70 - page 2, line 10 figures 1, 2 -----	1,2,4-6												
A	WO 2014/023891 A1 (SNECMA [FR]) 13 February 2014 (2014-02-13) page 2, line 34 - page 3, line 17 page 7, line 11 - page 8, line 5 figures 2, 3B, 4, 5, 6 ----- -/--	1												
☒ 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 11 November 2016	Date of mailing of the international search report 28/11/2016													
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Kreissl, Franz													

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/051888

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 767 270 A (SEIDEL GERHARD E [US]) 30 August 1988 (1988-08-30) abstract figures 5, 6 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/051888

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2997681	A1	09-05-2014	CA 2890274 A1 15-05-2014
			CN 104781143 A 15-07-2015
			EP 2917108 A1 16-09-2015
			FR 2997681 A1 09-05-2014
			JP 2016505434 A 25-02-2016
			US 2015291285 A1 15-10-2015
			WO 2014072615 A1 15-05-2014

GB 2185719	A	29-07-1987	GB 2185719 A 29-07-1987
			US 4732535 A 22-03-1988

WO 2014023891	A1	13-02-2014	CA 2880146 A1 13-02-2014
			CN 104520542 A 15-04-2015
			EP 2895703 A1 22-07-2015
			FR 2994452 A1 14-02-2014
			RU 2015103737 A 27-09-2016
			US 2015300198 A1 22-10-2015
			WO 2014023891 A1 13-02-2014

US 4767270	A	30-08-1988	DE 3703502 A1 22-10-1987
			EP 0244515 A2 11-11-1987
			US 4767270 A 30-08-1988

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051888

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F01D1/26 B64D27/14 F01D7/00 F02K1/66 F02K3/072 F02C3/073 F02K3/062 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 B64D F02K F02C F01K		
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
A	FR 2 997 681 A1 (SNECMA [FR]) 9 mai 2014 (2014-05-09) page 3, ligne 19 - page 4, ligne 36 figures 1,2 -----	1,3,7
A	GB 2 185 719 A (ROLLS ROYCE) 29 juillet 1987 (1987-07-29) page 1, ligne 33 - ligne 48 page 1, ligne 70 - page 2, ligne 10 figures 1, 2 -----	1,2,4-6
A	WO 2014/023891 A1 (SNECMA [FR]) 13 février 2014 (2014-02-13) page 2, ligne 34 - page 3, ligne 17 page 7, ligne 11 - page 8, ligne 5 figures 2, 3B, 4, 5, 6 ----- -/-	1
☒ 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 11 novembre 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 28/11/2016
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 Kreissl, Franz

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	US 4 767 270 A (SEIDEL GERHARD E [US]) 30 août 1988 (1988-08-30) abrégé figures 5, 6 -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051888

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2997681	A1	09-05-2014	CA 2890274 A1	15-05-2014
			CN 104781143 A	15-07-2015
			EP 2917108 A1	16-09-2015
			FR 2997681 A1	09-05-2014
			JP 2016505434 A	25-02-2016
			US 2015291285 A1	15-10-2015
			WO 2014072615 A1	15-05-2014

GB 2185719	A	29-07-1987	GB 2185719 A	29-07-1987
			US 4732535 A	22-03-1988

WO 2014023891	A1	13-02-2014	CA 2880146 A1	13-02-2014
			CN 104520542 A	15-04-2015
			EP 2895703 A1	22-07-2015
			FR 2994452 A1	14-02-2014
			RU 2015103737 A	27-09-2016
			US 2015300198 A1	22-10-2015
			WO 2014023891 A1	13-02-2014

US 4767270	A	30-08-1988	DE 3703502 A1	22-10-1987
			EP 0244515 A2	11-11-1987
			US 4767270 A	30-08-1988
