

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2020/201642 A1

(43) Date de la publication internationale
08 octobre 2020 (08.10.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

F01D 5/14 (2006.01) F04D 29/32 (2006.01)

F01D 17/16 (2006.01) F04D 29/56 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2020/000082

(22) Date de dépôt international :

02 avril 2020 (02.04.2020)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1903535 03 avril 2019 (03.04.2019) FR

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

(72) Inventeurs : CAVAREC, Mickael ; SAFRAN CEPI,
Rond-point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel
(FR). COCHON, Sébastien Claude ; SAFRAN CEPI,
Rond-point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel
(FR). RETIVEAU, Pierre-Hugues Ambroise Maxime
Victor ; SAFRAN CEPI, Rond-point René Ravaud - Réau,
77550 MOISSY-Cramayel (FR).

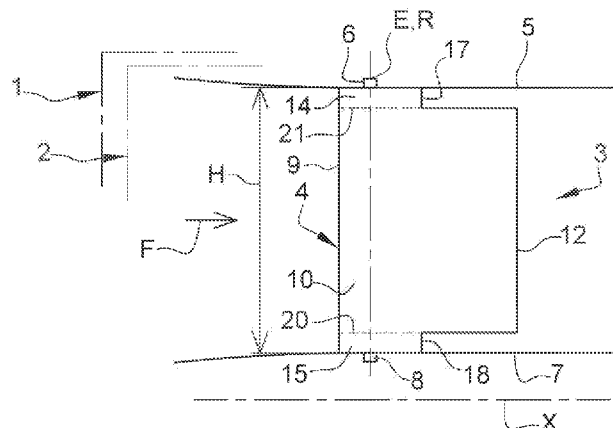
(74) Mandataire : BARBE, Laurent ; Gevers & Ores, Im-
meuble Palatin 2, 3 Cours du Triangle, CS 80165, 92939
Paris La Defense Cedex (FR).

(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,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,

(54) Title: VARIABLE-PITCH STATOR BLADE FOR AN AIRCRAFT TURBINE ENGINE

(54) Titre : AUBE DE STATOR A CALAGE VARIABLE POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF

[Fig. 1]



(57) Abstract: Variable-pitch stator blade (3) comprising an airfoil (4) including a central portion (10) which has a first skeleton line delimited by a leading edge (9) and a trailing edge (12), and a first rope; an end portion (14,15) having a second skeleton line delimited by the leading edge (9) and a downstream limit (17,18), and a second rope; the skeleton angle at a length l_1 of the first rope being defined by a function $G_1(l_1)$ and the skeleton angle at a length l_2 of the second rope being defined by a function $G_2(l_2)$, the absolute value of the average increase A_2 of $G_2'(l_2)$ between the leading edge (9) and the downstream limit (17, 18) being greater than the absolute value of the average increase A_1 of $G_1'(l_1)$ between the leading edge (9) and a point P wherein the length l_1 corresponds to the total length of the second rope.

(57) Abrégé : Aube de stator à calage variable (3) comprenant une pale (4) comportant une portion centrale (10) présentant une première ligne de squelette délimitée par un bord d'attaque (9) et un bord de fuite (12), et une première corde; une portion d'extrémité (14,15) présentant une seconde ligne de squelette délimitée par ledit bord d'attaque (9) et une limite aval (17,18), et une seconde corde; l'angle de squelette à une longueur l_1 de la première corde étant défini par une fonction $G_1(l_1)$ et l'angle de squelette à une longueur l_2 de la seconde corde étant défini par une fonction $G_2(l_2)$, la valeur absolue de l'accroissement moyen A_2 de $G_2'(l_2)$ entre le bord d'attaque (9) et la limite aval (17, 18) est supérieure à la valeur absolue de l'accroissement moyen A_1 de $G_1'(l_1)$ entre le bord d'attaque (9) et un point P où la longueur l_1 correspond à la longueur totale de la seconde corde.

[Suite sur la page suivante]

KW, 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, 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, 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))

DESCRIPTION

TITRE : AUBE DE STATOR A CALAGE VARIABLE POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF

5

Domaine technique de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général des aubes de stator à calage variable pour une turbomachine d'aéronef.

10 **Arrière-plan technique**

Des aubes de stator à calage variable (plus connues sous l'acronyme anglais VSV pour « Variable Stator Vanes ») sont généralement intégrées dans un compresseur de turbomachine, ces dernières étant rassemblées sous la forme d'une ou plusieurs rangées annulaires.

15 Le calage angulaire des aubes de stator permet d'adapter la géométrie du compresseur à son régime de fonctionnement, de manière notamment à optimiser son rendement et sa marge au pompage.

Les aubes d'une même rangée sont portées par un carter annulaire externe. Le carter externe définit avec un carter annulaire interne une veine
20 dans laquelle s'écoule un flux d'air.

Chaque aube est profilée par rapport à un axe longitudinal qui est parallèle à l'axe longitudinal de la turbomachine lorsque l'aube est montée dans le compresseur. L'aube comprend une pale aérodynamique s'étendant suivant un axe vertical. Une pale comprend ainsi une pluralité de sections
25 de pale empilées les unes sur les autres le long de l'axe vertical, ce dernier étant à ce titre dénommé « axe vertical d'empilement ». L'aube est guidée en rotation via un pivot externe qui définit l'axe de rotation de l'aube. Le pivot externe est relié à une extrémité radialement externe de la pale via une platine. Le pivot externe et la platine sont respectivement logés dans
30 un trou et un logement correspondants formés dans le carter externe. La pale présente une dimension transversale supérieure à celle de la platine,

et autrement dit une portion aval de la pale se trouve au-delà de la périphérie de la platine. De manière à limiter les perturbations, la face interne de la platine se trouve à fleur de la surface interne du carter externe. L'aube comprend généralement un pivot interne opposé au pivot externe, de manière à améliorer son guidage.

Les aubes d'une même rangée sont généralement actionnées de manière synchronisée par un anneau de commande mobile en rotation autour du carter externe. Chaque aube est connectée à l'anneau via une bielle dont l'une des extrémités est couplée en rotation avec le pivot externe et l'autre extrémité est articulée par rapport à l'anneau. Le mouvement en rotation de l'anneau est initié par un ou plusieurs actionneurs.

Chaque pale présente une portion centrale disposée verticalement entre une portion d'extrémité externe et une portion d'extrémité interne. La pale comprend un bord d'attaque commun sur toute sa hauteur (exprimée suivant l'axe vertical d'empilement).

Les trois portions de la pale sont profilées suivant une ligne de squelette (ou ligne moyenne) variant de manière progressive le long de l'axe vertical d'empilement. La pale présente ainsi une courbure évoluant de manière progressive sur toute sa hauteur. A la différence de la portion centrale, les portions d'extrémité externe et interne sont tronquées (ou rognées) à l'aval sur une hauteur prédéfinie, et autrement dit le profil d'une section de ces portions s'évase progressivement depuis le bord d'attaque et s'interrompt brusquement au niveau d'une limite rectiligne sensiblement perpendiculaire à la ligne de squelette (dénommée ci-après « limite aval »), de manière à laisser un jeu de fonctionnement radial entre la portion centrale et les carters correspondants. Les limites aval se trouvent ainsi à l'intérieur de l'espace défini par la périphérie de la platine. Le profil d'une section de la portion centrale diverge depuis le bord d'attaque puis converge en direction d'un bord de fuite.

La pale permet d'orienter le flux d'air selon une direction prédéterminée. On comprend aisément que la direction du flux d'air au niveau des limites aval

(portions d'extrémité) ne correspond pas à la direction prédéterminée, du fait du raccourcissement de la pale.

La mauvaise orientation du flux d'air au niveau des portions d'extrémité impacte négativement le rendement du compresseur. En outre, cette
5 mauvaise orientation du flux d'air a un effet négatif sur la roue mobile située directement en aval de la rangée d'aubes VSV, au détriment une nouvelle fois du rendement du compresseur.

L'objectif de la présente invention est ainsi de proposer une aube de stator à calage variable optimisée permettant de remédier aux inconvénients
10 précités.

Résumé de l'invention

L'invention propose ainsi une aube de stator à calage variable pour une turbomachine d'aéronef, ladite aube étant profilée par rapport à un axe
15 longitudinal X, ladite aube comprenant une pale aérodynamique s'étendant suivant un axe vertical d'empilement E et présentant un bord d'attaque commun, ladite pale comprenant :

- une portion centrale présentant en section une première ligne de squelette délimitée transversalement par ledit bord d'attaque et un bord de
20 fuite, et une première corde reliant ledit bord d'attaque audit bord de fuite,
- une première portion d'extrémité délimitant verticalement ladite portion centrale, ladite première portion d'extrémité présentant en section une seconde ligne de squelette délimitée transversalement par ledit bord d'attaque et une première limite aval, et une seconde corde reliant ledit
25 bord d'attaque à ladite première limite aval, la longueur totale de la seconde corde étant comprise entre 40 et 80% de la longueur totale de la première corde,
- une première jonction entre ladite portion centrale et ladite première portion d'extrémité,
30 caractérisée en ce que l'angle de squelette α à une longueur l_1 de la première corde dans une section de ladite portion centrale est défini par

- une fonction $G1(l1)$ et l'angle de squelette α à une longueur $l2$ de la seconde corde dans une section de ladite première portion d'extrémité est défini par une fonction $G2(l2)$, l'angle de squelette α correspondant en section à l'angle formé entre la tangente T à la ligne de squelette correspondante au point considéré et ledit axe longitudinal X , la fonction dérivée de la fonction $G1(l1)$ par rapport à la longueur $l1$ étant notée $G1'(l1)$, la fonction dérivée de la fonction $G2(l2)$ par rapport à la longueur $l2$ étant notée $G2'(l2)$, la valeur absolue de l'accroissement moyen $A2$ de $G2'(l2)$ entre le bord d'attaque et la première limite aval est supérieure à la valeur absolue de l'accroissement moyen $A1$ de $G1'(l1)$ entre le bord d'attaque et un point P où la longueur $l1$ correspond à la longueur totale de la seconde corde, l'accroissement moyen d'une fonction f entre un point A ($a, f(a)$) et un point B ($b, f(b)$) correspondant par définition au quotient de la différence $f(b)-f(a)$ par la différence $b-a$.
- 15 Par définition dans la présente demande, l'expression « en section » associée à un élément fait référence à la représentation d'une section de cet élément selon un plan de coupe transversale, et autrement dit selon un plan de coupe perpendiculaire à l'axe vertical d'empilement E .
- En comparaison à l'art antérieur, le dimensionnement de la pale selon
- 20 l'invention accroît significativement la courbure de la première portion d'extrémité, de manière à obtenir une continuité de l'angle de squelette entre le bord de fuite (portion centrale) et la première limite aval (première portion d'extrémité), et ainsi orienter le flux d'air selon la direction prédéterminée sur toute la hauteur de la pale (exprimée suivant l'axe
- 25 vertical d'empilement).
- Un tel dimensionnement de la pale permet ainsi d'accroître significativement le rendement du dispositif dans lequel cette dernière est montée, par exemple un compresseur de turbomachine.
- L'aube selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des
- 30 caractéristiques et/ou étapes suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- l'angle de squelette α au bord de fuite de la portion centrale à proximité de ladite première jonction est sensiblement égal à l'angle de squelette α de la première limite aval de la première portion d'extrémité à proximité de ladite première jonction, l'angle de squelette α correspondant en section à l'angle formé entre la tangente T à la ligne de squelette correspondante au point considéré et ledit axe longitudinal X ;
- l'angle de squelette α au bord de fuite à proximité de ladite première jonction est égal, à plus ou moins 5 degrés, à l'angle de squelette α de la première limite aval à proximité de ladite première jonction ;
- 10 - l'angle de squelette α au bord de fuite sur un intervalle prédéterminé est égal, à plus ou moins cinq degrés, à l'angle de squelette α de la première limite aval sur l'intervalle prédéterminé, l'intervalle prédéterminé étant centré sur la première jonction et présentant une dimension verticale correspondant à 5% de la hauteur totale H de la pale, la hauteur de la pale étant exprimée suivant ledit axe vertical d'empilement E ;
- 15 - la hauteur de la première portion d'extrémité représente 0,2 à 5 % de la hauteur totale de la pale, la hauteur étant exprimée suivant ledit axe vertical d'empilement E ;
- ladite pale comprend une seconde portion d'extrémité de sorte que la
- 20 portion centrale soit disposée verticalement entre la première portion d'extrémité et la seconde portion d'extrémité, ladite seconde portion d'extrémité présentant en section une troisième ligne de squelette délimitée transversalement par ledit bord d'attaque et une seconde limite aval, et une troisième corde reliant ledit bord d'attaque à ladite seconde limite aval, la
- 25 longueur totale de la troisième corde étant comprise entre 40 et 80% de la longueur totale de la première corde, ladite pale comprenant une seconde jonction entre ladite portion centrale et ladite seconde portion d'extrémité, l'angle de squelette α au bord de fuite de la portion centrale à proximité de ladite seconde jonction étant sensiblement égal à l'angle de squelette α de
- 30 la seconde limite aval de la seconde portion d'extrémité à proximité de ladite seconde jonction ;

- la hauteur de la seconde portion d'extrémité représente 0,2 à 5% de la hauteur totale de la pale.

La présente invention concerne encore un compresseur pour une turbomachine d'aéronef comprenant une aube telle que décrite
5 précédemment.

La présente invention concerne également une turbomachine d'aéronef comprenant un compresseur tel que décrit précédemment ou une aube telle que décrite précédemment.

10 Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

15 [Fig.1] la figure 1 est une vue schématique en demi-coupe longitudinale d'un compresseur pour une turbomachine d'aéronef comprenant une aube de stator à calage variable selon l'invention ;

[Fig.2] la figure 2 est une section de l'aube représentée sur la figure 1 au niveau d'une portion centrale de la pale de l'aube ;

20 [Fig.3] la figure 3 est une vue sur laquelle sont superposées une section de l'aube représentée sur la figure 1 au niveau d'une portion d'extrémité de la pale et une section de aube selon l'art antérieur ;

[Fig.4] la figure 4 est une section de l'aube représentée sur la figure 1 au niveau d'une portion d'extrémité externe de la pale ;

25 [Fig.5] la figure 5 est une section de l'aube représentée sur la figure 1 au niveau d'une portion d'extrémité interne de la pale ;

[Fig.6] la figure 6 est un graphique illustrant une courbe R0 (en traits continus) représentant la variation de l'angle de squelette α de la limite aval interne, du bord de fuite et de la limite aval externe en fonction de la
30 hauteur h de la pale selon l'invention, une courbe linéarisée R1 (en traits mixtes) obtenue par la linéarisation de la courbe R0, une courbe R2 (en

traits pointillés) représentant la variation de l'angle du flux d'air β au niveau de la limite aval interne, du bord de fuite et de la limite aval externe selon l'invention, une courbe R3 (en traits continus) représentant la variation de l'angle de squelette α au niveau de la limite aval interne, du bord de fuite et de la limite aval externe, en fonction de la hauteur h , selon l'art antérieur, et une courbe R4 (en traits pointillés) représentant la variation de l'angle du flux d'air β au niveau de la limite aval interne, du bord de fuite et de la limite aval externe selon l'art antérieur ;

[Fig.7] la figure 7 est un graphique illustrant les différentes fonctions dérivées $G1'(I1)$, $G2'(I2)$ et $G3'(I3)$ à différentes hauteurs de la pale.

Description détaillée de l'invention

Sur la figure 1 est représentée de manière schématique en demi-coupe longitudinale une turbomachine 1 comprenant un compresseur 2 comportant une rangée annulaire d'aubes de stator à calage variable 3 plus connues sous l'acronyme anglais VSV pour « Variable Stator Vanes ». Pour des raisons de clarté, une unique aube VSV 3 (ci-après dénommée « aube ») est représentée sur la figure 1. Une telle rangée d'aubes 3 est par exemple disposée directement en aval d'une roue mobile.

Chaque aube 3 est profilée par rapport à un axe longitudinal X qui est parallèle à l'axe longitudinal de la turbomachine 1 lorsque l'aube 3 est montée dans le compresseur 2. L'aube 3 comprend une pale aérodynamique 4 s'étendant suivant un axe vertical d'empilement E. A ce titre, la pale 4 comprend une pluralité de sections de pale empilées les unes sur les autres suivant l'axe vertical d'empilement E.

Par convention dans la présente demande, les termes « interne », « externe », « intérieur » ou « extérieur » sont définis par rapport à l'axe longitudinal de la turbomachine 1.

Chaque aube 3 est guidée en rotation par rapport à un carter annulaire externe 5 via un pivot externe 6 et par rapport à un carter annulaire interne 7 via un pivot interne 8. Les pivots interne et externe 6, 8 sont coaxiaux et

définissent l'axe de rotation R de l'aube 3. L'axe de rotation R de l'aube 3 est ici confondu avec l'axe vertical d'empilement E. Les carters interne et externe 5, 7 sont coaxiaux et définissent entre eux une veine annulaire dans laquelle circule un flux d'air F.

- 5 Dans la présente demande, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens d'écoulement du flux d'air autour de la pale 4.

Chaque aube 3 est mobile autour de son axe de rotation R entre une première position extrême dite « d'ouverture » dans laquelle l'angle de calage de chacune des aubes 3 est égal à θ_1 de manière à maximiser la section de passage d'air, et une seconde position extrême dite « de fermeture » dans laquelle l'angle de calage de chacune des aubes 3 est
10 égal à θ_2 (avec θ_2 inférieur à θ_1) de manière à minimiser la section de passage d'air. L'angle de calage d'une aube 3 correspond à l'angle, dans un plan longitudinal perpendiculaire à l'axe de rotation R de l'aube 3, entre la corde de la pale 4 (ici la portion centrale de la pale est prise pour
15 référence) et le plan de rotation de l'aube 3 (plan perpendiculaire à l'axe longitudinal X et qui passe par l'axe de rotation R).

La pale 4 de chaque aube 3 présente un bord d'attaque commun 9. La pale 4 comprend plusieurs portions 10, 14, 15, à savoir :

- 20 - une portion centrale 10 présentant en section une première ligne de squelette 11 délimitée transversalement par le bord d'attaque 9 et un bord de fuite 12, et une première corde 13 reliant le bord d'attaque 9 au bord de fuite 12 (figures 1 et 2) ;
- une première portion d'extrémité 14, 15 délimitant verticalement la portion
25 centrale 10, la première portion d'extrémité 14, 15 présentant en section une seconde ligne de squelette 16, 28 délimitée transversalement par le bord d'attaque 9 et une première limite aval 17, 18, et une seconde corde 19, 29 reliant le bord d'attaque 9 à la première limite aval 17, 18, la longueur totale L2 de la seconde corde 19, 29 étant comprise entre 40 et
30 80% de la longueur totale L1 de la première corde 13 (figures 1, 4 et 5) ;

- une jonction 20, 21 entre la portion centrale 10 et la première portion d'extrémité 14, 15.

Avantageusement, l'angle de squelette α au bord de fuite 12 de la portion centrale 10 à proximité de la jonction 20, 21 est sensiblement égal à l'angle de squelette α de la première limite aval 17, 18 de la première portion d'extrémité 14, 15 à proximité de la jonction 20, 21. L'angle de squelette α correspond en section à l'angle formé entre la tangente T à la ligne de squelette correspondante au point considéré et l'axe longitudinal X.

Par définition dans la présente demande, l'expression « en section » associée à un élément fait référence à la représentation d'une section de cet élément selon un plan de coupe transversale, et autrement dit selon un plan de coupe perpendiculaire à l'axe vertical d'empilement E.

Au sens de l'invention, l'expression « sensiblement égal » correspond plus précisément à un intervalle (ou plage) de plus ou moins 5 degrés. Autrement dit, à proximité de la jonction 20, 21, l'angle de squelette α au bord de fuite 12 est égal, à plus ou moins 5 degrés, à l'angle de squelette α de la première limite aval 17, 18.

Au sens de l'invention, l'expression « à proximité de la jonction » correspond plus précisément à un intervalle (ou plage) centré sur la jonction dont la dimension verticale correspond à 5% de la hauteur totale H de la pale (4).

La figure 3 illustre, à hauteur égale, le profil de la section de la portion d'extrémité de l'art antérieur (en traits pointillés) et le profil de la section de la portion d'extrémité 14, 15 selon l'invention (en traits continus).

En comparaison à l'art antérieur, le dimensionnement de la pale 4 selon l'invention accroît significativement la courbure de la première portion d'extrémité 14, 15, de manière à obtenir une continuité de l'angle de squelette entre le bord de fuite 12 (portion centrale 10) et la première limite aval 17, 18 (première portion d'extrémité 14, 15).

A l'échelle de la pale 4, le dimensionnement selon l'invention impose une variation significative de la courbure entre la portion centrale 10 (identique par rapport à l'art antérieur) et la première portion d'extrémité 14, 15.

Selon le mode de réalisation illustré sur les figures, la portion centrale 10 est disposée verticalement entre une portion d'extrémité externe 14 et une portion d'extrémité interne 15. La pale 4 comprend en outre une jonction interne 20 entre la portion d'extrémité interne 15 et la portion centrale 10 ainsi qu'une jonction externe 21 entre la portion centrale 10 et la portion d'extrémité externe 14.

Tel qu'illustré sur la figure 1, on note H la hauteur totale de la pale 4 exprimée suivant l'axe vertical d'empilement E depuis la portion d'extrémité interne 15 jusqu'à la portion d'extrémité externe 14.

Tel qu'illustré sur les figures 1 et 2, la portion centrale 10 de la pale 4 présente une surface intrados 22 et une surface extrados 23 reliées l'une à l'autre par le bord d'attaque 9 et le bord de fuite 12. Les surfaces intrados et extrados 22, 23 sont incurvées, et respectivement concave et convexe. Le profil d'une section de la portion centrale 10 diverge depuis le bord d'attaque 9 puis converge en direction du bord de fuite 12.

Plus précisément, le profil d'une section de la portion centrale 10 est défini par la première ligne de squelette 11. La première ligne de squelette 11 est disposée à équidistance entre la surface intrados 22 et la surface extrados 23. La première ligne de squelette 11 est délimitée transversalement par le bord d'attaque 9 et le bord de fuite 12. Le segment reliant le bord d'attaque 9 au bord de fuite 12 correspond à la première corde 13. La longueur totale de la première corde 13 est notée L1.

Tel qu'illustré sur les figures 1 et 4, la portion d'extrémité externe 14 de la pale 4 présente une face intrados 24 et une face extrados 25 reliées l'une à l'autre par le bord d'attaque 9 et une limite aval externe 17. Les faces intrados et extrados 24, 25 sont incurvées, et respectivement concave et convexe. Le profil d'une section de la portion d'extrémité externe 14 diverge

depuis le bord d'attaque 9 puis s'interrompt brusquement au niveau de la limite aval externe 17.

Plus précisément, le profil d'une section de la portion d'extrémité externe 14 est défini par la seconde ligne de squelette 16. La seconde ligne de squelette 16 est disposée à équidistance entre la face intrados 24 et la face extrados 25. La seconde ligne de squelette 16 est délimitée transversalement par le bord d'attaque 9 et la limite aval externe 17. Le segment reliant le bord d'attaque 9 à la limite aval externe 17 correspond à la seconde corde 19. La limite aval externe 17 est rectiligne et sensiblement perpendiculaire à la seconde ligne de squelette 16.

La longueur totale de la seconde corde 19 est notée L2. La longueur totale L2 de la seconde corde 19 est comprise entre 40 et 80% de la longueur totale L1 de la première corde 13.

Avantageusement, la hauteur de la portion d'extrémité externe 14 représente 0,2 à 5 % de la hauteur totale H de la pale 4.

Avantageusement, l'angle de squelette α au bord de fuite 12 sur un intervalle prédéterminé est égal, à plus ou moins cinq degrés, à l'angle de squelette α de la limite aval externe 17 sur l'intervalle prédéterminé. L'intervalle prédéterminé est centré sur la jonction externe 21. L'intervalle prédéterminé présente une dimension verticale correspondant à 5% de la hauteur totale H de la pale 4.

Tel qu'illustré sur les figures 1 et 5, la portion d'extrémité interne 15 de la pale 4 présente une face intrados 26 et une face extrados 27 reliées l'une à l'autre par le bord d'attaque 9 et une limite aval interne 18. Les faces intrados et extrados 26, 27 sont incurvées, et respectivement concave et convexe. Le profil d'une section de la portion d'extrémité interne 15 diverge depuis le bord d'attaque 9 puis s'interrompt brusquement au niveau de la limite aval interne 18.

Plus précisément, le profil d'une section de la portion d'extrémité interne 15 est défini par la troisième ligne de squelette 28. La troisième ligne de squelette 28 est disposée à équidistance entre la face intrados 26 et la face

extrados 27. La troisième ligne de squelette 28 est délimitée transversalement par le bord d'attaque 9 et la limite aval interne 18. Le segment reliant le bord d'attaque 9 à la limite aval interne 18 correspond à la troisième corde 29. La limite aval interne 18 est rectiligne et
5 sensiblement perpendiculaire à la troisième ligne de squelette 28.

La longueur totale de la troisième corde 29 est notée L3. La longueur totale L3 de la troisième corde 29 est comprise entre 40 et 80% de la longueur totale L1 de la première corde 13. La longueur totale L3 de la troisième corde 29 est ici égale à la longueur totale L2 de la seconde corde 19.

10 Avantageusement, la hauteur de la portion d'extrémité interne 15 représente 0,2 à 5% de la hauteur totale H de la pale 4.

Avantageusement, l'angle de squelette α au bord de fuite 12 sur un intervalle prédéterminé est égal, à plus ou moins cinq degrés, à l'angle de squelette α de la limite aval interne 18 sur l'intervalle prédéterminé.

15 L'intervalle prédéterminé est centré sur la jonction 20 interne. L'intervalle prédéterminé présente une dimension verticale correspondant à 5% de la hauteur totale H de la pale 4.

La figure 6 illustre une courbe R0 (en traits continus) représentant la variation de l'angle de squelette α du bord de fuite 12 et des limites aval
20 interne et externe 17, 18 à une hauteur h de la pale 4, en référence à un mode de réalisation concret. La figure 6 illustre en outre une courbe linéarisée R1 (en traits mixtes) obtenue par la linéarisation de la courbe R0. Les courbes R0 et R1 sont représentées dans un repère dont l'axe des abscisses correspond à la hauteur h de la pale 4 et l'axe des ordonnées
25 correspond à l'angle de squelette α de la limite aval interne 18, du bord de fuite 12 et de la limite aval externe 17.

Selon le mode de réalisation illustré sur les figures, la courbe linéarisée R1 est définie par une fonction affine F(h) s'écrivant sous la forme : $F(h) = a * h + b$, où F(h) correspond à l'angle de squelette (limite aval interne 18, bord
30 de fuite 12 et limite aval externe 17), a est le coefficient directeur de la fonction affine F(h) et b est l'ordonnée à l'origine de la fonction affine F(h).

La hauteur h est une variable comprise entre 0 et H , où H représente la hauteur totale de la pale 4. La hauteur h est exprimée suivant l'axe vertical d'empilement E depuis la portion d'extrémité interne 15 jusqu'à la portion d'extrémité externe 14.

- 5 Tel qu'explicité ci-dessus, l'angle de squelette α correspond en section à l'angle formé entre la tangente T à la ligne de squelette correspondante au point considéré et l'axe longitudinal X . L'angle de squelette est exprimé lorsque l'aube 3 se trouve dans une position extrême d'ouverture.

Plus précisément, tel qu'illustré sur la figure 6, le coefficient directeur a de la fonction affine $F(h)$ est positif. L'ordonnée à l'origine b de la fonction affine $F(h)$ est également positive.

La figure 6 illustre également une courbe $R2$ (en traits pointillés) représentant la variation de l'angle du flux d'air β au niveau de la limite aval interne 18, du bord de fuite 12 et de la limite aval externe 17, en fonction de la hauteur h , selon l'invention. L'angle du flux d'air β correspond, dans un plan transversal (plan perpendiculaire à l'axe vertical d'empilement E), à l'angle formé entre la direction définie par le flux d'air F et l'axe longitudinal X .

La figure 6 illustre en outre une courbe $R3$ (en traits continus) représentant la variation de l'angle de squelette α au niveau de la limite aval interne, du bord de fuite et de la limite aval externe, en fonction de la hauteur h , selon l'art antérieur.

La figure 6 illustre enfin une courbe $R4$ (en traits pointillés) représentant la variation de l'angle du flux d'air β au niveau de la limite aval interne, du bord de fuite et de la limite aval externe, en fonction de la hauteur h , selon l'art antérieur.

On constate que le dimensionnement de la pale 4 selon l'invention permet de réduire significativement l'écart au niveau des portions d'extrémité 14, 15 entre l'angle de squelette défini et l'angle du flux d'air β .

- 30 L'angle de squelette α à une longueur l_1 de la première corde 13 dans une section de la portion centrale 10 est défini par une fonction $G1(l_1)$. L'angle

de squelette α à une longueur I_2 de la seconde corde 19 dans une section de la portion d'extrémité externe 14 est défini par une fonction $G_2(I_2)$. L'angle de squelette α à une longueur I_3 de la troisième corde 29 dans une section de la portion d'extrémité interne 15 est défini par une fonction

5 $G_3(I_3)$.

La longueur I_1 est une variable comprise entre 0 et L_1 , où L_1 représente la longueur totale de la première corde 13. Autrement dit, une longueur $I_1 = 0$ correspond au bord d'attaque 9 et une longueur $I_1 = L_1$ correspond au bord de fuite 12. La longueur I_2 est une variable comprise entre 0 et L_2 , où L_2

10 représente la longueur totale de la seconde corde 19. Autrement dit, une longueur $I_2 = 0$ correspond au bord d'attaque 9 et une longueur $I_2 = L_2$ correspond à la limite aval externe 17. La longueur I_3 est une variable comprise entre 0 et L_3 , où L_3 représente la longueur totale de la troisième corde 29. Autrement dit, une longueur $I_3 = 0$ correspond au bord d'attaque

15 9 et une longueur $I_3 = L_3$ correspond à la limite aval interne 18.

La fonction dérivée de la fonction $G_1(I_1)$ par rapport à la longueur I_1 étant notée $G_1'(I_1)$. La fonction dérivée de la fonction $G_2(I_2)$ par rapport à la longueur I_2 est notée $G_2'(I_2)$. La fonction dérivée de la fonction $G_3(I_3)$ par rapport à la longueur I_3 est notée $G_3'(I_3)$.

20 La figure 7 est un graphique sur lequel sont représentées les différentes fonctions dérivées $G_1'(I_1)$, $G_2'(I_2)$ et $G_3'(I_3)$ à différentes hauteurs de la pale 4. Plus précisément, le graphique comprend les courbes suivantes :

- une courbe M1 en traits continus représentant la fonction dérivée $G_3'(I_3)$ à une hauteur équivalente à 5% de la hauteur totale H de la pale 4, selon

25 l'invention ;

- une courbe M11 en traits pointillés représentant la fonction dérivée $G_3'(I_3)$ à une hauteur équivalente à 5% de la hauteur totale H de la pale, selon l'art antérieur ;
- une courbe M2 en traits continus représentant la fonction dérivée $G_1'(I_1)$ à

30 une hauteur équivalente à 25% de la hauteur totale H de la pale 4 ;

- une courbe M3 en traits continus représentant la fonction dérivée $G_1'(I_1)$ à

une hauteur équivalente à 50% de la hauteur totale H de la pale 4 ;
- une courbe M4 en traits continus représentant la fonction dérivée $G1'(I1)$ à une hauteur équivalente à 75% de la hauteur totale H de la pale 4 ;
- une courbe M5 en traits continus représentant la fonction dérivée $G2'(I2)$ à une hauteur équivalente à 100% de la hauteur totale H de la pale 4, selon l'invention ;
- une courbe M51 en traits pointillés représentant la fonction dérivée $G2'(I2)$ à une hauteur équivalente à 100% de la hauteur totale H de la pale, selon l'art antérieur.

- 10 Par définition, l'accroissement moyen d'une fonction f entre un point A (a, f(a)) et un point B (b, f(b)) correspond au quotient de la différence f(b)-f(a) par la différence b-a.

On note A1 la valeur absolue de l'accroissement moyen de $G1'(I1)$ entre le bord d'attaque 9 et un point P où la longueur I1 correspond à la longueur totale L2 de la seconde corde 19 ou à la longueur totale L3 de la troisième corde 29.

On note A2 la valeur absolue de l'accroissement moyen de $G2'(I2)$ entre le bord d'attaque 9 et la limite aval externe 17.

On note A3 la valeur absolue de l'accroissement moyen de $G3'(I3)$ entre le bord d'attaque 9 et la limite aval interne 18.

20 Tel qu'illustré sur la figure 7, les valeurs absolues de l'accroissement moyen A2 et A3 sont chacune supérieures à la valeur absolue de l'accroissement moyen A1. Cette constatation dénote que, selon l'invention, la courbure des portions d'extrémité 14, 15 est plus importante que la courbure de la portion centrale 10.

REVENDICATIONS

1. Aube de stator à calage variable (3) pour une turbomachine (1) d'aéronef, ladite aube (3) étant profilée par rapport à un axe longitudinal (X), ladite aube (3) comprenant une pale aérodynamique (4) s'étendant
5 suivant un axe vertical d'empilement (E) et présentant un bord d'attaque commun (9), ladite pale (4) comprenant :
- une portion centrale (10) présentant en section une première ligne de squelette (11) délimitée transversalement par ledit bord d'attaque (9) et un
10 bord de fuite (12), et une première corde (13) reliant ledit bord d'attaque (9) audit bord de fuite (12),
 - une première portion d'extrémité (14, 15) délimitant verticalement ladite portion centrale (10), ladite première portion d'extrémité (14, 15) présentant en section une seconde ligne de squelette (16, 28) délimitée
15 transversalement par ledit bord d'attaque (9) et une première limite aval (17, 18), et une seconde corde (19, 29) reliant ledit bord d'attaque (9) à ladite première limite aval (17, 18), la longueur totale (L2) de la seconde corde (19, 29) étant comprise entre 40 et 80% de la longueur totale (L1) de la première corde (13),
 - 20 - une première jonction (20, 21) entre ladite portion centrale (10) et ladite première portion d'extrémité (14, 15),
caractérisée en ce que l'angle de squelette (α) à une longueur I1 de la première corde (13) dans une section de ladite portion centrale (10) est défini par une fonction G1(I1) et l'angle de squelette (α) à une longueur I2
25 de la seconde corde (19, 29) dans une section de ladite première portion d'extrémité (14, 15) est défini par une fonction G2(I2), l'angle de squelette (α) correspondant en section à l'angle formé entre la tangente (T) à la ligne de squelette correspondante au point considéré et ledit axe longitudinal (X), la fonction dérivée de la fonction G1(I1) par rapport à la longueur I1 étant
30 notée G1'(I1), la fonction dérivée de la fonction G2(I2) par rapport à la longueur I2 étant notée G2'(I2), la valeur absolue de l'accroissement moyen

A2 de G2'(I2) entre le bord d'attaque (9) et la première limite aval (17, 18) est supérieure à la valeur absolue de l'accroissement moyen A1 de G1'(I1) entre le bord d'attaque (9) et un point P où la longueur I1 correspond à la longueur totale (L2) de la seconde corde (19, 29), l'accroissement moyen d'une fonction f entre un point A (a, f(a)) et un point B (b, f(b)) correspondant par définition au quotient de la différence f(b)-f(a) par la différence b-a.

2. Aube (3) selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'angle de squelette (α) au bord de fuite (12) de la portion centrale (10) à proximité de ladite première jonction (20, 21) est sensiblement égal à l'angle de squelette (α) de la première limite aval (17, 18) de la première portion d'extrémité (14, 15) à proximité de ladite première jonction (20, 21), l'angle de squelette (α) correspondant en section à l'angle formé entre la tangente (T) à la ligne de squelette correspondante au point considéré et ledit axe longitudinal (X).

3. Aube (3) selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'angle de squelette (α) au bord de fuite (12) à proximité de ladite première jonction (20, 21) est égal, à plus ou moins 5 degrés, à l'angle de squelette (α) de la première limite aval (17, 18) à proximité de ladite première jonction (20, 21).

4. Aube (3) selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'angle de squelette (α) au bord de fuite (12) sur un intervalle prédéterminé est égal, à plus ou moins cinq degrés, à l'angle de squelette (α) de la première limite aval (17, 18) sur l'intervalle prédéterminé, l'intervalle prédéterminé étant centré sur la première jonction (20, 21) et présentant une dimension verticale correspondant à 5% de la hauteur totale (H) de la pale (4), la hauteur de la pale (4) étant exprimée suivant ledit axe vertical d'empilement (E).

5. Aube (3) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la hauteur de la première portion d'extrémité (14, 15) représente 0,2 à 5 % de la hauteur totale (H) de la pale (4), la hauteur étant exprimée
5 suivant ledit axe vertical d'empilement (E).

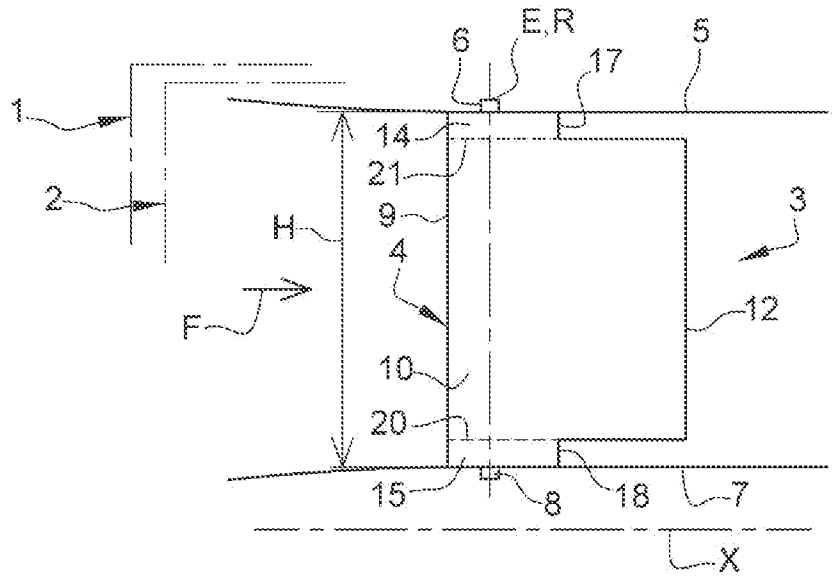
6. Aube (3) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite pale (4) comprend une seconde portion d'extrémité (14, 15) de sorte que la portion centrale (10) soit disposée verticalement entre la
10 première portion d'extrémité (14, 15) et la seconde portion d'extrémité (14, 15), ladite seconde portion d'extrémité (14, 15) présentant en section une troisième ligne de squelette (16, 28) délimitée transversalement par ledit bord d'attaque (9) et une seconde limite aval (17, 18), et une troisième
15 corde (19, 29) reliant ledit bord d'attaque (9) à ladite seconde limite aval (17, 18), la longueur totale (L3) de la troisième corde (19, 29) étant comprise entre 40 et 80% de la longueur totale (L1) de la première corde (13), ladite pale comprenant une seconde jonction (20, 21) entre ladite
portion centrale (10) et ladite seconde portion d'extrémité (14, 15), l'angle de squelette (α) au bord de fuite (12) de la portion centrale (10) à proximité
20 de ladite seconde jonction (20, 21) étant sensiblement égal à l'angle de squelette (α) de la seconde limite aval (17, 18) de la seconde portion d'extrémité (14, 15) à proximité de ladite seconde jonction (20, 21).

7. Aube (3) selon la revendication 6, caractérisée en ce que la hauteur
25 de la seconde portion d'extrémité (14, 15) représente 0,2 à 5% de la hauteur totale (H) de la pale (4).

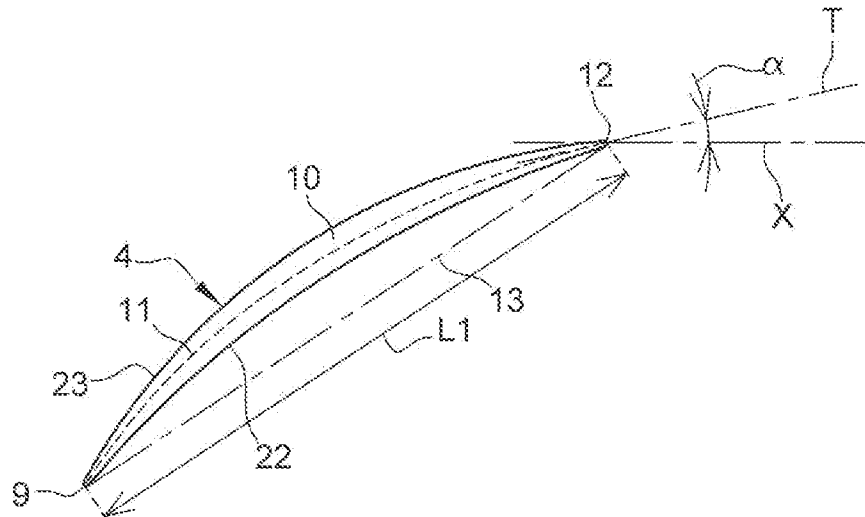
8. Compresseur (2) pour une turbomachine (1) d'aéronef comprenant une aube (3) selon l'une des revendications 1 à 7.

9. Turbomachine (1) d'aéronef comprenant un compresseur (2) selon la revendication 8 ou une aube (3) selon l'une des revendications 1 à 7.

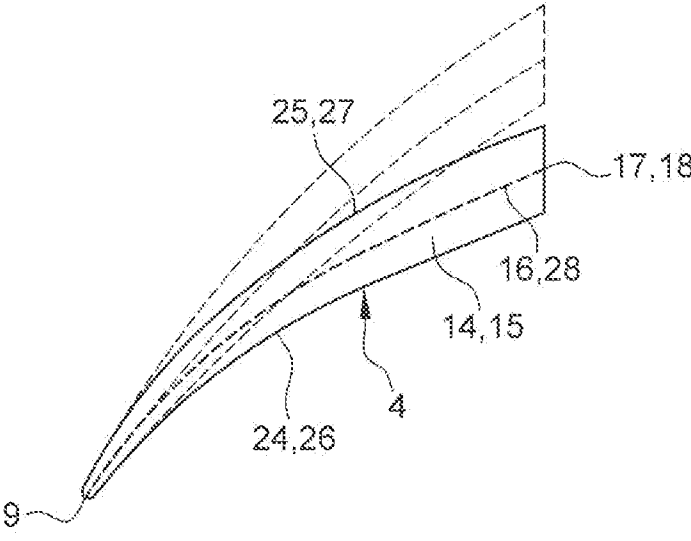
[Fig. 1]



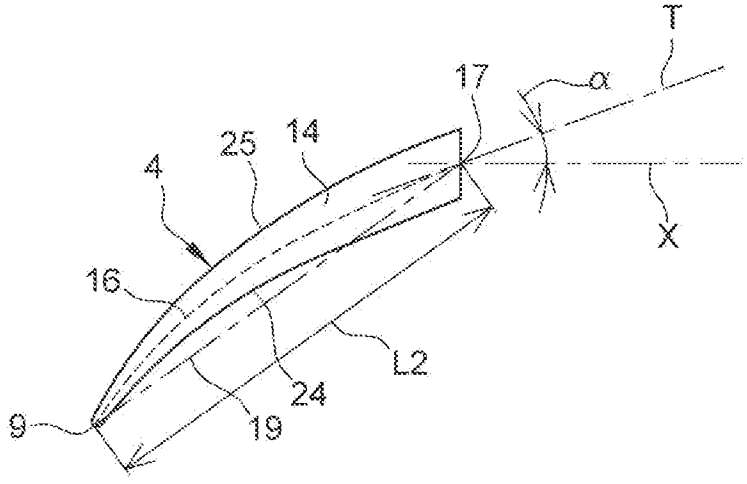
[Fig. 2]



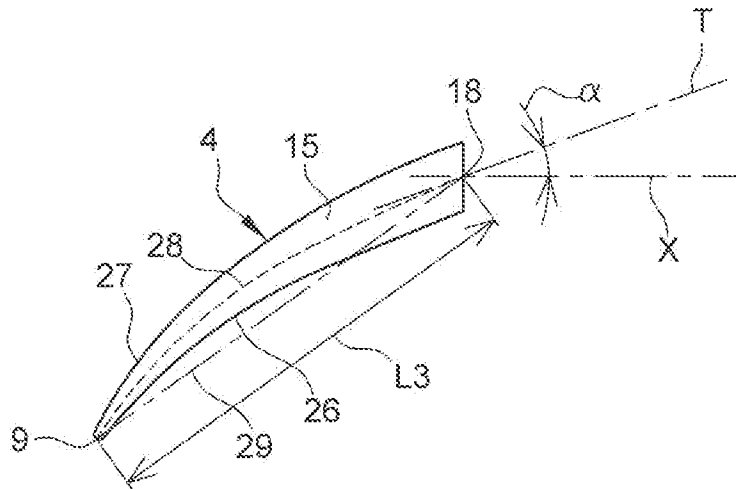
[Fig. 3]



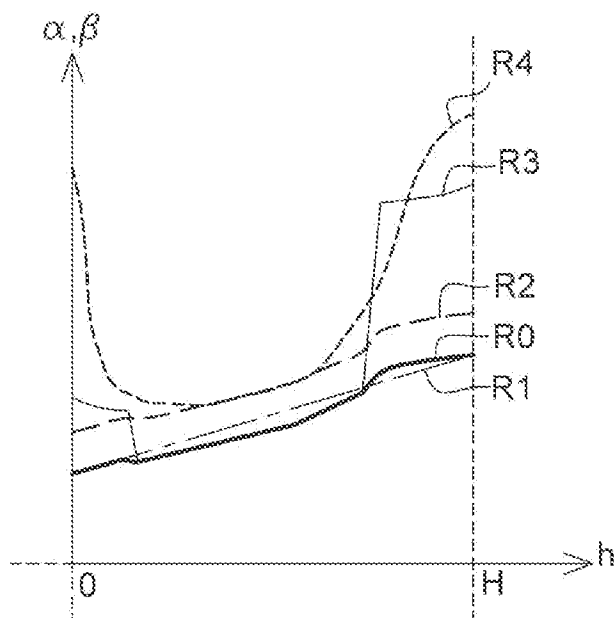
[Fig. 4]



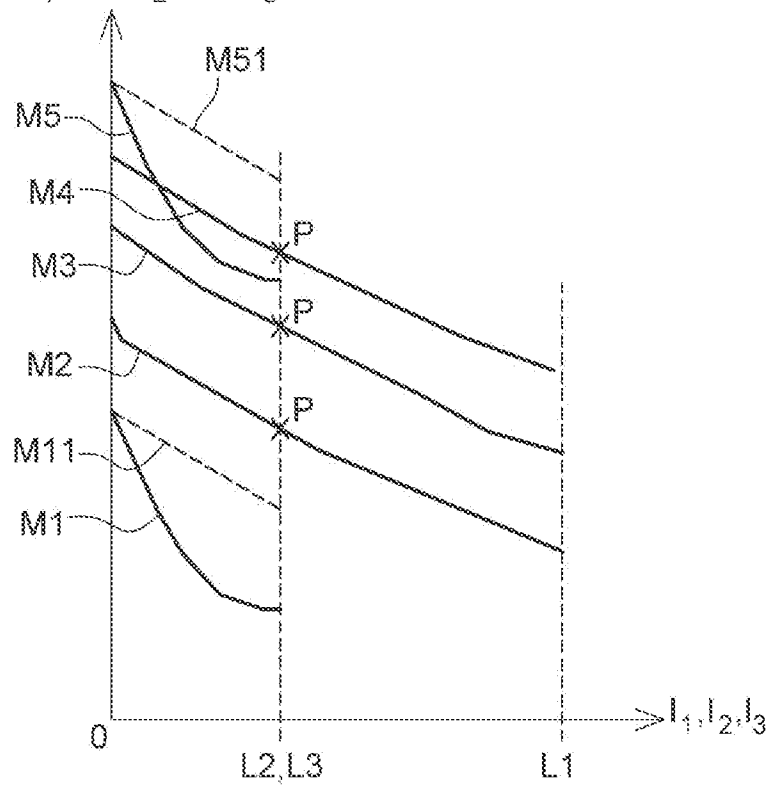
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]

 $G1'(I_1), G2'(I_2), G3'(I_3)$ 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2020/000082**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F01D 5/14**(2006.01)i; **F01D 17/16**(2006.01)i; **F04D 29/32**(2006.01)i; **F04D 29/56**(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; F04D

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.
Y	DE 102014203605 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 27 August 2015 (2015-08-27) the whole document	1-9
A	FR 3010464 A1 (SNECMA [FR]) 13 March 2015 (2015-03-13) figures 2,3A,4	1-9
A	EP 2103783 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 23 September 2009 (2009-09-23) figures 7-13	1-9
A	EP 2236773 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 06 October 2010 (2010-10-06) figures 1-4	1-9
Y	FR 3063102 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 24 August 2018 (2018-08-24) the whole document	1-9



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

27 May 2020

Date of mailing of the international search report

09 June 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

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

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

Authorized officer

Koch, Rafael

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2020/000082

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102014203605	A1	27 August 2015	DE	102014203605	A1	27 August 2015
				EP	2947270	A1	25 November 2015
				US	2015240648	A1	27 August 2015
FR	3010464	A1	13 March 2015	NONE			
EP	2103783	A2	23 September 2009	DE	102008014743	A1	24 September 2009
				EP	2103783	A2	23 September 2009
				US	2009238682	A1	24 September 2009
EP	2236773	A2	06 October 2010	CA	2694659	A1	11 September 2010
				EP	2236773	A2	06 October 2010
				US	2010232936	A1	16 September 2010
FR	3063102	A1	24 August 2018	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2020/000082

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. F01D5/14 F01D17/16 F04D29/32 F04D29/56
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 F04D

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
Y	DE 10 2014 203605 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 27 août 2015 (2015-08-27) le document en entier -----	1-9
A	FR 3 010 464 A1 (SNECMA [FR]) 13 mars 2015 (2015-03-13) figures 2,3A,4 -----	1-9
A	EP 2 103 783 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 23 septembre 2009 (2009-09-23) figures 7-13 -----	1-9
A	EP 2 236 773 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 6 octobre 2010 (2010-10-06) figures 1-4 -----	1-9
	----- -/--	



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

27 mai 2020

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

09/06/2020

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

Koch, Rafael

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/000082

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 3 063 102 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 24 août 2018 (2018-08-24) le document en entier -----	1-9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/000082

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102014203605 A1	27-08-2015	DE 102014203605 A1	27-08-2015
		EP 2947270 A1	25-11-2015
		US 2015240648 A1	27-08-2015

FR 3010464 A1	13-03-2015	AUCUN	

EP 2103783 A2	23-09-2009	DE 102008014743 A1	24-09-2009
		EP 2103783 A2	23-09-2009
		US 2009238682 A1	24-09-2009

EP 2236773 A2	06-10-2010	CA 2694659 A1	11-09-2010
		EP 2236773 A2	06-10-2010
		US 2010232936 A1	16-09-2010

FR 3063102 A1	24-08-2018	AUCUN	
