





---

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

**Publiée :**

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)* — *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

**AUBE DE TURBINE DE TURBOMACHINE, TURBINE ET TURBOMACHINE ASSOCIÉES****DESCRIPTION****DOMAINE TECHNIQUE**

5 L'invention concerne une aube de moteur d'aéronef de type turbomachine, tel que par exemple un turboréacteur à double flux ou un turbopropulseur à double flux.

**ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

10 Dans un tel moteur 1, l'air extérieur est admis dans une manche d'entrée 2 pour traverser une soufflante 3 comportant une série de pales rotatives avant de se scinder en un flux primaire central et un flux secondaire entourant le flux primaire.

Le flux primaire est ensuite compressé en traversant un premier et un second étage de compression 4 et 6, avant d'arriver dans une chambre de combustion 7, après quoi il se détend en traversant un ensemble de turbines 8 avant d'être évacué vers l'arrière en générant de la poussée. Le flux secondaire est quant à lui propulsé  
15 directement vers l'arrière par la soufflante pour générer une poussée complémentaire.

La détente dans les turbines 8, qui permet d'entraîner le compresseur 4, 6 et la soufflante 3, a lieu à température élevée du fait qu'elle se produit immédiatement après la combustion. Cette turbine 8 est ainsi conçue et dimensionnée pour fonctionner dans des conditions sévères de température, de pression et de débit de fluide.

20 Chaque turbine comporte une succession d'étages comportant chacun une série d'aubes portées par l'arbre moteur, les aubes soumises aux conditions les plus sévères étant celles des premiers étages de détente, appelés étages haute pression.

Les besoins accrus en performances conduisent à concevoir des moteurs fonctionnant dans des environnements de plus en plus sévères, ce qui implique  
25 d'accroître la tenue en température des aubes haute pression, et par là même de reconsidérer leur refroidissement.

Une telle aube qui apparaît sur la figure 2 en y étant repérée par 11 comporte un pied P partiellement représenté portant une pale 12 s'étendant selon une

direction d'envergure EV sensiblement radiale par rapport à son axe de rotation AX. La pale 12 s'étend depuis le pied P jusqu'à un sommet S correspondant à son extrémité libre, et elle comporte une paroi d'intrados 13 ainsi qu'une paroi d'extrados 14. On désigne généralement par squelette une surface théorique médiane entre la paroi d'intrados et la paroi d'extrados, le squelette étant repéré par SQ dans l'exemple de la figure 2.

L'intrados 13 et l'extrados 14 se rejoignent d'une part au niveau du bord d'attaque 16 de la pale qui correspond à sa région amont AM, et d'autre part au niveau de son bord de fuite effilé 17 qui correspond à sa région aval AV. L'amont et l'aval s'entendent par rapport au sens de circulation du fluide entourant la pale en service.

Dans la région du sommet S, la pale 11 comprend une paroi de fermeture 18, d'orientation sensiblement normale à la direction d'envergure EV, et qui s'étend de l'intrados jusqu'à l'extrados. La paroi d'intrados 13 se termine par un bord 19 qui dépasse de la paroi de fermeture 18, et de même, la paroi d'extrados 14 se termine par un bord 21 qui dépasse aussi de la paroi de fermeture 18, de manière à délimiter conjointement avec cette paroi de fermeture 18 une forme de baignoire.

Lorsque la pale est en service, c'est-à-dire lorsque le moteur fonctionne, le jeu mécanique fonctionnel radial séparant les bords terminaux d'intrados et d'extrados, du carter moteur induit un tourbillon en tête à l'extrados en raison de la différence de pression entre l'intrados et l'extrados. Ce phénomène donne lieu à un débit de fuite induisant des pertes aérodynamiques, ainsi qu'à un échauffement du sommet de l'aube.

Ce jeu mécanique fonctionnel assure que l'extrémité de l'aube ne vienne pas au contact du carter qui l'entoure, et sa valeur effective dépend du régime de fonctionnement du moteur qui conditionne les dilatations thermiques de la pale et du carter.

Le but de l'invention est de proposer une structure d'aube permettant de remédier à cet inconvénient.

**EXPOSÉ DE L'INVENTION**

L'invention concerne une aube de turbine de turbomachine telle qu'un turbo-réacteur, cette aube comprenant un pied portant une pale qui s'étend selon une direction d'envergure en se terminant par un sommet, cette pale comprenant une paroi d'intrados et une paroi d'extrados se terminant chacune par un bord terminal (27a, 27b, 27c, 28a, 28b, 28c) au niveau du sommet de pale, la pale comportant à son sommet une paroi de fermeture s'étendant de l'intrados à l'extrados, le bord terminal de l'intrados et le bord terminal de l'extrados dépassant de cette paroi pour que cette paroi délimite avec ces bords terminaux une forme en baignoire, caractérisée en ce que : la paroi d'intrados est incurvée de manière à s'écarter de la direction d'envergure dans la région du sommet de pale, cette région étant d'une part située entre le pied de pale et la baignoire et d'autre part contiguë à la baignoire.

Avec cet agencement d'incurvation du tronçon supérieur de pale qui est distant du pied et contigu à la baignoire, la distribution de pression en sommet de pale est modifiée de manière à limiter le débit d'air contournant le sommet de pale.

L'invention concerne également une aube ainsi définie, dans laquelle la paroi d'extrados est incurvée de manière à se rapprocher de la direction d'envergure dans la région du sommet de pale qui précède la baignoire.

L'invention concerne également une aube ainsi définie, dans laquelle le bord terminal de la paroi d'intrados est orienté parallèlement à la direction d'envergure.

L'invention concerne également une aube ainsi définie, dans laquelle le bord terminal de l'intrados est lui aussi incurvé pour s'écarter de la direction d'envergure.

L'invention concerne également une aube ainsi définie, dans laquelle le bord terminal de la paroi d'extrados est incurvé de manière à se rapprocher de la direction d'envergure.

L'invention concerne également une aube ainsi définie, dans laquelle le bord terminal de la paroi d'extrados est orienté parallèlement à la direction d'envergure.

L'invention concerne également une aube ainsi définie, dans laquelle le bord terminal de la paroi d'extrados est incurvé de manière à s'écarter de la direction d'envergure.

**BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

– La figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un turboréacteur connu ;

– la figure 2 est une vue en perspective d'une aube de turbine haute pression connue ;

– la figure 3 est une représentation schématique de l'écoulement de fluide entre le carter et le sommet d'une pale d'aube connue dans un plan de coupe perpendiculaire au squelette de la pale ;

– la figure 4 est une représentation schématique de l'écoulement de fluide entre le carter et le sommet d'une pale d'aube selon l'invention dans un plan de coupe perpendiculaire au squelette de la pale ;

– la figure 5 est une représentation schématique d'un premier mode de réalisation d'une pale d'aube selon l'invention vue selon un plan de coupe perpendiculaire à son squelette ;

– la figure 6 est une représentation de plusieurs galbes de courbure de l'intrados dans la région du sommet de la pale ;

– la figure 7 est une représentation du décalage de l'intrados et de l'extrados dans la région du sommet de la pale ;

– la figure 8 est une représentation schématique d'un deuxième mode de réalisation de la pale d'aube selon l'invention vue selon un plan de coupe perpendiculaire à son squelette ;

– la figure 9 est une représentation schématique d'un troisième mode de réalisation de la pale d'aube selon l'invention vue selon un plan de coupe perpendiculaire à son squelette.

**EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

La pale 22a selon l'invention qui est représentée schématiquement sur la figure 3 comporte une paroi d'intrados 23a et une paroi d'extrados 24a réunies au

niveau de son sommet S par une paroi de fermeture 26a d'orientation sensiblement perpendiculaire à sa direction d'envergure EV.

La paroi d'intrados se termine au niveau du sommet S par un bord terminal 27a, et la paroi d'extrados 24a se termine au niveau du sommet S par un autre bord terminal 28a. Ces bords 27a et 28a dépassent de la paroi de fermeture 26a pour délimiter conjointement avec cette paroi une baignoire 29a, au niveau de l'extrémité du sommet S de la pale.

Comme visible sur la figure 3, les deux bords 27a et 28a sont espacés du carter moteur 31 par une distance ou jeu mécanique fonctionnel qui est noté Jm. Ce jeu mécanique Jm assure que l'extrémité de pale ne vienne pas frotter contre le carter lorsque le moteur est en service.

Selon l'invention, la paroi d'intrados 23a est incurvée dans la région du sommet qui précède la baignoire 29 de manière à s'écarter de l'axe d'envergure EV de la pale, au lieu de rester à distance constante de cet axe.

Cette courbure permet de modifier la circulation du fluide entre le sommet S de la pale et le carter 31, en rapprochant les lignes de courant vers le carter, c'est-à-dire en les écartant de la paroi de fermeture. Dans ces conditions, le jeu visible Jv, c'est-à-dire la section effective qui est libre pour laisser passer du gaz entre le sommet S et le carter 29 est significativement inférieur au jeu mécanique Jm.

Plus concrètement, la courbure de la paroi d'intrados 13 en extrémité de pale permet de créer une couche limite d'écoulement fluide sous haute pression, repérée par 32, qui s'étend sensiblement à mi-distance entre les bords 27a, 28a et la face interne du carter 29. Le fluide ne peut circuler que dans l'espace réduit situé entre cette couche limite 32 et la face interne du carter 29. Entre cette couche limite 32 et la paroi de fermeture 26a, le fluide ne circule pas, ou très faiblement en formant principalement des tourbillons localisés.

Dans ces conditions, le débit de gaz qui circule entre l'extrémité de la pale selon l'invention et le carter est réduit, du fait que sa section effective de passage Jv, correspondant au jeu visible pour le fluide, est faible grâce à la courbure d'intrados qui écarte la couche limite 32 vers la paroi interne du carter.

Autrement dit, la courbure d'intrados dans la région du sommet de la pale rend plus difficile le contournement de ce sommet par le fluide, du fait que cette courbure tend à écarter la couche limite 32 du sommet d'aube.

A titre de comparaison, la figure 4 permet de visualiser schématiquement la position de la couche limite et du jeu visible dans le cas d'une pale connue du type de celle de la figure 2, c'est-à-dire dans laquelle l'intrados est droit au lieu d'être incurvé. Comme visible sur cette figure 4, l'intrados parallèle à la direction d'envergure donne lieu à une couche limite qui, contrairement au cas de l'invention, est très proche de la paroi de fermeture. Cette couche limite réduit donc à peine l'espace permettant la circulation de gaz entre le sommet de pale et la face interne du carter, induisant donc un débit de fuite important.

Selon l'invention, différentes configurations géométriques sont possibles pour la pale, comme illustré sur les différentes figures. Ainsi, dans l'exemple de la figure 3, la paroi d'intrados est incurvée depuis une région qui précède la baignoire 29 avec sa paroi de fermeture 29 le long de l'axe d'envergure, jusqu'au bord terminal 27a de cette paroi d'intrados qui s'étend dans la continuité du reste de la paroi d'intrados. La courbure est orientée pour que la paroi d'intrados s'écarte de l'axe d'envergure au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'extrémité du sommet S de pale.

Dans cet exemple de la figure 3, la paroi d'extrados 24a est elle aussi incurvée, pour être sensiblement équidistante de la paroi d'intrados : la paroi d'extrados 24a se rapproche de l'axe d'envergure au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'extrémité du sommet S de la pale. L'extrados 24a est lui aussi recourbé depuis une portion précédant la baignoire le long de l'axe d'envergure EV, jusqu'au bord terminal 28a qui s'étend dans le prolongement de la portion courbe de la paroi d'extrados 24a.

La forme de la courbure peut avantageusement être déterminée par la relation ci-dessous :

$$\Delta(R) = \Delta_{max} * \frac{(R - R_{min})^n}{(R_{max} - R_{min})^n}$$



Dans cette relation,  $R_{\max}$  désigne le rayon maximal de la pale, c'est-à-dire la distance séparant l'extrémité du sommet de pale de son axe de rotation AX,  $R_{\min}$  désigne le rayon de la pale au niveau où débute la courbure de l'intrados,  $R_b$  désigne le rayon de la pale au niveau de sa paroi de fermeture 26a.  $\Delta_{\max}$  désigne le décalage maximal souhaité au niveau de l'extrémité du sommet de la pale, et  $n$  désigne la puissance associée au lissage de décalage.

Avec cette relation, et comme illustré sur le graphe de la figure 7, le galbe de la courbure de la paroi est conditionné par la valeur de  $n$ , attendu que pour  $n=1$ , on obtient une portion incurvée qui est en fait rectiligne ou réglée, comme sur la figure 5. Cette portion incurvée prend une forme de plus en plus galbée lorsque  $n$  croît, attendu qu'à l'extrême, lorsque  $n$  tend vers l'infini, la portion incurvée devient une portion plane perpendiculaire à l'axe d'envergure.

Cette relation définissant le décalage des sections au niveau du sommet par rapport au squelette du bord de fuite de la pale mobile, permet de réduire les pertes dues au tourbillon de jeu.

Par ailleurs, pour une section donnée correspondant à un rayon  $R$ , le décalage  $\Delta(R)$  du profil de la paroi est réalisé perpendiculairement à la direction du squelette SQ de la pale au niveau de son bord de fuite, comme illustré schématiquement sur la figure 6.

Comme on l'aura compris, la forme de l'aube selon l'invention est définie à partir d'une aube présentant un intrados et un extrados s'étendant parallèlement à l'axe d'envergure. Les sections de cette aube sont ensuite décalées de la valeur de décalage  $\Delta(R)$ , selon une direction perpendiculaire à l'orientation du squelette dans la région du bord de fuite.

Dans le mode de réalisation correspondant aux figures 3 et 5, la paroi d'intrados 23a et la paroi d'extrados 24a sont toutes deux incurvées depuis une portion qui précède la baignoire 29 ou la paroi de fermeture 26a, jusqu'à leurs bords d'extrémités 27a, 28a. Les bords sont ainsi orientés pour s'étendre dans le prolongement respectivement de la paroi d'intrados et de la paroi d'extrados.

D'une manière générale, la portion incurvée des parois d'intrados et d'extrados s'étend sur une hauteur de pale pouvant être comprise entre cinq et trente pourcent de la hauteur totale de la pale, la courbure étant située dans la région du sommet de pale. Le reste de la paroi d'intrados ou d'extrados est au contraire droit, c'est-à-dire parallèle à l'axe EV.

Il est également possible de donner aux bords terminaux de l'intrados et de l'extrados des inclinaisons ou courbures différentes de celles qu'ont la paroi d'intrados et de la paroi d'intrados dans la région précédant la baignoire.

C'est le cas dans le second mode de réalisation de l'invention illustré en figure 8, dans lequel la pale 22b comporte une paroi d'intrados qui est incurvée pour s'écarter de l'axe d'envergure dans la région qui précède la baignoire délimitée par la paroi de fermeture 26b le long de l'axe EV. Mais dans ce second mode de réalisation, le bord terminal 27b de la paroi d'intrados 23b est droit, c'est-à-dire qu'il s'étend parallèlement à la direction d'envergure EV.

De la même manière, dans ce second mode de réalisation, la paroi d'extrados 24b est elle aussi incurvée sur une portion précédant la paroi de fermeture 26b en se rapprochant de l'axe EV, mais le bord 28b de cette paroi d'extrados 24b est quant à lui droit, c'est-à-dire parallèle à l'axe EV.

Il est encore possible, en variante, de prévoir que le bord 28b de l'extrados 24b ait une courbure inverse de la courbure de la paroi d'extrados dans la région précédant la baignoire. Dans ce cas, la paroi d'extrados 24b se rapproche de l'axe EV dans la région précédant la baignoire, et il s'écarte de cet axe EV au niveau de son bord terminal. Cet agencement permet entre autres d'élargir la baignoire afin de lui conférer une plus grande efficacité.

Dans le troisième mode de réalisation illustré en figure 9, et qui vise aussi à élargir la baignoire, la pale 22c comprend une paroi d'intrados 23c du même type que celle du premier mode de réalisation correspondant aux figures 3 et 5, c'est-à-dire incurvé pour s'écarter de l'axe EV, depuis une portion précédant la baignoire 29 jusqu'à son bord 27c qui est incurvé dans le même sens.

Mais dans ce troisième mode de réalisation, le bord d'extrados 24c est quant à lui droit y compris dans toute la portion précédant la baignoire, et son bord terminal 28c, qui contribue à délimiter la baignoire, est lui aussi incurvé pour s'écarter de l'axe EV, ce qui donne à la baignoire une forme évasée s'élargissant en direction de l'extrémité de la pale.

En variante, il est également possible de prévoir que la paroi d'extrados 24c soit incurvée pour s'écarter de l'axe d'envergure EV dans la portion précédant la baignoire en étant prolongée par son bord terminal qui s'écarte lui aussi de l'axe d'envergure. Cette variante donne au sommet de pale une forme évasée conférant à la baignoire une largeur supérieure à celle du second mode de réalisation.

Comme on le comprend, l'invention permet d'adapter différemment la direction du bord intrados et celle du bord extrados par rapport à la direction de référence qui est le galbe de la paroi correspondante sous la région de la baignoire.

D'une manière générale, l'invention permet de réduire les fuites en sommet de pale sans devoir ajouter de matière, donc de masse, à la pale, ce qui accroît le rendement de la turbine. La robustesse de la performance de la turbine durant la vie du moteur est elle aussi augmentée.

La flexibilité de conception apportée par l'invention se résume à une modification locale qui peut être appliquée lorsque les pales d'un moteur existant doivent être renouvelées.

L'invention permet non seulement la compensation aérodynamique et en outre ne s'oppose pas à des aménagements d'incurvation des parois d'aubes relative à un décalage de compensation mécanique. Avantageusement, la compensation aérodynamique selon l'invention est compatible avec des décalages de compensations mécaniques, ces décalages étant destinés à minimiser les contraintes dans l'aube lors de sa rotation.

## REVENDICATIONS

1. Aube de turbine de turbomachine telle qu'un turboréacteur, cette aube comprenant un pied portant une pale (22a, 22b, 22c) qui s'étend selon une direction d'envergure (EV) en se terminant par un sommet (S), cette pale (22a, 22b, 22c) comprenant une paroi d'intrados (23a, 23b, 23c) et une paroi d'extrados (24a, 24b, 24c) se terminant chacune par un bord terminal (27a, 27b, 27c, 28a, 28b, 28c) au niveau du sommet (S) de pale (22a, 22b, 22c), la pale (22a, 22b, 22c) comportant à son sommet (S) une paroi de fermeture (26a, 26b, 26c) s'étendant de l'intrados (23a, 23b, 23c) à l'extrados (24a, 24b, 24c), le bord terminal (27a, 27b, 27c) de l'intrados et le bord terminal de l'extrados (28a, 28b, 28c) dépassant de cette paroi pour que cette paroi délimite avec ces bords terminaux une forme en baignoire (29), caractérisée en ce que : la paroi d'intrados (23a, 23b, 23c) est incurvée de manière à s'écarter de la direction d'envergure (EV) dans la région du sommet (S) de pale, depuis une région située entre le pied de pale et la baignoire (29), la forme de la courbure de la paroi d'intrados (23a, 23b, 23c) étant déterminée par la relation :

$$\Delta(R) = \Delta_{max} * \frac{(R - R_{min})^n}{(R_{max} - R_{min})^n}$$

dans laquelle :

- $\Delta(R)$  désigne une valeur de décalage de la paroi d'intrados, pour une section située à un rayon R de l'axe de rotation (AX) de la pale ;
- $R_{max}$  désigne un rayon maximal de la pale depuis l'extrémité du sommet (S) de pale à l'axe de rotation (AX) ;
- $R_{min}$  désigne le rayon de la pale au niveau où débute la courbure de l'intrados ;
- $\Delta_{max}$  désigne le décalage maximal au niveau de l'extrémité du sommet de la pale ;
- n désigne une puissance de lissage.

2. Aube selon la revendication 1, dans laquelle le bord terminal (28a) de la paroi d'extrados (24a) est incurvé de manière à se rapprocher de la direction d'envergure (EV).

5 3. Aube selon la revendication 1, dans laquelle le bord terminal (27b) de la paroi d'intrados (23b) est orienté parallèlement à la direction d'envergure (EV).

10 4. Aube selon la revendication 1, dans laquelle la paroi d'extrados (24a, 24b, 24c) est incurvée de manière à se rapprocher de la direction d'envergure dans la région du sommet (S) de pale qui précède la baignoire (29).

15 5. Aube selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le bord terminal (27a, 27c) de l'intrados (23a, 23c) est lui aussi incurvé pour s'écarter de la direction d'envergure (EV).

6. Aube selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le bord terminal (28b) de la paroi d'extrados (24b) est orienté parallèlement à la direction d'envergure (EV).

20 7. Aube selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le bord terminal (28c) de la paroi d'extrados (24c) est incurvé de manière à s'écarter de la direction d'envergure (EV).

25 8. Turbine de turbomachine comprenant une aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

9. Turbomachine comprenant une turbine selon la revendication précédente.

1/4

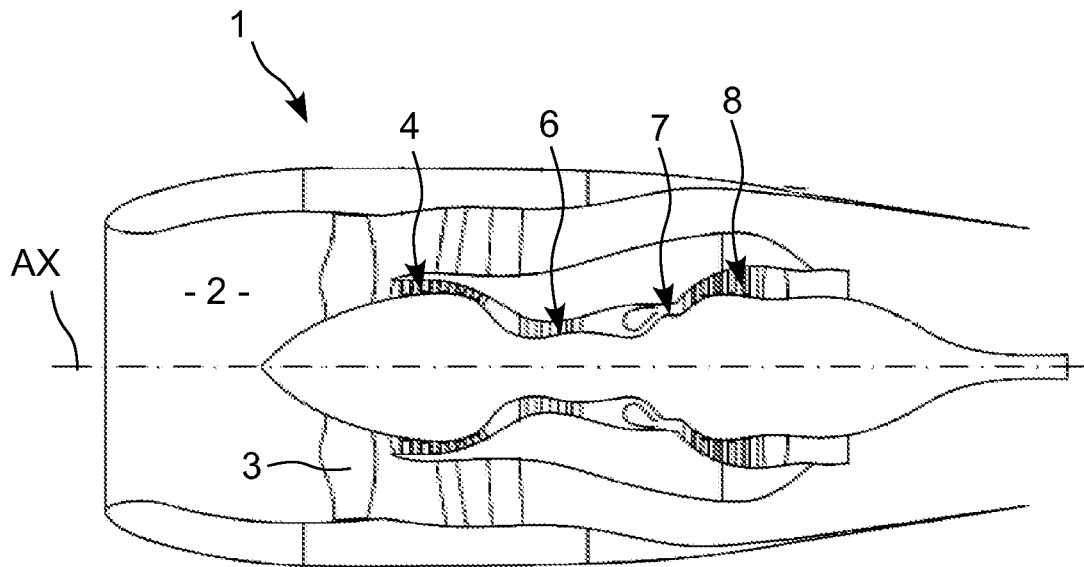


FIG. 1

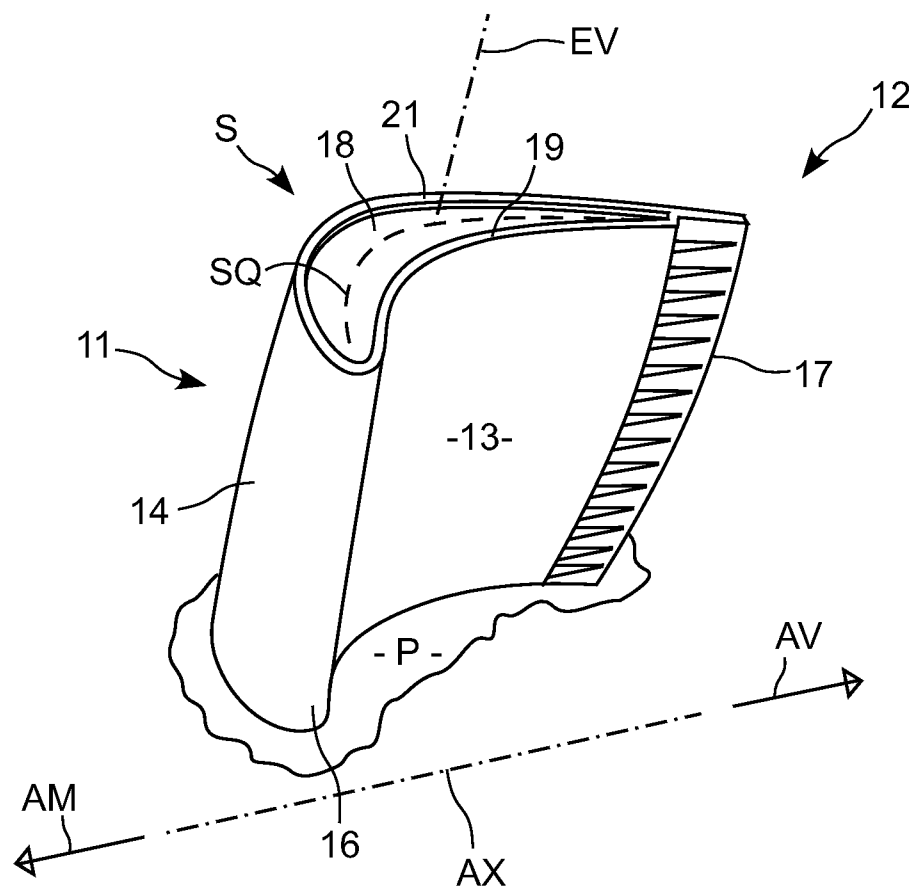


FIG. 2

2/4

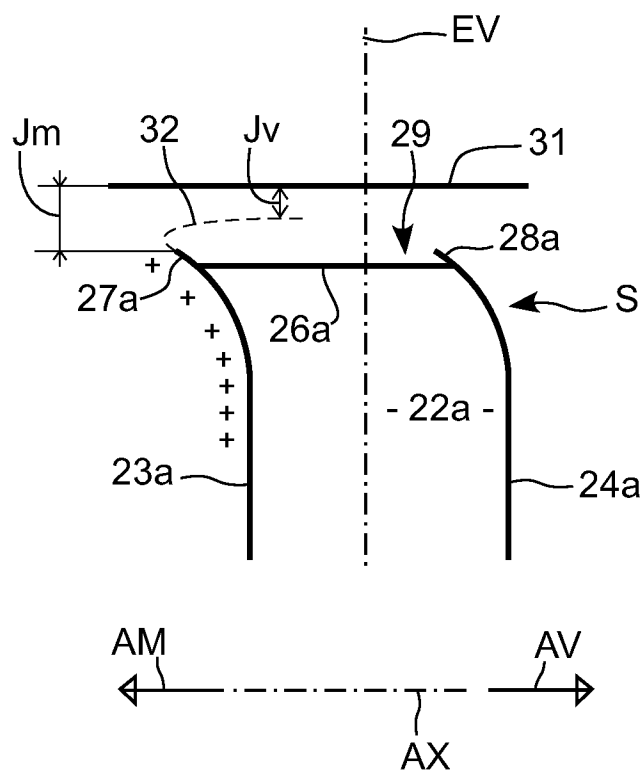


FIG. 3

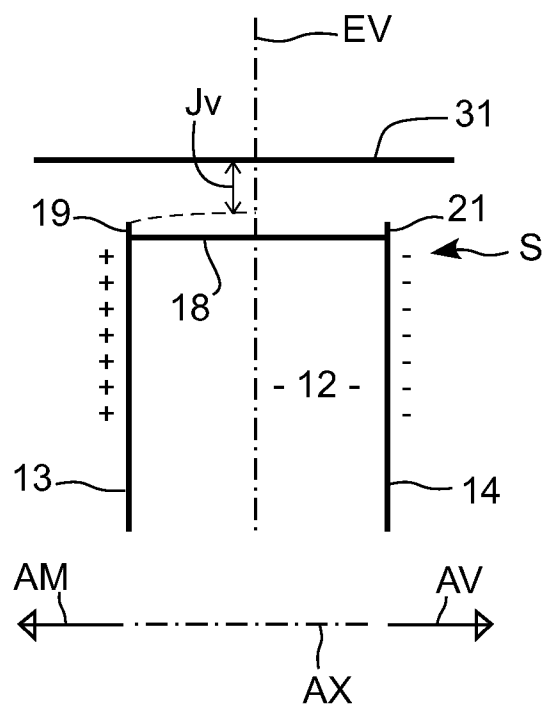


FIG. 4

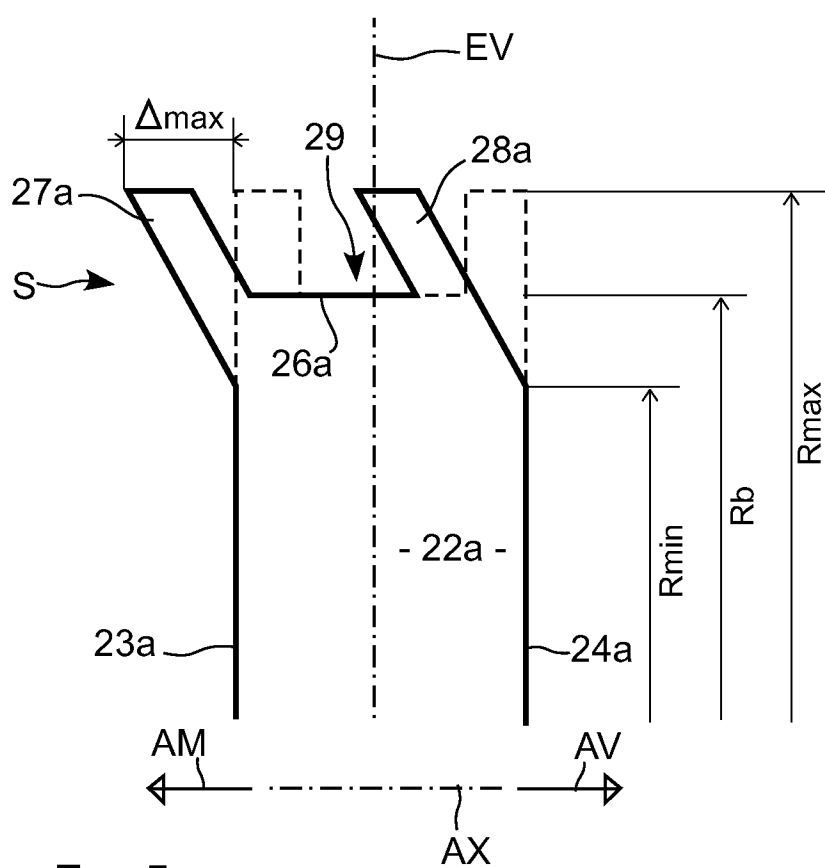


FIG. 5

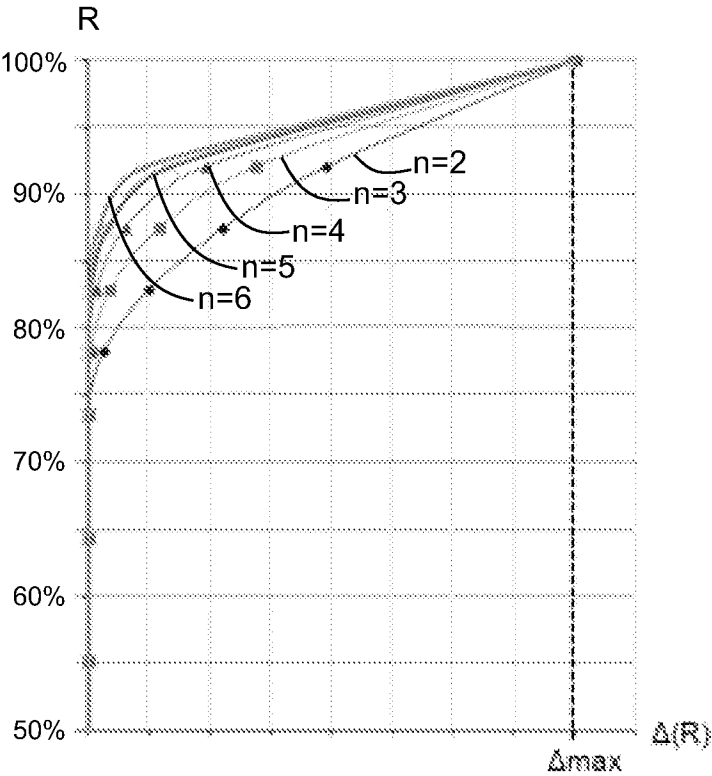


FIG. 6

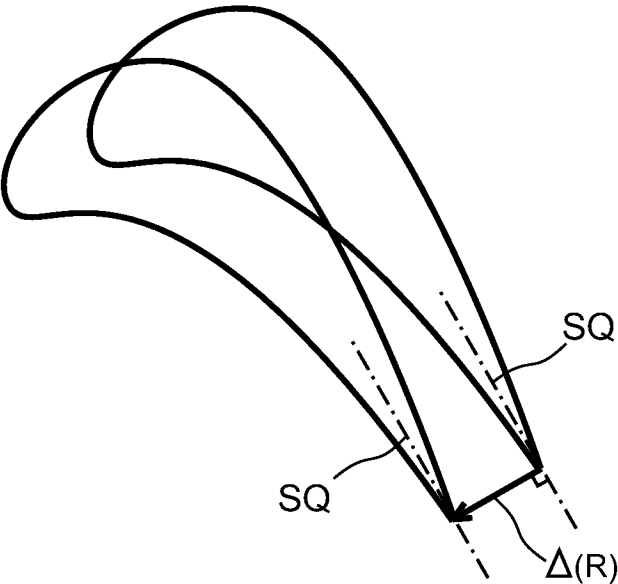


FIG. 7



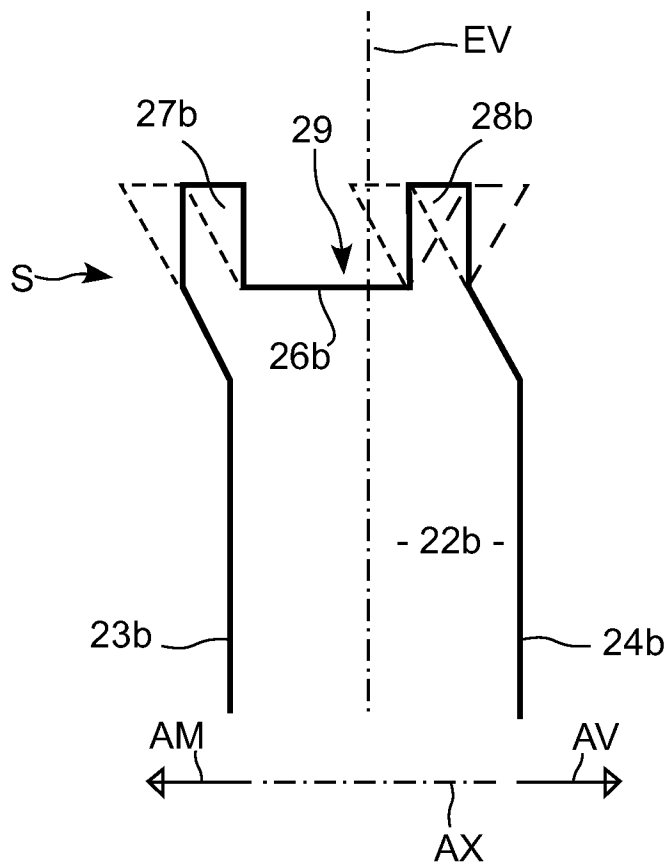


FIG. 8

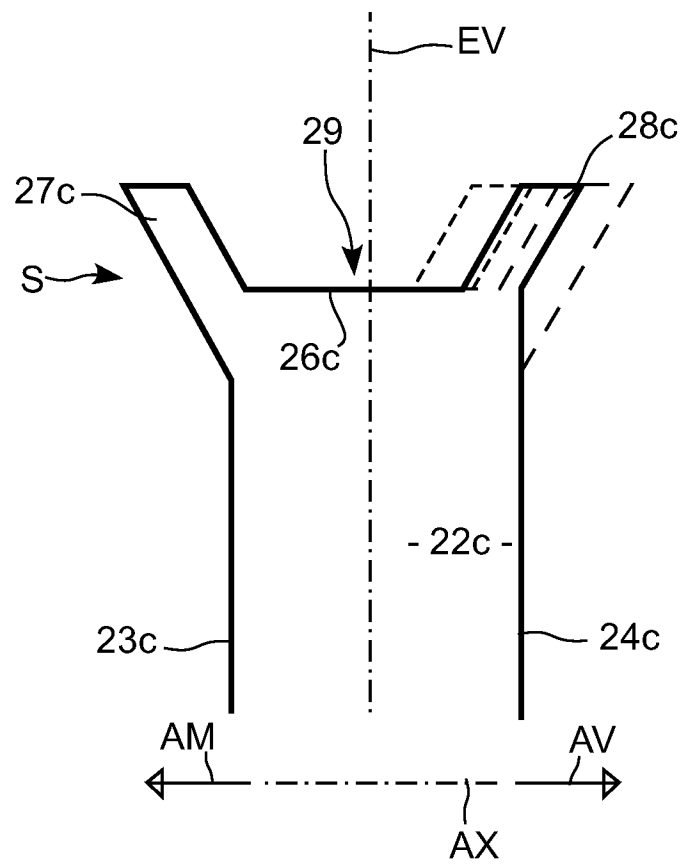


FIG. 9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/052945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. F01D5/20  
 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

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 2 851 511 A2 (HONEYWELL INT INC [US])<br>25 March 2015 (2015-03-25)<br>paragraph [0023]; figure 4 | 1-5,8,9               |
| X         | WO 2013/072610 A1 (SNECMA [FR])<br>23 May 2013 (2013-05-23)<br>figure 11                             | 1,2,4,5,<br>8,9       |
| X         | EP 1 541 806 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB])<br>15 June 2005 (2005-06-15)<br>figure 5                      | 1,3,6,8,<br>9         |
| Y         |                                                                                                      | 7                     |
| X         | EP 1 726 783 A1 (SNECMA [FR])<br>29 November 2006 (2006-11-29)<br>figure 11                          | 1,5,6,8,<br>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

1 February 2017

Date of mailing of the international search report

10/02/2017

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

Raspo, Fabrice

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/052945

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | US 2004/013515 A1 (CHERRY DAVID GLENN [US]<br>ET AL) 22 January 2004 (2004-01-22)<br>figures 4-6,9<br>-----                      | 1,2,4-6,<br>8,9       |
| X         | EP 1 911 934 A1 (SNECMA [FR])<br>16 April 2008 (2008-04-16)<br>figures 2-7,9-11<br>-----                                         | 1,2,4-6,<br>8,9       |
| Y         | EP 2 725 194 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND<br>[DE]; ROLLS ROYCE PLC [GB])<br>30 April 2014 (2014-04-30)<br>figures 4-6,14<br>----- | 7                     |
| A         |                                                                                                                                  | 1-6,8,9               |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/052945

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 2851511 A2                             | 25-03-2015          | EP 2851511 A2              | 25-03-2015          |
|                                           |                     | US 2015078916 A1           | 19-03-2015          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| WO 2013072610 A1                          | 23-05-2013          | CA 2854890 A1              | 23-05-2013          |
|                                           |                     | CN 103958834 A             | 30-07-2014          |
|                                           |                     | EP 2780551 A1              | 24-09-2014          |
|                                           |                     | FR 2982903 A1              | 24-05-2013          |
|                                           |                     | JP 2014533794 A            | 15-12-2014          |
|                                           |                     | RU 2014124709 A            | 27-12-2015          |
|                                           |                     | US 2014322028 A1           | 30-10-2014          |
|                                           |                     | WO 2013072610 A1           | 23-05-2013          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| EP 1541806 A2                             | 15-06-2005          | EP 1541806 A2              | 15-06-2005          |
|                                           |                     | GB 2409006 A               | 15-06-2005          |
|                                           |                     | US 2005220627 A1           | 06-10-2005          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| EP 1726783 A1                             | 29-11-2006          | CN 1861988 A               | 15-11-2006          |
|                                           |                     | EP 1726783 A1              | 29-11-2006          |
|                                           |                     | FR 2885645 A1              | 17-11-2006          |
|                                           |                     | US 2006257257 A1           | 16-11-2006          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 2004013515 A1                          | 22-01-2004          | EP 1529153 A1              | 11-05-2005          |
|                                           |                     | JP 4386891 B2              | 16-12-2009          |
|                                           |                     | JP 2006511757 A            | 06-04-2006          |
|                                           |                     | US 2004013515 A1           | 22-01-2004          |
|                                           |                     | WO 2005014978 A1           | 17-02-2005          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| EP 1911934 A1                             | 16-04-2008          | CA 2606072 A1              | 13-04-2008          |
|                                           |                     | EP 1911934 A1              | 16-04-2008          |
|                                           |                     | FR 2907157 A1              | 18-04-2008          |
|                                           |                     | JP 4889123 B2              | 07-03-2012          |
|                                           |                     | JP 2008095695 A            | 24-04-2008          |
|                                           |                     | US 2008175716 A1           | 24-07-2008          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| EP 2725194 A1                             | 30-04-2014          | EP 2725194 A1              | 30-04-2014          |
|                                           |                     | EP 2725195 A1              | 30-04-2014          |
|                                           |                     | US 2014119920 A1           | 01-05-2014          |
|                                           |                     | US 2014119942 A1           | 01-05-2014          |
| -----                                     |                     |                            |                     |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/052945

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
INV. F01D5/20  
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

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 2 851 511 A2 (HONEYWELL INT INC [US])<br>25 mars 2015 (2015-03-25)<br>alinéa [0023]; figure 4 | 1-5,8,9                       |
| X          | WO 2013/072610 A1 (SNECMA [FR])<br>23 mai 2013 (2013-05-23)<br>figure 11                         | 1,2,4,5,<br>8,9               |
| X          | EP 1 541 806 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB])<br>15 juin 2005 (2005-06-15)<br>figure 5                  | 1,3,6,8,<br>9                 |
| Y          |                                                                                                  | 7                             |
| X          | EP 1 726 783 A1 (SNECMA [FR])<br>29 novembre 2006 (2006-11-29)<br>figure 11                      | 1,5,6,8,<br>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

1 février 2017

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/02/2017

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

Raspo, Fabrice

## C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                   | no. des revendications visées |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| X          | US 2004/013515 A1 (CHERRY DAVID GLENN [US]<br>ET AL) 22 janvier 2004 (2004-01-22)<br>figures 4-6,9<br>-----                      | 1,2,4-6,<br>8,9               |
| X          | EP 1 911 934 A1 (SNECMA [FR])<br>16 avril 2008 (2008-04-16)<br>figures 2-7,9-11<br>-----                                         | 1,2,4-6,<br>8,9               |
| Y          | EP 2 725 194 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND<br>[DE]; ROLLS ROYCE PLC [GB])<br>30 avril 2014 (2014-04-30)<br>figures 4-6,14<br>----- | 7                             |
| A          |                                                                                                                                  | 1-6,8,9                       |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/052945

| 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 2851511                                      | A2 | 25-03-2015             | EP 2851511 A2                           | 25-03-2015             |
|                                                 |    |                        | US 2015078916 A1                        | 19-03-2015             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| WO 2013072610                                   | A1 | 23-05-2013             | CA 2854890 A1                           | 23-05-2013             |
|                                                 |    |                        | CN 103958834 A                          | 30-07-2014             |
|                                                 |    |                        | EP 2780551 A1                           | 24-09-2014             |
|                                                 |    |                        | FR 2982903 A1                           | 24-05-2013             |
|                                                 |    |                        | JP 2014533794 A                         | 15-12-2014             |
|                                                 |    |                        | RU 2014124709 A                         | 27-12-2015             |
|                                                 |    |                        | US 2014322028 A1                        | 30-10-2014             |
|                                                 |    |                        | WO 2013072610 A1                        | 23-05-2013             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| EP 1541806                                      | A2 | 15-06-2005             | EP 1541806 A2                           | 15-06-2005             |
|                                                 |    |                        | GB 2409006 A                            | 15-06-2005             |
|                                                 |    |                        | US 2005220627 A1                        | 06-10-2005             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| EP 1726783                                      | A1 | 29-11-2006             | CN 1861988 A                            | 15-11-2006             |
|                                                 |    |                        | EP 1726783 A1                           | 29-11-2006             |
|                                                 |    |                        | FR 2885645 A1                           | 17-11-2006             |
|                                                 |    |                        | US 2006257257 A1                        | 16-11-2006             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 2004013515                                   | A1 | 22-01-2004             | EP 1529153 A1                           | 11-05-2005             |
|                                                 |    |                        | JP 4386891 B2                           | 16-12-2009             |
|                                                 |    |                        | JP 2006511757 A                         | 06-04-2006             |
|                                                 |    |                        | US 2004013515 A1                        | 22-01-2004             |
|                                                 |    |                        | WO 2005014978 A1                        | 17-02-2005             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| EP 1911934                                      | A1 | 16-04-2008             | CA 2606072 A1                           | 13-04-2008             |
|                                                 |    |                        | EP 1911934 A1                           | 16-04-2008             |
|                                                 |    |                        | FR 2907157 A1                           | 18-04-2008             |
|                                                 |    |                        | JP 4889123 B2                           | 07-03-2012             |
|                                                 |    |                        | JP 2008095695 A                         | 24-04-2008             |
|                                                 |    |                        | US 2008175716 A1                        | 24-07-2008             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| EP 2725194                                      | A1 | 30-04-2014             | EP 2725194 A1                           | 30-04-2014             |
|                                                 |    |                        | EP 2725195 A1                           | 30-04-2014             |
|                                                 |    |                        | US 2014119920 A1                        | 01-05-2014             |
|                                                 |    |                        | US 2014119942 A1                        | 01-05-2014             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |