

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
21 décembre 2017 (21.12.2017)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/216480 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F01D 5/10 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2017/051530

(22) Date de dépôt international :

14 juin 2017 (14.06.2017)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1655622

16 juin 2016 (16.06.2016)

FR

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

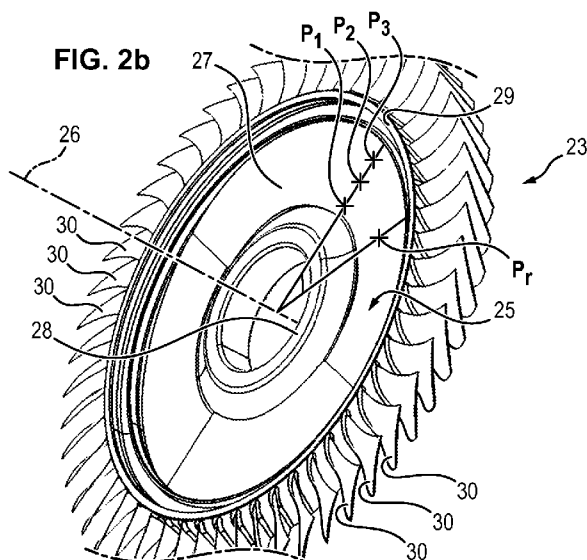
(72) Inventeur : **MONTES PARRA, Roger Felipe** ; c/o Safran
Aircraft Engines PI (AJI), Rond-point René Ravaud - Réau,
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).

(74) Mandataire : **REGIMBEAU** ; 20, rue de Chazelles, 75847
PARIS CEDEX 17 (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, 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,

(54) Title: DELIBERATLY MISTUNED BLADED WHEEL

(54) Titre : ROUE AUBAGÉE VOLONTAIREMENT DESACCORDEE



(57) Abstract: The invention relates to a bladed wheel (23) of a turbomachine (10), comprising a disk (25) that extends about a longitudinal axis (26) in a central plane (PM), and a plurality of blades (30) that are distributed at regular intervals about said longitudinal axis (26) and extend radially from the disk (25), the disk (25) being provided with a web (27) that is alternately curved upwards and downwards relative to the central plane (PM) such that the bladed wheel (23) is deliberately mistuned.

(57) Abrégé : L'invention concerne une roue aubagée (23) d'une turbomachine (10) comprenant un disque (25) s'étendant autour d'un axe longitudinal (26), suivant un plan médian (PM), et une pluralité d'aubes (30) réparties de manière régulières autour dudit axe longitudinal (26) et s'étendant radialement depuis le disque (25), le disque (25) comprenant une toile (27) ondulée alternativement vers

[Suite sur la page suivante]

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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))

ROUE AUBAGEE VOLONTAIREMENT DESACCORDEE

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

La présente invention concerne une roue aubagée volontairement
5 désaccordée d'une turbomachine.

ETAT DE L'ART

Une turbomachine comprend généralement, d'amont en aval, dans le sens
d'écoulement des gaz, une soufflante, un ou plusieurs étages de compresseurs,
10 par exemple un compresseur basse pression et un compresseur haute pression,
une chambre de combustion, un ou plusieurs étages de turbine, par exemple une
turbine haute pression et une turbine basse pression, et une tuyère
d'échappement des gaz.

Chaque étage de compresseur ou de turbine est formé par un aubage fixe
15 ou stator et un aubage tournant ou rotor autour de l'axe principal de la
turbomachine.

Chaque rotor comprend de manière classique un disque s'étendant autour
de l'axe principal de la turbomachine et comprenant une plateforme annulaire,
ainsi qu'une pluralité d'aubes réparties de manière régulière autour de l'axe
20 principal de la turbomachine et s'étendant radialement par rapport à cet axe
depuis une surface extérieure de la plateforme du disque. On parle aussi de
« roues aubagées ».

Les roues aubagées font l'objet de phénomènes vibratoires multiples dont
les origines peuvent être aérodynamiques et/ou mécaniques.

25 On s'intéresse tout particulièrement ici au flottement, qui est un phénomène
vibratoire d'origine aérodynamique. Le flottement est lié à la forte interaction entre
les aubes et le fluide qui les traverse. En effet, lorsque la turbomachine est en
fonctionnement, les aubes, en étant traversées par le fluide, modifient son
écoulement. En retour, la modification de l'écoulement du fluide qui traverse les
30 aubes a pour effet de les exciter en vibration. Or, lorsque les aubes sont excitées

au voisinage d'une de leur fréquence propre de vibration, ce couplage entre le fluide et les aubes peut devenir instable ; c'est le phénomène de flottement. Ce phénomène se traduit alors par des oscillations d'amplitude croissante des aubes pouvant mener à des fissures ou pire à la destruction de la roue aubagée.

5 Ce phénomène est donc très dangereux et il est primordial d'éviter que le couplage entre le fluide et les aubes devienne instable.

Afin de pallier ce problème, il est connu de « désaccorder volontairement » les roues aubagées. Le désaccordage volontaire d'une roue aubagée consiste à exploiter la symétrie cyclique de la roue aubagée, à savoir le fait que les roues
10 aubagées sont généralement composées d'une série de secteurs géométriquement identiques, et à créer une disparité fréquentielle entre toutes les aubes de ladite roue aubagée. Autrement dit, le désaccordage volontaire d'une roue aubagée consiste à introduire des variations entre les fréquences propres de vibration des aubes de ladite roue aubagée. Une telle disparité fréquentielle
15 permet de stabiliser la roue aubagée vis-à-vis du flottement en augmentant son amortissement aéro-élastique.

Le « désaccordage volontaire » s'oppose au « désaccordage involontaire » qui lui est le résultat de petites variations géométriques des roues aubagées ou à de petites variations des caractéristiques du matériau qui les constitue,
20 généralement dues aux tolérances de fabrication et de montage, pouvant conduire à de petites variations des fréquences propres de vibration d'une aube à une autre.

Plusieurs solutions ont déjà été apportées pour désaccorder volontairement une roue aubagée.

25 Le document FR 2 869 069 décrit par exemple un procédé pour introduire un désaccordage volontaire dans une roue aubagée d'une turbomachine déterminée de manière à réduire les niveaux vibratoires de la roue en réponse forcée, caractérisé par le fait qu'il consiste à déterminer, en fonction des conditions de fonctionnement de la roue à l'intérieur de la turbomachine, une valeur optimale
30 d'écart type de désaccordage par rapport à la réponse maximale en amplitude de

vibration voulue sur la roue, disposer sur ladite roue, au moins en partie, des aubes de fréquences propres différentes de telle sorte que la répartition des fréquences de l'ensemble des aubes présente un écart type au moins égal à la dite valeur de désaccordage. Ce document propose en outre plusieurs solutions technologiques pour modifier les fréquences propres de vibration d'une aube à l'autre, parmi lesquelles le fait d'utiliser des matériaux différents pour les aubes ou le fait s'agir sur leur géométrie, par exemple en utilisant des aubes de différentes longueurs.

Toutefois, ces solutions technologiques présentent l'inconvénient de modifier les performances aérodynamiques des aubes. Ces solutions technologiques ont donc un effet néfaste sur les performances de la turbomachine.

Un autre exemple est décrit dans le document US 2015/0198047. Ce document décrit une roue aubagée comprenant alternativement des aubes formées à partir d'un premier alliage de titane et des aubes formées à partir d'un deuxième alliage de titane, les premier et deuxième alliages de titane induisant des fréquences propres de vibration d'aube différentes.

Comme pour la solution proposée dans le document FR 2 869 069, cette solution présente l'inconvénient de perturber les performances aérodynamiques des aubes et donc de dégrader les performances de la turbomachine.

PRESENTATION DE L'INVENTION

La présente invention a notamment pour objectif de pallier les inconvénients des techniques de désaccordage volontaire de l'art antérieur.

Plus précisément, la présente invention a pour objet une roue aubagée d'une turbomachine comprenant un disque s'étendant autour d'un axe longitudinal, suivant un plan médian, et une pluralité d'aubes réparties de manière régulières autour dudit axe longitudinal et s'étendant radialement depuis le disque, le disque comprenant une toile ondulée alternativement vers l'amont et vers l'aval

du plan médian, de manière à introduire un désaccordage volontaire de la roue aubagée.

Préférentiellement, les ondulations de la toile du disque se succèdent le long d'une ligne s'étendant dans le plan médian et entourant l'axe longitudinal.

5 Préférentiellement, sur des demi-périodes définies entre deux points consécutifs de la toile disposés dans le plan médian et correspondant à une épaisseur médiane de la toile, les ondulations de la toile du disque sont définies à partir d'une courbe représentative d'une fonction polynomiale de degré 2.

10 Préférentiellement, les ondulations de la toile du disque sont de période constante.

Préférentiellement, le nombre de périodes réalisées par les ondulations de la toile du disque sur 360° autour de l'axe longitudinal est pair.

Préférentiellement, les ondulations de la toile du disque présentent une même amplitude maximale.

15 L'invention a également pour objet un compresseur, une turbine ou une soufflante de turbomachine comprenant une roue aubagée telle que précédemment décrite, ainsi qu'une turbomachine comprenant un tel compresseur, une telle turbine ou une telle soufflante.

20 **PRESENTATION DES FIGURES**

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et en regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatif et sur lesquels :

- 25 - la figure 1 est une vue schématique, en coupe longitudinale, d'une turbomachine à double flux ;
- les figures 2a à 2c sont respectivement une vue de face et des vues en perspective d'une roue aubagée selon un mode de réalisation de l'invention ;
- 30 - La figure 3 est une vue de profil d'une toile de la roue aubagée illustrée aux figures 2a à 2c ;

- La figure 4 est un graphique représentant des ondulations de la toile illustrée à la figure 3.

DESCRIPTION DETAILLEE

5 La figure 1 illustre une turbomachine à double flux 10. La turbomachine 10 s'étend selon un axe principal 11 et comprend une manche d'air 12 par laquelle un flux de gaz pénètre dans la turbomachine 10 et dans laquelle le flux de gaz traverse une soufflante 13. En aval de la soufflante 13, le flux de gaz se sépare en un flux de gaz primaire s'écoulant dans une veine primaire 14 et un flux de gaz
10 secondaire s'écoulant dans une veine secondaire 15.

 Dans la veine primaire 14, le flux primaire traverse, d'amont en aval, un compresseur basse pression 16, un compresseur haute pression 17, une chambre de combustion 18, une turbine haute pression 19, une turbine basse pression 20, et un carter d'échappement des gaz auquel est reliée une tuyère d'échappement
15 22. Dans la veine secondaire 15, le flux secondaire traverse un aubage fixe ou redresseur de soufflante 24, puis vient se mélanger au flux primaire au niveau de la tuyère d'échappement 22.

 Chaque compresseur 16, 17 de la turbomachine 10 comprend plusieurs étages, chaque étage étant formé par un aubage fixe ou stator et un aubage
20 tournant ou rotor 23 autour de l'axe principal 11 de la turbomachine 10. L'aubage tournant ou rotor 23 est aussi appelé « roue aubagée ».

 Les figures 2a à 2c montrent différentes vues d'une roue aubagée 23 selon un mode de réalisation de l'invention.

25 La roue aubagée 23 comprend un disque 25 agencé dans un plan médian PM et s'étendant autour d'un axe longitudinal 26 qui, lorsque la roue aubagée 23 est montée dans la turbomachine 10, est confondu avec l'axe principal 11 de ladite turbomachine 10.

 Le disque 25 comprend une toile 27 ménagée entre un moyeu 28
30 radialement interne par l'intermédiaire duquel la roue aubagée 23 est montée en

rotation autour de l'axe principal 11 de la turbomachine 10 et une plateforme annulaire 29 agencée à la périphérie externe du disque 25. La toile 27 présente une épaisseur sensiblement constante. On entend par « épaisseur » la dimension de la toile 27 disposée selon l'axe longitudinal 26. On entend par « sensiblement constante » que la toile 27 est d'épaisseur constante aux erreurs près, c'est-à-dire à 0.1mm près.

La roue aubagée 23 comprend en outre une pluralité d'aubes 30 réparties de manière régulière autour de l'axe longitudinal 26 et s'étendant radialement par rapport à cet axe 26 depuis la plateforme 29. Les aubes 30 peuvent être monoblocs avec le disque 25 ou être rapportées sur le disque 25 par des moyens bien connus de l'homme du métier.

La figure 3 montre une vue de profil de la toile 27 de la roue aubagée 23 illustrée aux figures 2a à 2c.

La toile 27 du disque 25 est ondulée alternativement vers l'amont et vers l'aval du plan médian MP. Autrement dit, la toile 27 présente alternativement un décalage par rapport au plan médian PM dans un sens puis dans l'autre suivant l'axe longitudinal 26.

D'une manière générale, les roues aubagées présentent une symétrie cyclique. Autrement dit, les roues aubagées sont composées d'une série de secteurs géométriquement identiques qui se répètent de manière circulaire. Cette symétrie cyclique a une incidence sur le comportement vibratoire des roues aubagées. En effet, les roues aubagées présentent parmi leurs déformées modales, des déformées modales tournantes qui sont la combinaison de deux ondes stationnaires de déformation.

Les ondulations de la toile 27 permettent de modifier la répartition circonférentielle de la raideur du disque 25 et ainsi de réaliser une séparation fréquentielle entre les deux ondes stationnaires de déformation d'une même déformée modale tournante de la roue aubagée 23, la séparation fréquentielle entre deux ondes stationnaires de déformation d'une même déformée modale

5 tournante de la roue aubagée 23 introduit une résistance à la propagation circulaire d'une instabilité vibratoire d'une aube 30 ou d'un paquet d'aubes 30 adjacentes. En conséquence, cette séparation fréquentielle permet de stabiliser la roue aubagée 23 vis-à-vis du flottement en augmentant son amortissement aéro-élastique. Par ailleurs, les ondulations de la toile 27 cassent la symétrie cyclique de la roue aubagée 23 ce qui a pour effet de limiter l'énergie des déformées modales tournantes et donc également de stabiliser la roue aubagée 23 vis-à-vis du flottement. Les ondulations de la toile 27 permettent donc d'introduire un désaccordage volontaire de la roue aubagée 23.

10 La présente invention tire donc avantage du fort couplage dynamique entre les aubes 30 et le disque 25 pour induire une disparité fréquentielle entre les aubes 30 en modifiant la géométrie du disque 25. La séparation fréquentielle sera d'autant plus grande que la déformée modale visée fait fortement participer le disque 25, notamment la toile 27.

15 Par ailleurs, en ne modifiant pas la géométrie ou le matériau des aubes 30, on évite d'impacter leurs performances aérodynamiques.

Les ondulations de la toile 27 du disque 25 se succèdent le long d'une ligne s'étendant dans le plan médian PM et entourant l'axe longitudinal 26. Autrement dit, les ondulations de la toile 27 se succèdent de manière circulaire autour de l'axe longitudinal 26. Les points de la toile 27 qui sont disposés à une même épaisseur de la toile 27 et qui sont disposés à un même angle θ , par rapport à l'axe longitudinal 26, d'un point de référence quelconque disposé à cette même épaisseur présentent le même décalage par rapport au plan médian PM suivant l'axe longitudinal 26. Cet angle θ représente la coordonnée tangentielle. Les ondulations de la toile 27 ne varient donc pas en fonction du rayon – de la coordonnée radiale – de la toile 27 auquel/à laquelle on se place.

A titre d'exemple, on a placé sur la figure 2b des points P_1 , P_2 et P_3 de même coordonnée tangentielle et un point de référence P_r choisi de manière arbitraire afin d'illustrer leur coordonnée tangentielle θ .

La figure 4 montre un graphique sur lequel sont représentées les ondulations O de la toile 27 de la roue aubagée 23. Le graphique représente respectivement en abscisse et en ordonnée les coordonnées tangentielles θ et longitudinales x des ondulations O de la toile 27, à une épaisseur médiane de la
5 toile 27 et à une coordonnée radiale fixe et quelconque. L'axe des abscisses du graphique correspond à une ligne s'étendant dans le plan médian PM et entourant l'axe longitudinal 26 à un rayon quelconque.

Les ondulations O de la toile 27 du disque 25 sont de préférence de période
10 T constante. Dans l'exemple illustré à la figure 4, la période T correspond à 180° . Ainsi, les ondulations O de la toile 27 du disque 25 ne perturbent qu'à minima l'équilibre statique et dynamique de la roue aubagée 23.

Le nombre de périodes T réalisées par les ondulations sur 360° autour de l'axe longitudinal 26 est de préférence pair. Dans l'exemple illustré à la figure 4, la
15 toile 27 ondule sur deux périodes T. Ainsi, les ondulations O de la toile 27 du disque 25 ne perturbent qu'à minima l'équilibre statique et dynamique de la roue aubagée 23. On comprendra que le nombre de périodes T ne se limite pas à deux périodes T, mais qu'il dépend de la taille de la roue aubagée 23 concernée et des limites relatives à la fabrication de la toile 27 ondulée.

20 Sur chacune des demi-périodes $T/2$ définies entre deux points de la toile 27 disposés dans le plan médian PM et correspondant à l'épaisseur médiane de la toile 27, les ondulations O sont définies à partir d'une courbe représentative d'une fonction polynomiale de degré 2. Pour cela, une courbe représentative d'une fonction polynomiale de degré 2 est par exemple interpolée, sur chacune des
25 demi-périodes $T/2$, à partir desdits deux points de la toile 27 disposés dans le plan médian PM et correspondant à l'épaisseur médiane et d'un autre point correspondant à l'amplitude maximale A et à l'épaisseur médiane de la toile 27. A titre d'exemple, on a placé sur la figure 4, pour la première demi-période $T/2$, des points P_4 , P_5 disposés dans le plan médian PM et un point P_6 correspondant à
30 l'amplitude maximale A. Cela a pour avantage de faciliter la fabrication de la toile

27 et donc de la roue aubagée 23, notamment lorsque la fabrication est réalisée au moyens de machines de fabrication assistée par ordinateur peu sophistiquées.

Les ondulations O de la toile 27 peuvent présenter une amplitude maximale différente. Dans ce cas, les ondulations des périodes T qui sont diamétralement opposées sont de même amplitude maximale, afin de minimiser l'impact desdites ondulations sur l'équilibre statique et dynamique de la roue aubagée 23. De préférence, cependant, les ondulations O présentent une même amplitude maximale A sur chaque demi-période T/2, comme cela est illustré à la figure 4. Cela permet de préserver l'équilibre statique et dynamique de la roue aubagée 23.

L'amplitude maximale A est par exemple inférieure ou égale à la moitié de l'épaisseur de la plateforme 29. On entend par « épaisseur » la dimension de la plateforme 29 disposée selon l'axe longitudinal 26.

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus sur les deux premières déformées modales pour deux roues aubagées 23 conformes à l'invention. La première des roues aubagées 23 présente des ondulations de période T égale à 180° et d'amplitude maximale A égale à 1.8mm. La deuxième des roues aubagées 23 présente des ondulations de période T égale à 180° et d'amplitude maximale A égale à 3.6mm.

Déformée modale	Onde stationnaire de déformation	Roue aubagée 1		Roue aubagée 2	
		Fréquence (Hz)	Désaccordage (%)	Fréquence (Hz)	Désaccordage (%)
1	1	460	0.3	395	0.7
	2	462		398	
2	1	546	1.0	487	0.9
	2	551		491	

Il ressort de ce tableau qu'avec les ondulations de la toile 27 du disque 25 des roues aubagées 23, la fréquence des deux ondes stationnaires de déformation pour chacune des première et deuxième déformées modales de ces roues aubagées 23 est différente. Les ondulations de la toile 27 du disque 25 permettent donc bien d'obtenir une séparation fréquentielle entre les deux ondes stationnaires de déformation des première et deuxième déformées modales des

roues aubagées 23 et donc d'introduire un désaccordage volontaire desdites roues aubagées 23.

Les tolérances de fabrication aboutissent généralement à des écarts de fréquence de l'ordre de 0.3% entre les deux ondes stationnaires de déformation des déformées modales des roues aubagées 23. Cela correspond à un désaccordage involontaire. Afin de couvrir le désaccordage involontaire, on cherche par exemple à obtenir un désaccordage volontaire qui est a minima deux fois au-dessus du désaccordage involontaire. Ainsi, pour la première roue aubagée 23, le désaccordage volontaire obtenu pour la première déformée modale qui est de 0.3% est trop juste et serait donc inacceptable si la première déformée modale était spécifiquement ciblée par le désaccordage volontaire. Au contraire, il permet d'obtenir une séparation fréquentielle de 1.0% pour la deuxième déformée modale ce qui est au-dessus du minimum requis. Le désaccordage volontaire de la première roue aubagée 23 est donc particulièrement approprié si c'est la deuxième déformée modale qui est ciblée par le désaccordage volontaire. On comprendra donc qu'il s'agit d'un compromis, qui dépend de la déformée modale qui est ciblée.

La présente invention est décrite ci-dessous en faisant référence à une roue aubagée 23 d'un compresseur 16, 17 de turbomachine 10. Toutefois, l'invention s'applique de la même façon à un rotor 32 d'une turbine 19, 20 ou à une soufflante 13, dans la mesure où ces roues aubagées peuvent être également confrontées à des phénomènes vibratoires gênants, tel que le flottement.

REVENDICATIONS

1. Roue aubagée (23) d'une turbomachine (10) comprenant un disque (25) s'étendant autour d'un axe longitudinal (26), suivant un plan médian (PM), et une
5 pluralité d'aubes (30) réparties de manière régulières autour dudit axe longitudinal (26) et s'étendant radialement depuis le disque (25),

la roue aubagée (23) étant caractérisée en ce que le disque (25) comprend une toile (27) ondulée alternativement vers l'amont et vers l'aval du plan médian (PM), de manière à introduire un désaccordage volontaire de la roue aubagée (23).

10

2. Roue aubagée (23) selon la revendication 1, dans laquelle les ondulations de la toile (27) du disque (25) se succèdent le long d'une ligne s'étendant dans le plan médian (PM) et entourant l'axe longitudinal (26).

15 3. Roue aubagée (23) selon la revendication 2, dans laquelle, sur des demi-périodes ($T/2$) définies entre deux points consécutifs de la toile (27) disposés dans le plan médian (PM) et correspondant à une épaisseur médiane de la toile (27), les ondulations de la toile (27) du disque (25) sont définies à partir d'une courbe représentative d'une fonction polynomiale de degré 2.

20

4. Roue aubagée (23) selon la revendication 2 ou la revendication 3, dans laquelle les ondulations de la toile (27) du disque (25) sont de période (T) constante.

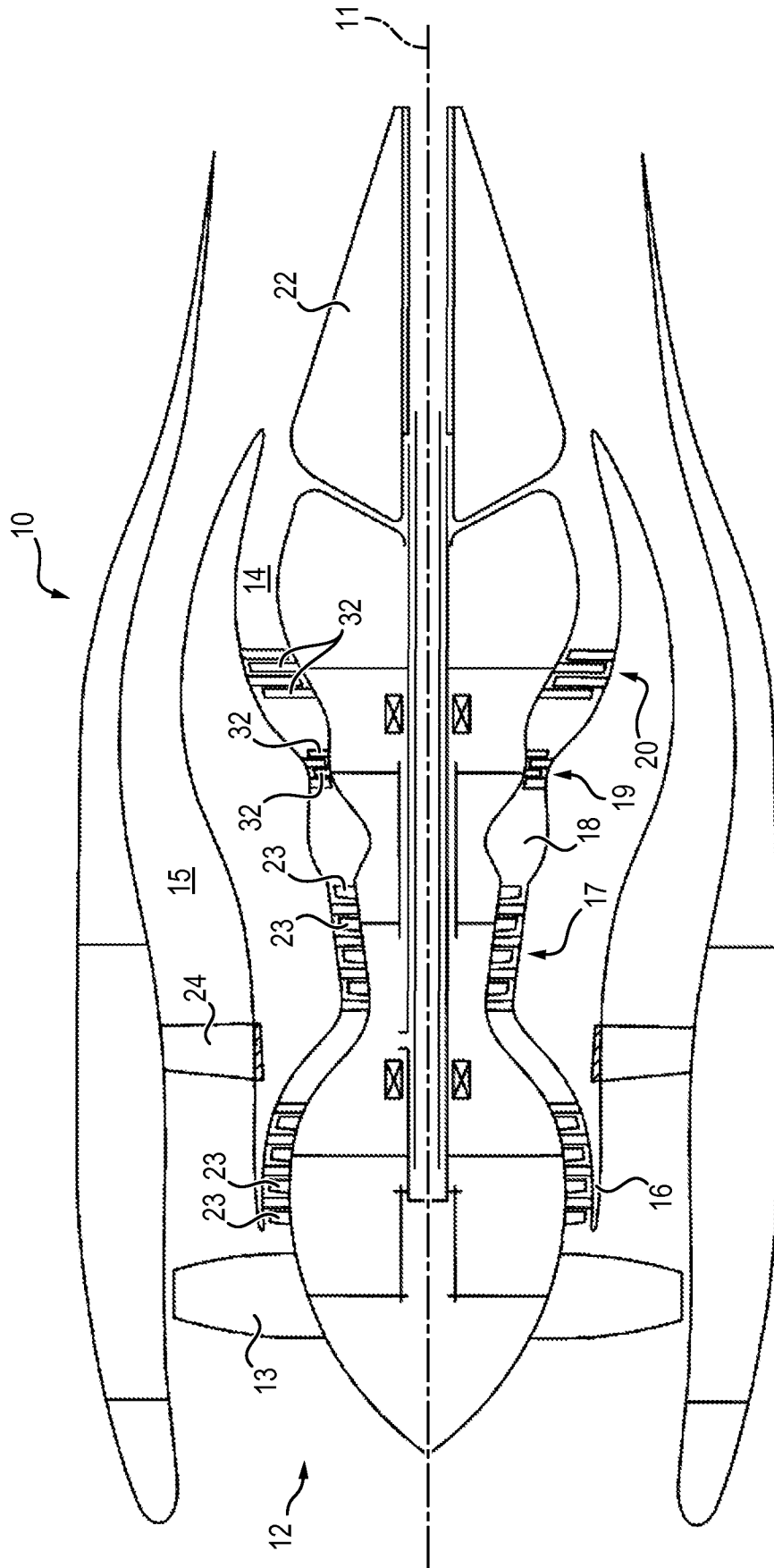
25 5. Roue aubagée (23) selon les revendications 2 ou 3 et la revendication 4, dans laquelle le nombre de périodes (T) réalisées par les ondulations de la toile (27) du disque (25) sur 360° autour de l'axe longitudinal (26) est pair.

6. Roue aubagée (23) selon les revendications 1 à 5, dans laquelle les ondulations de la toile (27) du disque (25) présentent une même amplitude maximale (A).

30

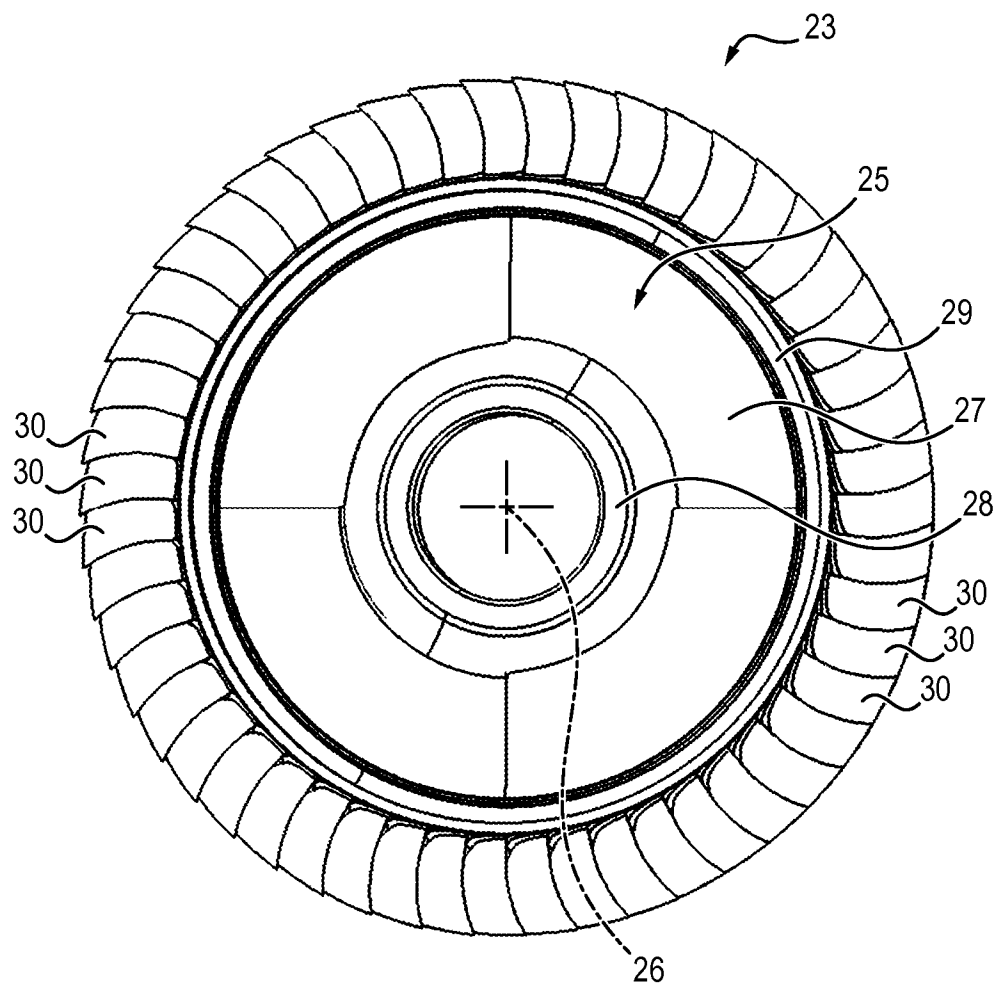
7. Compresseur (16, 17) de turbomachine (10) comprenant une roue aubagée (23) selon l'une des revendications 1 à 6.
8. Turbine (19, 20) de turbomachine (10) comprenant une roue aubagée (23)
5 selon l'une des revendications 1 à 6.
9. Soufflante (13) de turbomachine (10) comprenant une roue aubagée (23) selon l'une des revendications 1 à 6.
- 10 10. Turbomachine (10) comprenant un compresseur (16, 17) selon la revendication 7 ou une turbine (19, 20) selon la revendication 8 ou une soufflante (13) selon la revendication 9.

FIG. 1



2/5

FIG. 2a



3/5

FIG. 2b

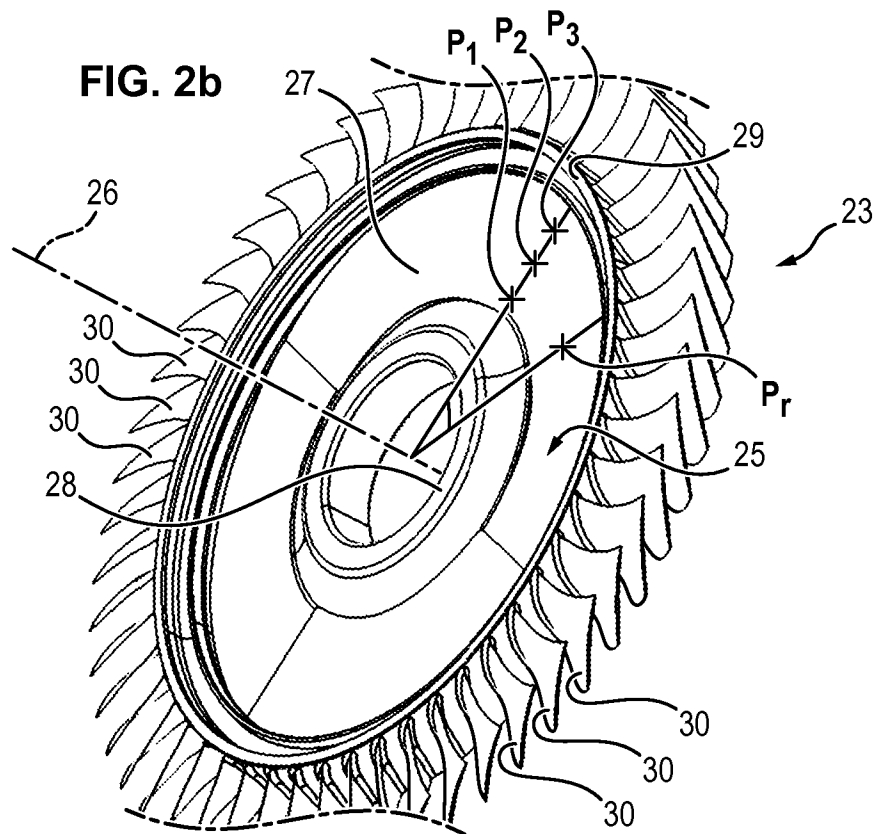


FIG. 2c

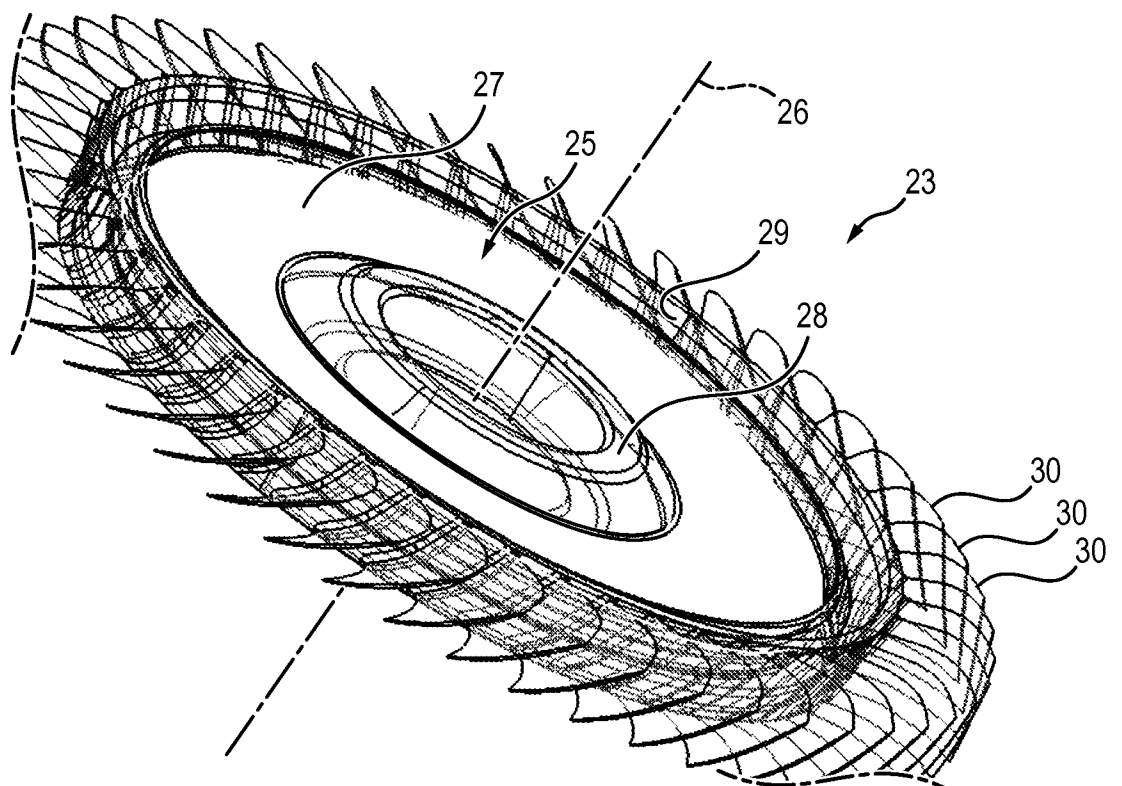


FIG. 3

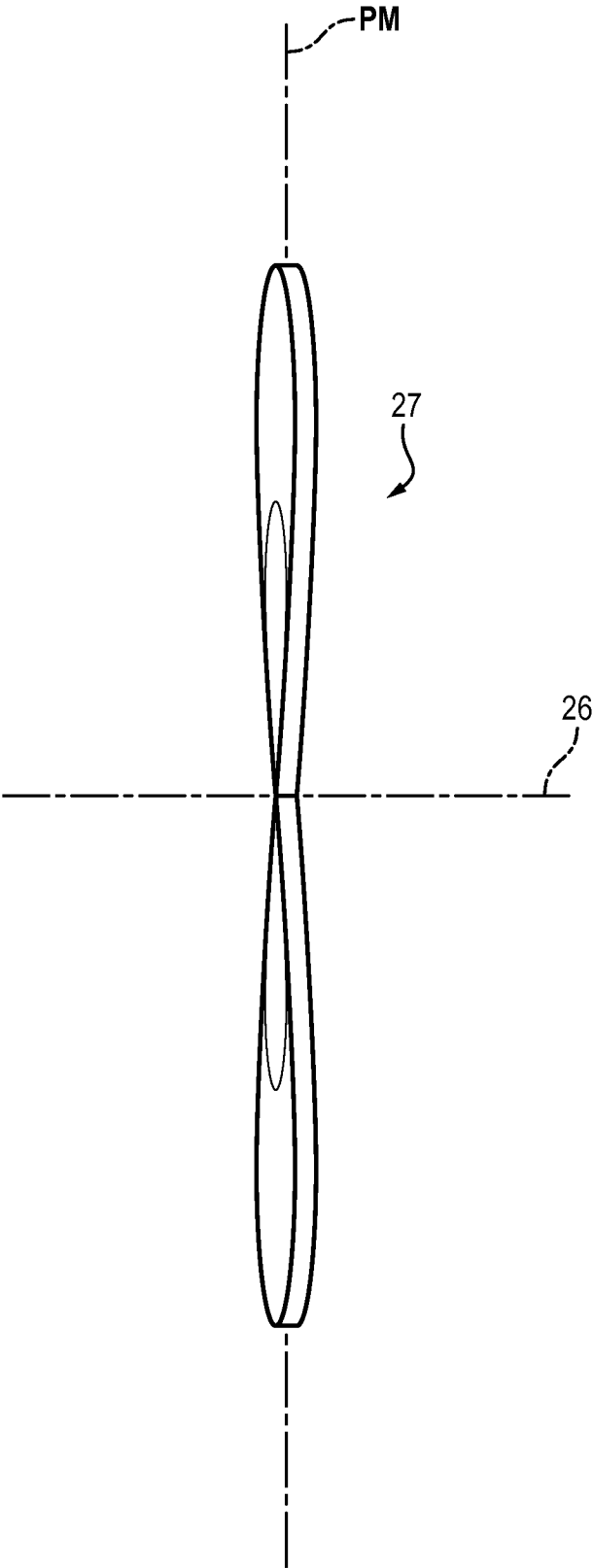
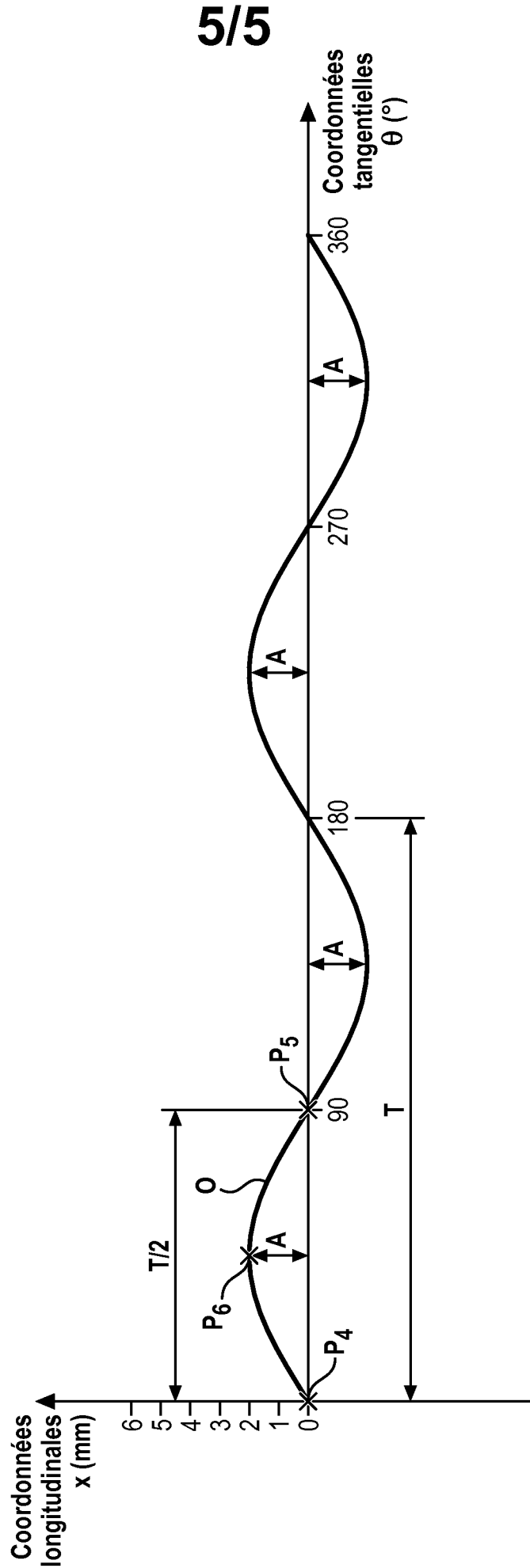


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/051530

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01D5/10
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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/041889 A1 (VOLVO AERO CORP [SE]; MAARTENSSON HANS [SE]) 10 April 2008 (2008-04-10) claims 1-7; figure 1 -----	1-10
A	US 2015/292337 A1 (GENTILE DAVID P [US] ET AL) 15 October 2015 (2015-10-15) claims 1,4; figure 4 -----	1-10
A	US 2010/080705 A1 (PRONOVOST CHRISTIAN [CA] ET AL) 1 April 2010 (2010-04-01) claim 1; figure 1 -----	1-10
A	FR 2 959 535 A1 (SNECMA [FR]) 4 November 2011 (2011-11-04) claim 1; figure 6 ----- -/-	1-10



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

25 September 2017

Date of mailing of the international search report

05/10/2017

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

Coquau, Stéphane

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/051530

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/074752 A1 (DENIS DAVID [CA] ET AL) 25 March 2010 (2010-03-25) paragraph [0015]; figure 4 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/051530

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008041889 A1	10-04-2008	EP 2074287 A1 US 2010021305 A1 WO 2008041889 A1	01-07-2009 28-01-2010 10-04-2008
US 2015292337 A1	15-10-2015	NONE	
US 2010080705 A1	01-04-2010	CA 2672837 A1 US 2010080705 A1 US 2013086805 A1	30-03-2010 01-04-2010 11-04-2013
FR 2959535 A1	04-11-2011	FR 2959535 A1 US 2011274540 A1	04-11-2011 10-11-2011
US 2010074752 A1	25-03-2010	CA 2663848 A1 US 2010074752 A1 US 2013071245 A1	24-03-2010 25-03-2010 21-03-2013

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F01D5/10
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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2008/041889 A1 (VOLVO AERO CORP [SE]; MAARTENSSON HANS [SE]) 10 avril 2008 (2008-04-10) revendications 1-7; figure 1 -----	1-10
A	US 2015/292337 A1 (GENTILE DAVID P [US] ET AL) 15 octobre 2015 (2015-10-15) revendications 1,4; figure 4 -----	1-10
A	US 2010/080705 A1 (PRONOVOST CHRISTIAN [CA] ET AL) 1 avril 2010 (2010-04-01) revendication 1; figure 1 -----	1-10
A	FR 2 959 535 A1 (SNECMA [FR]) 4 novembre 2011 (2011-11-04) revendication 1; figure 6 -----	1-10
	-/-	



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

25 septembre 2017

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/10/2017

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

Coquau, Stéphane

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2010/074752 A1 (DENIS DAVID [CA] ET AL) 25 mars 2010 (2010-03-25) alinéa [0015]; figure 4 -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/051530

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008041889 A1	10-04-2008	EP 2074287 A1 US 2010021305 A1 WO 2008041889 A1	01-07-2009 28-01-2010 10-04-2008
US 2015292337 A1	15-10-2015	AUCUN	
US 2010080705 A1	01-04-2010	CA 2672837 A1 US 2010080705 A1 US 2013086805 A1	30-03-2010 01-04-2010 11-04-2013
FR 2959535 A1	04-11-2011	FR 2959535 A1 US 2011274540 A1	04-11-2011 10-11-2011
US 2010074752 A1	25-03-2010	CA 2663848 A1 US 2010074752 A1 US 2013071245 A1	24-03-2010 25-03-2010 21-03-2013