



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2015/08/03

(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2016/02/11

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2022/04/12

(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2017/01/18

(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2015/052141

(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2016/020614

(30) Priorité/Priority: 2014/08/05 (FR1457610)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F01D 5/20* (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:

AUZILLON, PIERRE GUILLAUME, FR;
OLIVE, REMI PHILIPPE OSWALD, FR;
PIERRE, MARJOLAINE MARIE-ANNE, FR

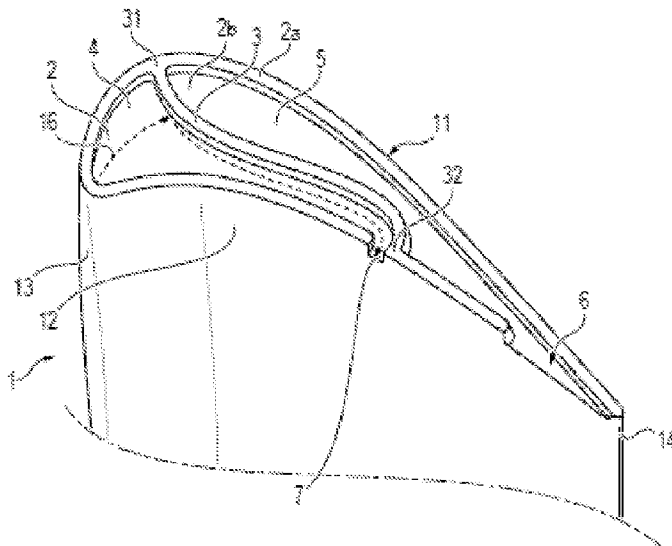
(73) Propriétaire/Owner:

SAFRAN AIRCRAFT ENGINES, FR

(74) Agent: LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) Titre : BAIGNOIRE DE SOMMET D'AUBES D'UNE TURBINE DE TURBOMACHINE

(54) Title: TURBOMACHINE TURBINE BLADE SQUEALER TIP



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne une aube (1) de turbine de turbomachine comportant un extrados (11), un intrados (12), un bord d'attaque (13) et un bord de fuite (14) et ainsi qu'une baignoire (2) à son sommet, ladite baignoire (2) comportant au moins une nervure (3) interne, caractérisé en ce que ladite nervure (3) s'étend d'un point d'accroche (31) du rebord (2a) de ladite baignoire (2) côté extrados (11) à un point d'accroche (32) du rebord (2a) de ladite baignoire (2) côté intrados (12) et comporte une portion de reprise de la charge des écoulements de fuite (16) qui s'étend à partir de l'extrados (11) et une portion formant un déflecteur qui prolonge la de reprise de charge avec une inflexion et guide les écoulements de fuite (16) vers l'intrados (12)..

(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
11 février 2016 (11.02.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/020614 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F01D 5/20 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/052141

(22) Date de dépôt international :
3 août 2015 (03.08.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1457610 5 août 2014 (05.08.2014) FR

(71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général
Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : AUZILLON, Pierre, Guillaume; c/o Snecma
PI (AJI), Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-
Cramayel Cedex (FR). OLIVE, Rémi, Philippe, Os-
wald; c/o Snecma PI (AJI), Rond-Point René Ravaud -
Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR). PIERRE,
Marjolaine, Marie-Anne; c/o Snecma PI (AJI), Rond-
Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Ce-
dex (FR).

(74) Mandataire : TEXIER, Christian; Regimbeau, 20, rue de
Chazelles, F-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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

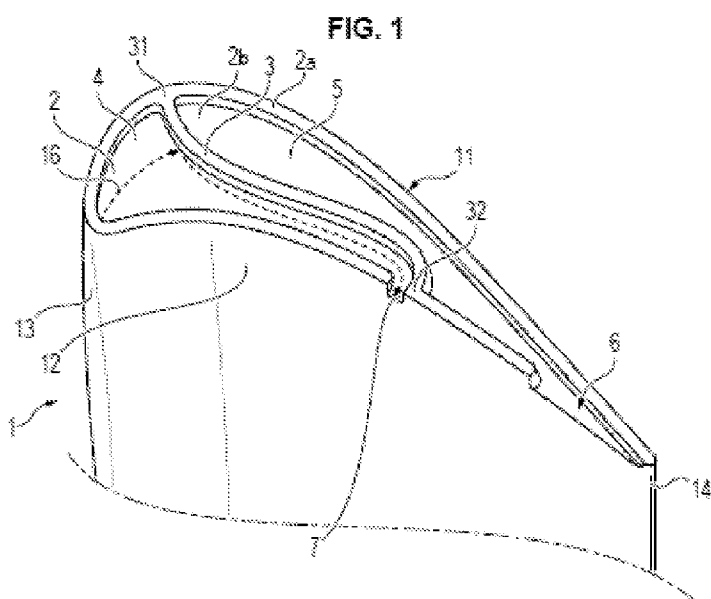
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,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

Publiée :

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

(54) Title : TURBOMACHINE TURBINE BLADE SQUEALER TIP

(54) Titre : BAIGNOIRE DE SOMMET D'AUBES D'UNE TURBINE DE TURBOMACHINE



(57) Abstract : The invention relates to a turbo-
machine turbine blade (1) comprising a suction
face (11), a pressure face (12), a leading edge
(13) and a trailing edge (14) as well as a squealer
(2) at the tip thereof, said squealer tip (2)
comprising at least one internal rib (3), character-
ized in that said rib (3) extends from a point of
attachment (31) of the rim (2a) of said squealer
(2) on the suction-face side (11) to a point of at-
tachment (32) of the rim (2a) of said squealer (2)
on the pressure-face side (12), and comprises a
portion for absorbing the load of leakage flows
(16) which extends from the suction face (11)
and a deflector-forming portion which extends
the load absorber portion with an inflection and
guides the leakage flows (16) toward the pres-
sure face (12).

(57) Abrégé : L'invention concerne une aube (1)
de turbine de turbomachine comportant un extra-
dos (11), un intrados (12), un bord d'attaque (13)
et un bord de fuite (14) et ainsi qu'une baignoire
(2) à son sommet, ladite baignoire (2) compor-
tant au moins une nervure (3) interne, caractérisé
en ce que ladite nervure (3) s'étend d'un point
d'accroche (31) du rebord (2a) de ladite bai-

gnoire

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/020614 A1



(2) côté extrados (11) à un point d'accroche (32) du rebord (2a) de ladite baignoire (2) côté intrados (12) et comporte une portion de reprise de la charge des écoulements de fuite (16) qui s'étend à partir de l'extrados (11) et une portion formant un déflecteur qui prolonge la de reprise de charge avec une inflexion et guide les écoulements de fuite (16) vers l'intrados (12)..

Baignoire de sommet d'aubes d'une turbine de turbomachine

La présente invention concerne les aubes de turbine de turbomachine.

- 5 Elle trouve notamment avantageusement application dans le cas de turbines haute pression en sortie de la chambre de combustion d'un turboréacteur.

DOMAINE TECHNIQUE GÉNÉRAL ET ETAT DE LA TECHNIQUE

On prévoit classiquement entre les aubes d'une turbine de
10 turbomachine et la face interne de l'anneau dans lequel ledit rotor tourne, un jeu en sommet d'aube qui permet la rotation dudit rotor. Du fait du mouvement du rotor et de la différence de pression entre l'intrados et l'extrados des aubes, des écoulements de fuite se créent au niveau du jeu entre le sommet de chacune des aubes et la face
15 interne de l'anneau. Ces écoulements, et les tourbillons qu'ils créent au niveau de l'extrados, sont la source de nombreux problèmes aérodynamiques et aérothermiques qui affectent directement les performances de la turbomachine.

Le jeu entre le sommet des aubes et la surface interne de l'anneau
20 est généralement ajusté afin de réduire ces écoulements. Néanmoins, la réduction de ce jeu augmente le risque de contacts entre les aubes et la surface interne de l'anneau et limite fortement la durée de vie des aubes ; en outre, elle entraîne également une augmentation de la température du sommet des aubes, ce qui a aussi un impact sur la
25 durée de vie des aubes.

Pour pallier cet inconvénient, il est classiquement connu de prévoir des baignoires au sommet des aubages, ce qui permet de limiter la surface de contact entre l'aube et l'anneau. Ces baignoires sont généralement définies par un rebord qui délimite un contour fermé et
30 qui s'étend à cet effet, au niveau du sommet de l'aube, le long de l'extrados et de l'intrados, du bord d'attaque au bord de fuite.

Des configurations de baignoires destinées à permettre d'optimiser les performances aérodynamiques et aérothermiques des aubes ont notamment été proposées. Les demandes de brevet EP1748153 et WO2009/115728 de la demanderesse qui proposent par exemple des configurations de baignoires comportant plusieurs cavités ou intégrant des déflecteurs pour guider les écoulements de fuite au niveau du sommet de l'aube sont notamment connues.

Les solutions connues dans l'art antérieur à ce jour s'avèrent toutefois insuffisantes au vu notamment des performances demandées aux turboréacteurs de nouvelle génération.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'INVENTION

Un but général de l'invention est d'augmenter les performances aérodynamiques /aérothermiques d'aubes de turbines.

Notamment, l'invention propose une structure de baignoire en sommet des aubes qui permet une augmentation du rendement de la turbine.

On notera ici que dans le cas de turboréacteurs, une augmentation de rendement des turbines est directement répercutée sur le rendement et la consommation spécifique du turboréacteur lui-même. C'est la raison pour laquelle la solution proposée trouve avantageusement application dans le cas d'aubes de turbine haute pression de turboréacteur.

En particulier, selon un aspect, l'invention consiste en une aube de turbine de turbomachine comportant un extradoss, un intrados, un bord d'attaque et un bord de fuite et ainsi qu'une baignoire à son sommet, ladite baignoire comportant au moins une nervure interne, caractérisée en ce que ladite nervure s'étend depuis un point d'accroche du rebord de ladite baignoire côté extradoss à un point d'accroche du rebord de ladite baignoire côté intrados et comporte une portion de reprise de la charge des écoulements de fuite qui s'étend à partir de l'extrados et

une portion formant un déflecteur qui prolonge la portion de reprise de charge avec une inflexion et guide les écoulements de fuite vers l'intrados.

Selon un autre aspect, une zone de la portion de reprise d'effort de la nervure qui est directement en regard du bord d'attaque est parallèle à la tangente au bord d'attaque.

Selon un aspect supplémentaire, l'angle que fait la nervure par rapport à la normale à l'extrados au niveau du point d'accroche est compris entre -20° et $+20^{\circ}$, préférentiellement entre -18° et 3° .

Selon un aspect additionnel, l'abscisse curviligne du point d'accroche le long du rebord de la baignoire côté extrados est comprise entre 10% et 26%, préférentiellement entre 13% et 21%.

Selon un autre aspect, l'abscisse curviligne du point d'accroche le long du rebord de la baignoire côté intrados est comprise entre 18% et 66%, préférentiellement entre 26% et 49%.

Selon un aspect supplémentaire, l'angle que fait la nervure par rapport à la normale à l'intrados au niveau du point d'accroche est compris entre 0° et 50° , préférentiellement entre 19° et 43° .

Selon un aspect additionnel, l'abscisse curviligne du point où la nervure coupe la ligne de squelette de l'aube est comprise 13% et 43%, préférentiellement entre 21% et 35%.

Selon un autre aspect, l'écart entre la ligne de squelette et le point d'inflexion de la nervure est compris entre -0,8mm et 1,2mm, préférentiellement entre -0,5mm et 1,2mm.

25

30

DESCRIPTIF 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

5 non limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue en perspective d'un sommet d'une aube d'une roue mobile sur lequel a été réalisée une baignoire selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- 10 • la figure 2 représente la même vue du premier mode de réalisation de l'invention que dans la figure 1, cette figure mettant en valeur les différentes portions de la rainure ;
- la figure 3 représente la même vue du premier mode de réalisation de l'invention que dans les figures 1 et, cette figure permettant de mettre en valeur la direction de la nervure au
15 niveau de l'intrados et de l'extrados ;
- la figure 4 représente la même vue du premier mode de réalisation de l'invention que dans les figures 1 à 3, cette figure permettant de mettre en valeur la position du point de liaison entre la nervure et l'extrados ;
- 20 • la figure 5 représente la même vue du premier mode de réalisation de l'invention que dans les figures 1 à 4, cette figure permettant de mettre en valeur la position du point de liaison entre la nervure et l'intrados ;
- la figure 6 représente une vue de haut de l'aube selon du
25 premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 7 représente la même vue que dans la figure 6, cette figure permettant de mettre en valeur l'écart entre le point d'inflexion de la nervure et la ligne de squelette de l'aube ;
- la figure 8 représente la même vue que dans les figures 6 et 7,
30 cette figure permettant de mettre en valeur la direction de la nervure à son point d'inflexion ;

DESCRIPTION D'UN OU PLUSIEURS MODES DE REALISATION **DETAILLES**

On a représenté sur les figures 1 et suivantes, une aube 1 de turbine haute pression de turboréacteur. Dans le turboréacteur, la turbine comprend un disque sur lequel est montée circonférentiellement une pluralité d'aubes 1. Ce disque et les aubes sont placés à l'intérieur d'un anneau situé en aval d'une chambre de combustion. Les aubes de la turbine et l'anneau sont dimensionnés pour que le jeu entre l'anneau et les aubes soit limité.

Une telle aube 1 a un profil aérodynamique et présente un extradoss convexe 11 et un intrados concave 12 qui s'étendent l'un et l'autre entre d'une part un bord amont arrondi qui forme un bord d'attaque 13 et d'autre part un bord de fuite 14.

A son sommet, destiné à être en regard de la face interne de l'anneau, l'aube 1 présente une baignoire 2 définie par un rebord 2a qui borde le fond 2b de ladite baignoire en s'étendant le long de l'extrados 11 et de l'intrados 12, du bord d'attaque 13 au bord de fuite 14.

L'intérieur de ladite baignoire 2 est divisé en deux cavités 4 et 5 par une nervure 3 qui est de même hauteur que le rebord 2a.

Cette nervure 3, comme montré dans la figure 2, s'étend entre un point d'accroche 31 situé sur la portion de ce rebord 2a qui longe l'extrados 11 et un point 32 situé sur la portion de ce rebord 2a qui longe l'intrados 12. Elle présente :

- une portion 3a qui s'étend à partir de l'extrados 11 et qui crée un obstacle aux écoulements de fuite 16 qui arrivent dans la cavité 4 par le bord d'attaque 13 ;
- une portion 3b qui prolonge la portion 3a avec une inflexion et qui sert de déflecteur pour guider la sortie des écoulements de fuite du côté intrados.

Une telle nervure 3 permet de récupérer une partie de l'effort de charge des écoulements de fuite 16, qui viennent s'appuyer sur ladite

nervure 3 ; elle permet également de baisser la température du sommet de l'aube 1 et de l'anneau, en empêchant que l'air chaud ne s'introduise sur l'ensemble de la baignoire 2, ce qui contribue à augmenter la durée de vie de l'aube 1.

5 Notamment, afin de maximiser la récupération de l'effort de charge, la zone de la portion 3a de la nervure 3 qui est directement en regard du bord d'attaque 13 (zone de la portion 3a qui est la plus proche de celui-ci) est parallèle à la tangente au bord d'attaque 13, de façon à être perpendiculaire à la direction des écoulements de fuite 16 entrant
10 par ledit bord d'attaque 13.

La portion 3a récupère ainsi un effort maximum.

L'orientation de la nervure 3 au niveau du point d'accroche 31 est également optimisée. En particulier, l'angle que fait la nervure 3 par rapport à la perpendiculaire à l'extrados 11 au niveau du point
15 d'accroche 31 (sur la figure 3, angle α entre la tangente T31 et la normale NT11 perpendiculaire à la tangente T11 de l'extrados 11 au point 31) est avantageusement compris entre -20° et $+20^\circ$, plus avantageusement entre -18° et 3° , et encore plus avantageusement entre -16° et -14° (le signe de l'angle α étant déterminé selon le sens
20 trigonométrique, de la normale NT11 vers la tangente T31).

La position du point d'accroche 31 sur l'extrados 11 est un compromis qui est choisi pour optimiser la reprise de charge des écoulements de fuite tout en évitant ou limitant le passage d'air chaud au-dessus de la nervure 3. On comprend en effet que plus le point
25 d'accroche 31 est proche du bord d'attaque 13 et plus il existe un risque qu'une partie des écoulements de fuite passent au-dessus de la nervure 3, dans la cavité 5, de sorte que le rendement de la reprise d'effort ne serait pas optimal.

La position curviligne du point d'accroche 31 le long de la ligne
30 d'extrados (abscisse curviligne X sur le figure 4 - détermination entre le bord d'attaque 13 ($X=0\%$) et le bord de fuite 14 ($X=100\%$)) est par conséquent préférentiellement comprise entre 10% et 26%, plus

préférentiellement entre 13% et 21%, et encore plus de préférence entre 15% et 17%.

Par ailleurs, au-delà de la zone de la portion 3a qui est en regard du bord d'attaque 13 et où le flux des écoulements de fuite vient buter contre la nervure 3, la nervure 3 est infléchie et se prolonge par la portion 3b qui sert de déflecteur. Cette portion 3b qui sert à guider les écoulements de fuite est orientée pour que lesdits écoulements de fuite sortent de l'intrados 12 en étant autant que possible parallèles à l'écoulement principal le long de l'intrados 12.

A cet effet, le point d'accroche 32 est positionné le long de l'intrados 12 en étant décalé vers le bord de fuite 14. La position curviligne de ce point d'accroche 32 le long de la ligne d'intrados (abscisse X sur la figure 5 - détermination entre le bord d'attaque 13 ($X=0\%$) et le bord de fuite 14 ($X=100\%$)) est préférentiellement comprise entre 18% et 66%, avantageusement entre 26% et 49%, et encore plus avantageusement entre 32% et 36%.

On notera ici que plus le point d'accroche 32 est proche du bord de fuite 14 et plus l'écoulement de fuite présent dans la cavité est guidé pour sortir parallèlement à l'écoulement principal le long de l'intrados, ce qui est favorable au rendement de l'aube. Par contre, l'air chaud reste plus longtemps dans la cavité 4, ce qui est défavorable en termes de durée de vie pour l'aube. Les gammes données ci-dessus pour les valeurs d'abscisses curvilignes du point 32 permettent de bons compromis entre les propriétés aérodynamiques et aérothermiques de l'aube 1.

Le fait que la nervure 3 comprenne un point d'inflexion permet d'une part à la portion 3a de reprise de charge d'être à une distance du bord d'attaque 13 et d'avoir une direction pour lesquelles la récupération des efforts de charge est plus la importante possible; et d'autre part à la portion 3b qui sert de déflecteur d'être à une distance de la paroi de l'intrados 12 et d'avoir une direction permettant d'optimiser les propriétés aérodynamiques et aérothermiques de l'aube 1. C'est l'inflexion de la nervure 3 qui permet d'obtenir, en une unique

nervure, une forme qui assure un compris entre les différentes formes possibles de nervures internes qui n'optimisent qu'un paramètre de l'aube 1, au détriment des autres paramètres.

L'orientation de la nervure 3 au niveau du point d'accroche 32 peut également être optimisée, notamment pour permettre le démoulage de la baignoire 2 dans le cas d'une fabrication de l'aube par fonderie (moulage à la cire). C'est la raison pour laquelle la nervure 3 présente au niveau du point d'accroche une portion 3c elle-même infléchie par rapport à la portion 3b qui forme un déflecteur dans le prolongement de la partie 3a. L'angle que fait cette portion 3c par rapport à la perpendiculaire à l'intrados 12 (sur la figure 3, angle β entre la tangente T32 et la normale NT12 perpendiculaire à la tangente T12 de l'intrados 13 au point 32) est avantageusement compris entre 0° et 50° , préférentiellement entre 19° et 43° , et encore plus préférentiellement entre 35° et 40° (le signe de l'angle β étant déterminé selon le sens trigonométrique, de la normale NT12 vers la tangente T32).

L'optimisation de la forme de la nervure 3 peut également prendre en compte la façon dont celle-ci s'étend par rapport au squelette de l'aube 1.

En particulier, comme montré dans la figure 6, la position du point 33 où la nervure 3 coupe la ligne S de squelette de l'aube 1 est préférentiellement comprise 13% et 43%, préférentiellement entre 21% et 35%, et encore plus préférentiellement entre 25% et 29% (sur la figure 6, abscisse X le long de la ligne S de squelette - détermination entre le bord d'attaque 13 ($X=0\%$) et le bord de fuite 14 ($X=100\%$)).

La ligne S de squelette est la ligne qui est constituée par l'ensemble des points équidistants de l'intrados 12 et de l'extrados 11.

Par ailleurs, l'écart entre la ligne S de squelette et le point d'inflexion 34 de la nervure 3 peut être optimisé (figure 7) de façon à être compris entre -0,8mm et 1,2mm, préférentiellement entre -0,5mm et 1,2mm, et encore plus de préférence entre 1,1mm et 1,2mm (le signe de la distance étant positif lorsque le point d'inflexion

34 est entre la ligne S de squelette et l'intrados 12, négatif dans le cas contraire).

L'orientation de la portion 3b peut également être optimisée. L'angle θ formé par la tangente T34 (figure 8) de la nervure 3 au point
5 d'inflexion 34 et la tangente TS de la ligne S du squelette, au point de d'intersection entre la tangente T34 et de la ligne S du squelette, est à cet effet par exemple compris entre -20° et $+20^\circ$, de préférence entre $-15,4^\circ$ et $+5,1^\circ$, et encore plus de préférence entre $-10,8^\circ$ et $-9,7^\circ$ (le
10 signe de l'angle θ étant défini selon le sens trigonométrique, de la tangente T34 vers la tangente TS).

Par ailleurs, des ouvertures 6 et 7 peuvent également être ménagées au niveau du rebord 2a, du côté de l'intrados 12, pour faciliter l'évacuation de l'air chaud dans les cavités 4 et 5. L'ouverture
15 6 de la cavité 4 est par exemple au voisinage direct de la nervure 3, tandis que l'ouverture 7 de la cavité 5 est au voisinage direct du bord de fuite 14.

20

25

30

35

40

REVENDECATIONS

1. Aube de turbine de turbomachine comportant un extradados, un intrados, un
5 bord d'attaque et un bord de fuite et ainsi qu'une baignoire à son sommet, ladite
baignoire comportant au moins une nervure interne, caractérisée en ce que
ladite nervure s'étend depuis un point d'accroche du rebord de ladite baignoire
côté extradados à un point d'accroche du rebord de ladite baignoire côté intrados,
et comporte une portion de reprise de la charge des écoulements de fuite qui
10 s'étend à partir de l'extrados et une portion formant un déflecteur qui prolonge
la portion de reprise de charge avec une inflexion et guide les écoulements de
fuite vers l'intrados.
2. Aube selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'une zone de la portion
15 de reprise d'effort de la nervure qui est directement en regard du bord d'attaque
est parallèle à la tangente au bord d'attaque.
3. Aube selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'angle que fait la
nervure par rapport à la normale à l'extrados au niveau du point d'accroche est
20 compris entre -20° et $+20^{\circ}$.
4. Aube selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'angle est compris
entre -18° et 3° .
- 25 5. Aube selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'abscisse curviligne
du point d'accroche le long du rebord de la baignoire côté extradados est comprise
entre 10% et 26%.
6. Aube selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'abscisse curviligne
30 du point d'accroche est comprise entre 13% et 21%.
7. Aube selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'abscisse curviligne
du point d'accroche le long du rebord de la baignoire côté intrados est comprise
entre 18% et 66%.

8. Aube selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'abscisse curviligne du point d'accroche est comprise entre 26% et 49%.

5 9. Aube selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'angle que fait la nervure par rapport à la perpendiculaire à l'intrados au niveau du point d'accroche est compris entre 0° et 50°.

10 10. Aube selon la revendication 9, caractérisée en ce que l'angle est compris entre 19° et 43°.

11. Aube selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'abscisse curviligne du point où la nervure coupe une ligne de squelette de l'aube est comprise entre 13% et 43%.

15

12. Aube selon la revendication 11, caractérisée en ce que l'abscisse curviligne du point est comprise entre 21% et 35%.

20 13. Aube selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'écart entre une ligne de squelette et le point d'inflexion de la nervure est compris entre -0,8mm et 1,2mm.

14. Aube selon la revendication 13, caractérisée en ce que l'écart est compris entre -0,5mm et 1,2mm.

25

15. Disque de turbine, caractérisée en ce qu'il comporte des aubes selon l'une quelconque des revendications 1 à 14.

30 16. Turbine haute pression de turboréacteur, caractérisée en ce qu'elle comporte des aubes selon l'une quelconque des revendications 1 à 14.

1/4

FIG. 1

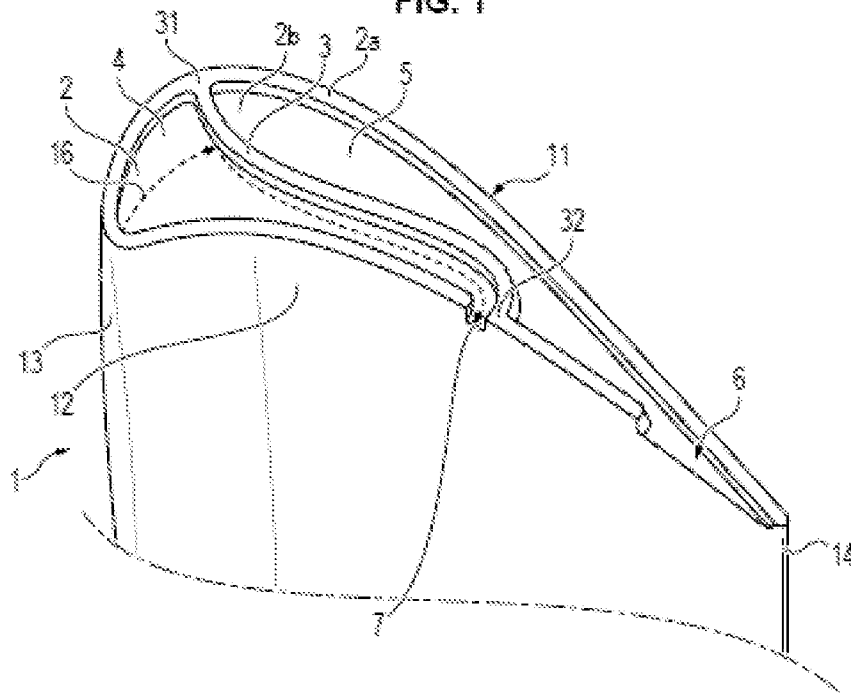
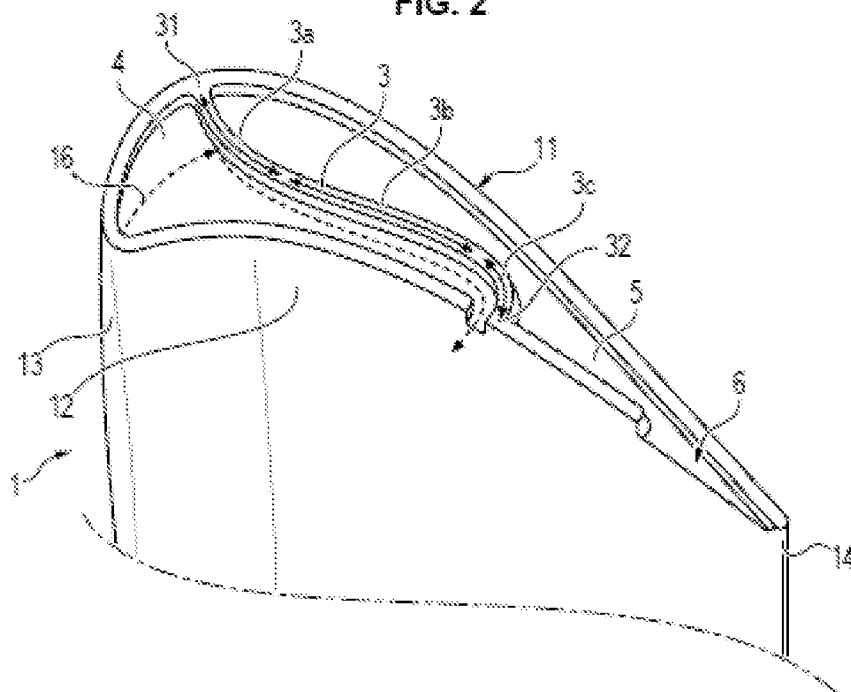


FIG. 2



2/4

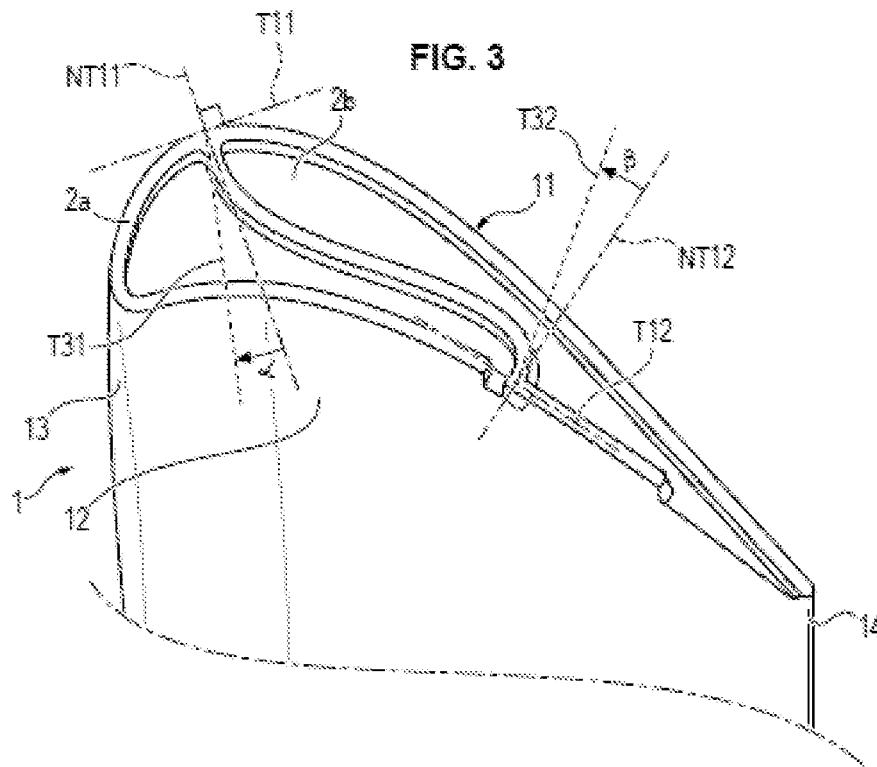
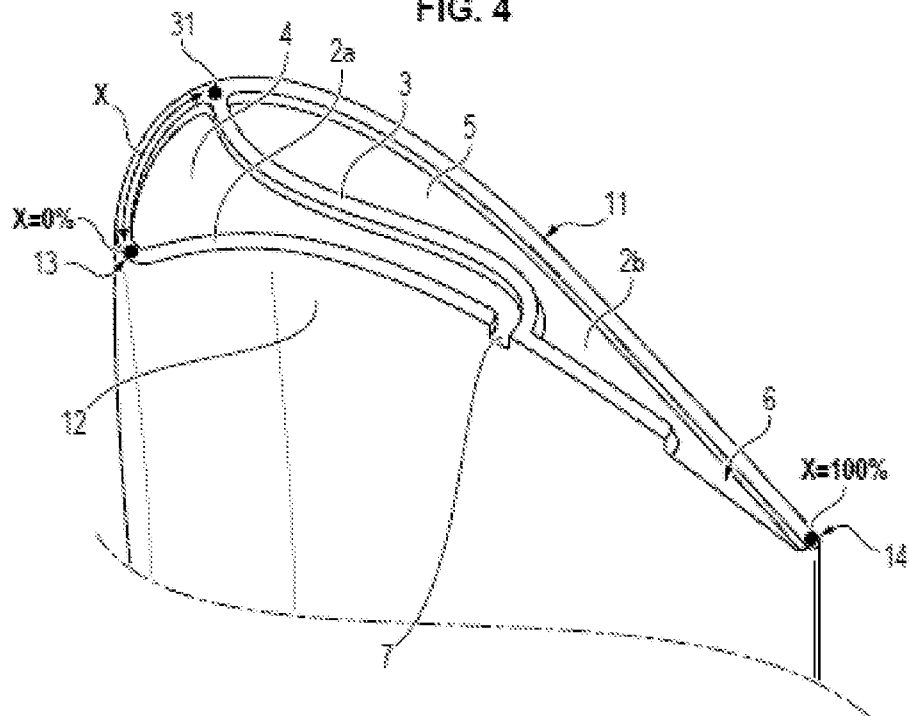


FIG. 4



3/4

FIG. 5

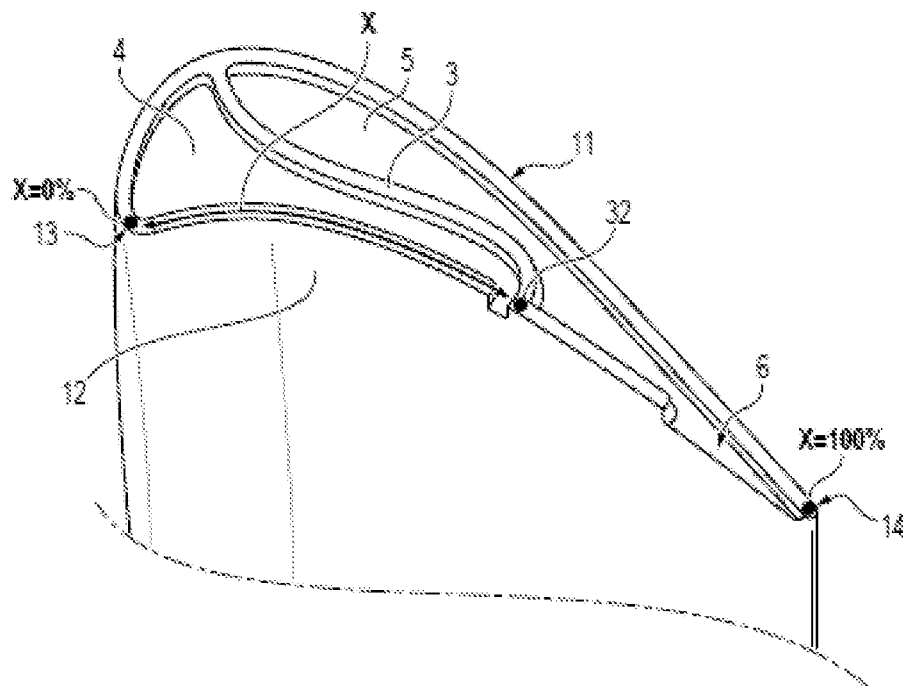


FIG. 6

