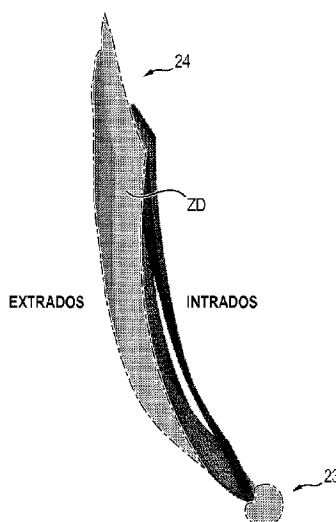




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2013/06/28  
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2014/01/09  
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2020/10/27  
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2014/12/30  
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2013/051531  
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2014/006310  
(30) Priorité/Priority: 2012/07/06 (FR1256532)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F04D 29/54* (2006.01),  
*F01D 5/14* (2006.01), *F01D 9/04* (2006.01)  
(72) Inventeurs/Inventors:  
COJANDE, PRADEEP, FR;  
REISS, HANNA, FR  
(73) Propriétaire/Owner:  
SNECMA, FR  
(74) Agent: LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) Titre : REDRESSEUR DE TURBOMACHINE AVEC AUBES A PROFIL AMELIORE  
(54) Title: TURBOMACHINE GUIDE VANES WITH IMPROVED VANE PROFILE



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un redresseur de turbomachine, comportant une pluralité d'aubes disposées autour d'un anneau, chaque aube présentant un bord d'attaque et s'étendant entre une extrémité de pied et une extrémité de tête, le bord d'attaque à l'extrémité de pied de chaque aube étant situé en amont du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube, par rapport à la direction du flux d'air, le décalage du bord d'attaque entre ces deux extrémités étant supérieur à 10 % de la hauteur de la pale. A cette caractéristique principale se combine également un empilage tangentiel du redresseur vers l'extrados, le redresseur étant caractérisé en ce que la courbe d'empilage tangentiel, constituée par la position, selon la direction tangentielle à l'anneau, des centres de gravité de sections d'aube successives dans la hauteur de l'aube, est une courbe constamment croissante vers l'extrados de l'aube, en ce que ladite courbe présente, au voisinage de l'extrémité de tête d'une aube, une pente accentuée vers l'extrados par rapport au reste de ladite courbe, et en ce que ladite courbe présente une pente moyenne au voisinage de l'extrémité de tête de l'aube supérieure à au moins 1.2 fois la pente moyenne de la courbe sur la portion comprise entre 30% et 90% de hauteur de l'aube.

## (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  
9 janvier 2014 (09.01.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2014/006310 A1**(51) Classification internationale des brevets :  
F04D 29/54 (2006.01) F01D 9/04 (2006.01)  
F01D 5/14 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2013/051531(22) Date de dépôt international :  
28 juin 2013 (28.06.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1256532 6 juillet 2012 (06.07.2012) FR(71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général  
Martial Valin, F-75015 Paris (FR).(72) Inventeurs : COJANDE, Pradeep; c/o Snecma PI (AJI)  
Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cra-  
mayel Cedex (FR). REISS, Hanna; c/o Snecma PI (AJI)  
Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cra-  
mayel Cedex (FR).(74) Mandataire : 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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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 GUIDE VANES WITH IMPROVED VANE PROFILE

(54) Titre : REDRESSEUR DE TURBOMACHINE AVEC AUBES À PROFIL AMELIORE

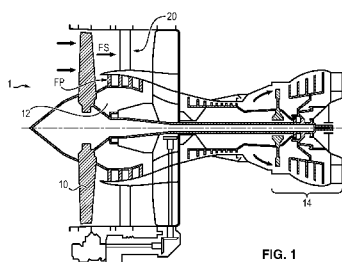
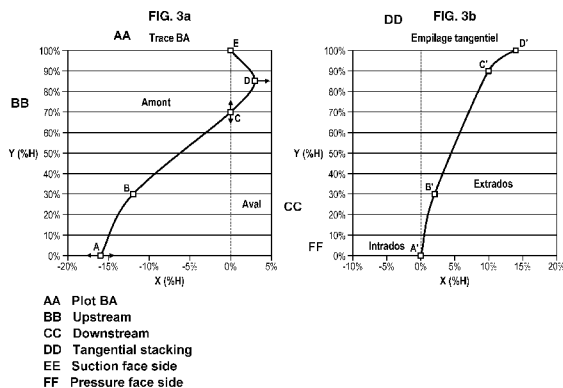


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to a set of turboma-  
chine guide vanes comprising a plurality of vanes arranged  
around an annulus, each vane having a leading edge and  
extending between a root end and a tip end, the leading  
edge at the root end of each vane being positioned ups-  
tream of the leading edge at the tip end of the vane with  
respect to the direction in which the air flows, the leading  
edge offset between these two ends being greater than 10%  
of the height of the blade. This main feature is also combi-  
ned with a tangential stacking of the set of guide vanes to-  
wards the suction face side, the set of guide vanes being  
characterized in that the curve of tangential stacking, which  
consists of the position, in the direction tangential to the  
annulus, of the centres of gravity of successive vane cross  
sections along the height of the vane, is a curve that in-  
creases constantly towards the suction face side of the  
vane, and in that said curve, near the tip end of a vane, has  
an accentuated gradient towards the suction face side in  
comparison with the rest of said curve, and in that said  
curve has a mean gradient near the tip end of the vane that  
is greater than at least 1.2 times the mean gradient of the  
curve over the portion comprised between 30% and 90% of  
the height of the vane.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

**WO 2014/006310 A1**

---

L'invention concerne un redresseur de turbomachine, comportant une pluralité d'aubes disposées autour d'un anneau, chaque aube présentant un bord d'attaque et s'étendant entre une extrémité de pied et une extrémité de tête, le bord d'attaque à l'extrémité de pied de chaque aube étant situé en amont du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube, par rapport à la direction du flux d'air, le décalage du bord d'attaque entre ces deux extrémités étant supérieur à 10 % de la hauteur de la pale. A cette caractéristique principale se combine également un empilage tangentiel du redresseur vers l'extrados, le redresseur étant caractérisé en ce que la courbe d'empilage tangentiel, constituée par la position, selon la direction tangentielle à l'anneau, des centres de gravité de sections d'aube successives dans la hauteur de l'aube, est une courbe constamment croissante vers l'extrados de l'aube, en ce que ladite courbe présente, au voisinage de l'extrémité de tête d'une aube, une pente accentuée vers l'extrados par rapport au reste de ladite courbe, et en ce que ladite courbe présente une pente moyenne au voisinage de l'extrémité de tête de l'aube supérieure à au moins 1.2 fois la pente moyenne de la courbe sur la portion comprise entre 30% et 90% de hauteur de l'aube.

## REDRESSEUR DE TURBOMACHINE AVEC AUBES A PROFIL AMELIORE

### DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne le domaine des redresseurs de turbomachines et des turbomachines comprenant de tels redresseurs.

### ETAT DE LA TECHNIQUE

Une turbomachine à double flux pour la propulsion aéronautique est représentée en figure 1. Elle comprend une soufflante 10 délivrant un flux d'air dont une partie centrale, appelée flux primaire  $F_P$ , est injectée dans un compresseur 12 qui alimente une turbine 14 entraînant la soufflante.

La partie périphérique, appelée flux secondaire  $F_S$ , du flux d'air est quant à elle éjectée vers l'atmosphère pour fournir une partie de la poussée de la turbomachine 1, après avoir franchi une couronne d'aubes fixes disposée en aval de la soufflante. Cette couronne, appelée redresseur 20 (également connue sous l'acronyme anglais OGV pour « Outlet Guide Vanne »), permet de redresser le flux d'air en sortie de la soufflante, tout en limitant les pertes au maximum.

En effet, une diminution de 0.1 % des pertes (par exemple diminution de pression) dans le redresseur peut entraîner une augmentation de 0.2 point de rendement de l'ensemble comprenant la soufflante et le redresseur, la correspondance entre les pertes et le rendement dépendant bien entendu du moteur et de la charge aérodynamique de la soufflante associée.

L'efficacité du redresseur dépend notamment des gradients de certaines grandeurs physiques du flux d'air en sortie de la soufflante, en fonction de la distance par rapport à l'axe de la turbomachine. C'est ce qu'on appelle l'alimentation du redresseur par la soufflante. Ces grandeurs physiques sont par exemple le débit de l'air, son taux de compression ou sa température.

Le redressement du flux d'air est assuré par les aubes du redresseur, dont la disposition et la géométrie sont adaptées à cette alimentation. Au cours des développements dans ce domaine, les premières aubes de redresseurs étaient bidimensionnelles, de forme sensiblement rectangulaire. Cependant, ces

géométries ne sont plus compatibles avec des améliorations de pertes et des diminutions d'encombrement demandées par les nouvelles conceptions. Des profils tridimensionnels d'aubes de redresseurs ont donc été développés, comme par exemple dans le document FR 2 828 709.

De nouveaux profils d'alimentation du redresseur ont en outre conduit à poursuivre la conception des redresseurs dans cette voie.

Il a été notamment proposé dans le document US 2005/008494 un redresseur dont les aubes s'étendent radialement autour de l'axe de révolution du redresseur, et présentent une extrémité de tête inclinée d'un angle compris entre 27 et 33 degrés par rapport à la direction radiale, ceci afin de réduire le bruit engendré par la soufflante positionnée en amont du redresseur.

Cependant le redresseur proposé dans ce document ne permet pas d'améliorer la répartition du débit d'air dans la veine du redresseur ni de diminuer les pertes.

## PRESENTATION DE L'INVENTION

L'invention a pour but de proposer un redresseur dont les aubes présentent une géométrie adaptée pour pallier au moins l'un des inconvénients précités.

A cet égard, l'invention a pour objet un redresseur de turbomachine, comportant une pluralité d'aubes disposées autour d'un anneau centré sur un axe de la turbomachine, chaque aube présentant un bord d'attaque et s'étendant entre une extrémité de pied et une extrémité de tête, le bord d'attaque à l'extrémité de pied de chaque aube étant situé en amont du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube, par rapport à la direction du flux d'air, le décalage du bord d'attaque entre ces deux extrémités étant supérieur à 10 % de la hauteur de la pale, mesuré dans la direction de l'axe de la turbomachine, le redresseur étant caractérisé en ce que la courbe d'empilage tangentiel, constituée par la position, selon la direction tangentielle à l'anneau, des centres de gravité de sections d'aube successives dans la hauteur de l'aube, est une courbe constamment croissante vers l'extrados de l'aube, en ce que ladite courbe présente, au voisinage de l'extrémité de tête d'une aube, une pente accentuée vers l'extrados par rapport au reste de ladite courbe, et en ce que la pente moyenne de la courbe au voisinage de l'extrémité de tête de

l'aube est supérieure à au moins 1.2 fois la pente de la courbe sur la portion comprise entre 30% et 90% de hauteur de l'aube.

Avantageusement, mais facultativement, l'invention présente en outre au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- la partie de courbe au voisinage de l'extrémité de tête est comprise entre 90% et 100% de la hauteur de l'aube.
- le bord d'attaque de chaque aube comprend au moins une partie située en aval de la position du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube par rapport à la direction du flux d'air.
- la partie en aval de la position du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube est incluse dans une zone du bord d'attaque située entre 60 et 100% de la hauteur de l'aube.
- le point du bord d'attaque disposé au droit de la position du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube est situé entre 60 et 80 % de la hauteur de l'aube.
- le bord d'attaque à l'extrémité de pied de chaque aube est situé en amont du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube par rapport à la direction du flux d'air d'une distance comprise entre 12 et 20 % de la hauteur de la pale, la distance étant mesurée selon la direction de l'axe de la turbomachine.

L'invention concerne en outre une turbomachine, comprenant au moins un redresseur selon l'invention.

#### DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1, déjà décrite, représente schématiquement une turbomachine à double-flux.
- La figure 2a est une vue schématique partielle d'un redresseur.
- La figure 2b représente le principe d'une aube de redresseur formée d'une pluralité de sections d'aubes.

- La figure 3a représente l'évolution de la trace du bord d'attaque d'une aube par rapport à la direction du flux d'air dans la turbomachine,
- La figure 3b représente la courbe d'empilage par rapport à la direction tangentielle au redresseur.
- La figure 4a représente, d'une part pour une aube conforme à un mode de réalisation de l'invention (courbe en trait plein) et d'autre part pour une autre aube de géométrie bidimensionnelle (courbe en traits pointillés) la répartition du débit de l'air le long de la hauteur de l'aube, au niveau du pied de l'aube.
- La figure 4b représente, pour l'une et l'autre de ces deux aubes, les pertes de pression de l'air au passage de l'aube le long de la hauteur de l'aube, au niveau du pied de l'aube.
- La figure 4c représente, pour l'une et l'autre de ces deux aubes, l'évolution des pertes de pression de l'air au passage de l'aube tout le long de la hauteur de l'aube.
- Les figures 5a et 5b représentent les décollements en tête d'une aube, respectivement selon l'art antérieur et selon l'invention.

#### DESCRIPTION DETAILLEE D'AU MOINS UN MODE DE REALISATION

En référence à la figure 1, une turbomachine 1 à double flux présente, comme décrit précédemment, une soufflante 10, et un redresseur 20 de type OGV, pour redresser un flux d'air secondaire  $F_s$  provenant de la soufflante.

En référence à la figure 2a, le redresseur 20 comprend une pluralité d'aubes 22 réparties régulièrement autour d'un anneau 29 centré sur l'axe de la turbomachine (non représenté sur la figure). Les aubes représentées en figure 2a et 2b ne sont pas représentatives de la géométrie adoptée par l'invention.

Chaque aube 22 comprend un bord d'attaque 23, et un bord de fuite 24, s'étendant entre une extrémité radialement interne 25, appelée pied de l'aube, et une extrémité radialement externe 26, appelée tête de l'aube. Le bord d'attaque 23 et le bord de fuite 24 délimitent une face intrados I et une face extrados E.

On utilise en outre les notations suivantes : X est la direction de l'axe de la turbomachine ou axe moteur, Y est la direction tangentielle par rapport à l'anneau 29 du redresseur, et Z est la direction radiale, selon laquelle s'étend chaque aube.

### Avancée du bord d'attaque en pied d'aube

En référence à la figure 3a, on a représenté la position du bord d'attaque en tous points de l'aube, par rapport à la direction X de l'axe moteur. Cette courbe est appelée trace du bord d'attaque.

Toutes les distances ont en outre été adimensionnées en fonction de la hauteur de l'aube : ainsi l'ordonnée représente la position en hauteur du bord d'attaque par rapport à la hauteur totale de l'aube, et l'abscisse représente le décalage du bord d'attaque, en pourcentage de la hauteur de l'aube, par rapport à la position E du bord d'attaque à l'extrémité de tête 26 de l'aube.

Comme visible sur la figure, la position A du bord d'attaque à l'extrémité de pied 25 de l'aube est décalée en amont, dans la direction X de l'axe moteur, par rapport à la position E du bord d'attaque à l'extrémité de tête 26 de l'aube. Ce décalage est supérieur à 10% de la hauteur de l'aube. Il est de préférence compris entre 10 et 20 % de la hauteur de l'aube, avantageusement compris entre 12 et 20 % de la hauteur de l'aube, et encore plus avantageusement compris entre 15 et 20 %.

Cette avancée du pied de l'aube permet une meilleure répartition du débit d'air sur la hauteur de la pale. Cette répartition de la valeur du débit du flux d'air sur l'aube est représentée en figure 4a, le long de la hauteur de l'aube pour une partie s'étendant entre l'extrémité de pied de l'aube et 50 % de la hauteur de celle-ci.

On constate de bien meilleures performances pour l'aube proposée (correspondant aux courbes en traits pleins sur les figures 4a à 4c), que pour d'autres aubes et en particulier celles de l'art antérieur (courbes en traits pointillés). Notamment, à 10% de la hauteur de l'aube, on constate que le profil proposé permet une augmentation de plus de 6% en débit,

### Empilement tangentiel vers l'extrados

En référence à la figure 2b, chaque aube 22 est classiquement constituée d'un empilement de sections d'aubes 27 successives dans la hauteur de l'aube.

En référence à la figure 3b, on a représenté la courbe d'empilage tangentiel d'une aube, constituée par la position, par rapport la direction tangentielle Y à l'anneau 29, des centres de gravité des sections d'aube 27.

Cette courbe est également adimensionnée par la hauteur de l'aube, l'origine étant prise à la position A' du centre de gravité de la section en pied d'aube. En outre, les valeurs positives en abscisse correspondent à un décalage vers l'extrados de l'aube, tandis que les valeurs négatives correspondent à un décalage vers l'intrados de l'aube.

Comme visible en figure 3b, la courbe d'empilage tangentiel d'une aube est une courbe constamment croissante vers l'extrados de l'aube. Cet empilage tangentiel vers l'extrados permet de diminuer les décollements du flux d'air en tête d'aube, d'augmenter la vitesse et le débit en pied d'aube, et de diminuer les pertes de pression dans cette zone. En particulier, on constate sur la figure 4b que les pertes en pied d'aube peuvent être diminuées de près de 2% grâce au profil d'aube proposé.

Avantageusement, l'avancée du bord d'attaque d'une aube en pied de pale est combinée à un empilage tangentiel de l'aube vers l'extrados pour combiner les effets obtenus et diminuer au maximum les pertes de pression.

En outre, de retour à la figure 3b, la courbe d'empilement tangentiel de l'aube présente avantageusement une pente accentuée, au voisinage de la tête de l'aube, par rapport au reste de l'aube.

De préférence, la courbe présente une partie C'D', située dans une région comprise entre 90 et 100% de la hauteur de l'aube, telle que la pente moyenne de cette partie, c'est-à-dire la pente moyenne du segment C'D', est au moins 1,2 fois celle de la portion B'C' comprise entre 30% et 90% de la hauteur de l'aube.

On a simulé un flux d'air franchissant une aube dont l'empilage tangentiel est vers l'intrados, et un flux d'air franchissant une aube dont l'empilage tangentiel est vers l'extrados, avec accentuation de la pente en tête d'aube.

Les résultats sont illustrés respectivement en figures 5a et 5b, qui représentent chacune une aube 22 et la zone de décollement ZD du flux d'air en tête d'aube. On remarque que pour la première aube, en figure 5a, cette zone de décollement ZD est beaucoup plus importante que pour la seconde, conforme à l'invention, de la figure 5b.

Enfin, de retour à la figure 3a, la trace du bord d'attaque d'une aube présente en outre une partie située en aval de la position E du bord d'attaque en tête d'aube par rapport à la direction X de l'axe moteur.

Ainsi, il existe un point C du bord d'attaque situé au droit de la position E du bord d'attaque en tête d'aube. Ce point est avantageusement situé entre 60 et 80% de la hauteur de l'aube, de sorte que la partie située en aval de la position E s'étend elle-même dans la zone comprise entre 60 et 100 % de la hauteur de l'aube.

Le point C peut être plus préférablement situé entre 65 et 75 % de la hauteur de l'aube.

Les positions respectives des points A, C et E impliquent donc que la trace du bord d'attaque de l'aube présente, au voisinage de la tête de l'aube, une forme de crochet, ou de concavité ouverte vers l'amont par rapport à la direction de l'axe moteur.

Cette partie de l'aube au voisinage de la tête de l'aube est donc plus éloignée de la soufflante de la turbomachine que le reste de l'aube, ce qui permet de limiter les perturbations acoustiques en tête d'aube.

La géométrie proposée permet donc d'améliorer les performances d'une aube de redresseur et de diminuer les décollements du flux d'air en tête d'aube.

## REVENDEICATIONS

1. Redresseur de turbomachine, comportant une pluralité d'aubes disposées autour d'un anneau centré sur un axe de la turbomachine, chaque aube présentant un bord d'attaque et s'étendant entre une extrémité de pied et une extrémité de tête, le bord d'attaque à l'extrémité de pied de chaque aube étant situé en amont du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube, par rapport à une direction de flux d'air, un décalage du bord d'attaque entre l'extrémité de pied et l'extrémité de tête étant supérieur à 10 % d'une hauteur de l'aube, mesuré dans une direction de l'axe de la turbomachine,

dans lequel une courbe d'empilage tangentiel, constituée par une position, selon une direction tangentielle à l'anneau, de centres de gravité de sections d'aube successives dans la hauteur de l'aube, est une courbe constamment croissante vers un extradós de l'aube,

ladite courbe présente, au voisinage de l'extrémité de tête de l'aube, une pente accentuée vers l'extrados par rapport au reste de ladite courbe, et

ladite courbe présente une pente moyenne au voisinage de l'extrémité de tête de l'aube supérieure à au moins 1.2 fois une pente moyenne de la courbe sur une portion comprise entre 30% et 90% de hauteur de l'aube.

2. Redresseur de turbomachine selon la revendication 1, dans lequel une partie de la pente au voisinage de l'extrémité de tête est comprise entre 90% et 100% de la hauteur de l'aube.

3. Redresseur de turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel le bord d'attaque de chaque aube comprend au moins une partie située en aval d'une position du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube par rapport à la direction du flux d'air.

4. Redresseur de turbomachine selon la revendication 3, dans lequel ladite partie est incluse dans une zone du bord d'attaque située entre 60 et 100% de la hauteur de l'aube.

5. Redresseur de turbomachine selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, dans lequel un point du bord d'attaque disposé au droit de la position du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube est situé entre 60 et 80 % de la hauteur de l'aube.

6. Redresseur de turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le bord d'attaque à l'extrémité de pied de chaque aube est situé en amont du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube par rapport à la direction du flux d'air d'une distance comprise entre 10 et 20% de la hauteur de l'aube, la distance étant mesurée dans la direction de l'axe de la turbomachine.

7. Redresseur de turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le bord d'attaque à l'extrémité de pied de chaque aube est situé en amont du bord d'attaque à l'extrémité de tête de l'aube par rapport à la direction du flux d'air d'une distance comprise entre 12 et 20 % de la hauteur de l'aube, la distance étant mesurée dans la direction de l'axe de la turbomachine.

8. Turbomachine, comprenant au moins un redresseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

FIG. 1 (Antériorité)

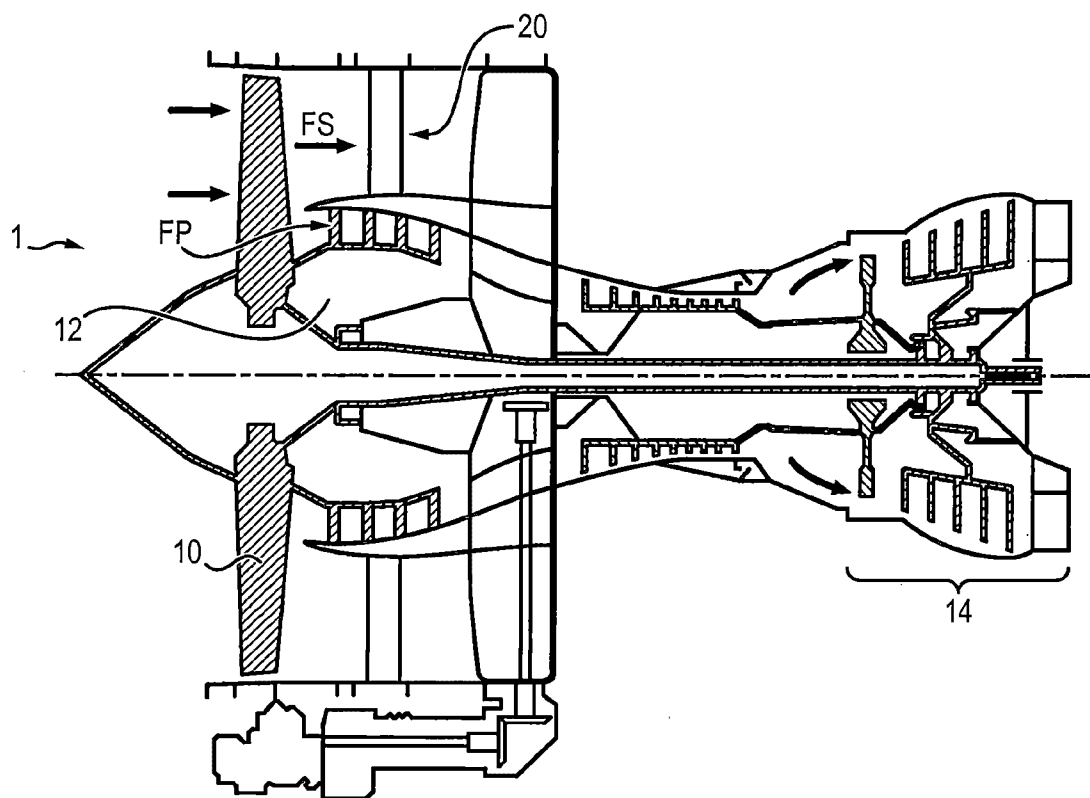


FIG. 2a (Antériorité)

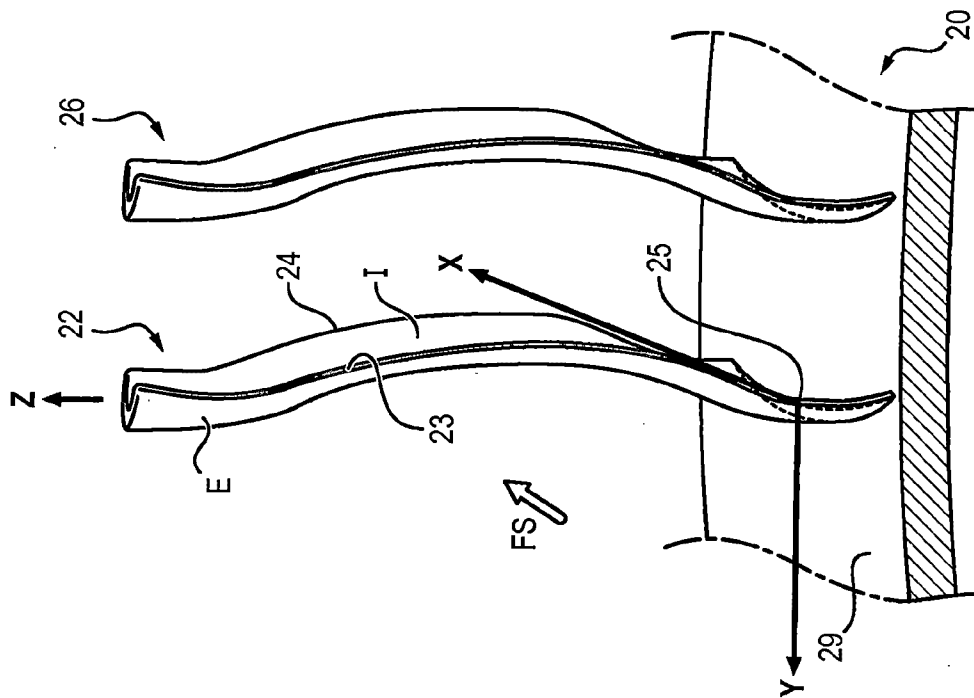


FIG. 2b (Antériorité)

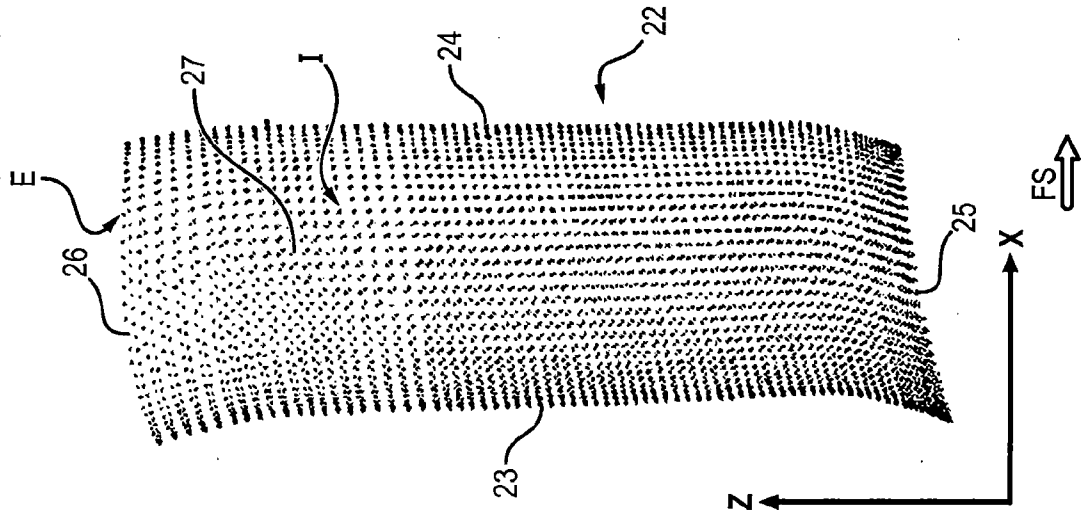


FIG. 3a

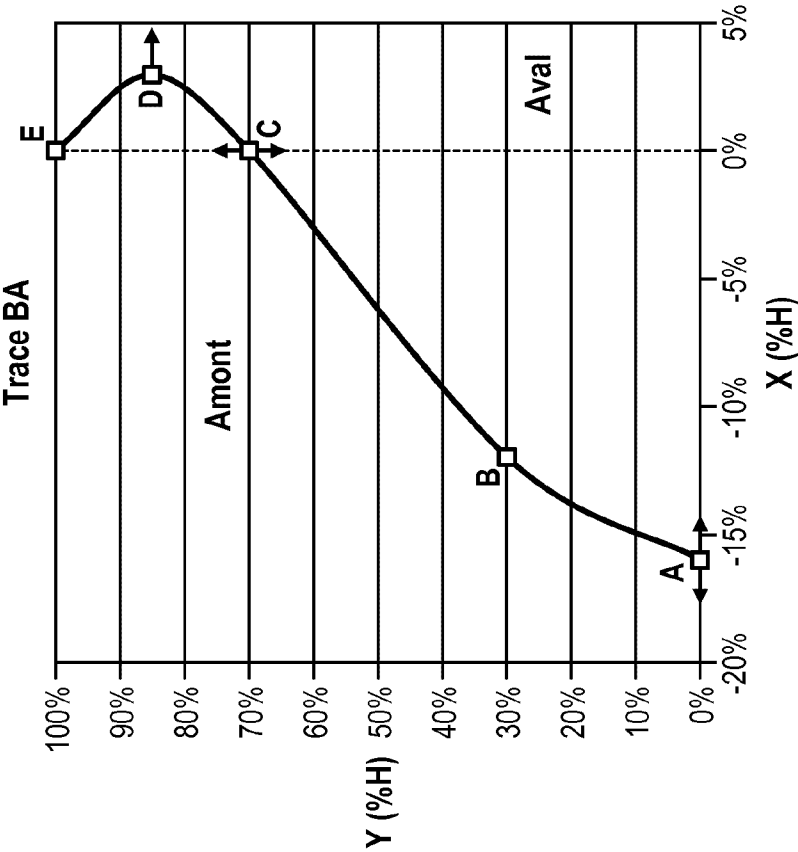


FIG. 3b

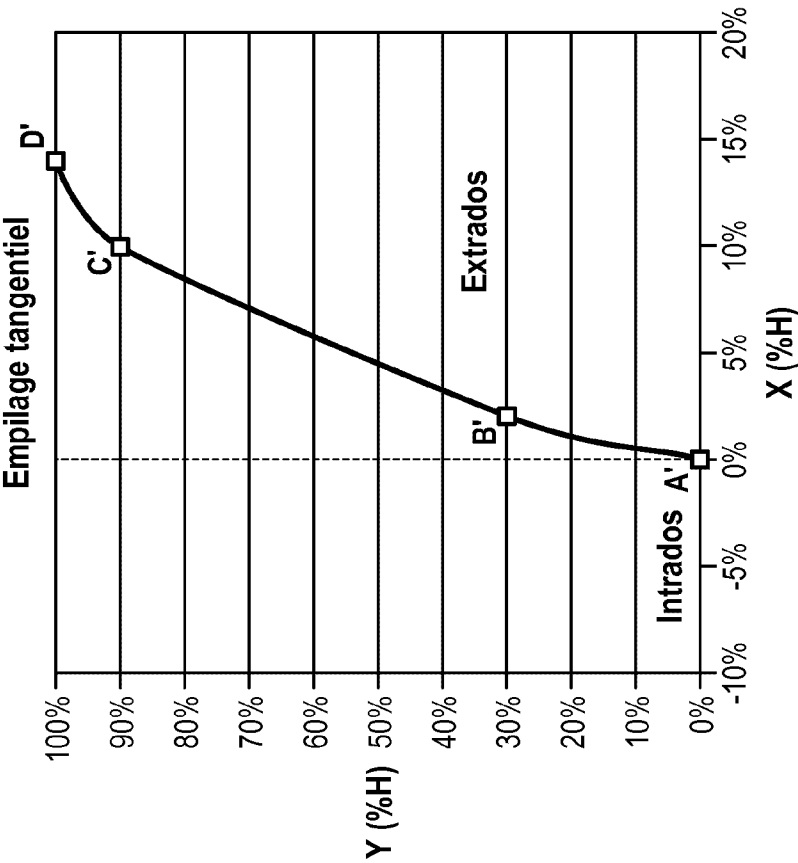


FIG. 4b

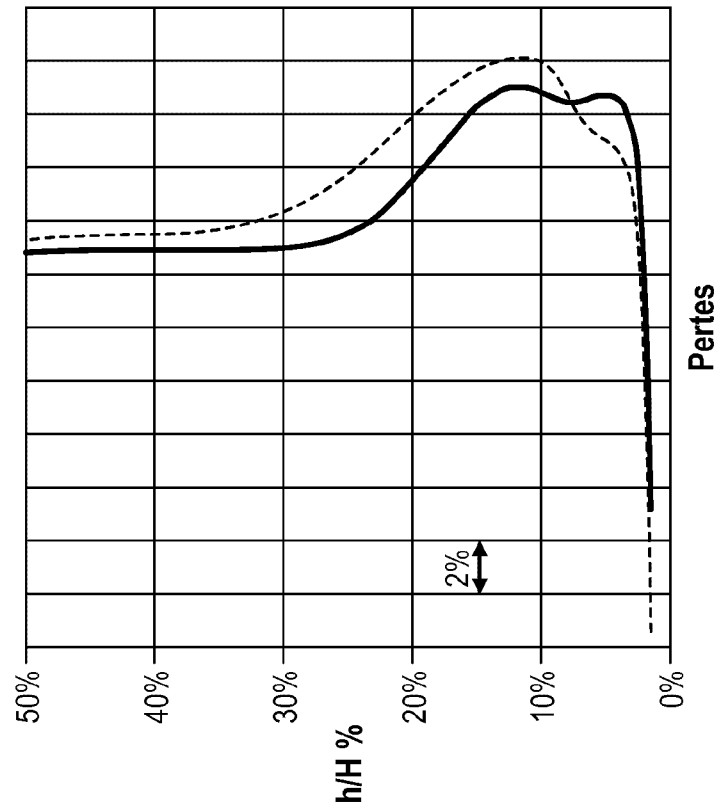
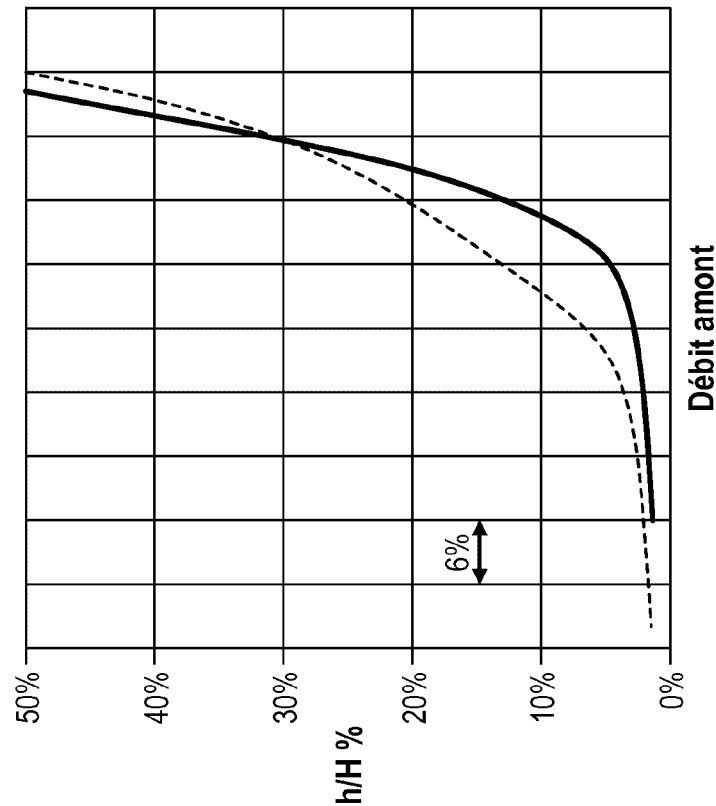
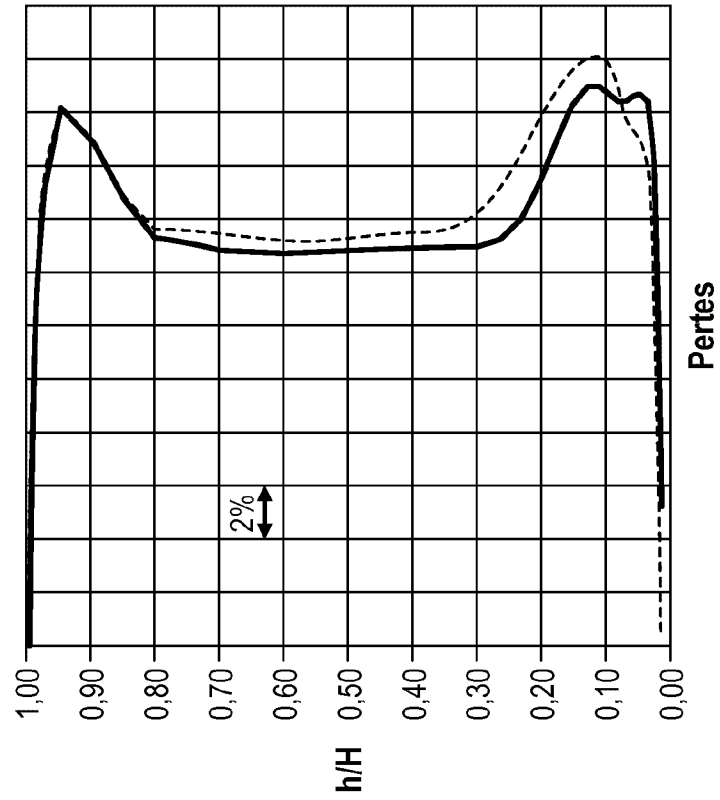


FIG. 4a



5/6

FIG. 4c



6/6

FIG. 5b

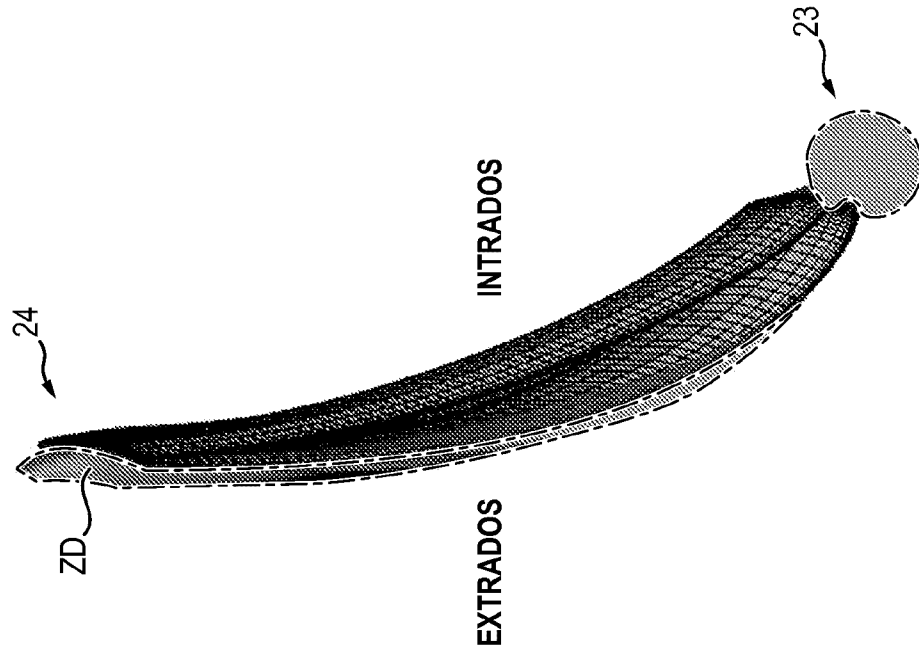


FIG. 5a

