

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :

**2 929 151**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

**08 52074**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 23 P 15/02** (2006.01), B 26 F 1/26, B 24 C 1/04,  
F 01 D 5/34, B 23 C 3/18, F 04 D 29/32

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

②2 Date de dépôt : 31.03.08.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 02.10.09 Bulletin 09/40.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *SNECMA Société anonyme* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BERLANGER SERGE, BORDU  
SEBASTIEN, MALEVILLE THIERRY JEAN et ROCA  
CHRISTOPHE CHARLES MAURICE.

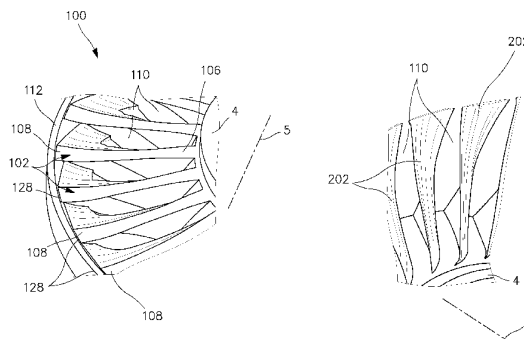
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BREVALEX.

⑤4 PROCÉDE AMELIORE DE FABRICATION D'UN DISQUE AUBAGE MONOBLOC, AVEC ANNEAU PROVISOIRE  
DE MAINTIEN DES AUBES RETIRE AVANT UNE ETAPE DE FRAISAGE.

⑤7 La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un disque aubagé monobloc, comprenant:

- une étape de découpe par jet d'eau abrasif d'un bloc de matière (100), réalisée de manière à faire apparaître des préformes d'aubes (102) s'étendant radialement à partir d'un disque, tout en conservant de la matière formant moyens de liaison (112) entre au moins deux préformes d'aubes directement consécutives, lesdits moyens de liaison étant espacés radialement dudit disque; puis
- une étape de retrait desdits moyens de liaison (112);
- puis
- une étape de fraisage des préformes d'aubes.



FR 2 929 151 - A1



PROCEDE AMELIORE DE FABRICATION D'UN DISQUE AUBAGE  
MONOBLOC, AVEC ANNEAU PROVISoire DE MAINTIEN DES AUBES  
RETIRE AVANT UNE ETAPE DE FRAISAGE

5

## DESCRIPTION

## DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention se rapporte de façon générale au domaine de la fabrication des disques aubagés monoblocs, de préférence pour turbomachine d'aéronef.

## ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Pour la fabrication d'un disque aubagé monobloc, également dénommé « DAM », ou « blisk » en anglais, il est possible d'avoir recours à une étape de découpe par jet d'eau abrasif d'un bloc de matière, suivie d'une ou plusieurs étapes de fraisage.

La mise en œuvre d'une étape de découpe par jet d'eau abrasif, antérieurement au fraisage, permet de réduire considérablement les temps et coûts de fabrication par rapport à un procédé uniquement basé sur du fraisage. Cela s'explique en particulier par le fait qu'un tel procédé de fabrication requiert environ 75% de retrait de matière du bloc de départ pour aboutir au DAM. Le retrait d'une grande partie de cette matière par découpe au jet abrasif permet en effet de réduire les temps de production, et limite par ailleurs l'usure des fraiseuses.

Néanmoins, ce procédé ne peut pas être considéré comme totalement optimisé. En effet, un

inconvenient réside dans la présence de déformations et de vibrations des aubes au cours de ce procédé de fabrication, cet inconvenient étant d'autant plus important que les aubes sont longues. Ces déformations et vibrations nécessitent, pour limiter leurs conséquences sur la qualité du DAM produit, d'appliquer aux différents outillages des vitesses d'avance réduites, pénalisantes en termes de temps de production. Les vibrations ainsi que les temps de fabrication prolongés provoquent également une forte usure des outillages, impactant de façon négative les coûts de production.

#### EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention a donc pour but de remédier au moins partiellement aux inconvenients mentionnés ci-dessus, relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

Pour ce faire, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un disque aubagé monobloc, comprenant :

- 20 - une étape de découpe par jet d'eau abrasif d'un bloc de matière, réalisée de manière à faire apparaître des préformes d'aubes s'étendant radialement à partir d'un disque, tout en conservant de la matière formant moyens de liaison entre au moins deux préformes d'aubes directement consécutives, lesdits moyens de liaison étant espacés radialement dudit disque ; puis
- une étape de retrait desdits moyens de liaison ; puis
- 30 - une étape de fraisage des préformes d'aubes.

Ainsi, l'invention est remarquable en ce qu'elle prévoit, au cours de l'étape de découpe par jet d'eau abrasif, de laisser apparaître des moyens de liaison entre au moins deux préformes d'aubes, et de  
5 préférence entre toutes ces préformes d'aubes. Cela permet de limiter fortement, voire d'éradiquer les déformations et les vibrations des aubes au cours de leur fabrication, étant donné qu'elles demeurent maintenues mécaniquement les unes aux autres par de la  
10 matière du bloc initial.

Cette spécificité permet avantageusement d'appliquer aux différents outillages des vitesses d'avance élevées, diminuant les temps de production, sans impacter la qualité du DAM produit. Par ailleurs,  
15 la diminution des temps de production, ainsi que la diminution des vibrations des aubes au cours de leur fabrication, ralentit l'usure des outillages, ce qui limite de façon avantageuse les coûts de production.

De préférence, l'étape de découpe par jet  
20 d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que lesdits moyens de liaison relient entre elles un nombre de préformes d'aubes strictement supérieur à trois, de préférence directement consécutives. Néanmoins, il pourrait être envisagé plusieurs ensembles de préformes  
25 directement consécutives reliées les unes aux autres, mais avec les ensembles non reliés entre eux. Quoiqu'il en soit, en fonction des besoins rencontrés, le nombre de préformes d'aubes maintenues les unes aux autres par les moyens de liaison, ainsi que la  
30 disposition de ces derniers sur les préformes, peuvent être adaptés.

Selon une réalisation préférée, l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que lesdits moyens de liaison forment sensiblement un anneau, de préférence centré sur l'axe du disque.

5 Préférentiellement, cet anneau s'étend sur 360°, en étant éventuellement uniquement interrompu par les préformes d'aubes qu'il relie. Néanmoins, comme évoqué ci-dessus, cet anneau pourrait ne pas être entièrement fermé, à savoir ne pas relier certaines préformes

10 directement consécutives.

Cependant, l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est préférentiellement réalisée de manière à ce que ledit anneau relie entre elles la totalité des préformes d'aubes, chacune destinée à constituer

15 ultérieurement une aube du DAM. Dans un tel cas, on prévoit de préférence que l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que ledit anneau relie entre elles les têtes des préformes d'aubes. L'anneau forme alors une portion annulaire

20 périphérique du bloc découpé, avec les préformes d'aubes s'étendant radialement vers l'intérieur à partir de cet anneau, en direction du disque.

Néanmoins, une solution alternative pourrait consister à prévoir l'étape de découpe par jet

25 d'eau abrasif réalisée de manière à ce que ledit anneau relie entre elles lesdites préformes d'aubes, à distance de leur tête, radialement vers l'intérieur. Dans un tel cas, il est par exemple envisagé que l'anneau relie les préformes entre elles à environ mi-

30 longueur.

Il est précisé que les deux solutions proposées ci-dessus peuvent être combinées, à savoir prévoir à la fois un anneau de maintien périphérique, ainsi qu'un anneau de maintien intérieur situé radialement intérieurement par rapport à l'anneau périphérique. De façon plus générale, lorsqu'il est prévu un anneau de maintien périphérique, il peut être prévu des moyens de liaison additionnels entre les préformes d'aubes, non-nécessairement en forme d'anneau, sans sortir du cadre de l'invention.

La matière formant moyens de liaison est de préférence conservée jusqu'à la fin de l'étape de découpe par jet d'eau abrasif. Elle est alors retirée seulement lors d'une étape ultérieure du procédé de fabrication du DAM.

A cet égard, il est noté l'étape de fraisage des préformes d'aubes est réalisée de manière à obtenir des ébauches d'aubes mises à profil, cette étape étant de préférence suivie d'une étape de finition par fraisage des ébauches d'aubes, de manière à obtenir les aubes au profil final.

Bien entendu, d'autres étapes classiques peuvent être mises en œuvre dans le procédé selon l'invention, telles que :

- le tournage du bloc de matière avant l'étape de découpe par jet d'eau abrasif ;
- le polissage et/ou le grenailage des aubes après l'étape de finition ;
- la mise à longueur des aubes ;
- et l'équilibrage du DAM.

De préférence, ledit disque aubagé monobloc présente un diamètre supérieur ou égal à 800 mm. A cet égard, il est précisé que la présence des moyens de liaison maintenant les aubes entre elles pendant leur fabrication permet d'envisager la fabrication de DAMs de grands diamètres, avec des aubes de grandes longueurs, puisque les déformations et vibrations de celles-ci sont réduites, voire supprimées. De préférence, les aubes ont une longueur minimale de 150 mm.

De préférence, ledit disque aubagé monobloc présente un disque d'épaisseur supérieure ou égale à 100 mm. Néanmoins, il peut présenter une épaisseur de l'ordre de 160 mm, voire plus encore, en raison des hautes performances susceptibles d'être atteintes par la technique de découpe par jet d'eau abrasif. Cette épaisseur correspond également sensiblement à la distance selon laquelle s'étend chaque aube, rapportée selon l'axe du DAM, entre le bord d'attaque et le bord de fuite.

De préférence, les aubes du disque aubagé monobloc sont vrillées, l'angle de vrillage pouvant aller jusqu'à 45°, voire plus encore.

De préférence, ledit bloc de matière utilisé est en titane ou l'un de ses alliages.

De préférence, ledit disque aubagé monobloc est un disque aubagé monobloc pour turbomachine d'aéronef.

Encore plus préférentiellement, ledit disque aubagé monobloc est un disque aubagé monobloc de

rotor de turbine ou de compresseur de turbomachine d'aéronef.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

#### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

- la figure 1 représente une vue partielle en perspective d'un disque aubagé monobloc pour turbomachine, capable d'être obtenu par la mise en œuvre du procédé de fabrication selon la présente invention ; et

- les figures 2a à 2e représentent des vues schématisant le disque aubagé monobloc à différentes étapes de son procédé de fabrication, lorsque celui-ci se présente sous la forme d'un mode de réalisation préféré.

#### EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

En référence tout d'abord à la figure 1, on peut voir un disque aubagé monobloc 1 destiné à être obtenu par la mise en œuvre d'un procédé de fabrication selon la présente invention. Il est préférentiellement destiné à la constitution d'un rotor de compresseur ou de turbine d'une turbomachine pour aéronef.

Le disque aubagé monobloc, ci-après dénommé DAM, que l'on recherche à obtenir par le procédé objet de l'invention, est de grandes dimensions, à savoir qu'il présente un diamètre supérieur ou égal à 800 mm, des aubes 2 de longueur au moins égale à 150 mm, et un

disque 4 d'épaisseur « e » supérieure ou égale à 130 mm. De plus, les aubes portées par le disque 4 d'axe central 5 sont vrillées de manière importante, puisque l'angle de vrillage peut atteindre 45°, voire plus. A titre informatif, cet angle correspond de manière connue à l'angle fictif entre le pied 6 et la tête 8 d'une même aube 2.

Un mode de réalisation préféré du procédé de fabrication du DAM 1 va maintenant être décrit en référence aux figures 2a à 2e.

Tout d'abord, un bloc de matière en alliage de titane, également dénommé « brut monobloc » et de préférence pré-usiné, subit une première étape de tournage, visant par exemple à usiner ce bloc à 1 mm des cotes finales.

L'étape suivante consiste en une découpe par jet d'eau abrasif du bloc plein, de manière à faire apparaître des préformes d'aubes.

Pour ce faire il est utilisé une machine (non représentée) de découpe par jet d'eau à très haute pression, par exemple 3000 bars, et très haute précision, par exemple à six axes. C'est le très haut niveau de pression de l'eau qui permet de véhiculer l'abrasif en optimisant son effet coupant sur la matière. De manière connue, le jet d'eau est créé par l'intermédiaire d'une buse en diamant ou en saphir. De plus, une chambre de mélange permet l'addition de l'abrasif, tel que du sable. A cet égard, un canon de focalisation homogénéise l'eau et le sable en focalisant ce dernier sur la zone à découper.

Cette technique de découpe par jet abrasif permet un débit de retrait de matière important, ainsi qu'une bonne répétabilité. Il se révèle ainsi tout à fait adapté au retrait de matière visant à créer des espaces inter-aubes traversant entièrement l'épaisseur « e » du bloc de matière selon son axe 5.

A cet égard, la figure 2a montre en partie haute le bloc de matière 100, une fois l'étape de découpe par jet d'eau abrasif achevée. Ce bloc présente donc des préformes d'aubes 102 s'étendant radialement à partir du disque 4, c'est-à-dire orthogonalement à l'axe central 5. D'une manière générale, la découpe est réalisée dans l'épaisseur du bloc 100 de sorte à faire apparaître des espaces inter-aubes 110 entre les préformes d'aubes 102 directement consécutives circonférentiellement.

De plus, elle est réalisée de manière à laisser apparaître des moyens de liaison entre les préformes 102, prenant ici la forme d'un anneau 112 centré sur l'axe 5 et reliant de préférence la totalité des têtes 108 des préformes d'aubes 102. Ainsi, l'anneau 112 constitue une portion annulaire périphérique du bloc découpé 100, et crée par conséquent une délimitation radiale extérieure des espaces inter-aubes 110, qui est conservée tant que l'étape de découpe n'est pas achevée.

Cette étape de découpe par jet d'eau abrasif peut être mise en œuvre en réalisant une première opération de découpe visant à retirer un premier morceau de matière s'étendant sensiblement de manière vrillée ou hélicoïdale dans la direction

radiale à partir du disque, suivie d'une seconde  
opération de découpe visant à retirer un second morceau  
de matière moins volumineux, s'étendant également  
sensiblement de manière vrillée ou hélicoïdale dans la  
5 direction radiale.

Plus précisément en référence à la  
représentation schématique de la figure 2b, on peut  
voir sur la partie gauche de celle-ci que la première  
opération de découpe vise en effet à découper un  
10 premier morceau de matière 114 s'étendant sur toute  
l'épaisseur du bloc 100 selon son axe 5. Pour ce faire,  
l'axe du canon de focalisation 116 se déplace le long  
d'une ligne fermée 118 montrée en partie basse de la  
figure 2a, initiée à partir du pied 4, s'étendant  
15 radialement jusqu'à proximité de l'extrémité radiale  
extérieure du bloc, sans atteindre celle-ci de manière  
à laisser apparaître l'anneau, la ligne 118 longeant  
ensuite cet anneau dans la direction circonférentielle,  
avant de s'étendre à nouveau radialement vers  
20 l'intérieur jusqu'au pied 4, qu'elle longe ensuite pour  
retrouver son point initial.

Durant son parcours le long de la ligne 118  
précitée, l'axe du canon 116 est animé d'un mouvement  
additionnel approprié par rapport à l'axe 5 restant  
25 préférentiellement fixe, ce mouvement additionnel se  
traduisant essentiellement par un pivotement de l'axe  
du canon selon la direction radiale, et assurant la  
formation d'un premier morceau 114 de forme  
sensiblement vrillée dans la direction radiale. D'une  
30 façon plus générale, il est noté que la trajectoire  
décrite par le canon 116 par rapport à l'axe 5 est une

trajectoire dite cinq axes, obtenue à l'aide de deux rotations simultanées. Le premier morceau 114 est préférentiellement retiré manuellement par l'opérateur, comme montré schématiquement par la partie centrale de la figure 2b. Comme cela est visible sur cette même figure, en section quelconque orthogonale à la direction radiale, le morceau 114 prend la forme d'un quadrilatère dont les deux côtés opposés, s'étendant selon l'épaisseur du bloc, passent respectivement au plus près des deux aubes directement consécutives 2 destinées à être obtenues une fois le procédé achevé.

Comme cela découle de ce qui précède, chaque retrait d'un premier morceau 114 laisse apparaître la surface de deux préformes d'aubes 102 directement consécutives. De préférence, il est d'abord procédé à la découpe de tous les premiers morceaux 114 dont le nombre est prévu en fonction du nombre d'aubes souhaité pour le DAM, puis il est procédé au retrait manuel de ces morceaux 114, avant de mettre en œuvre la seconde opération de découpe.

Cette seconde opération est réalisée de manière à ce que les préformes d'aubes qui en découlent se rapprochent au plus près de la forme vrillée à courbure inversée des aubes finales, de laquelle il est difficile de se rapprocher par une simple et unique découpe, étant donné que le jet d'eau abrasif traverse le bloc de manière sensiblement rectiligne, par opposition à la forme courbe des sections d'aubes.

En référence à la représentation schématique de la figure 2b, on peut voir sur la partie droite de celle-ci que la seconde opération de découpe

5 vise en effet à découper un second morceau de matière 120 s'étendant cette fois-ci seulement sur une partie de l'épaisseur du bloc 100, c'est-à-dire seulement sur une partie de l'épaisseur des éléments radiaux 122 formés par le retrait des premiers morceaux 114. En outre, le morceau 120 s'étend également seulement sur une portion radiale de son élément 122 associé, à savoir qu'il s'étend à partir du pied sans atteindre l'anneau, comme cela ressort de la figure 2a.

10 Pour ce faire, l'axe du canon de focalisation 116 se déplace le long d'une ligne radiale 124, dont une portion est montrée sur la figure 2a. Elle est initiée à partir du pied 4, et s'étend donc sensiblement radialement sans atteindre l'anneau 112  
15 apparu lors du retrait des premiers morceaux 114. Par exemple, la ligne 124 traversée par le jet d'eau abrasif se situe environ à mi-épaisseur des éléments radiaux 122, et est stoppée au-delà de la mi-hauteur radiale de ces derniers.

20 Durant son parcours le long de la ligne 124 précitée, l'axe du canon 116 est animé d'un mouvement additionnel approprié par rapport à l'axe 5 restant préférentiellement fixe, ce mouvement additionnel se traduisant essentiellement par un pivotement de l'axe  
25 du canon selon la direction radiale, et assurant la formation d'un second morceau 120 de forme également sensiblement vrillée dans la direction radiale. D'une façon plus générale, il est noté que la trajectoire décrite par le canon 116 par rapport à l'axe 5 est une  
30 trajectoire dite cinq axes, obtenue à l'aide de deux rotations simultanées. Ce second morceau 120, une fois

entièrement désolidarisé du pied 5, toujours par jet d'eau abrasif, se décroche préférentiellement tout seul, sans aide de l'opérateur, comme montré schématiquement par la partie droite de la figure 2b.

5                   A ce titre, il est noté que le canon 116 se déplace non seulement le long de la ligne sensiblement radiale 124, mais également le long d'une ligne (non représentée) en forme de portion circulaire s'étendant à partir de l'extrémité radiale intérieure de la ligne  
10 124, le long du pied 4, pour la désolidarisation totale du morceau 120 vis-à-vis de ce dernier.

                  Comme cela est visible sur la figure 2b, en section quelconque orthogonale à la direction radiale, le morceau 120 prend la forme d'un triangle dont l'un  
15 des côtés passe au plus près de l'aube 2 destinée à être obtenue à partir de l'élément radial 122 concerné, une fois le procédé achevé.

                  Une fois tous les seconds morceaux 120 retirés, le bloc ne présente plus que les préformes  
20 d'aubes 102 rattachées entre elles au niveau de leur tête 108, par l'anneau 112. L'étape de découpe par jet d'eau abrasif est alors achevée.

                  Dans ce mode de réalisation préféré, le procédé est poursuivi par une étape de retrait de  
25 l'anneau 112 reliant les préformes 112. Cette étape est réalisée de manière quelconque réputée appropriée par l'homme du métier, comme la découpe au fil ou le fraisage. A cet égard, la figure 2c montre schématiquement la désolidarisation de l'anneau 112 du  
30 reste du bloc 100, par rupture de la liaison entre cet anneau 112 et les têtes 108 des préformes. Une fois

toutes ces ruptures sensiblement circonférentielles 128  
obtenues, l'anneau peut effectivement être extrait du  
bloc par déplacement relatif selon l'axe 5 vis-à-vis de  
ce dernier. L'anneau 112 est alors considéré comme  
5 supprimé. Alternativement, il pourrait être procédé au  
retrait de l'anneau 112 par la seule suppression des  
portions de ce dernier situées entre les préformes 102,  
les autres portions situées à l'extrémité radiale de  
ces préformes étant alors conservées, par exemple en  
10 vue de constituer ultérieurement une partie des têtes  
d'aubes. Les ruptures recherchées ne sont alors plus  
sensiblement circonférentielles comme les ruptures 128  
de la figure 2c, mais sensiblement radiales, et  
toujours dans l'épaisseur du bloc.

15 Ensuite, il est mis en œuvre une étape de  
fraisage des préformes d'aubes 102, réalisée de manière  
à obtenir des ébauches d'aubes 202 mises à profil. En  
d'autres termes, l'objectif de cette étape, mise en  
œuvre par exemple à l'aide d'un outillage de fraisage à  
20 cinq axes, est de retirer la matière restante sur les  
préformes d'aubes 102, afin d'arriver au plus proche  
des cotes finales, par exemple à 0,6 mm.

Ici, les préformes 102 sont  
préférentiellement usinées les unes après les autres,  
25 pour former chacune une ébauche d'aube 202 mise à  
profil, comme représenté sur la figure 2d.

Ensuite, une autre étape de fraisage est  
réalisée, cette étape dite de finition visant à  
obtenir, par fraisage, les aubes 2 au profil final, à  
30 partir des ébauches 202. L'outillage utilisé permet un  
usinage plus précis, assurant la mise aux cotes

finales, et donc l'obtention des aubes 2 comme cela est  
 montré sur la partie droite de la figure 2e.

A ce stade du procédé, le bloc de matière  
 restant présente un volume inférieur à 25% du volume de  
 5 ce même bloc tel qu'il se présentait juste avant  
 l'initiation de l'étape de découpe au jet d'eau  
 abrasif, à savoir juste après l'étape précitée de  
 tournage.

En outre, le procédé peut être poursuivi  
 10 par une ou plusieurs étapes classiques, parmi  
 lesquelles on compte, une étape de polissage, par  
 exemple par ajustage manuel ou par tribofinition, une  
 étape de grenailage, une étape de mise à longueur des  
 aubes, et/ou une étape d'équilibrage du DAM.

15 Bien que le mode de réalisation ci-dessus  
 ait été décrit avec l'anneau de maintien 112 agencé au  
 niveau des têtes d'aubes, il pourrait alternativement  
 se trouver au niveau d'une partie plus centrale de ces  
 aubes, à distance radialement vers l'intérieur par  
 20 rapport aux têtes.

Bien entendu, diverses modifications  
 peuvent être apportées par l'homme du métier à  
 l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à  
 titre d'exemples non limitatifs.

25

## REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un disque aubagé monobloc (1), comprenant :

- 5           - une étape de découpe par jet d'eau abrasif d'un bloc de matière (100), réalisée de manière à faire apparaître des préformes d'aubes (102) s'étendant radialement à partir d'un disque (4), tout en conservant de la matière formant moyens de liaison  
10 (112) entre au moins deux préformes d'aubes directement consécutives, lesdits moyens de liaison étant espacés radialement dudit disque ; puis
- une étape de retrait desdits moyens de liaison (112) ; puis
- 15           - une étape de fraisage des préformes d'aubes.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que lesdits moyens de liaison (112)  
20 relie entre elles un nombre de préformes d'aubes (102) strictement supérieur à trois, de préférence directement consécutives.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel  
25 l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que lesdits moyens de liaison forment sensiblement un anneau (112).

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel  
30 l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée

de manière à ce que ledit anneau (112) relie entre elles la totalité des préformes d'aubes (102).

5. Procédé selon la revendication 3 ou la revendication 4, dans lequel l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que ledit anneau (112) relie entre elles les têtes (108) des préformes d'aubes (102).

10 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite étape de fraisage des préformes d'aubes (102) est réalisée de manière à obtenir des ébauches d'aubes (202) mises à profil, cette étape étant suivie d'une étape de  
15 finition par fraisage des ébauches d'aubes (202), de manière à obtenir les aubes (2) au profil final.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit disque  
20 aubagé monobloc présente un diamètre supérieur ou égal à 800 mm.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit disque  
25 aubagé monobloc présente un disque (4) d'épaisseur (e) supérieure ou égale à 100 mm.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les aubes (2)  
30 du disque aubagé monobloc sont vrillées.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit bloc de matière (100) utilisé est en titane ou l'un de ses alliages.

5

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit disque aubagé monobloc est un disque aubagé monobloc pour turbomachine d'aéronef.

10

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit disque aubagé monobloc est un disque aubagé monobloc de rotor de turbine ou de compresseur de turbomachine d'aéronef.

15

20

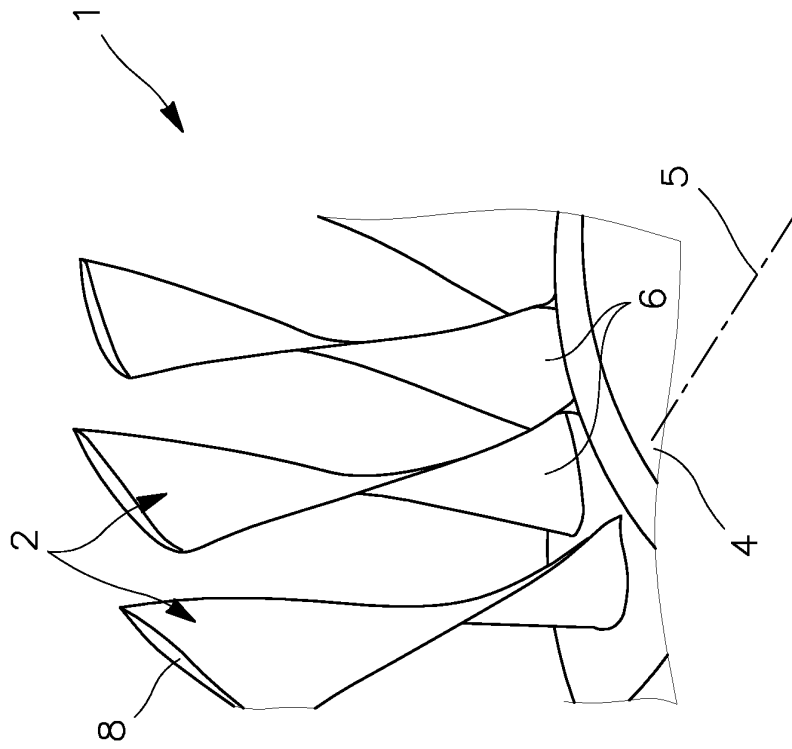


FIG. 1

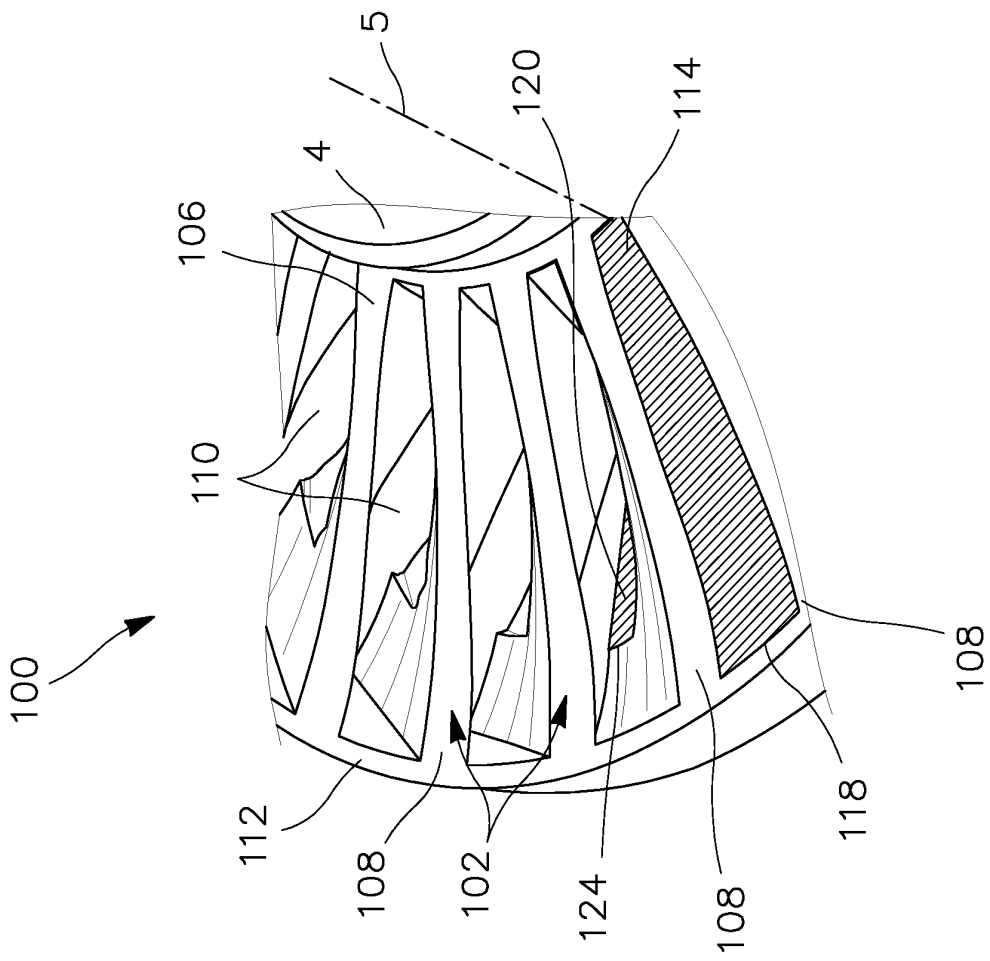


FIG. 2a

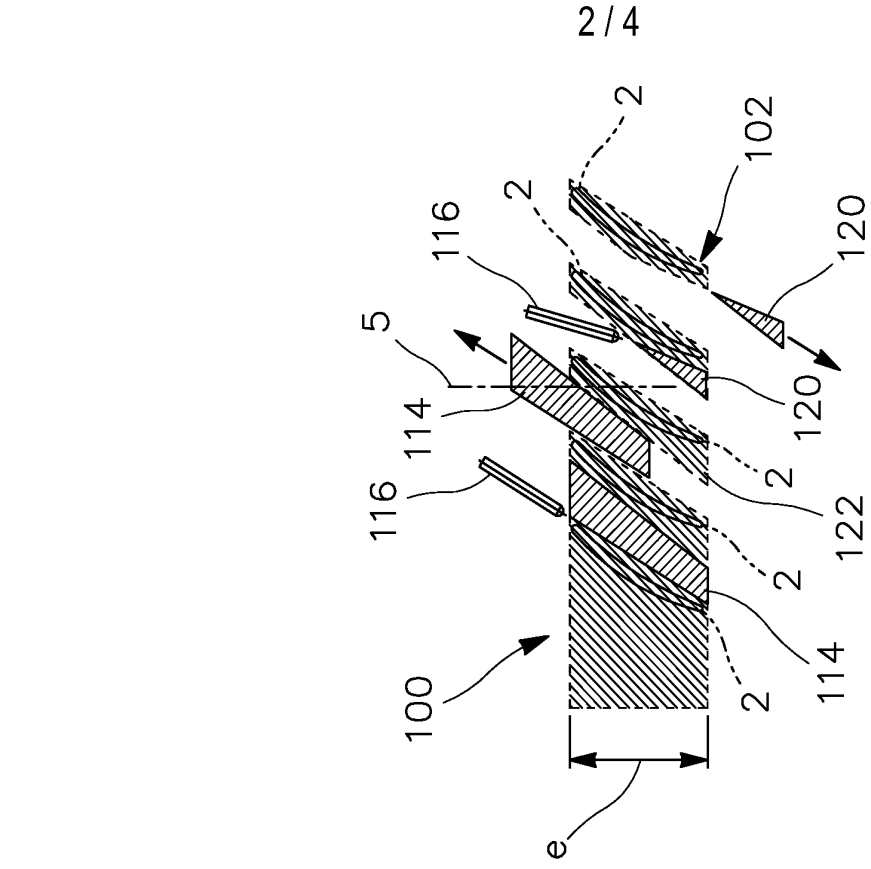


FIG. 2b

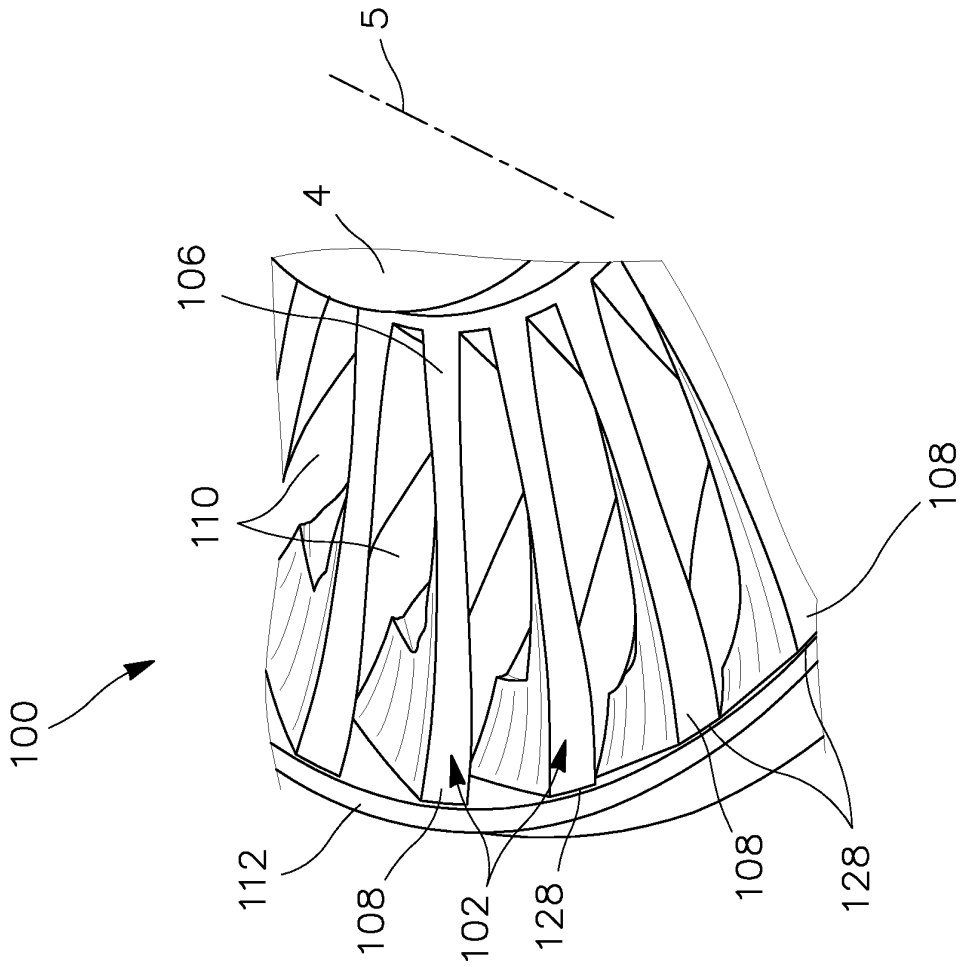


FIG. 2c

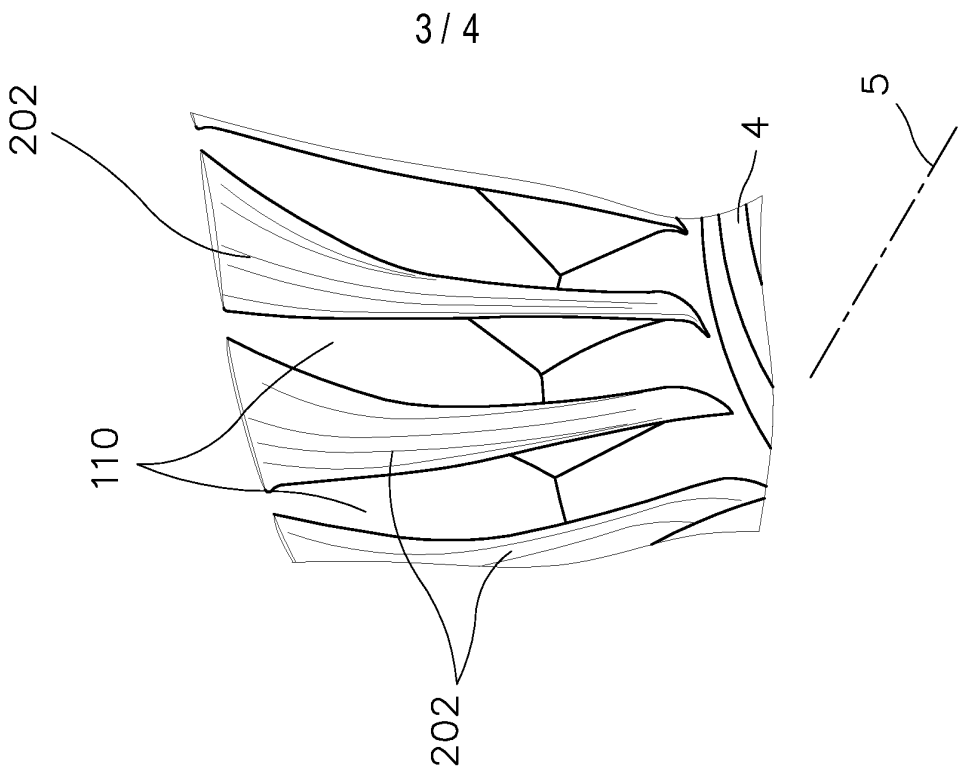


FIG. 2d

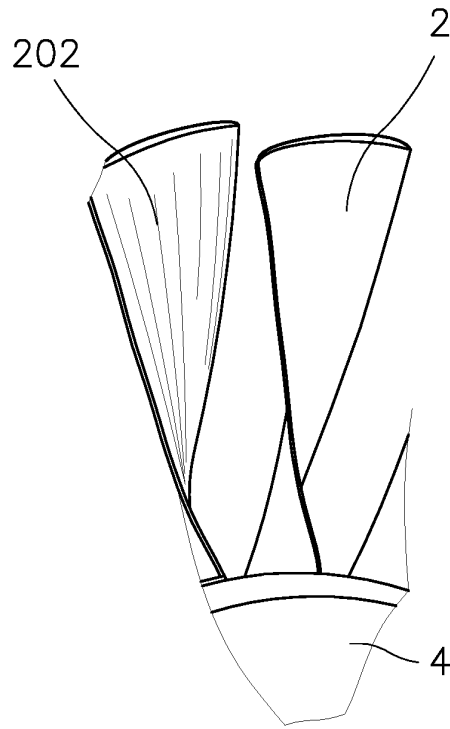


FIG. 2e



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 705320  
FR 0852074

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 1 285 714 A (SNECMA MOTEURS [FR]) 26 février 2003 (2003-02-26) * alinéa [0015] - alinéa [0022]; figures * -----	1-12	B23P15/02 B26F1/26 B24C1/04 F01D5/34 F04D29/32
A	EP 1 502 682 A (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 2 février 2005 (2005-02-02) * alinéa [0003] - alinéa [0005]; figures * -----	1,6-12	
A	US 6 276 899 B1 (LAMBERT TOM [US] ET AL) 21 août 2001 (2001-08-21) * colonne 3, ligne 21 - ligne 28; revendications 1,2; figures * -----	1	
A	FR 2 699 850 A (SNECMA [FR]; AQUARESE IND) 1 juillet 1994 (1994-07-01) * page 1, ligne 33 - page 2, ligne 7; figures * -----	1	
A	WO 2007/082504 A (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; HEINRICH STEFAN [DE]; GLAESSER ARNDT [DE];) 26 juillet 2007 (2007-07-26) * revendications * -----	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	US 5 867 885 A (BALES DANIEL A [US] ET AL) 9 février 1999 (1999-02-09) * revendications; figures * -----	1-12	B23P B23C B23Q B24C B26F F01D B23H
A	EP 1 433 557 A (GEN ELECTRIC [US]) 30 juin 2004 (2004-06-30) * abrégé; figures * -----	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 août 2008		Plastiras, Dimitrios	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0852074 FA 705320**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 28-08-2008

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
EP 1285714	A	26-02-2003	CA 2396216 A1	23-02-2003
			FR 2828824 A1	28-02-2003
			JP 4109038 B2	25-06-2008
			JP 2003120203 A	23-04-2003
			NO 20023999 A	24-02-2003
			PL 355617 A1	24-02-2003
			RU 2287409 C2	20-11-2006
			UA 78677 C2	25-04-2007
			US 2003039547 A1	27-02-2003
EP 1502682	A	02-02-2005	AT 366158 T	15-07-2007
			DE 60314744 T2	06-03-2008
			US 2005025598 A1	03-02-2005
US 6276899	B1	21-08-2001	AUCUN	
FR 2699850	A	01-07-1994	AUCUN	
WO 2007082504	A	26-07-2007	DE 102006002617 A1	26-07-2007
US 5867885	A	09-02-1999	DE 69713478 D1	25-07-2002
			DE 69713478 T2	02-10-2002
			EP 0849031 A1	24-06-1998
			JP 3965611 B2	29-08-2007
			JP 10180551 A	07-07-1998
			US 5822841 A	20-10-1998
EP 1433557	A	30-06-2004	CN 1511667 A	14-07-2004
			JP 2004209639 A	29-07-2004
			US 2004124181 A1	01-07-2004