

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

(11) Nº de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 066 552**

(21) Nº d'enregistrement national :

**17 54521**

(51) Int Cl<sup>8</sup> : **F 02 C 7/20** (2017.01), F 01 D 5/34, F 16 C 3/02,  
F 16 D 1/112

(12)

## BREVET D'INVENTION

**B1**

(54) ASSEMBLAGE SUR UN ARBRE DE TURBOMACHINE D'UN DISQUE AUBAGE MONOBLOC  
ET D'UN ROTOR DE COMPRESSEUR BASSE PRESSION A AU MOINS DEUX ETAGES  
D'AUBES MOBILES.

(22) Date de dépôt : 22.05.17.

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(30) Priorité :

Demande(s) d'extension :

(43) Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 23.11.18 Bulletin 18/47.

(71) Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES  
Société par actions simplifiée — FR.

(45) Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 19.11.21 Bulletin 21/46.

(72) Inventeur(s) : PERRIER MATHIEU LAURENT  
LOUIS, BORDONI NILS EDOUARD ROMAIN et  
CHARIER GILLES ALAIN MARIE.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

(73) Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société  
par actions simplifiée.

(74) Mandataire(s) : REGIMBEAU.

FR 3 066 552 - B1



**ASSEMBLAGE SUR UN ARBRE DE TURBOMACHINE D'UN DISQUE**  
**AUBAGE MONOBLOC ET D'UN ROTOR DE COMPRESSEUR BASSE**  
**PRESSION A AU MOINS DEUX ETAGES D'AUBES MOBILES**

5 La présente invention est relative à un assemblage sur un arbre de turbomachine d'au moins un disque aubagé monobloc et d'un rotor de compresseur basse pression comportant au moins deux étages d'aubes mobiles.

10 Elle trouve avantageusement application dans le cas de turboréacteurs d'avion à double flux.

**DOMAINE TECHNIQUE GÉNÉRAL ET ART ANTÉRIEUR**

Classiquement, le disque aubagé de la soufflante d'une turbomachine et le rotor de son compresseur basse pression sont fixés sur l'arbre du compresseur basse pression par différents systèmes de brides.

15 Un exemple en ce sens est décrit par la demande FR2926603, dans lequel le compresseur basse pression est fixé sur le disque aubagé, tandis que celui-ci est lui-même fixé sur l'arbre basse pression. Les différentes fixations sont des fixations par brides. Le disque aubagé est de type à aubes brochées.

20 On connaît par ailleurs déjà des assemblages de soufflantes dans lesquels le disque aubagé est monté sur son arbre par des fixations à cannelures. Un tel assemblage est par exemple illustré par la demande FR2913734, qui concerne également une structure à disque aubagé à aubes brochées.

25 Pour certaines applications, et notamment dans le cas de moteurs de petits diamètres, on souhaite pouvoir disposer de soufflantes présentant un faible rapport de moyeu.

30 Dans le cas de turbomachines à compresseurs basse pression à plusieurs étages, les solutions à disque aubagé monobloc connues à ce jour ne sont pas pleinement satisfaisantes.

Le disque aubagé monobloc est en effet généralement difficilement démontable car le compresseur basse pression est fixé dessus. Or, on souhaite, pour faciliter les interventions sur le cône ou sur une aube du disque, pouvoir disposer d'une attache permettant un démontage 5 particulièrement facile, en particulier sous aile, sans avoir à démonter le compresseur basse-pression.

Des solutions à triple brides accessibles à partir du cône pourraient être envisagées.

Toutefois, ces dernières, pour faciliter le démontage, devraient 10 s'insérer sous le rayon d'alésage du disque., ce qui limite la réduction du rapport de moyeu. Une diminution du rayon d'alésage et du rayon d'implantation de la bride ne serait en tout état de cause pas favorable à la tenue mécanique de la bride.

Une solution avec bride ne serait en outre pas optimale pour le 15 passage des efforts (rupture de pente, concentration de contraintes, etc...).

## **PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'INVENTION**

Un but général de l'invention est de pallier les inconvénients des techniques antérieures.

20 Notamment, un but de l'invention est de proposer une solution d'assemblage de soufflante à disque aubagé monobloc permettant un faible rapport de moyeu.

Un autre but de l'invention est de proposer un assemblage de soufflante à disque aubagé monobloc qui soit d'un démontage facile sous 25 l'aile.

Un autre but de l'invention est de proposer un assemblage de soufflante à disque aubagé monobloc qui soit fiable en termes de tenue mécanique.

Ainsi, selon un aspect, l'invention propose un assemblage 30 comportant un disque aubagé monobloc, au moins un rotor de compresseur basse pression de turbomachine et un arbre de compresseur

basse pression, caractérisé en ce que le disque aubagé et le rotor de compresseur basse pression sont l'un et l'autre adaptés pour être emmanchés sur l'arbre de compresseur basse pression et fixés mécaniquement sur celui-ci par :

- 5 - des jeux de cannelures ménagées d'une part sur des viroles de fixation dudit disque aubagé monobloc et dudit rotor de compresseur et d'autre part sur ledit arbre de compresseur basse pression, lesdits jeux de cannelures bloquant la rotation relative des viroles et l'arbre de compresseur ;
- 10 - au moins un organe de serrage destiné à être mis en place à l'extrémité amont de l'arbre pour assurer un appui axial sur un talon qui s'étend en saillie, en amont de la virole de fixation du disque aubagé monobloc, ce dernier étant lui-même en appui sur un talon en saillie et en amont de la virole de fixation du rotor de compresseur basse pression, ledit organe de serrage et les appuis qu'il assure bloquant axialement les différentes viroles par rapport à l'arbre.

20 Avec une telle fixation, on dispose d'une structure qui est à la fois à disque aubagé monobloc et à compresseur basse pression multi-étages et qui ne présente pas les inconvénients des structures à disque monobloc aubagé.

Cette fixation est en effet compatible avec un faible rapport de moyeu.

Elle permet un démontage facile du disque aubagé.

25 Le disque aubagé et le rotor de compresseur basse pression comportent par exemple chacun

- une virole de fixation à cannelures destinée à coopérer avec un jeu de cannelures complémentaires de l'arbre de compresseur basse pression, afin d'assurer la liaison en rotation du disque aubagé et du rotor par rapport à l'arbre
- 30 ○ un talon d'appui amont de celle-ci et une zone d'appui aval coopérant avec des zones correspondantes de l'arbre, afin d'assurer la coaxialité.

Également, les différents jeux de cannelures répartis sur l'arbre de compresseur basse pression peuvent être étagés sur différents diamètres de l'arbre, les différentes viroles de fixation et leurs cannelures étant de dimensionnement complémentaire.

5 Un organe de serrage peut être un écrou.

En outre, l'assemblage peut comporter au moins une cannelure interne pour le blocage de l'arbre lors d'un serrage.

10 L'invention a également pour objet un disque aubagé monobloc de turbomachine ou un rotor de compresseur basse pression pour un tel assemblage. Il est adapté pour être emmanché sur un arbre de compresseur basse pression et comporte :

- une virole de fixation à cannelures ;
- un talon qui s'étend en saillie en amont de ladite virole de fixation ;
- une zone d'appui aval.

15 Elle a également pour objet un arbre de compresseur basse pression pour un tel assemblage. Ledit arbre comporte plusieurs jeux de cannelures destinés à coopérer avec des cannelures complémentaires d'un disque aubagé monobloc et d'au moins un rotor de compresseur basse pression de turbomachine.

Notamment, les jeux de cannelures peuvent être étagés sur différents diamètres de l'arbre.

Enfin l'invention concerne en outre une turbomachine comportant un tel assemblage.

## 25 **PRÉSENTATION DES FIGURES**

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative, et doit être lue en regard des figures annexées sur lesquelles :

30 - la figure 1 est une vue en coupe simplifiée illustrant un mode de réalisation possible de l'invention ;

- la figure 2 est une représentation en vue en coupe détaillée des liaisons cannelées de l'assemblage de la figure 1.

## **DESCRIPTION D'UN OU PLUSIEURS MODES DE MISE EN ŒUVRE ET**

### **5 DE RÉALISATION**

On a représenté sur la figure 1 une soufflante S en entrée d'une turbomachine, qui est par exemple un turboréacteur à double flux.

Cette soufflante S comporte un disque aubagé 1 qui est monté sur la partie amont d'un arbre 3 de compresseur basse pression (BP dans la suite du texte) en amont d'un rotor 2 de compresseur BP. Le rotor 2 de compresseur BP est lui-même monté sur la partie amont de l'arbre 3.

Le disque aubagé 1 est de type monobloc. Il comporte une pluralité d'aubes A qui sont d'une pièce avec une partie disque D. Ladite partie disque D comprend :

- 15 - un corps profilé 4 de forme générale tronconique ;
- une ou plusieurs pattes de brides de fixation 5 qui s'étendent en amont dudit corps 4 ;
- un flasque de fixation 6 qui s'étend en tronc de cône à l'intérieur du corps 4, à partir d'une zone médiane de celui-ci, vers l'aval et 20 en direction de l'arbre 3.

La ou les pattes de fixation 5 permettent la fixation d'un cône C par boulonnage sur le disque aubagé 1 (brides de fixation 7).

Le flasque de fixation 6 se termine par une virole cylindrique 8 à cannelures qui est engagée sur une zone 9 de la partie amont de l'arbre 3 25 qui comporte des cannelures complémentaires.

Les cannelures de la virole 8 qui termine le flasque de fixation 6 du disque aubagé et celles de la zone 9 de l'arbre 3 coopèrent pour assurer la liaison en rotation du disque aubagé 1 et de l'arbre 3 de compresseur BP.

Le rotor 2 du compresseur BP comporte un flasque amont 10 qui 30 définit un disque de rotor et qui porte plusieurs étages d'aubes mobiles 11 (en l'occurrence, trois étages ou plus).

Le compresseur BP comporte en outre plusieurs étages d'aubes 12 de redresseur. Les différents étages d'aubes de redresseur 12 et d'aubes mobiles 11 sont disposés à la suite les uns des autres, en alternance, pour définir ledit compresseur.

5 Ce flasque 10 se termine au niveau de l'arbre 3 par une virole de fixation cylindrique 13 à cannelures engagée sur une deuxième zone 14 à cannelures que ledit arbre 3 présente en amont de la zone 9.

10 Les cannelures du cylindre 13 et celles de la zone 14 coopèrent pour assurer une liaison cannelée qui bloque en rotation relative le rotor 2 et l'arbre 3 de compresseur BP.

Les liaisons cannelées entre d'une part les viroles de fixation 8 et 13 du disque aubagé 1 et du rotor 2 et d'autre part les zones à cannelures 9 et 14 de l'arbre 3 sont illustrées de façon plus détaillée sur la figure 2.

15 Ainsi qu'on le voit particulièrement sur cette figure, ces liaisons cannelées sont maintenues en place grâce à une fixation 15 de type boulon/écrou.

Notamment, cette fixation 15 est assurée par un écrou 16 dont le filetage coopère avec un filetage complémentaire à l'extrémité amont de l'arbre 3. Cet écrou 16 vient en appui sur un talon annulaire 17 qui s'étend 20 à partir du flasque 6, vers l'arbre 3, juste en amont de la virole 8 et qui est en saillie par rapport à ladite virole 8. À son extrémité opposée, le pied 20 de la virole 8 est lui-même en appui contre un talon 19 qui s'étend à partir du flasque 10, en saillie par rapport à la virole 13. Le pied 20 de la virole 8 maintient ainsi le pied 21 de la virole 13 contre un épaulement 22 de l'arbre 3, tandis qu'un jeu existe entre le talon annulaire 17 et le décrochement 18 en amont de la zone 9 sur l'arbre 3. L'interface entre le pied 20 et le talon 19 sert à transférer le serrage de l'écrou vers la virole 13 pour assurer le maintien du pied 21 contre l'épaulement 22.

30 On notera que pour permettre un tel montage, les zones 9 et 14 à cannelures de l'arbre 3 sont étagées sur des diamètres différents de l'arbre 3 (les cannelures de la zone 14 aval étant situées à une hauteur supérieure à la hauteur de la zone 9 amont).

De cette façon, le disque aubagé monobloc 1 comme le rotor 2 de compresseur BP sont l'un et l'autre maintenus en rotation par rapport à l'arbre 3 BP par les jeux de cannelures des zones 8, 9 et 13, 14, qui empêchent leur rotation sur ledit arbre 3. Ils sont maintenus en position 5 axiale sur l'arbre 3 par la fixation 15 à écrou et l'appui qu'il assure sur les talons des deux viroles 8 et 13, cet appui assurant lui-même le maintien du pied 21 contre l'épaulement 22.

Par ailleurs, le talon 17 et le pied 20 de la virole 8 assurent avec des zones correspondantes de l'arbre 3 des appuis cylindre/cylindre en amont 10 et aval de la zone 9 et de la liaison cannelée réalisée à son niveau (zones 25 et 26 de l'arbre 3 sur la figure 2).

De même, des appuis cylindre/cylindre sont ménagés en amont et en aval de la zone 14 et de la liaison cannelée correspondante, le talon 19 et le pied 21 étant en appui sur des zones correspondantes de l'arbre 3 15 (zones 25 et 26).

Ces différents appuis cylindre/cylindre au niveau des zones 25, 26 et 27, 28 permettent d'assurer une bonne coaxialité des éléments de rotor.

Une ou plusieurs cannelures radiales internes 23 peuvent en outre être utilisées pour bloquer l'arbre 3 BP en rotation lors du serrage de 20 l'écrou 16. Préférentiellement un anneau anti-rotation 24 à encoche permet en outre de bloquer l'écrou 16 en position serré.

L'encombrement qui en résulte est particulièrement réduit et permet un rapport de moyeu faible, avec une bonne tenue mécanique quant à la liaison entre le disque aubagé monobloc 1 et le rotor 2 de compresseur BP 25 d'une part et l'arbre 3 basse pression.

Le montage est particulièrement simple. Il se fait en emmanchant le rotor 2 (ou les différents rotors 2 dans le cas de plusieurs étages) sur l'arbre 3, puis en emmanchant également le disque aubagé monobloc 1.

Les différentes zones à cannelures sont alors en prise pour assurer 30 le blocage en rotation du ou des rotors 2, ainsi que le disque aubagé 1 sur l'arbre 3.

L'écrou 16 est ensuite serré pour que les viroles 8 et 13 soient serrées le long de l'arbre 3 contre l'épaulement 22. On dispose ensuite

l'anneau 24 anti-rotation à encoche pour sécuriser l'écrou 16 en position serré.

A l'issue de cette étape, on dispose d'un assemblage dans lequel le disque aubagé 1 et le rotor 2 du redresseur à plusieurs étages sont fixés 5 sur l'arbre 3 via deux jeux de cannelures consécutifs et un seul écrou 16 de serrage.

Une fois l'écrou 16 serré et l'anneau 24 en place, on monte le cône C sur le disque aubagé 1 grâce aux brides de fixations 7, qui permettent une fixation par boulonnage du cône C sur le disque aubagé 1.

10 L'assemblage proposé permet en outre un démontage aisément sous aile.

Une fois le cône C retiré, l'opérateur a en effet un accès immédiat à l'écrou 16.

Il peut alors desserrer celui-ci et extraire le disque aubagé monobloc 1 en le faisant coulisser sur l'arbre 3, le long du jeu de cannelures de la 15 zone 9.

Le démontage ne nécessite aucunement de désolidariser l'arbre 3 BP du reste du moteur ou encore d'intervenir sur le palier amont de celui-ci.

La position axiale de l'arbre 3 BP n'a donc pas à être réglée.

En outre, la liaison entre le rotor 2 de compresseur BP et l'arbre 3 20 BP n'est aucunement affectée par le démontage du disque aubagé monobloc 1, seul le serrage axial du disque aubagé 1 étant perdu lors d'un tel démontage.

On a également une chaîne de cote réduite et fiable ce qui permet de limiter les incertitudes de positionnement au niveau des aubages et 25 donc contribue à la performance aérodynamique du disque aubagé 1 et du compresseur. Notamment, les différentes pièces n'étant pas soumises à un flux chaud ou à des frottements, elles ne sont pas soumises à des dilatations thermiques différentes entre pièces.

Également, la structure proposée permet de fixer le palier et son 30 système d'alimentation en huile par l'aval sur l'arbre basse pression 3. Les variations dimensionnelles du palier (fabrication ou dilatation thermique), n'impactent pas la position du disque aubagé 1 ou du rotor de compresseur BP. La température du palier peut aller jusqu'à 200°C.

On notera par ailleurs que la structure proposée- à guidage cylindre/cylindre - est adaptée pour un compresseur BP avec au moins trois étages, qui présente donc une longueur conséquente et qui nécessite une qualité d'encastrement avancée pour ne pas avoir de jeu et disposer 5 de bonnes performances aérodynamiques. Le palier amont est situé sous les aubes mobiles du compresseurs BP.

Les différentes cannelures successives sur l'arbre 3 BP sont à des hauteurs différentes pour permettre des appuis cylindre/cylindre de part et d'autre des zones de cannelures.

**REVENDICATIONS**

1. Disque aubagé monobloc (1) de soufflante de turbomachine, comportant une pluralité d'aubes (A) qui sont d'une pièce avec une partie disque (D), ladite partie disque (D) étant adaptée pour être emmanchée sur un arbre de compresseur basse pression, caractérisé en ce que ladite partie disque (D) comprend un corps profilé (4) de forme générale tronconique et un flasque de fixation (6) qui s'étend en tronc de cône à l'intérieur du corps (4), à partir d'une zone médiane de celui-ci, vers l'aval, ledit flasque de fixation (6) se terminant par une virole cylindrique (8) à cannelures qui est destinée à être engagée sur une zone correspondante (9) de l'arbre et à coopérer avec des cannelures complémentaires dudit arbre pour bloquer la rotation relative dudit arbre et de ladite virole (8) et comportant un talon (17) qui s'étend en saillie, en amont de ladite virole de fixation (8), ainsi qu'une zone d'appui (20) qui termine la virole (8) en aval des cannelures, le talon (17) et ladite zone d'appui (20) étant configurés pour assurer d'une part, avec des zones complémentaires de l'arbre, des appuis cylindre/cylindre et d'autre part, avec des zones complémentaires d'un organe de serrage amont et d'un talon d'une virole cylindrique d'un rotor de compresseur basse pression en aval, des appuis axiaux en amont et aval des cannelures.
2. Ensemble comprenant un rotor (2) de compresseur basse pression de turbomachine et un arbre de compresseur basse pression, le rotor (2) de compresseur basse pression de turbomachine étant adapté pour être emmanché sur l'arbre de compresseur basse pression et comportant :
  - une virole de fixation (13) comportant un jeu de cannelures adapté pour coopérer avec un jeu de cannelures (14) de l'arbre de compresseur basse pression, afin de bloquer la rotation relative de la virole de fixation (13) par rapport à l'arbre de compresseur basse pression lorsque le rotor (2) de

- compresseur basse pression est emmanché sur l'arbre de compresseur basse pression,
- un talon (19) qui s'étend en saillie en amont de ladite virole de fixation (13),
  - une zone d'appui aval (21) configurée pour coopérer avec une zone d'appui complémentaire de l'arbre de compresseur basse pression pour assurer un appui cylindre/cylindre qui assure la coaxialité du rotor (2) de compresseur basse pression et de l'arbre de compresseur basse pression,
- l'arbre de compresseur basse pression comportant :
- plusieurs jeux de cannelures (9, 14) destinés à coopérer avec des cannelures complémentaires d'un disque aubagé monobloc (1) et du rotor (2) de compresseur basse pression de turbomachine,
  - au moins un organe de serrage (16) destiné à être mis en place à l'extrémité amont de l'arbre pour assurer un appui axial sur un talon (17) qui s'étend en saillie, en amont d'une virole de fixation du disque aubagé monobloc (1), ce dernier étant lui-même en appui sur un talon (19) en saillie et en amont d'une virole de fixation du rotor (2) de compresseur basse pression, ledit organe de serrage (16) et les appuis qu'il assure étant adaptés pour bloquer axialement les différentes viroles par rapport à l'arbre,
- l'ensemble étant caractérisé en ce que ledit rotor (2) de compresseur basse pression comporte au moins deux étages d'aubes mobiles, et en ce que l'arbre de compresseur basse pression comporte un épaulement (22) configuré pour assurer un appui axial avec la zone d'appui (21) de la virole du rotor (2) de compresseur basse pression.
3. Assemblage pour turbomachine comportant un disque aubagé monobloc (1) de soufflante selon la revendication 1 et un ensemble selon la revendication 2 comprenant un rotor (2) de compresseur basse pression et un arbre de compresseur basse pression, le disque aubagé (1) et le

rotor (2) de compresseur basse pression étant l'un et l'autre adaptés pour être emmanchés sur l'arbre de compresseur basse pression et fixés mécaniquement sur celui-ci par :

- des jeux de cannelures ménagés d'une part sur des viroles de fixation (8, 13) dudit disque aubagé monobloc (1) et dudit rotor (2) de compresseur et d'autre part sur ledit arbre de compresseur basse pression (9, 14), lesdits jeux de cannelures bloquant la rotation relative des viroles par rapport à l'arbre de compresseur,
  - au moins un organe de serrage (16) destiné à être mis en place à l'extrémité amont de l'arbre pour assurer un appui axial sur un talon (17) qui s'étend en saillie, en amont de la virole de fixation du disque aubagé monobloc (1), ce dernier étant lui-même en appui sur un talon (19) en saillie et en amont de la virole de fixation du rotor (2) de compresseur basse pression, l'organe de serrage (16) et les appuis qu'il assure bloquant axialement les différentes viroles (8, 13) par rapport à l'arbre.
4. Assemblage selon la revendication 3, caractérisé en ce que les différents jeux de cannelures (9, 14) répartis sur l'arbre de compresseur basse pression sont étagés sur différents diamètres de l'arbre, les différentes viroles de fixation (8, 13) et leurs cannelures étant de dimensionnement complémentaire.
5. Assemblage selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'un organe de serrage est un écrou (16).
6. Assemblage selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une cannelure interne (23) pour le blocage de l'arbre lors d'un serrage.

7. Assemblage selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que les jeux de cannelures (9, 14) sont étagés sur différents diamètres de l'arbre.
  
- 5 8. Turbomachine comportant un assemblage selon l'une des revendications 3 à 7.

1/2

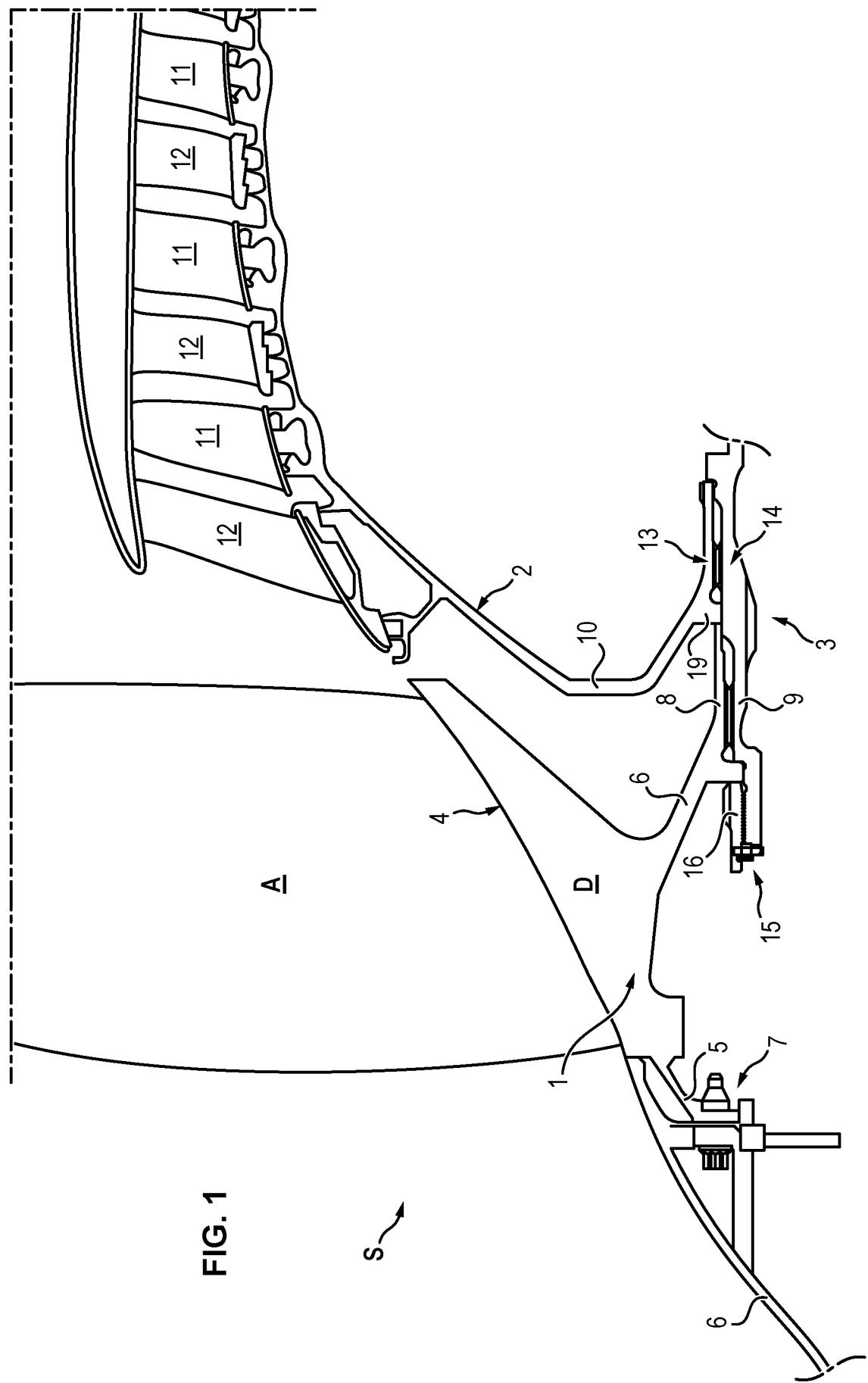
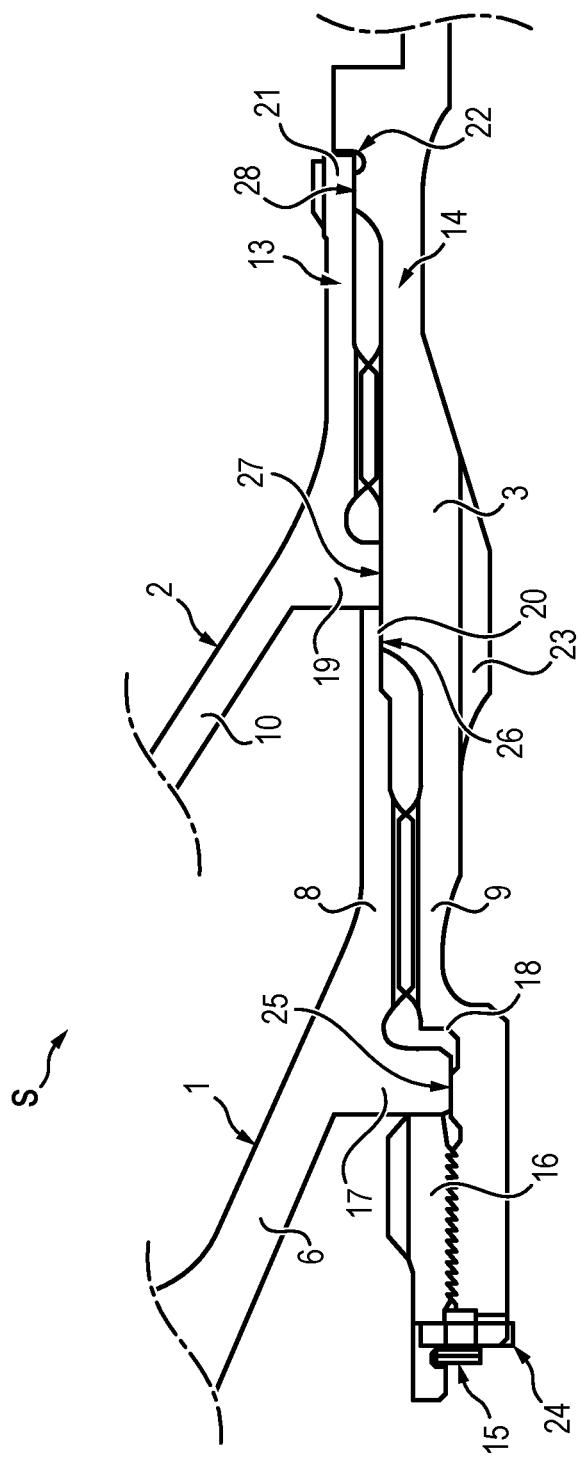


FIG. 2



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

WO 00/46489 A1 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 10 août 2000 (2000-08-10)

US 2013/323077 A1 (GIANNAKOPOULOS KONSTANTINOS PANAGIOTIS [US]) 5 décembre 2013  
(2013-12-05)

FR 2 913 734 A1 (SNECMA SA [FR]) 19 septembre 2008 (2008-09-19)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIÈRE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT