

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication :

**3 039 589**

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

②① N° d'enregistrement national :

**15 57205**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 01 D 5/02 (2015.01), F 01 D 25/28**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ ETAGE DE TURBOMACHINE, EN PARTICULIER DE TURBINE BASSE-PRESSION.

②② Date de dépôt : 28.07.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 03.02.17 Bulletin 17/05.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 10.01.20 Bulletin 20/02.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SNECMA* — FR.

⑦② Inventeur(s) : GARNIER FABIEN, STEPHANE,  
LOISEAU CYRIL, BERNARD et PELLIER PHILIPPE,  
CHRISTIAN.

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

⑦④ Mandataire(s) : ERNEST GUTMANN-YVES  
PLASSERAUD SAS.

**FR 3 039 589 - B1**



## Etage de turbomachine, en particulier de turbine basse-pression

La présente invention concerne un étage de turbomachine, en particulier de turbine basse-pression.

5 La demande de brevet FR 3 006 365 au nom de la Demanderesse divulgue une turbine basse-pression comportant un rotor et un stator formant plusieurs étages de turbine, en particulier quatre étages.

Ainsi, le rotor de la turbine basse-pression comprend quatre  
10 roues assemblées axialement les unes aux autres par des brides annulaires et comportant chacune un disque portant des aubes individuelles. Ces aubes comprennent chacune une pale reliée par une plate-forme à une paroi médiane ou échasse s'étendant radialement et prolongée radialement à l'intérieur par un pied qui est engagé dans une rainure du disque.

15 Les rainures de logement des pieds des aubes définissent entre elles des dents qui sont entourées par les plates-formes des aubes. Le rotor est relié à un arbre de turbine par l'intermédiaire d'un cône d'entraînement.

Entre les roues du rotor se trouvent des rangées annulaires  
20 d'aubes fixes appartenant au stator et qui sont montées par des moyens appropriés à leurs extrémités radialement externes sur un carter externe de la turbine basse-pression. Les aubes fixes de chaque rangée sont réunies entre elles à leurs extrémités radialement internes par des secteurs annulaires placés circonférentiellement bout à bout de manière à former  
25 une virole interne et portant des blocs de matériau abrasable.

Des becquets ou rebords circonférentiels amont et aval sont  
formés en saillie axiale sur les secteurs annulaires, et constituent des chicanes avec d'autres becquets ou rebords circonférentiels amont et aval  
des plates-formes des aubes, pour limiter le passage des gaz de  
30 combustion, provenant de la chambre de combustion en amont de la turbine, radialement de l'extérieur vers l'intérieur.

Les aubes du rotor sont retenues axialement sur le disque par l'intermédiaire d'un jonc annulaire qui est monté en amont du disque et est appliqué axialement sur des faces amont des pieds d'aubes et des dents du disque par une virole annulaire d'étanchéité qui est solidaire du disque.

5 La virole, de forme générale tronconique, s'étend autour d'une bride amont tronconique du disque et définit avec celle-ci un espace annulaire de circulation d'air de ventilation des dents du disque. Cet air est destiné à pénétrer dans des passages longitudinaux s'étendant entre les pieds d'aubes et les fonds des rainures du disque. La virole comporte des  
10 léchettes, coopérant avec les blocs de matériau abrasable de manière à former un joint de type labyrinthe.

L'extrémité amont de la virole d'étanchéité comporte un rebord radial qui est fixé à un rebord radial de la bride amont du disque par l'intermédiaire de boulons.

15 En fonctionnement, la virole d'étanchéité peut être soumise à des contraintes mécaniques sous l'effet des forces centrifuges. Des simulations ont permis de démontrer que, si la virole d'étanchéité devait être soumise à des contraintes extrêmes, des fragments de la virole pourraient être amenés à se détacher du disque, chaque fragment  
20 s'étendant circonférentiellement sur une plage angulaire importante, de l'ordre de 120° par exemple. Ces fragments seraient alors éjectés radialement vers l'extérieur et, du fait de leur masse importante, pourraient transpercer le carter externe de la turbine, endommageant ainsi gravement la turbomachine.

25 L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et économique à ce problème.

A cet effet, elle propose un étage de turbomachine, en particulier de turbine basse-pression, comportant un rotor comprenant un disque portant des aubes mobiles, et un stator comportant des aubes fixes dont la  
30 périphérie externe est reliée à un carter externe et dont la périphérie interne comprend une virole interne portant au moins un bloc de matériau

abradable, le rotor comportant au moins une virole d'étanchéité comprenant au moins une léchette apte à coopérer avec le bloc de matériau abradable, caractérisé en ce que la virole interne comporte au moins un organe formant obstacle s'étendant en direction de la virole d'étanchéité.

La présence de l'organe formant obstacle permet soit de limiter la déformation de la virole d'étanchéité, par appui de cette dernière sur ledit obstacle en fonctionnement, soit de briser d'éventuelles parties se détachant de la virole d'étanchéité de manière à former des parties de plus petites dimensions et de plus faible masse, de telles parties n'ayant alors plus une masse suffisante pour transpercer le carter externe. On limite ainsi le potentiel endommagement de la turbomachine.

Chaque organe formant obstacle comporte ainsi une partie située à proximité de la virole d'étanchéité, de préférence à une distance inférieure à 10 mm. Bien entendu, cette distance peut varier en fonction des applications.

La virole interne peut comporter un support, le bloc de matériau abradable étant fixé sur le support, l'organe formant obstacle étant rattaché au support.

Dans ce cas, l'organe formant obstacle peut venir de matière avec le support de la virole interne, assurant ainsi une bonne résistance mécanique de l'ensemble.

L'organe formant obstacle peut s'étendre radialement vers l'intérieur et/ou axialement vers l'amont ou vers l'aval.

De plus, le disque du rotor peut comporter au moins une bride annulaire s'étendant axialement vers l'amont ou vers l'aval, la virole d'étanchéité étant fixée à ladite bride et entourant ladite bride.

La virole d'étanchéité peut comporter une partie localement en saillie qui s'étend en direction de l'organe formant obstacle, de manière à rapprocher encore l'organe formant obstacle et la partie en saillie de la virole d'étanchéité.

Selon une forme de réalisation, chaque organe formant obstacle peut s'étendre circonférentiellement sur une plage angulaire inférieure à 10°, de préférence de l'ordre de 5°.

En outre, le stator peut comporter plusieurs organes formant obstacles, régulièrement répartis sur la circonférence du rotor.

La virole interne peut comporter au moins un organe formant obstacle s'étendant axialement vers l'amont et au moins un organe formant obstacle s'étendant axialement vers l'aval.

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une demi-vue schématique partielle en coupe axiale d'une turbine basse-pression de turbomachine,
- la figure 2 est une demi-vue schématique partielle en coupe axiale et à plus grande échelle d'une partie de la turbine de la figure 1 et illustre une roue de turbine de l'art antérieur,
- la figure 3 est une demi-vue schématique partielle en coupe axiale d'une partie d'une turbine basse-pression d'une turbomachine, illustrant une première forme de réalisation de l'invention,
- la figure 4 est une vue correspondant à la figure 3, illustrant une deuxième forme de réalisation de l'invention,
- la figure 5 est une vue en perspective d'un secteur du stator, illustrant la deuxième forme de réalisation de l'invention,
- la figure 6 est une vue correspondant à la figure 3, illustrant une troisième forme de réalisation de l'invention.

Dans ce qui suit, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens d'écoulement des gaz dans la turbomachine, en particulier dans la veine secondaire. De même, les termes « radial » et « axial » sont définis par rapport à l'axe de la turbomachine.

On se réfère d'abord à la figure 1 qui est une demi-vue schématique en coupe d'une turbine basse-pression 1 de turbomachine, selon un plan passant par l'axe de rotation du rotor de la turbine 1.

Le rotor de la turbine basse-pression comprend quatre roues 2  
5 assemblées axialement les unes aux autres par des brides annulaires et comportant chacune un disque 3 portant des aubes 4 individuelles. Comme cela est mieux visible à la figure 2, ces aubes 4 comprennent chacune une pale 5 reliée par une plate-forme 6 à une paroi médiane ou échasse 7 s'étendant radialement et prolongée radialement à l'intérieur par un pied 8  
10 qui est engagé dans une rainure du disque 3.

Les rainures de logement des pieds 8 des aubes 4 définissent entre elles des dents qui sont entourées par les plates-formes 6 des aubes 4. Le rotor est relié à l'arbre de turbine par l'intermédiaire d'un cône d'entraînement 10.

Entre les roues 2 se trouvent des rangées annulaires d'aubes  
15 fixes 11 qui sont montées par des moyens appropriés à leurs extrémités radialement externes sur un carter externe 11a de la turbine basse-pression. Les aubes fixes 11 de chaque rangée sont réunies entre elles à leurs extrémités radialement internes par des secteurs annulaires de virole interne 12 placés circonférentiellement bout à bout et portant des blocs de  
20 matériau abrasable 12a.

Des becquets ou rebords circonférentiels amont et aval 13a, 13b sont formés en saillie axiale sur les secteurs annulaires 12, et constituent des chicanes avec d'autres becquets ou rebords circonférentiels amont et  
25 aval 6a, 6b des plates-formes 6 des aubes 4, pour limiter le passage des gaz de combustion, provenant de la chambre de combustion en amont de la turbine 1, radialement de l'extérieur vers l'intérieur.

Les aubes 4 sont retenues axialement sur le disque 3 par l'intermédiaire d'un jonc annulaire 14 qui est monté en amont du disque 3  
30 et est appliqué axialement sur des faces amont des pieds d'aubes 8 et des dents du disque 3 par une virole annulaire 15 solidaire du disque 3.

La virole 15 s'étend autour d'une bride amont 16 du disque 3 et définit avec celle-ci un espace annulaire de circulation d'air de ventilation des dents du disque (flèche 17). Cet air est destiné à pénétrer dans des passages longitudinaux s'étendant entre les pieds d'aubes 8 et les fonds des rainures du disque 3. La virole 15 comporte des léchettes 15a, 5  
coopérant avec les blocs de matériau abrasable 12a de manière à former un joint de type labyrinthe.

Il est connu de monter des organes d'étanchéité 18 appelés « bonbons » entre les aubes 4, dans des cavités latérales 19 en regard des 10  
plates-formes 6 des aubes 4. Chaque organe d'étanchéité 18 est monté entre deux aubes adjacentes 4 et comprend une partie d'extrémité circumférentielle logée dans la cavité latérale 19 d'une aube 4 et une partie d'extrémité circumférentielle opposée logée dans la cavité latérale 19 d'une aube 4 adjacente. Ces organes d'étanchéité 18 épousent avec de faibles 15  
jeux la forme interne des cavités 19.

En fonctionnement, ces organes d'étanchéité 18 sont soumis aux forces centrifuges et sont plaqués radialement sur les faces internes des parois principales 6c des plates-formes 6, empêchant ainsi le passage radial de gaz chauds de la veine au niveau des zones d'appui.

20 L'alternance des différentes roues 2 du rotor et des rangées annulaires d'aubes fixes 11 définissent plusieurs étages successifs de la turbine basse-pression 1.

Comme indiqué précédemment, en fonctionnement, la virole d'étanchéité 15 peut être soumise à des contraintes mécaniques sous 25  
l'effet des forces centrifuges. Des simulations ont permis de démontrer que, si la virole d'étanchéité 15 devait être soumise à des contraintes extrêmes, des fragments de la virole 15 pourraient être amenés à se détacher du disque 3, chaque fragment s'étendant circumférentiellement sur une plage angulaire importante, de l'ordre de 120° par exemple. Ces fragments 30  
seraient alors éjectés radialement vers l'extérieur et, du fait de leur masse

importante, pourraient transpercer le carter externe 11a de la turbine 1, endommageant ainsi gravement la turbomachine.

La figure 3 représente une première forme de réalisation de l'invention. On remarquera que la virole d'étanchéité 15 comporte ici une nervure radiale 20, fixée à une bride amont 16 du disque 3 située directement en aval et à une bride aval 22 du disque 3 situé directement en amont. La virole d'étanchéité 15 comporte en outre une partie 23 s'étendant vers l'amont depuis la nervure 20, globalement cylindrique, dont l'extrémité amont comporte un rebord radial 24 en appui sur un flasque aval 25 fermant les cavités 19 dans lesquelles sont logés les organes d'étanchéité 18 correspondants. La virole d'étanchéité 15 comporte de plus une partie aval 26 s'étendant vers l'aval depuis la nervure 20 et globalement tronconique, dont l'extrémité aval comporte un rebord radial 27 en appui sur une face radiale amont 28 du disque 3 au niveau de laquelle débouche les rainures servant au logement des pieds 8 des aubes 4.

Par ailleurs, la virole interne 12 comporte une partie tronconique radialement externe 29 délimitant une partie de la veine d'écoulement des gaz au travers de la turbine 1, une partie cylindrique radialement interne 30, et une partie 31 s'étendant radialement entre les parties précitées 29, 30. La partie interne 30 supporte les blocs d'abradable 12a.

La partie radiale 31 porte les becquets ou rebords circonférentiels amont et aval 13a, 13b. La forme desdits becquets ou rebords 13a, 13b peut varier en fonction des applications et de l'étage considérée au sein de la turbine 1. Par ailleurs, il est possible que la virole interne 12 soit dépourvue de tels becquets ou rebords 13a, 13b.

Lesdits becquets ou rebords 13a, 13b constituent des chicanes avec les becquets ou rebords circonférentiels amont et aval 6a, 6b des plates-formes 6 des aubes 4, pour limiter le passage des gaz de combustion radialement de l'extérieur vers l'intérieur.

Dans cette forme de réalisation, au moins un organe formant obstacle 32 s'étend radialement vers l'intérieur et axialement vers l'aval

depuis l'extrémité aval de la partie 30 de la virole interne 12. Par ailleurs, au moins un organe 33 formant obstacle s'étend radialement vers l'intérieur et axialement vers l'amont depuis l'extrémité amont de la partie 30 de la virole 12.

5 Les organes 32, 33 sont par exemple localisés circonférentiellement. Dans ce cas, ils peuvent prendre la forme de plots ou de doigts s'étendant circonférentiellement sur une plage angulaire comprise entre 5 et 10° par exemple de l'ordre de 5°. Dans ce cas également, il est possible de prévoir plusieurs organes 32, 33, répartis par exemple  
10 régulièrement sur toute la circonférence.

Il est également possible de prévoir uniquement des organes 32, 33 en amont ou en aval de la virole interne 12, de préférence uniquement en aval de la virole interne 12.

La plus courte distance  $d$  entre l'extrémité libre, c'est-à-dire  
15 l'extrémité radialement interne, des organes aval 32 par rapport à la virole d'étanchéité 15 est par exemple comprise entre 5 et 10 mm.

Les organes 32, 33 peuvent venir de matière avec la virole interne 12 ou être formés de pièces différentes, fixées à ladite virole interne 12, par exemple par soudage.

20 La rangée annulaire d'aubes 11 correspondante peut être sectorisée, de sorte que la virole interne 12 appartenant à ladite rangée peut également être sectorisée. Dans ce cas, les différents secteurs 34 sont agencés circonférentiellement bout à bout sur toute la périphérie. Un tel secteur 34 est par exemple illustré à la figure 5, cette figure portant sur  
25 une autre forme de réalisation qui sera détaillée après.

En fonctionnement, la présence des organes formant obstacles 32, 33 permet de limiter la déformation de la virole d'étanchéité 15, par appui de cette dernière sur ledit organe 32, 33 en fonctionnement, et éventuellement de briser ladite virole d'étanchéité 15 de manière à former  
30 des parties de plus petites dimensions et de plus faible masse, de telles parties n'ayant alors plus une masse suffisante pour transpercer le carter

externe 11a. On limite ainsi le potentiel endommagement de la turbomachine. On rappelle que, en l'absence des organes 32, 33, la virole d'étanchéité 15 se déformerait jusqu'à atteindre sa déformation critique où elle se briserait en plusieurs parties de grandes dimensions, en général  
5 trois parties s'étendant chacune sur 120° environ.

Les figures 4 et 5 représentent une deuxième forme de réalisation, qui diffère de celle décrite en référence à la figure 3 en ce que la partie interne 30 de la virole interne 12 comporte un becquet ou un rebord 35 s'étendant radialement vers l'extérieur depuis son extrémité aval  
10 et au moins un organe formant obstacle 32 s'étendant depuis son extrémité amont. Cet organe 32 comporte une portion 36 s'étendant axialement vers l'amont, prolongée par une portion 37 s'étendant radialement vers l'intérieur.

La virole interne 12 peut comporter plusieurs organes 32  
15 localisés, régulièrement répartis sur la périphérie. Il est par exemple possible de prévoir un organe 32 par secteur 34, comme cela est illustré à la figure 5, le nombre de secteurs 34 par étage de turbine étant par exemple égal à huit.

La figure 6 représente une troisième forme de réalisation de  
20 l'invention, qui diffère de celle décrite précédemment en référence à la figure 5 en ce que la virole d'étanchéité 15, en particulier la partie tronconique 26 de ladite virole 15, comporte au moins une zone 38 en saillie radialement vers l'extérieur et située globalement en regard de l'extrémité libre du ou des organes amont 32. Ladite zone en saillie 38 peut  
25 s'étendre circonférentiellement sur toute la périphérie ou être localisée circonférentiellement, par exemple dans une plage angulaire inférieure à 20° de préférence de l'ordre de 5°. Dans ce dernier cas, la virole d'étanchéité 15 peut comporter plusieurs zones en saillie 38, situées en regard des organes correspondants 32.

30 Dans cette forme de réalisation, il est donc possible de réduire encore la distance entre l'extrémité libre de l'organe 32 et la virole 15, en

particulier, entre l'extrémité libre de l'organe 32 et la zone en saillie correspondante 38 de la virole 15.

## REVENDEICATIONS

1. Etage de turbomachine, en particulier de turbine basse-  
pression (1), comportant un rotor (2) comprenant un disque (3) portant des  
5 aubes mobiles (4), et un stator comportant des aubes fixes (10) dont la  
périphérie externe est reliée à un carter externe (11a) et dont la périphérie  
interne comprend une virole interne (12) portant au moins un bloc de  
matériau abrasable (12a), le rotor (2) comportant au moins une virole  
d'étanchéité (15) comprenant au moins une léchette (15a) apte à coopérer  
10 avec le bloc de matériau abrasable (12a), caractérisé en ce que la virole  
interne (12) comporte une partie tronconique radialement externe (29)  
délimitant une partie d'une veine d'écoulement des gaz, une partie  
radialement interne (30) supportant le bloc de matériau abrasable (12a), et  
une partie (31) s'étendant radialement entre les parties externe (29) et  
15 interne (30), la partie radialement interne (30) comportant au moins un  
organe formant obstacle (32, 33) s'étendant en direction de la virole  
d'étanchéité (15).

2. Etage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la virole  
interne (12) comporte un support (30), le bloc de matériau abrasable (12a)  
20 étant fixé sur le support (30), l'organe formant obstacle (32, 33) étant  
rattaché au support (30).

3. Etage selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'organe  
formant obstacle (32, 33) vient de matière avec le support (30) de la virole  
interne (12).

25 4. Etage selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce  
que l'organe formant obstacle (32, 33) s'étend radialement vers l'intérieur  
et/ou axialement vers l'amont ou vers l'aval.

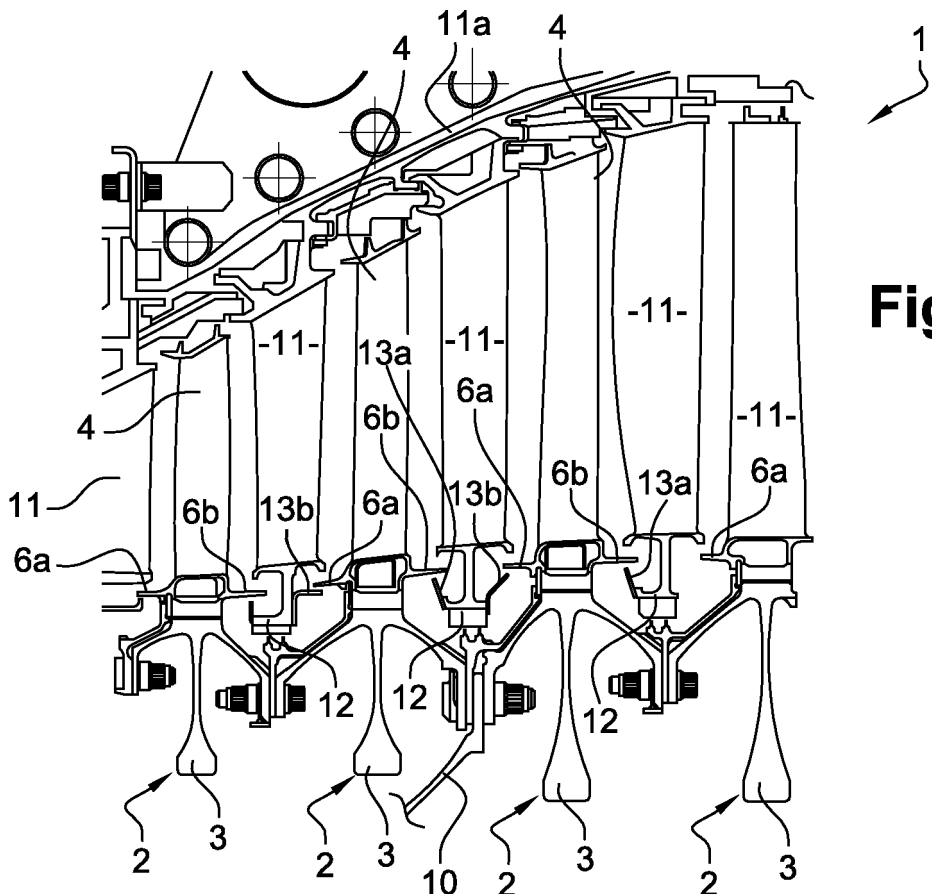
5. Etage selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce  
que le disque (3) du rotor (2) comporte au moins une bride annulaire (16,  
30 22) s'étendant axialement vers l'amont ou vers l'aval, la virole d'étanchéité  
(15) étant fixée à ladite bride (16, 22) et entourant ladite bride (16, 22).

6. Etage selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la virole d'étanchéité (15) comporte une partie localement en saillie (38) qui s'étend en direction de l'organe formant obstacle (32).

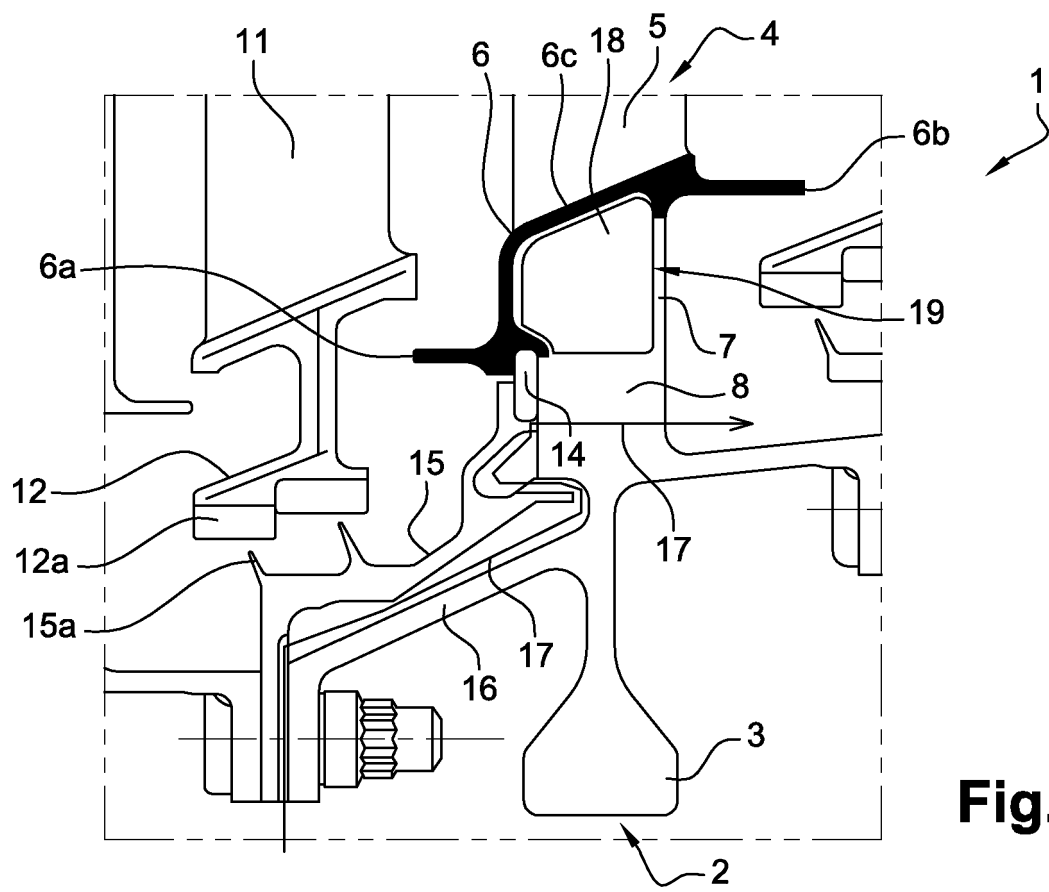
5 7. Etage selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque organe formant obstacle (32, 33) s'étend circonférentiellement sur une plage angulaire inférieure à  $10^\circ$ , de préférence de l'ordre de  $5^\circ$ .

8. Etage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le stator comporte plusieurs organes formant obstacles (32, 33), régulièrement répartis sur la circonférence du rotor.

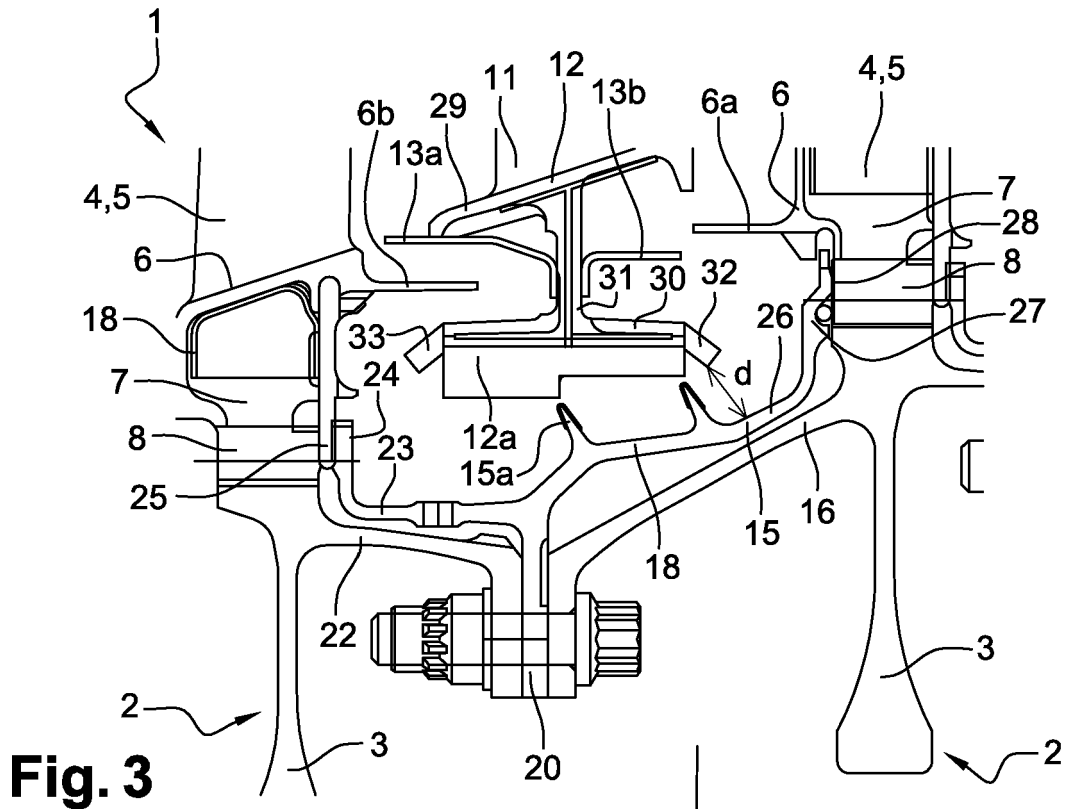
10 9. Etage selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la virole interne (12) comporte au moins un organe formant obstacle (33) s'étendant axialement vers l'amont et au moins un organe formant obstacle (32) s'étendant axialement vers l'aval.



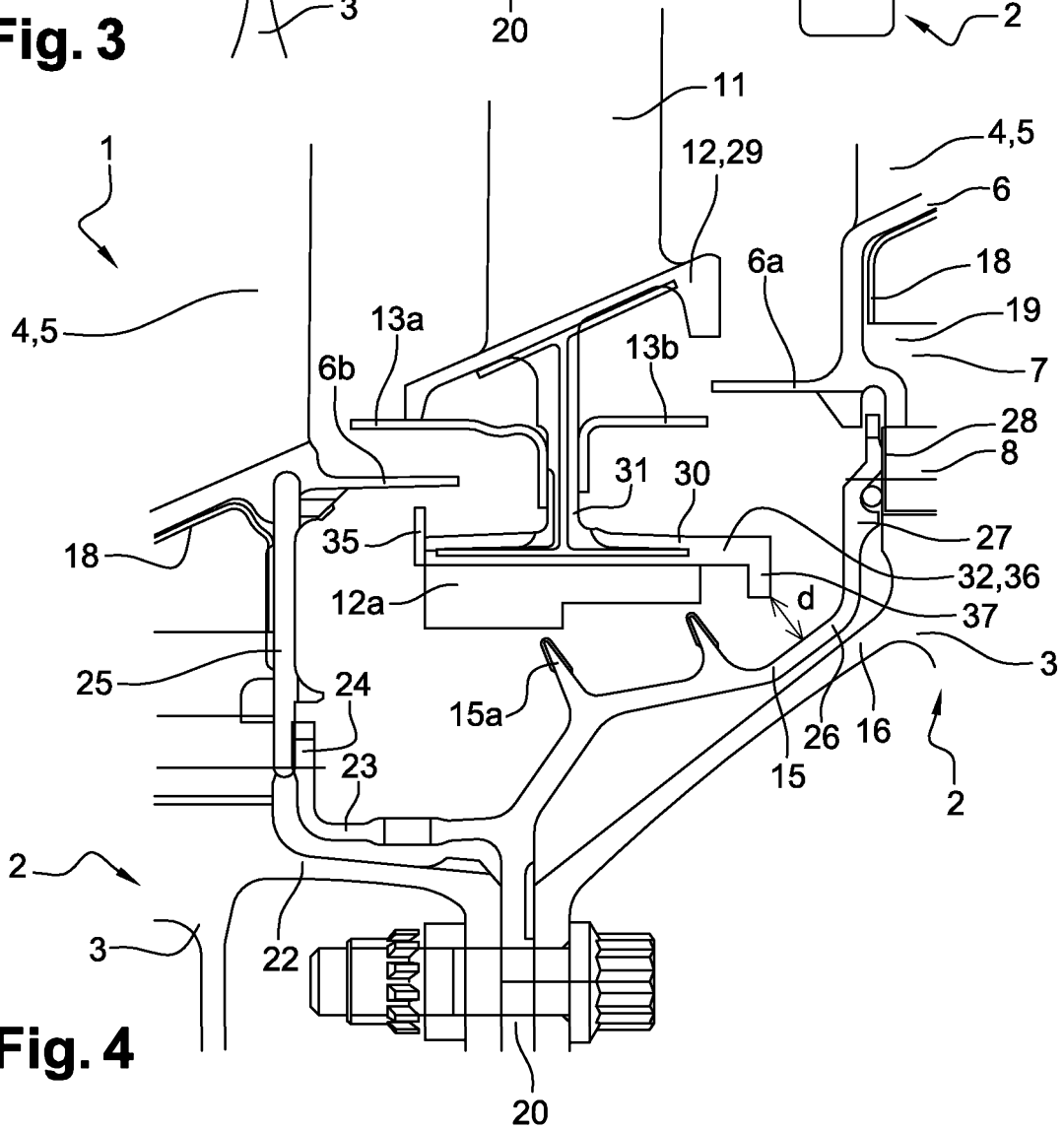
**Fig. 1**



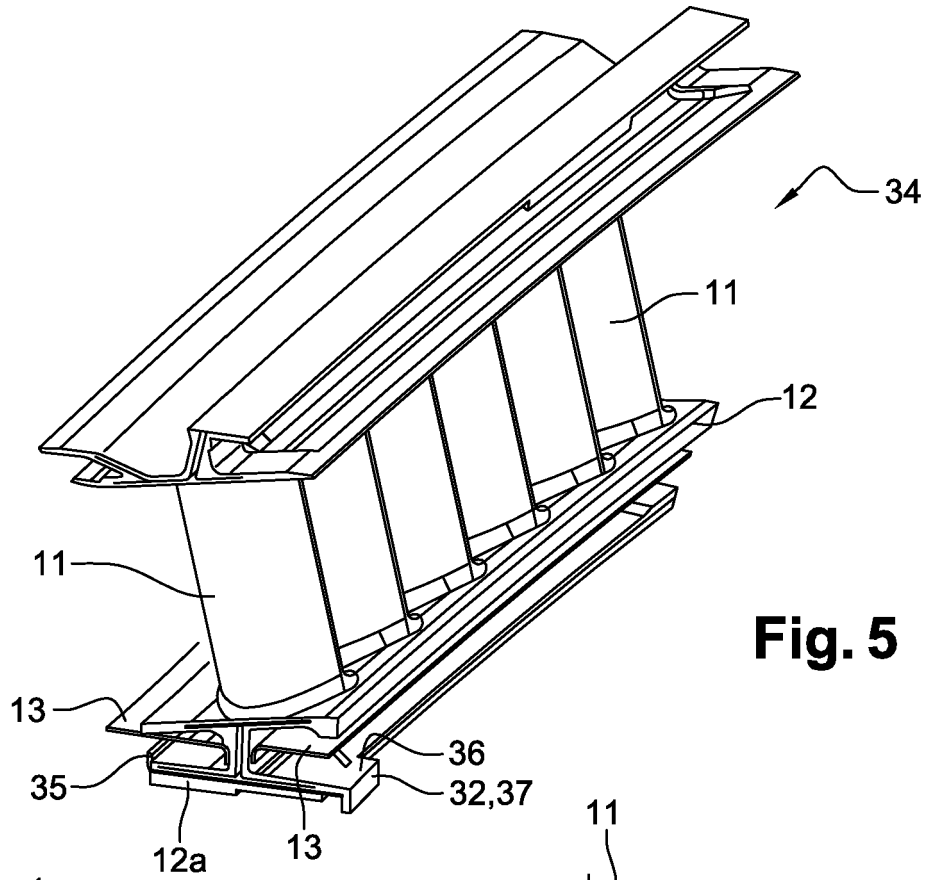
**Fig. 2**



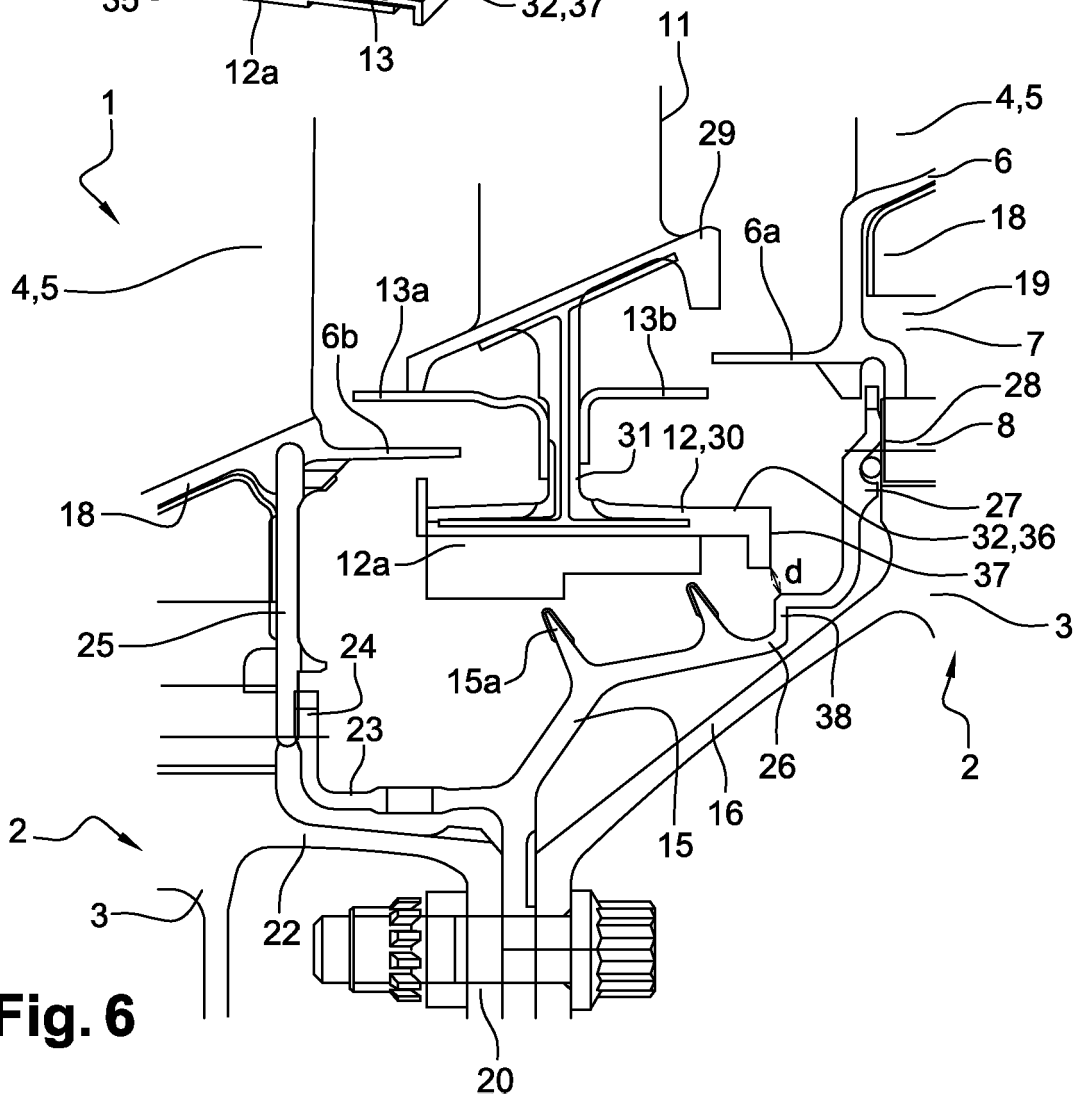
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

# 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 (nouveau) 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**

EP 2 722 486 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 23 avril 2014 (2014-04-23)

US 5 215 435 A (WEBB ALAN L [US] ET AL) 1 juin 1993 (1993-06-01)

FR 3 013 096 A1 (SNECMA [FR]) 15 mai 2015 (2015-05-15)

EP 1 293 645 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 19 mars 2003 (2003-03-19)

EP 2 801 702 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 12 novembre 2014 (2014-11-12)

FR 3 011 031 A1 (HERAKLES [FR]; SNECMA [FR]) 27 mars 2015 (2015-03-27)

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

NEANT

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

NEANT