

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 045 717**

②1 N° d'enregistrement national : **15 63143**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **F 01 D 11/24 (2017.01)**

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 22.12.15.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 23.06.17 Bulletin 17/25.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : SNECMA — FR.

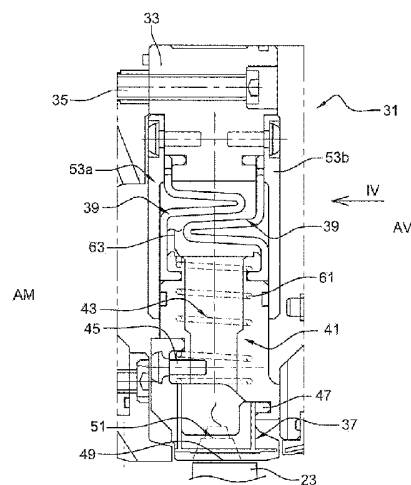
⑦2 Inventeur(s) : GILIBERTI GUILLAUME, MICHEL, MAURICE, CRETJ JOEL et RADELJAK GABRIJEL.

⑦3 Titulaire(s) : SNECMA.

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

⑤4 **DISPOSITIF DE PILOTAGE DE JEU EN SOMMETS D'AUBES ROTATIVES DE TURBINE.**

⑤7 Est concerné un dispositif de pilotage de jeu (31) qui comporte une virole (33) support d'anneaux, des secteurs d'anneaux abrasables (37), des moyens élastiques (39) de centrage, une virole (41) support des secteurs d'anneaux intercalée, radialement à la virole support (33), entre les moyens élastiques et les secteurs d'anneaux abrasables, lesquels sont fixés à ladite virole support, laquelle présente un volume variable en fonction de la température, sous l'effet de moyens (43) d'apport d'un fluide.



**FR 3 045 717 - A1**



## DISPOSITIF DE PILOTAGE DE JEU EN SOMMETS D'AUBES ROTATIVES DE TURBINE

La présente invention concerne le domaine du contrôle de jeu entre  
5 le sommet d'aubes rotatives et un ensemble à anneau fixe d'une turbine à  
gaz.

Une turbine à gaz, par exemple une turbine haute-pression de  
turbomachine, comporte typiquement une pluralité d'aubes fixes disposées  
en alternance avec une pluralité d'aubes mobiles dans le passage de gaz  
10 chauds issus de la chambre de combustion de la turbomachine. Les aubes  
mobiles de la turbine sont entourées sur toute la circonférence de la turbine  
par un ensemble à anneau fixe. Cet ensemble à anneau fixe définit ainsi  
une paroi de la veine d'écoulement des gaz chauds à travers les aubes de  
la turbine.

15 Afin d'augmenter le rendement de la turbine, il est connu de réduire  
autant que possible le jeu existant entre le sommet des aubes mobiles de  
la turbine et les parties de l'ensemble à anneau fixe qui leur font face.

Pour y parvenir, des moyens permettant de faire varier le diamètre  
de l'ensemble à anneau fixe ont été élaborés.

20 On en trouve un exemple dans la publication EP1555394 qui prévoit  
de refroidir par air via des bossages situés sur le carter annulaire extérieur  
dudit ensemble à anneau fixe de la turbine, laquelle présente un axe  
longitudinal (X-X). L'air injecté sur une surface externe de l'ensemble à  
anneau fixe et provoque ainsi des dilatations ou des contractions  
25 thermiques de l'ensemble à anneau fixe qui sont aptes à faire varier son  
diamètre. « Externe » a comme sens : situé radialement vers l'extérieur par  
rapport à l'axe X-X. Et est « radial » ce qui est radial à l'axe X-X.

Les dilatations et contractions thermiques peuvent être commandées  
selon le régime de fonctionnement de la turbine par l'intermédiaire d'une  
30 vanne qui permet de contrôler le débit et la température de l'air alimentant

les conduites. L'ensemble constitué par les conduites et la vanne forme ainsi un boîtier de pilotage du jeu en sommet d'aubes.

Un but ici visé est de pouvoir proposer un dispositif de pilotage de jeu en sommet d'aubes, comme précédemment indiqué, permettant de  
5 faire varier dimensionnement, par dilatations ou contractions thermiques, seulement, ou très essentiellement, une zone limitée située au niveau du carter de de la turbine, sans impacter notablement les pièces alentours, par exemple celles d'un autre étage. Ceci n'est pas possible de façon satisfaisante avec les technologies connues de l'art antérieur.

10 Il en est de même dans une application sur banc d'essai froid, en vue de tester les performances aérodynamiques d'une turbine HP.

C'est donc dans ce cadre et pour répondre à ces difficultés qu'il est ci-après d'abord proposé un dispositif de pilotage de jeu à disposer en face de sommets d'aubes rotatives d'une turbine à gaz, laquelle comprend un  
15 carter annulaire extérieur d'axe longitudinal X-X, ledit dispositif de pilotage de jeu étant caractérisé en ce qu'il comporte :

- un carter support d'anneaux à fixer coaxialement au carter annulaire extérieur,
- des secteurs d'anneaux abrasables disposés coaxialement au carter support d'anneaux, pour définir localement une veine aérodynamique pour  
20 du gaz entourée par le carter annulaire extérieur,
- des moyens élastiques fixés au carter support d'anneaux pour centrer radialement au carter support d'anneaux et tenir sur lui les secteurs d'anneaux abrasables,
- 25 - une virole support des secteurs d'anneaux abrasables, intercalée radialement au carter support d'anneaux entre les moyens (élastiques) et les secteurs d'anneaux abrasables qui sont fixés à ladite virole support, laquelle présente un volume variable en fonction de la température,
- et des moyens pour faire varier la température de la virole support et ainsi  
30 faire varier le jeu en sommet d'aube rotative, radialement au carter support d'anneaux.

Favorablement, le dispositif comportera en outre des flasques disposés côte à côte parallèlement suivant l'axe X-X du carter support et entre lesquels seront placés les moyens (élastiques ?).

5 Un guidage radial amélioré en est attendu.

Favorablement aussi, la virole support présentera un coefficient de dilatation thermique supérieur à  $10 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>, et de préférence à  $25 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>, à 20°C.

En particulier, cette virole support pourra être à base d'aluminium.

10 Avec une telle virole support à fort coefficient de dilatation, on pourra disposer d'une plage de fonctionnement importante malgré un environnement restreint, voire un gradient de température faible dans une application sur banc d'essai froid où une différence de température entre celles de ladite veine de gaz et de la virole support pourrait n'être que  
15 d'environ 150°C, à comparer aux 500°C et au-delà qui peuvent exister dans une application sur moteurs chauds.

Pour favoriser encore davantage la compacité et une facilité de transferts thermiques localisés, il est conseillé que ledit dispositif de contrôle de jeu comporte successivement, de l'intérieur vers l'extérieur,  
20 radialement à l'axe X-X du carter support d'anneaux : les secteurs d'anneaux abrasables, la virole support, les moyens élastiques et ledit carter support d'anneaux.

Encore pour cette recherche de compacité, ainsi que d'une solution fiable et peu onéreuse, il est par ailleurs proposé que les moyens  
25 élastiques comprennent des lamelles, tels que des ressorts, de compression sectorisés disposées côte à côte parallèlement suivant l'axe du carter support d'anneaux.

On pourra en outre ainsi bénéficier d'un effet de régulation thermique (chaud ou froid) du fait de la couche d'air radial circulant entre la virole  
30 support et le carter support, là où s'étendent les lamelles qui peuvent donc

être à effet ressort. Ceci favorisera le faible impact thermique visé en dehors du dispositif.

Concernant l'apport thermique (chaud ou froid) à réaliser vers la virole support, il est notamment proposé que les moyens précités visant à  
5 faire varier la température des secteurs d'anneaux abrasables comprennent des tubes d'apport à cette virole support d'un fluide caloporteur ou frigorigène.

Afin de bien concentrer sur cette virole support la dilatation (ou la contraction) thermique qui lui est imposée, les tubes d'apport qui traversent  
10 le carter support d'anneaux seront favorablement calorifugés jusque vers la virole support pour concentrer la variation de température sur la virole.

A ce sujet, il pourra aussi, et de façon plus générale, être prévu que lesdits moyens pour faire varier la température des secteurs d'anneaux abrasables soient isolés thermiquement hors de la virole support (comme  
15 dans l'exemple ci-avant), ou disposés exclusivement dans ladite virole support.

Disposer des résistances électriques uniquement dans la virole support pourrait ainsi permettre de ne chauffer (quasiment) que cette virole, sans influencer notamment sur la température des pièces alentours.

20 Une application sur banc froid (température de veine de l'ordre de 100 à 150°C) de la technique ici présentée étant visée, l'invention pourra donc tout naturellement concerner un ensemble comprenant :

- une turbine à gaz haute pression de banc d'essai froid comprenant un carter annulaire extérieur et des aubes rotatives, et
- 25 - le dispositif de pilotage de jeu précité, dans tout ou partie de ses caractéristiques, avec alors le carter support d'anneaux fixé au carter annulaire extérieur, coaxialement à lui (axe X-X).

Par ailleurs, la technique de la publication EP1555394 s'avérant délicate à mettre en œuvre sur une turbine au moins bi-étages, il est ici  
30 proposé que la turbine à gaz haute pression à laquelle cet ensemble s'appliquera comprenne un premier étage et un second étage suivant le

premier, le long dudit axe longitudinal (X-X) du carter annulaire extérieur, avec un dispositif de pilotage de jeu présent uniquement sur le premier étage.

L'invention sera si nécessaire encore mieux comprise et d'autres  
5 détails, caractéristiques et avantages de l'invention pourront apparaître 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 vue en coupe longitudinale d'un turboréacteur à double flux et double corps,
- 10 - la figure 2 est une coupe longitudinale locale d'une zone de turbine haute pression pourvue d'un dispositif de pilotage de jeu conforme à l'invention,
- la figure 3 est une vue locale agrandie de la coupe de la figure 2,
- la figure 4 est une vue axiale selon la flèche IV de la figure 3 (vue de l'aval AV), complétée par symétrie,
- 15 - et la figure 5 montre en coupe comme la figure 3 une autre réalisation possible du dispositif de l'invention.

La figure 1 représente donc schématiquement un turboréacteur 1 à double flux et double corps avec ses différents composants principaux. Il comprend un premier arbre 3 reliant, à gauche sur la figure, un rotor de  
20 soufflante 5 et les premiers étages 7 de compresseur à la turbine basse pression 9 ; l'ensemble forme le corps basse pression, BP. Coaxial au premier arbre, suivant l'axe longitudinal X-X, un deuxième arbre 11 relie les étages 13 haute pression du compresseur à la turbine 15 haute pression ; l'ensemble forme le corps haute pression HP avec la chambre de  
25 combustion 17.

En fonctionnement, le long globalement de l'axe de X-X et d'amont (AM) vers l'aval (AV), un tel moteur aspire l'air par la soufflante qui le comprime en un flux primaire, dans la veine primaire 19, qui traverse les  
30 étages de compression, la chambre de combustion et les étages de turbine et un flux secondaire 21 qui est éjecté dans l'atmosphère en bissant la

chambre de combustion. Les turbines entraînent les moyens de compression par l'intermédiaire des arbres BP et HP respectivement.

Sur la figure 2, on retrouve une turbine 15 haute pression, étant précisé que la présente invention pourrait également s'appliquer à une turbine basse-pression de turbomachine ou à tout autre turbine à gaz  
5 équipée d'un dispositif de pilotage/contrôle de jeu en sommet d'aubes.

La turbine haute-pression 15 comprend notamment une pluralité d'aubes mobiles 23 disposées circonférentiellement autour de l'axe longitudinal X-X, dans la veine d'écoulement 19 de gaz. Ces aubes mobiles  
10 23 sont disposées en aval d'aubes fixes 25 de la turbine par rapport à la direction d'écoulement 27 des gaz dans la veine 19.

Autour de l'axe X-X, les aubes mobiles 23 sont entourées par un carter annulaire 29 extérieur de la turbine centré sur l'axe X-X.

Un dispositif 31 solidaire du carter extérieur 29 permet de piloter le jeu radial  $j$  entre les sommets 23a des aubes rotatives 23 et des secteurs  
15 37 d'anneaux abrasables. Le dispositif 31 comporte :

- une virole 33 support d'anneaux fixé, par des vis telles que 35, au carter extérieur 29, de façon à être situé coaxialement à lui (axe X-X),
- les secteurs 37 d'anneaux abrasables, qui sont disposés  
20 circonférentiellement autour de l'axe X-X, coaxialement une virole support 33, pour définir localement une partie de la veine de gaz 19,
- des moyens élastiques 39,
- une virole 41 support des secteurs d'anneaux 37 et intercalée radialement à la virole support 33 entre les moyens élastiques 39 et les secteurs  
25 d'anneaux 37,
- et des moyens 43 (figures 3 et 5) prévus pour faire varier la température de la virole support 41 et ainsi faire varier le jeu radial  $j$  en sommet d'aube rotative 23 (voir figure 2).

Ainsi, la virole 33 est fixe par rapport à la structure du moteur définie  
30 ici par le carter extérieur 29

Les moyens élastiques 39 peuvent être des moyens ressort.

Ils sont fixés à la virole support 33 et à la virole support 41, par exemple par encastrements locaux, avec par exemple deux pions de centrage pour chaque secteur élastique ou ressort, à chaque extrémité, comme illustré, assurant ainsi un blocage tangentiel efficace. Le rôle de ces  
5 moyens élastiques 39 est de centrer la virole support 41 et donc les secteurs d'anneaux 37, radialement à la virole support 33 et de tenir sur elle ces secteurs d'anneaux.

Les secteurs d'anneaux 37 sont en outre fixés à la virole support 41, par exemple par vissage en 45 parallèle à l'axe X-X et encastrement en 47.

10 Les secteurs d'anneau 37 étant directement en contact avec les gaz de la veine 19, un matériau abrasable 49 en recouvre la surface radialement interne, de façon à former une surface circulaire et continue.

Et, comme déjà mentionné, la virole support 41 présente un volume variable en fonction de la température, du fait de son matériau de  
15 constitution et de l'effet sur elle des moyens 43.

Pour un maximum d'efficacité et de compacité, la solution ci-avant et illustrée figures 2,3,5 prévoit une disposition des moyens précités du dispositif 31 telle que l'on trouve successivement, de l'intérieur vers l'extérieur, radialement à l'axe X-X : les secteurs d'anneaux abrasables 37,  
20 la virole support 41, les moyens élastiques 39 et la virole support d'anneaux 33.

En particulier avec cette disposition, le dispositif 31 va permettre de réduire autant que possible le jeu radial  $j$  laissé entre la surface interne du matériau abrasable 49 et chaque sommet 23a d'aube mobile 23, tout en  
25 autorisant la rotation de ces aubes autour de l'axe X-X

Selon les conditions choisies, le dispositif de pilotage 31 va faire varier la température de la virole support 41 qui, par rétractation ou dilatation, va agir sur la position radiale des secteurs d'anneau 37, ce qui diminuera ou augmentera le diamètre intérieur des segments de matériau  
30 abrasable 49 et donc les jeux  $j$  en sommet d'aubes.

Des capteurs 51 portés par certains secteurs d'anneau 37, et qui pourront être circonférentiellement équidistants, pourront permettre de relever les jeux  $j$  correspondants.

Pour apporter à la virole support 41 la chaleur ou le froid nécessaire à obtenir l'effet de contraction ou de dilatation attendu, il est proposé au mode de réalisation illustré figure 5 que les moyens 43 comprennent des tubes 55 d'apport à cette virole d'un fluide caloporteur ou frigorigène. Hors de la zone en cause ces tubes 55 seront donc reliés à une source adaptée de fluide.

Favorablement, chaque tube 55 traversera la virole 33 concernée, passera ensuite entre deux moyens (élastiques) 39 circonférentiellement successifs, puis s'étendra dans un volume intérieur creux 410 de la virole 41 où il apportera le fluide (chaud ou froid) au sein même de cette virole, et de préférence uniquement là. Les tubes 55 pourront être radiaux et des orifices traversants 57 pourront permettre de diffuser latéralement le fluide dans le volume 410 de la virole.

Par ailleurs, pour un bon guidage radial, le mode de réalisation illustré prévoit la présence de flasques, respectivement amont 53a (non repéré sur la fig. 2) et aval 53b disposés côte à côte, parallèlement à l'axe X-X, et entre lesquels sont disposés les moyens élastiques. Les flasques peuvent être chacun fixés sur la virole support 33, de part et d'autre.

Favorablement, pour des raisons de nouveau de compacité et de guidage performant et élastique, les moyens élastiques comprendront deux lamelles, telles des ressorts, de compression sectorisées, respectivement amont 39a et aval 39b (39a et 39b ne sont que sur la fig. 5) disposées côte à côte parallèlement, suivant à l'axe X-X ; voir figure 5.

Montés radialement entre la virole annulaire 41 et le carter support d'anneaux 33, ces lamelles de compression (non) pourront chacune présenter une forme en zigzag. Il peut s'agir de tôles ressorts.

Comme on l'a compris un objectif est en effet autant que possible de concentrer l'effet thermique sur la virole support 41.

Cette pièce, de préférence axisymétrique est le muscle du dispositif. C'est la variation de sa température qui permettra de faire varier le jeu  $j$  en sommet d'aube. La pièce sera ainsi favorablement à base d'aluminium.

Plus généralement, il est recommandé que cette virole support 41  
5 présente un coefficient de dilatation thermique supérieur à  $10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , et de préférence supérieur à  $25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , à  $20^\circ\text{C}$  (avec donc un fort coefficient de dilatation) ce qui permettra de disposer d'une plage de fonctionnement importante, malgré un environnement restreint, voire un gradient de température faible ( $150^\circ\text{C}$  est possible) si l'application à une turbine à gaz  
10 haute pression de banc d'essai froid est visée.

La concentration locale de l'effet thermique pourra par ailleurs favorablement passer :

- par l'isolation thermique des moyens 43 de chauffage ou de refroidissement, ceci hors de la virole support 41, comme dans l'exemple  
15 de la figure 5,
- ou par une disposition de ces moyens 43 exclusivement dans ladite virole support 41, comme dans l'exemple de la figure 3.

Ainsi, dans un mode de réalisation illustré figure 5 est-il prévu que les tubes 55 d'apport de fluide à la virole 41 soient calorifugés, par la  
20 protection thermique 59, jusque vers la virole support. Dans la solution présentée, la protection thermique 59 s'étend autour du tube 55 considéré, à travers le carter extérieur 29, la virole support 33 et dans l'espace intermédiaire 390 où sont situés les moyens élastiques 39.

Dans l'alternative de la figure 3, les moyens 43 comprennent une  
25 résistance électrique 61 qui s'étend exclusivement dans l'épaisseur de la virole support 41 et est alimenté électriquement par un câble 63 relié à une source d'énergie adaptée.

Dans ce cas, on aura compris que seul sera possible un chauffage de la virole support 41.

Comme déjà noté, les solutions ci-avant présentées permettront en particulier de tester l'évolution du/des jeu(x) « j » sur une turbine à gaz haute pression de banc d'essai froid.

En effet, ces solutions autorisent :

- 5 - un gradient de température aubes/virole faible par rapport à la plage de variation du jeu j qui peut typiquement être de 0.5 à 1mm en radial, avec une température de veine 19 de l'ordre de 200 à 500°C,
- un environnement dimensionnellement restreint, de là aussi la possibilité de tester des turbines de petites tailles,
- 10 - une variation du jeu j uniquement sur un étage de turbine, sans impact thermique notable de l'environnement existant,
- une variation du jeu en fonctionnement.

Parmi les avantages des solutions présentées, on notera encore :

- la combinaison de pièces 37 sectorisées avec une virole 41 axisymétrique  
15 qui, du fait qu'elle est annulaire, permet une répartition en elle favorable du flux thermique qu'elle reçoit,
- l'utilisation d'une virole 41 en aluminium ou équivalent permettant de disposer d'une plage de fonctionnement importante malgré un gradient de température faible,
- 20 - et l'application possible de l'invention sur une turbine multiétages, en particulier une turbine HP.

Sur ce dernier point, on voit d'ailleurs sur la figure 2 que la turbine à gaz haute pression 15 en question comprend un premier étage 65 prolongé d' un second étage 67 le long de l'axe X-X, le dispositif de pilotage 31 du jeu j étant présent uniquement en face du premier étage 65 (radialement à l'extérieur de lui). De fait le dispositif de pilotage de jeu 31 peut être monté  
25 étage par étage : un étage peut en être pourvu et pas l'autre, si on le souhaite.

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif de pilotage de jeu (31) à disposer en face de sommets d'aubes rotatives (23) d'une turbine à gaz comprenant un carter annulaire extérieur (29) ayant un axe longitudinal (X-X), ledit dispositif de pilotage de jeu étant caractérisé en ce qu'il comporte :
- une virole support d'anneaux (33) s'étendant suivant l'axe de révolution (X-X) et solidaire coaxialement du carter annulaire extérieur (29),
  - des secteurs d'anneaux abrasables (37) disposés coaxialement à la virole support d'anneaux (33), pour définir localement une veine de gaz (19) entourée par le carter annulaire extérieur (29),
  - des moyens élastiques (39) fixés à la virole support d'anneaux (33) pour centrer radialement à la virole support d'anneaux et tenir sur elle les secteurs d'anneaux abrasables (37),
  - une virole (41) support des secteurs d'anneaux abrasables (37) intercalée, radialement à la virole (33) support d'anneaux, entre les moyens élastiques (39) et les secteurs d'anneaux abrasables (37) qui sont fixés à ladite virole (41) support des secteurs d'anneaux abrasables, laquelle présente un volume variable en fonction de la température,
  - des moyens (43) pour faire varier la température de la virole (41) support des secteurs d'anneaux abrasables et ainsi faire varier le jeu (j) en sommet d'aube rotative (23), radialement à la virole support d'anneaux (33).
2. Dispositif de pilotage de jeu (31) selon la revendication 1, dans lequel ledit dispositif de contrôle de jeu comporte en outre des flasques (53a,53b) disposés sensiblement parallèlement suivant l'axe de révolution (X-X) de la virole support d'anneaux (33) et entre lesquels sont disposés les moyens élastiques (39).
3. Dispositif de pilotage de jeu (31) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel la virole (41) support des secteurs d'anneaux abrasables présente un coefficient de dilatation thermique supérieur à  $10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , et de préférence à  $25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , à 20°C.

4. Dispositif de pilotage de jeu (31) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la virole (41) support des secteurs d'anneaux abrasables est à base d'aluminium.
5. Dispositif de pilotage de jeu (31) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif de contrôle de jeu comporte successivement, de l'intérieur vers l'extérieur, radialement à l'axe (X-X) de révolution de la virole support d'anneaux (33) : les secteurs d'anneaux abrasables (37), la virole (41) support des secteurs d'anneaux abrasables, les moyens élastiques (39) et ladite virole (33) support d'anneaux.
6. Dispositif de pilotage de jeu (31) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens élastiques (39) comprennent des lamelles de compression sectorisées disposées sensiblement parallèlement suivant l'axe (X-X) de révolution de la virole support d'anneaux (33).
7. Dispositif de pilotage de jeu (31) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens (43) pour faire varier la température des secteurs d'anneaux abrasables (37) sont isolés thermiquement dans leurs extensions hors de la virole (41) support des secteurs d'anneaux abrasables ou disposés exclusivement dans cette virole support pour concentrer sur ladite virole support des secteurs d'anneaux abrasables la dilatation thermique qu'ils lui imposent.
8. Dispositif de pilotage de jeu (31) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les moyens pour faire varier la température des secteurs d'anneaux abrasables (37) comprennent des tubes (55) d'apport à la virole (41) support des secteurs d'anneaux abrasables (37) d'un fluide caloporteur ou frigorigène.
9. Dispositif de pilotage de jeu (31) selon la revendication 8, dans lequel les tubes (55) d'apport qui traversent la virole (33) support d'anneaux sont calorifugés jusque vers la virole (41) support des secteurs d'anneaux

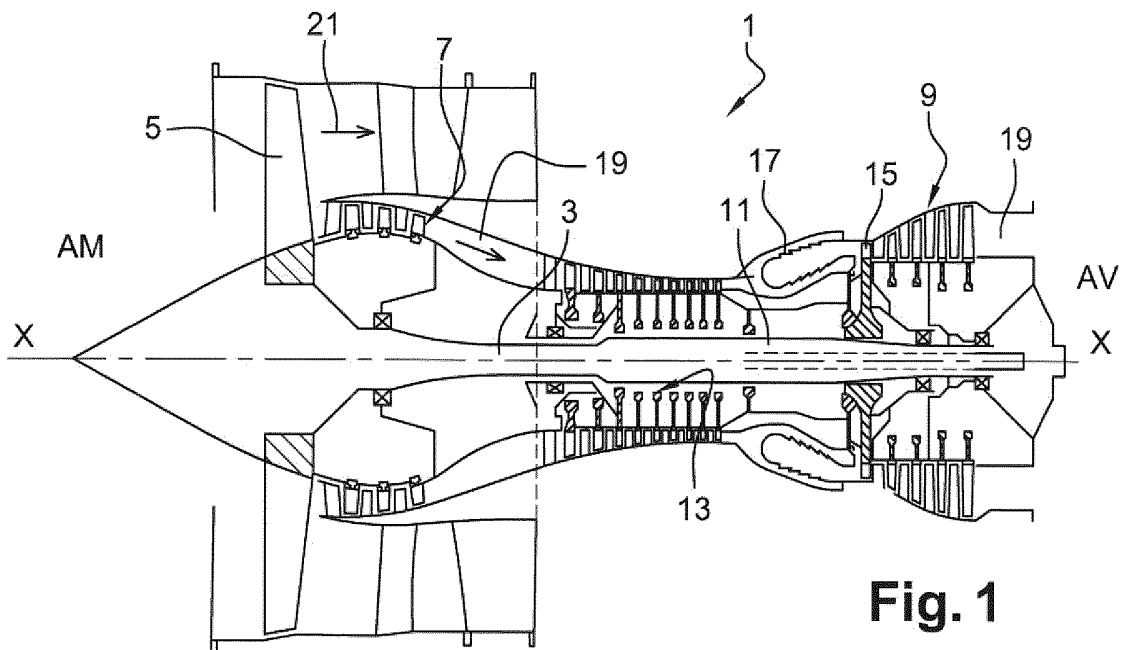
abradables pour concentrer la variation de température à ladite virole (41) support des secteurs d'anneaux abradables.

10. Ensemble comprenant :

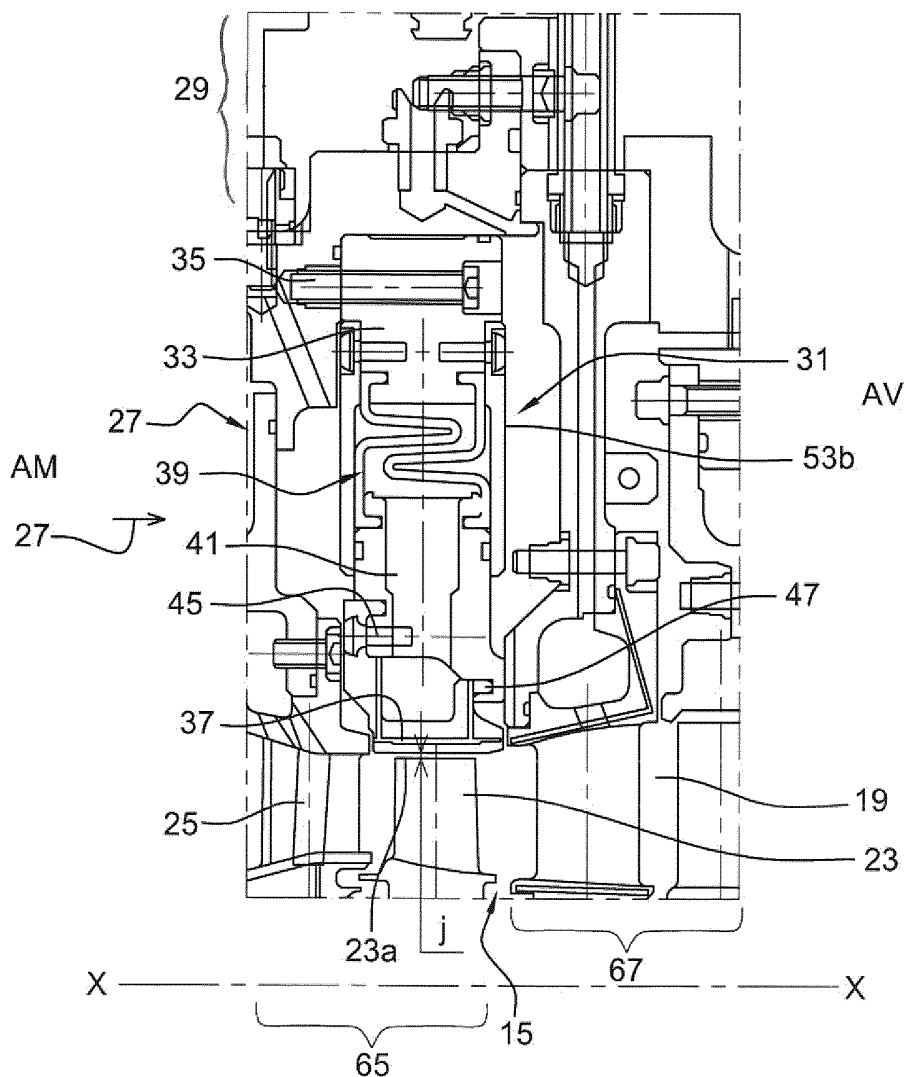
- 5 - une turbine à gaz (15) haute pression de banc d'essai froid comprenant un carter annulaire extérieur (29) et des aubes mobiles (23), et
- le dispositif de pilotage de jeu (31) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la virole support d'anneaux (33) est solidaire coaxialement du carter annulaire extérieur (29).

- 10 11. Ensemble selon la revendication 10, dans lequel la turbine à gaz haute pression (15) comprend un premier étage (65) prolongé d' un second étage (67) le long de l'axe longitudinal (X-X) du carter annulaire extérieur (29), le dispositif de pilotage de jeu (31) étant présent uniquement sur le premier étage.

1/3

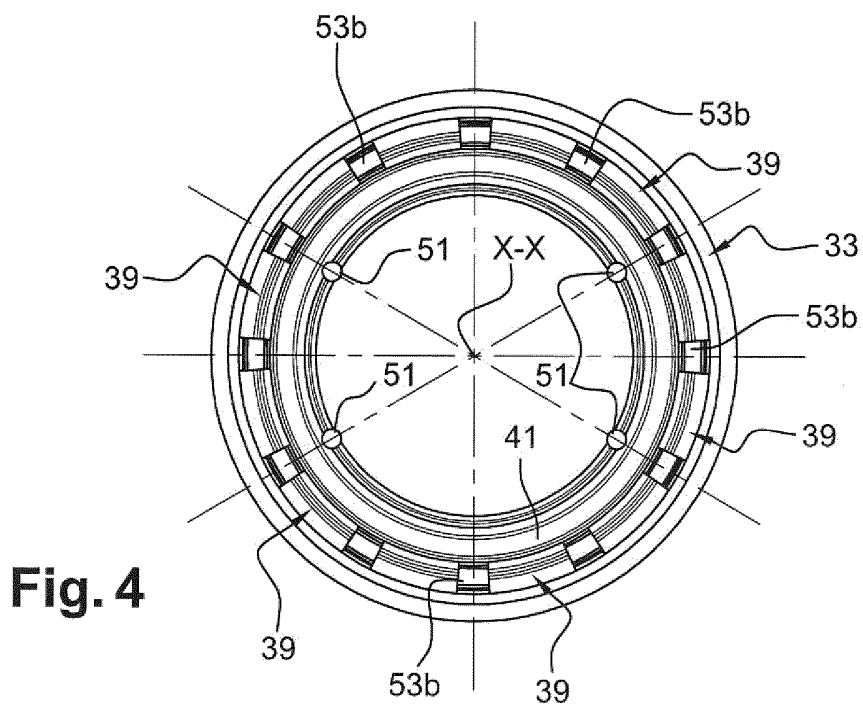
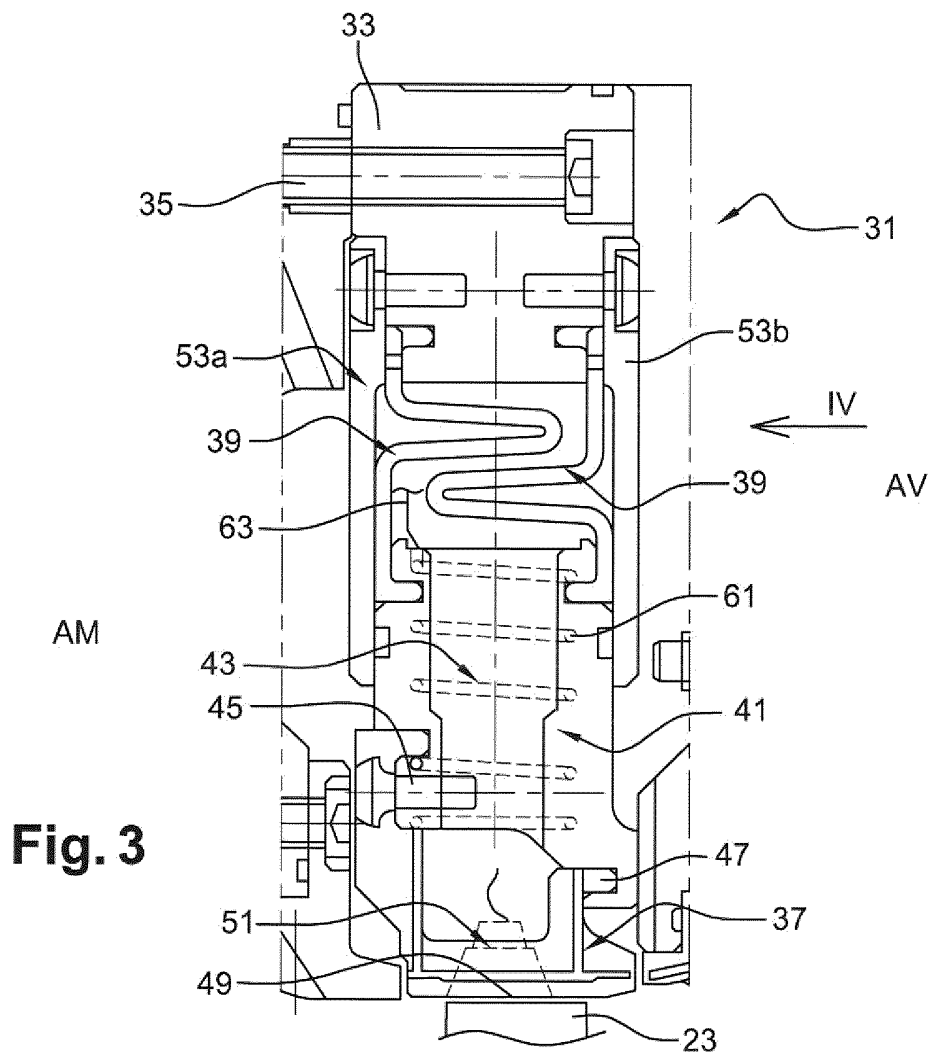


**Fig. 1**

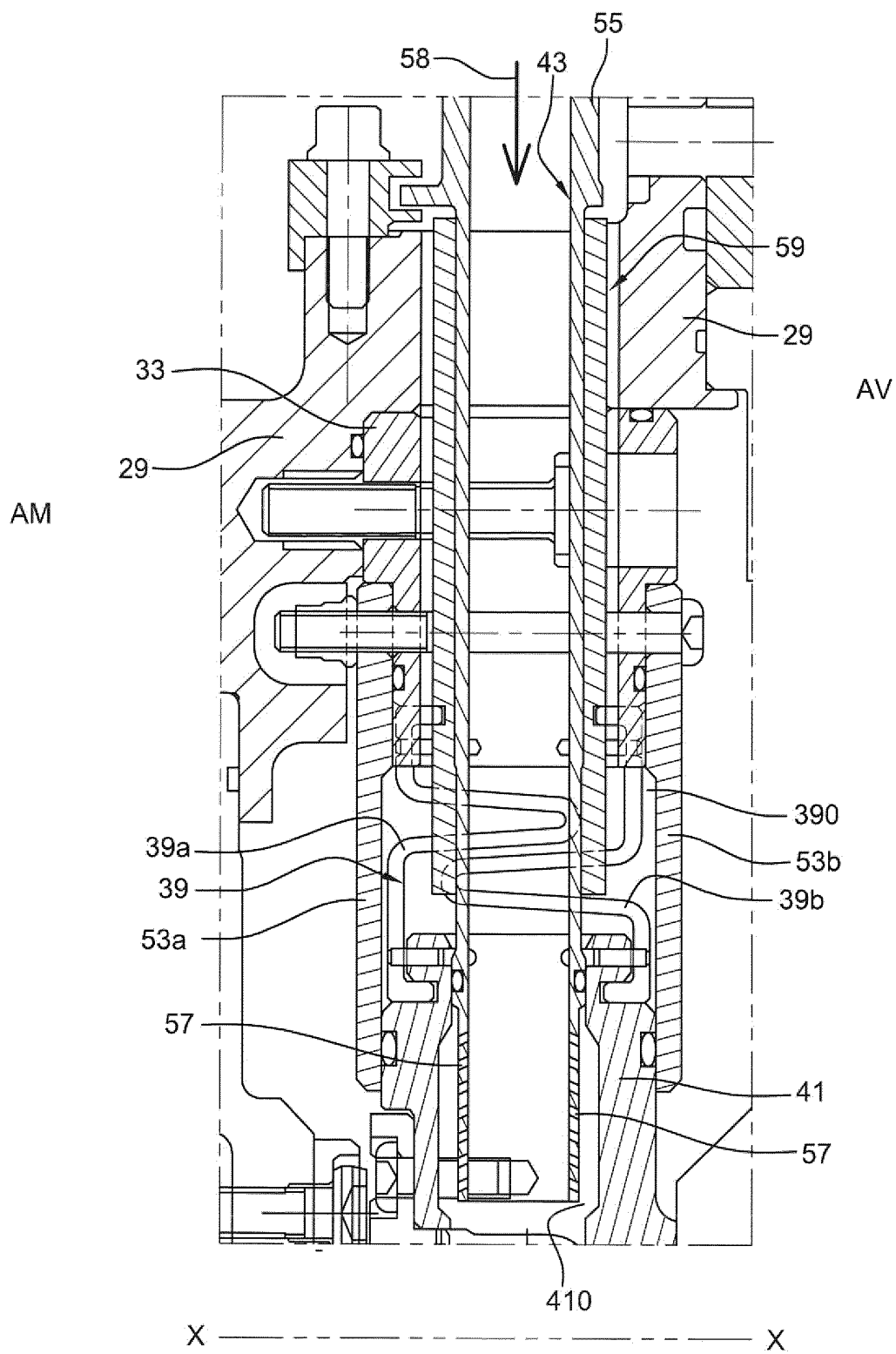


**Fig. 2**

2 / 3



3 / 3

**Fig. 5**



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 823324  
FR 1563143

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		
X	FR 2 747 736 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 24 octobre 1997 (1997-10-24) * page 4, alinéa 2 - page 5, alinéa 4; figure 2 *	1-11	F01D11/24
A	----- EP 2 604 805 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 19 juin 2013 (2013-06-19) * figure 1 *	1-11	
A	----- US 6 126 389 A (BURDGICK STEVEN SEBASTIAN [US]) 3 octobre 2000 (2000-10-03) * figures 1-3 *	1-11	
A	----- EP 1 717 419 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2 novembre 2006 (2006-11-02) * figure 2 *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		8 septembre 2016	Delaitre, Maxime
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<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>			

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE****RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1563143 FA 823324**

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 08-09-2016

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
FR 2747736	A1	24-10-1997	DE 3303313 C1	18-09-1997
			FR 2747736 A1	24-10-1997
			GB 2316134 A	18-02-1998
-----				
EP 2604805	A2	19-06-2013	CA 2798307 A1	15-06-2013
			CN 103161525 A	19-06-2013
			EP 2604805 A2	19-06-2013
			JP 2013124664 A	24-06-2013
			US 2013156550 A1	20-06-2013
-----				
US 6126389	A	03-10-2000	AUCUN	
-----				
EP 1717419	A1	02-11-2006	AT 484652 T	15-10-2010
			CN 1854468 A	01-11-2006
			CN 101825003 A	08-09-2010
			EP 1717419 A1	02-11-2006
			JP 2006307853 A	09-11-2006
			US 2006245910 A1	02-11-2006
-----				