

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 087 224

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

21 N° d'enregistrement national : 18 59404

51 Int Cl<sup>8</sup> : F 02 C 7/36 (2019.01), F 02 K 3/06, 3/072, F 01 D 1/  
24, F 02 C 7/06

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 10.10.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 17.04.20 Bulletin 20/16.

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) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES —  
FR.

72 Inventeur(s) : LEVISSÉ PAUL, GHISLAIN, ALBERT,  
BELMONTE OLIVIER et FORMICA OLIVIER.

73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES.

74 Mandataire(s) : GEVERS & ORES.

54 SYSTEME DE FIXATION D'UN ARBRE D'UNE TURBINE CONTRAROTATIVE POUR UNE TURBOMACHINE  
D'AERONEF.

57 Système de fixation d'un arbre (36) d'une turbine  
contrarotative (22) pour une turbomachine (10) d'aéronef,  
caractérisé en ce qu'il comprend :

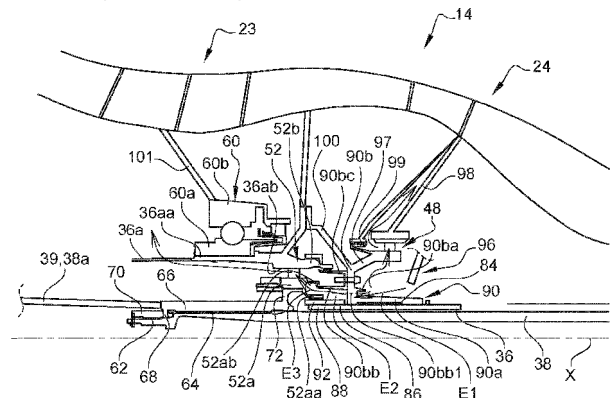
- un premier arbre (36) de turbine sensiblement tubulaire  
s'étendant le long et autour d'un axe X, ce premier arbre de  
turbine comportant à une extrémité libre, appelée extrémité  
amont par référence à l'écoulement des gaz dans la turbo-  
machine, une portion amont de vissage (86) à filetage exte-  
rne, et une portion aval d'accouplement (84),

- un tourillon de compresseur (90) qui est monté sur la-  
dite extrémité libre amont du premier arbre de turbine et est  
configuré pour coopérer avec ladite portion d'accouplement  
pour être solidaire en rotation du premier arbre de turbine, et

- un écrou (92) de blocage du tourillon sur le premier  
arbre de turbine, cet écrou comprenant un tronçon amont de  
préhension (92a) configurée pour être mis en prise avec un  
outil de vissage/dévisage de l'écrou, et un tronçon intermé-  
diaire de vissage (92b) à filetage interne configuré pour coopé-  
rer avec ladite portion amont,

ledit écrou étant configuré pour prendre appui axiale-  
ment sur ledit tourillon lorsqu'il est dans une position vissée  
et serrée, et pour être maintenu radialement par appui sur  
ledit tourillon et/ou ledit premier arbre de turbine lorsqu'il est

dans une position complètement dévissée.



FR 3 087 224 - A1



## **SYSTEME DE FIXATION D'UN ARBRE D'UNE TURBINE CONTRAROTATIVE POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF**

### DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne notamment une turbomachine à turbine contrarotative pour un aéronef.

### ETAT DE L'ART

De manière classique, une turbomachine d'aéronef comprend d'amont en aval, dans le sens d'écoulement des gaz, une soufflante, un  
10 compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une chambre annulaire de combustion, une turbine haute pression et une turbine basse pression. Le rotor du compresseur basse pression est entraîné par le rotor de la turbine basse pression, et le rotor du compresseur haute pression est entraîné par le rotor de la turbine haute  
15 pression.

D'un point de vue performance moteur et consommation, il est avantageux de maximiser la vitesse de rotation de la turbine basse pression car cela permet d'obtenir un meilleur rendement de la turbine. Cependant, augmenter la vitesse de rotation de la turbine implique  
20 d'augmenter les efforts centrifuges qu'elle subit, et complique donc fortement sa conception.

Une suggestion pour augmenter le rendement de la turbine sans pour autant augmenter sa vitesse de rotation consiste à équiper la turbomachine d'une turbine contrarotative, comme décrit dans le document  
25 FR-A1-2 942 273. La turbine basse pression est alors remplacée par une turbine à deux rotors dont un premier rotor est configuré pour tourner dans un premier sens de rotation et est relié à un premier arbre de turbine, et un second rotor est configuré pour tourner dans un sens opposé de rotation et est relié à un second arbre de turbine. Le premier rotor comporte des roues  
30 intercalées entre des roues du second rotor.

Une turbine basse pression peut avoir une vitesse de rotation maximale de 4.000 tours par minute dans une architecture classique où la turbine entraîne directement la soufflante à 10.000 tours par minute dans une architecture où la turbine entraîne la soufflante par l'intermédiaire d'un réducteur. Son remplacement par une turbine contrarotative dont les rotors tournent respectivement à des vitesses maximales de 3.000 et 7.000 tours par minute permet d'avoir une vitesse relative de 10.000 tours par minute (3000 +7000) tout en ayant une vitesse absolue dans une tranche basse de l'intervalle de vitesse précité.

10 Cette turbine contrarotative comprend ainsi un rotor lent et un rotor rapide, le rotor lent entraînant la soufflante et le rotor rapide entraînant le compresseur basse pression et engrenant avec un réducteur mécanique à train épicycloïdal.

Le réducteur relie le rotor rapide et le rotor lent, permettant ainsi un transfert de puissance du rotor rapide vers le rotor lent. On profite ainsi des avantages d'un compresseur basse pression qui ne nécessite qu'un nombre limité d'étages tout en transférant une large part de la puissance de la turbine vers la soufflante sans transiter par un réducteur mais par un arbre.

20 Cette architecture est complexe de par son intégration mécanique : le réducteur mécanique est situé à l'amont du compresseur basse pression.

Dans l'état de la technique, ce positionnement du réducteur implique de placer de nombreux paliers et des enceintes de récupération d'huile à l'intérieur du compresseur basse pression. Par ailleurs, les deux arbres de la turbine contrarotative s'étendent le long et à l'intérieur du moteur, depuis l'aval de la turbomachine où la turbine contrarotative est située, jusqu'à l'amont de la turbomachine où est situé le réducteur. Ces arbres passent à travers des zones très contraintes. Enfin, le montage et le démontage d'un tel moteur est particulièrement complexe.

30 EXPOSE DE L'INVENTION

La présente invention propose un perfectionnement à la technologie décrite ci-dessus, qui représente une solution simple, efficace et économique à au moins une partie des problèmes évoqués ci-dessus.

Selon un premier aspect, l'invention concerne un système de fixation  
5 d'un arbre d'une turbine contrarotative pour une turbomachine d'aéronef, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un premier arbre de turbine sensiblement tubulaire s'étendant le long et autour d'un axe X, ce premier arbre de turbine comportant à une extrémité libre, appelée extrémité amont par référence à l'écoulement des gaz dans  
10 la turbomachine, une portion amont de vissage à filetage externe, et une portion aval d'accouplement,

- un tourillon de compresseur qui est monté sur ladite extrémité libre amont du premier arbre de turbine et est configuré pour coopérer avec ladite portion d'accouplement pour être solidaire en rotation du premier arbre de turbine, et  
15

- un écrou de blocage du tourillon sur le premier arbre de turbine, cet écrou comprenant un tronçon amont de préhension configurée pour être mis en prise avec un outil de vissage/dévissage de l'écrou, et un tronçon intermédiaire de vissage à filetage interne configuré pour coopérer avec  
20 ladite portion amont,

ledit écrou étant configuré pour prendre appui axialement sur ledit tourillon lorsqu'il est dans une position vissée et serrée, et pour être maintenu radialement par appui sur ledit tourillon et/ou ledit premier arbre de turbine lorsqu'il est dans une position complètement dévissée.

L'invention propose ainsi une solution concrète et fiable de montage/démontage d'une turbomachine à turbine contrarotative. L'écrou est conçu pour faciliter ce montage. Il est apte à coopérer avec les pièces environnantes pour l'emprisonner dans une cavité lors d'une phase de montage/démontage, ce qui est particulièrement avantageux pour ce type  
25 d'opérations de montage et démontage, qui peut souvent être réalisé en  
30 aveugle. L'écrou reste de préférence emprisonné dans la cavité tant qu'on

ne retire pas le premier arbre. Son agencement permet d'avoir deux arbres coaxiaux à diamètres très proches tout en permettant un démontage par sous-ensembles fonctionnels.

5 Le système selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- au moins un des éléments parmi l'écrou et le premier arbre comprend une portion ou un tronçon de retenue apte à coopérer avec l'autre des éléments pour assurer le maintien radial de l'écrou en position dévissée,
- 10 - ledit tourillon est solidaire en rotation d'un arbre d'entrée d'un réducteur mécanique à train épicycloïdal,
- un second arbre de turbine s'étend coaxialement à l'intérieur dudit premier arbre et comprend à son extrémité amont une portion d'accouplement avec un arbre de soufflante,
- 15 - au moins un palier est monté entre ledit tourillon et/ou ledit arbre d'entrée, d'une part, et ledit arbre de soufflante, d'autre part,
- ledit tourillon comprend une paroi cylindrique qui est complémentaire de ladite portion d'accouplement, et une paroi radiale du tourillon qui comprend ou porte un premier rebord cylindrique orienté vers l'aval et
- 20 délimitant un espace annulaire configuré pour recevoir de l'huile d'au moins un gicleur, la paroi radiale comportant une série d'orifices traversants au fond de cet espace de façon à permettre le passage d'huile de l'aval vers l'amont de la paroi radiale, à l'intérieur d'une enceinte de lubrification d'au moins un palier,
- 25 - ledit écrou comprend des léchettes annulaires externes d'un premier joint d'étanchéité à labyrinthe,
- ledit premier joint assure une étanchéité de ladite enceinte dans laquelle est situé ledit au moins un palier,
- ladite paroi radiale comprend ou porte un second rebord cylindrique
- 30 orienté vers l'amont et délimitant un espace annulaire configuré pour

recevoir de l'huile sortant desdits orifices et pour acheminer cette huile axialement vers l'amont,

- ledit au moins un palier comprend une bague interne comportant ou portant un troisième rebord cylindrique orienté vers l'aval et entourant au moins en partie ledit second rebord, et délimitant un espace annulaire configuré pour recevoir de l'huile acheminée par ledit second rebord, la bague interne comportant des canaux de circulation de cette huile jusqu'à des roulements dudit au moins un palier,
- ladite paroi radiale comprend ou porte un troisième rebord cylindrique orienté vers l'amont et comportant des léchettes annulaires externes d'un second joint d'étanchéité à labyrinthe, ces léchettes coopérant avec une couche de matière abradable portée par une bague externe dudit au moins un palier.

La présente invention concerne encore une turbomachine d'aéronef, comportant un système tel que décrit ci-dessus.

Selon un second aspect, l'invention concerne une turbomachine d'aéronef à réducteur mécanique et à turbine contrarotative, comportant :

- une soufflante entraînée en rotation par un arbre de soufflante,
  - un réducteur mécanique à train épicycloïdal,
  - un générateur de gaz comportant une turbine contrarotative dont un premier arbre de turbine est accouplé à l'arbre de soufflante ainsi qu'à un arbre de sortie du réducteur, et dont un second arbre de turbine est accouplé à un arbre d'entrée du réducteur ainsi qu'à un tourillon d'un compresseur basse pression du générateur de gaz,
- caractérisée en ce que :
- le guidage de l'arbre d'entrée du réducteur est assuré par un premier palier à billes situé en aval du réducteur, entre cet arbre d'entrée et un carter d'entrée,
  - le guidage du tourillon est assuré par un deuxième palier à rouleaux monté entre ce tourillon et un carter intermédiaire de la turbomachine, et

- le guidage du premier arbre est assuré notamment par un troisième palier à rouleaux intercalé axialement entre lesdits premier et second paliers, et situé entre ce premier arbre et ledit arbre d'entrée.

L'invention propose ainsi un agencement optimal des paliers dans  
5 une turbomachine à turbine contrarotative et à réducteur.

La turbomachine selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- le guidage de l'arbre de soufflante et de l'arbre de sortie est assuré par un  
10 palier amont (quatrième palier) à rouleaux et par un palier aval (cinquième palier) à billes, ces paliers étant situés en amont du réducteur, entre les arbres de soufflante et de sortie, d'une part, et le carter d'entrée, d'autre part,

- ledit premier palier a un diamètre moyen supérieur au diamètre moyen  
15 dudit deuxième palier, qui est lui-même supérieur au diamètre moyen dudit troisième palier,

- ledit tourillon est engagé sur ledit premier arbre et immobilisé axialement sur celui-ci au moyen d'un premier écrou vissé sur ledit premier arbre,

- ledit arbre de soufflante et ledit arbre de sortie sont immobilisés  
20 axialement sur ledit second arbre au moyen d'un second écrou vissé sur ledit second arbre,

- ledit premier arbre est relié à son extrémité aval à un premier rotor de turbine, et ledit second arbre est relié à son extrémité aval à un second rotor de turbine, ledit premier rotor de turbine comportant des roues  
25 intercalées entre des roues du second rotor de turbine, et

- lesdits premier et second rotors de turbine sont entourés par un carter dont une extrémité aval comprend une bride de fixation à un carter d'échappement de la turbomachine.

L'invention concerne encore un procédé de démontage d'une  
30 turbomachine telle que décrite ci-dessus, comprenant les étapes de :

- a) démontage et retrait d'un cône d'entrée de la turbomachine, situé en amont et au centre de la soufflante,
- b) dévissage du second écrou au moyen d'un outil inséré à l'intérieur dudit second arbre depuis l'extrémité amont de la turbomachine,
- 5 c) démontage dudit second arbre et retrait de ce second arbre depuis l'aval de la turbomachine,
- d) dévissage du premier écrou au moyen d'un outil inséré à l'intérieur dudit premier arbre depuis l'extrémité amont de la turbomachine, et
- e) démontage dudit premier arbre et retrait de ce premier arbre depuis
- 10 l'aval de la turbomachine.

L'étape c) peut comprendre le démontage et le retrait du carter d'échappement, puis le démontage et le retrait d'au moins une partie dudit second rotor, d'une part, et dudit second arbre, d'autre part, le retrait d'au moins une partie dudit second rotor et dudit second arbre étant réalisé

15 simultanément ou de manière successive, et

L'étape e) peut comprendre le démontage et le retrait d'au moins une partie dudit premier rotor, d'une part, et dudit premier arbre, d'autre part, le retrait d'au moins une partie dudit premier rotor et dudit premier arbre étant réalisé simultanément ou de manière successive,

20 Ledit premier écrou peut être monté sur ledit premier arbre et est destiné à rester sur ce premier arbre après son dévissage à l'étape d).

#### DESCRIPTION DES FIGURES

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

25 dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'une turbomachine à réducteur et à turbine contrarotative selon l'invention,
  - la figure 1a est une vue schématique en coupe axiale, à plus grande
- 30 échelle et plus détaillée d'une partie de la turbomachine de la figure 1,



- les figures 2a et 2b sont des vues schématiques en coupe axiale et à plus grande échelle d'un système de fixation selon l'invention,
- les figures 3 à 9 sont des vues similaires à celle de la figure 1 et illustrent des étapes d'un procédé de démontage selon l'invention,
- 5 - les figures 4a, 7a, 8a et 9a sont des vues similaires à celle de la figure 1a dans le cadre des étapes du procédé.

#### DESCRIPTION DETAILLEE

La figure 1 représente de manière très schématique une turbomachine 10 à turbine contrarotative et à réducteur pour un aéronef.

- 10 Cette turbomachine 10 comprend d'amont en aval, dans le sens d'écoulement des gaz, une soufflante 12, un compresseur basse pression 14, un compresseur haute pression 16, une chambre annulaire de combustion 18, une turbine haute pression 20 et une turbine contrarotative 22.

- 15 La référence 23 désigne un carter d'entrée situé entre la soufflante 12 et le compresseur 14. La référence 24 désigne un carter intermédiaire situé entre les compresseurs 14 et 16, et la référence 26 désigne un carter de turbine (du type TVF) situé entre les turbines 20 et 22. Enfin, la référence 28 désigne un carter d'échappement (du type TRF). Ces carters
- 20 forment la structure de la turbomachine : ils supportent les paliers qui guident les arbres en rotation et sont liés aux suspensions de la turbomachine.

- Le rotor de la turbine haute pression 20 entraîne en rotation le rotor du compresseur haute pression 16 par un arbre haute pression 30 qui est
- 25 centré et guidé en rotation par des paliers, tels qu'un palier amont 32 à billes et un palier aval 34 à rouleaux. Le palier 32 est monté entre une extrémité amont de l'arbre 30 et le carter intermédiaire 24, et le palier 34 est monté entre une extrémité aval de l'arbre 30 et le carter de turbine 26.

- La turbine contrarotative 22 comprend un premier rotor 22a dont des
- 30 roues 22aa sont configurées pour tourner dans un premier sens de rotation et sont reliées à un premier arbre de turbine 36, et un second rotor 22b

dont des roues 22ba sont configurées pour tourner dans un sens opposé de rotation et sont reliées à un second arbre de turbine 38. Les roues 22ba sont intercalées entre les roues 22aa.

Les premier et second rotors 22a, 22b sont entourés par un carter 29 dont une extrémité aval comprend une bride de fixation au carter d'échappement 28.

Le premier arbre 36 s'étend axialement à l'intérieur de l'arbre 30 et entraîne en rotation le rotor du compresseur basse pression 14. Ce premier arbre 36 est en outre accouplé à un arbre d'entrée 36a qui est engrené avec un solaire ou planétaire d'un réducteur mécanique 42 à train épicycloïdal. L'arbre d'entrée 36a est ainsi solidaire en rotation de l'arbre 36.

Le second arbre 38 s'étend axialement à l'intérieur de l'arbre 36 et entraîne en rotation la soufflante 12. Cet arbre 38 est accouplé à un carter de soufflante 39 ainsi qu'à un arbre de sortie 38a qui est engrené avec la couronne du réducteur 42.

Le réducteur 42 comprend en outre des satellites engrenés respectivement avec le solaire et la couronne et portés par un porte-satellites 42a qui est fixé au carter d'entrée 23.

Le premier arbre 36 est centré et guidé à l'amont par un palier 48 monté entre le premier arbre 36 et le carter intermédiaire 24, et à l'aval par un palier 50 monté entre le premier arbre 36 et le carter de turbine 26.

Le second arbre 38 est centré et guidé à l'amont par un palier 52 monté entre le second arbre 38 et le premier arbre 36, et à l'aval par un palier 54 monté entre le second arbre 38 et le carter d'échappement 28.

Les paliers 50 et 54 sont à rouleaux dans l'exemple représenté.

L'arbre de soufflante 39 et l'arbre de sortie 38a sont guidés par un palier amont 56 à rouleaux et par un palier aval 58 à billes. Ces paliers 56, 58 sont situés en amont du réducteur 42, entre les arbres de soufflante 39 et de sortie 38a, d'une part, et le carter d'entrée 23, d'autre part. En aval du

réducteur 42, un palier 60 guide en rotation l'arbre d'entrée 36a et est monté entre cet arbre et le carter d'entrée 23.

La figure 1a est une vue à plus grande échelle et plus détaillée de la zone Z de la figure 1 et permet de mieux voir les paliers 48, 52 et 60 et leurs positions respectives.

Le second arbre 38 comprend à une extrémité amont une portion amont 62 de vissage à filetage externe et une portion aval 64 d'accouplement à cannelures rectilignes externes.

L'arbre de soufflante 39 et l'arbre de sortie 38a sont fixés l'un à l'autre ou formés d'une seule pièce et comprennent une extrémité aval qui comprend une portion aval 66 d'accouplement à cannelures rectilignes internes. Les portions 64, 66 sont configurés pour coopérer ensemble par complémentarité de formes afin de solidariser en rotation les arbres 38a, 39 et 38.

Cette extrémité aval des arbres de soufflante 39 et de sortie 38a comprend un rebord annulaire 68 orienté radialement vers l'intérieur et destiné à être serré axialement (directement ou indirectement) contre un épaulement cylindrique de l'arbre 38, au moyen d'un écrou 70 à filetage interne vissé sur la portion 62 depuis l'amont. Cet écrou 70 est appelé « second » écrou car il est rapporté sur le second arbre 38.

La portion aval 66 comprend en outre une paroi aval 72 s'étendant radialement vers l'extérieur et portant à sa périphérie externe une bague interne 52a du palier à rouleaux 52.

Le premier arbre 36 comprend une extrémité amont qui comprend une portion aval 84 d'accouplement à cannelures rectilignes externes, une portion intermédiaire de vissage 86 à filetage externe, et une portion amont de retenue 88 sensiblement cylindrique, ces portions 84, 86, 88 étant mieux visibles aux figures 2a et 2b.

Un tourillon 90 du compresseur basse pression 14 est monté sur l'extrémité amont du premier arbre 36 et comprend des cannelures internes

rectilignes configurées pour coopérer avec la portion d'accouplement 84 pour être solidaire en rotation du premier arbre 36.

Un écrou 92 de blocage du tourillon 90 appelé « premier » écrou car il est rapporté sur le premier arbre 36, comprend un tronçon amont 92a de  
5 préhension configurée pour être mis en prise avec un outil de vissage/dévissage de l'écrou, un tronçon intermédiaire 92b de vissage à filetage interne configuré pour coopérer avec la portion intermédiaire 86, et un tronçon aval de retenue 92c qui est ici sensiblement cylindrique (figures 2a et 2b).

10 La figure 2a montre l'écrou 92 dans sa position vissée et serrée de blocage du tourillon 90. L'écrou 92 prend appui axialement sur le tourillon 90 et l'immobilise axialement sur l'arbre 36. La figure 2b montre l'écrou 92 dans sa position complètement dévissée, lorsque les filetages de l'écrou et de la portion 86 ne sont pas engagés l'un dans l'autre. Dans cette position,  
15 l'écrou 92 est maintenu radialement par appui de son tronçon aval 92c sur le tourillon 90 et/ou le premier arbre 36. Dans l'exemple représenté, l'écrou 92 est en outre maintenu radialement par appui de son tronçon 92b sur la portion 88 de l'arbre 36.

L'écrou 92 comprend des léchettes annulaires externes 92d d'un  
20 premier joint d'étanchéité à labyrinthe. Dans la position de serrage de la figure 2a, les léchettes 92d sont entourées par une couche annulaire 94 de matière abradable et son aptes à coopérer par frottement en fonctionnement avec celle-ci. Dans l'exemple représenté, la couche 94 est portée par un rebord cylindrique 52aa orienté vers l'aval de la bague  
25 interne 52a du palier 52.

Le tourillon 90 comporte une paroi cylindrique d'accouplement 90a comportant les cannelures internes d'accouplement à l'arbre 36, ainsi qu'une paroi radiale 90b qui s'étend radialement vers l'extérieur depuis l'extrémité amont de la paroi 90a et qui comprend ou porte un premier  
30 rebord cylindrique 90ba orienté vers l'aval et délimitant intérieurement un

espace annulaire E1 configuré pour recevoir de l'huile d'au moins un gicleur 96 (figure 1a).

La paroi radiale 90b comporte une série d'orifices 90bb1 traversants au fond de cet espace E1 de façon à permettre le passage d'huile de l'aval vers l'amont, à l'intérieur d'une enceinte de lubrification du palier 52.

Les orifices 90bb1 débouchent à l'amont dans un autre espace annulaire E2 qui fait partie de l'enceinte de lubrification et qui est délimité intérieurement par un second rebord cylindrique 90bc orienté vers l'amont de la paroi 90b, ou d'un élément rapporté sur la paroi 90b.

Comme cela est mieux visible à la figure 2b, l'extrémité amont de ce rebord 90bc entoure l'extrémité aval du rebord 52aa de la bague interne 52a, et est lui-même entourée par l'extrémité aval d'un autre rebord 52ab cylindrique aval de la bague interne 52a. Les rebords 52aa, 52ab définissent entre eux un autre espace annulaire E3.

L'huile projetée par le gicleur dans l'espace E1 est destinée à circuler dans les orifices 90bb1 pour rejoindre l'espace E2. Cette huile s'écoule ensuite du fait des forces centrifuges le long du rebord 90bb puis du rebord 52ab, dans l'espace E3. Elle atteint ensuite des canaux 52ac de la bague interne 52a visibles à la figure 2b, afin de rejoindre les roulements du palier 52 et assurer leur lubrification.

Le premier joint d'étanchéité formé par les léchettes 92d et la couche 94 assure l'étanchéité de l'enceinte de lubrification du palier 52, qui est en outre assurée par un second joint d'étanchéité visible à la figure 1a et prévu entre un autre rebord cylindrique 90bc orienté vers l'amont de la paroi radiale 90b, qui s'étend autour du rebord 90bb, et une bague externe 52b du palier 52. Ce second joint comportant des léchettes annulaires externes portées par le rebord 90bc et coopérant avec une couche de matière abrasable portée par la bague externe 52b.

A sa périphérie externe, le tourillon 90 comprend une première virole annulaire 97 de forme générale tronconique, évasée vers l'aval, et portant ou formant à sa périphérie externe une bague interne du palier 48, dont la

bague externe est portée par ou formée à la périphérie interne d'un support annulaire de palier 98 fixé au carter intermédiaire 24. Un joint d'étanchéité à labyrinthe 99 peut en outre être prévu entre la virole 97 et le carter intermédiaire 24.

5           A sa périphérie externe, le tourillon 90 comprend en outre une seconde virole annulaire 100 de forme générale tronconique, évasée vers l'amont, et portant une bride annulaire radialement externe de fixation au rotor du compresseur basse pression 14, d'une part, ainsi qu'à l'arbre d'entrée 36a du réducteur, d'autre part.

10           L'arbre d'entrée 36a comprend une extrémité aval qui est configurée, d'une part, pour former ou porter la bague interne 60a du palier 60, et la bague externe 52b du palier 52, et d'autre part, pour être fixée au tourillon 90, et en particulier à la virole 100 précitée. Cette extrémité aval de l'arbre 36a est surépaissie et peut s'apparenter à un tourillon.

15           Dans l'exemple représenté, l'arbre d'entrée 36a comprend une piste cylindrique externe 36aa de montage de la bague interne 60a du palier 60, dont la bague externe est fixée à un support annulaire de palier 101 solidaire du carter d'entrée 23, et une piste cylindrique interne recevant ou formant la bague externe 52b du palier 52.

20           La figure 1a permet ainsi de voir que les paliers 60, 52 et 48 sont proches les uns des autres et agencés les uns par rapport aux autres pour optimiser l'encombrement de l'ensemble.

          Le palier 60 a un diamètre moyen supérieur au diamètre moyen du palier 48, qui est lui-même supérieur au diamètre moyen du palier 52. Le  
25           diamètre moyen est mesuré au centre géométrique des éléments roulants du palier. Le palier 52 est interposé axialement entre le palier 60, situé à l'amont, et le palier 48, situé à l'aval.

          Le premier écrou 70 est situé en amont du palier 60 et le second écrou 92 est situé entre les paliers 52, 48.

30           Les figures 3 et suivantes illustrent des étapes d'un procédé selon l'invention de démontage de la turbomachine 10.

Une première étape illustrée à la figure 3 consiste à retirer un cône d'entrée 104 (visible à la figure 1) de la turbomachine 10. Ce cône d'entrée 104 est centré sur l'axe de la turbomachine 10 et est fixé sur le moyeu de la soufflante 12, par des vis. Ces vis sont dévissées et le cône 104 est retiré depuis l'amont, ce qui permet d'avoir accès à l'intérieur du second arbre 38 et en particulier au second écrou 70.

L'étape suivante illustrée aux figures 4 et 4a consiste donc à dévisser et retirer le second écrou 70. Le retrait de cet écrou 70 permet de dissocier l'arbre 38, d'une part, de l'arbre de soufflante 39 et de l'arbre de sortie 38a, d'autre part, et donc d'envisager un retrait de l'arbre 38 par translation axiale depuis l'aval de la turbomachine.

Avant d'envisager le retrait de l'arbre 38, il est nécessaire de démonter le carter d'échappement 28. Ce dernier est donc désolidarisé du carter 29, puis retiré (figure 5).

Le retrait de l'arbre 38 peut être réalisé en même temps que la dernière roue 22ba du rotor 22b de la turbine 22, ou indépendamment de cette roue. Cette roue 22ba est dissociée du reste du rotor 22b puis est retirée à la figure 6, de façon à permettre le retrait de l'arbre 38 (figures 7 et 7a).

Le retrait de l'arbre 38 permet d'avoir accès à l'écrou 92. Cet écrou 92 est dévissé et reste sur le premier arbre 36 du fait de son caractère imperdable ou emprisonné dans une cavité lors d'une phase de montage/démontage. Le dévissage de l'écrou 92 permet de désolidariser l'arbre 36 du tourillon 90 (figures 8 et 8a).

L'étape suivante consiste alors à retirer l'arbre 36 par translation axiale depuis l'aval de la turbomachine (figures 9 et 9a). L'écrou 92 peut alors prendre appui radialement sur le rebord cylindrique 52aa de la bague interne 52a du palier, qui assure son maintien radial et garantit un positionnement correct de l'écrou pour le re-montage de la turbomachine 10. En variante, on peut aussi laisser l'écrou 92 en appui radial sur le

rebord du tourillon 90 en vis-à-vis des cannelures 84, et enlever tout de même l'arbre 36.



## REVENDICATIONS

1. Système de fixation d'un arbre (36) d'une turbine contrarotative (22) pour une turbomachine (10) d'aéronef, caractérisé en ce qu'il comprend :
- 5 - un premier arbre (36) de turbine sensiblement tubulaire s'étendant le long et autour d'un axe X, ce premier arbre de turbine comportant à une extrémité libre, appelée extrémité amont par référence à l'écoulement des gaz dans la turbomachine, une portion amont de vissage (86) à filetage externe, et une portion aval d'accouplement (84),
- 10 - un tourillon de compresseur (90) qui est monté sur ladite extrémité libre amont du premier arbre de turbine et est configuré pour coopérer avec ladite portion d'accouplement pour être solidaire en rotation du premier arbre de turbine, et
- un écrou (92) de blocage du tourillon sur le premier arbre de turbine, cet
- 15 écrou comprenant un tronçon amont de préhension (92a) configurée pour être mis en prise avec un outil de vissage/dévissage de l'écrou, et un tronçon intermédiaire de vissage (92b) à filetage interne configuré pour coopérer avec ladite portion amont,
- ledit écrou étant configuré pour prendre appui axialement sur ledit tourillon
- 20 lorsqu'il est dans une position vissée et serrée, et pour être maintenu radialement par appui sur ledit tourillon et/ou ledit premier arbre de turbine lorsqu'il est dans une position complètement dévissée.
2. Système selon la revendication 1, dans lequel au moins un des éléments parmi l'écrou (92) et le premier arbre (36) comprend une portion
- 25 ou un tronçon de retenue (88, 92c) apte à coopérer avec l'autre des éléments pour assurer le maintien radial de l'écrou en position dévissée.
3. Système selon la revendication 1 ou 2, dans lequel ledit tourillon (90) est solidaire en rotation d'un arbre d'entrée (36a) d'un réducteur mécanique (42) à train épicycloïdal.
- 30 4. Système selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel un second arbre (38) de turbine s'étend coaxialement à l'intérieur dudit

premier arbre (36) et comprend à son extrémité amont une portion d'accouplement (64) avec un arbre de soufflante (39).

5. Système selon l'ensemble des revendications 3 et 4, dans lequel au moins un palier (52) est monté entre ledit tourillon (90) et/ou ledit arbre d'entrée (36a), d'une part, et ledit arbre de soufflante (39), d'autre part.

6. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit écrou (92) comprend des léchettes annulaires externes (92d) d'un premier joint d'étanchéité à labyrinthe.

7. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit tourillon (90) comprend une paroi cylindrique (90a) qui est complémentaire de ladite portion d'accouplement (84), et une paroi radiale (90b) qui comprend ou porte un premier rebord cylindrique (90ba) orienté vers l'aval et délimitant un espace annulaire (E1) configuré pour recevoir de l'huile d'au moins un gicleur (96), la paroi radiale comportant une série d'orifices (90bb) traversants au fond de cet espace de façon à permettre le passage d'huile de l'aval vers l'amont de la paroi radiale, à l'intérieur d'une enceinte de lubrification d'au moins un palier (52).

8. Système selon la revendication 7, dans lequel ladite paroi radiale (90b) comprend ou porte un second rebord cylindrique (90bb) orienté vers l'amont et délimitant un espace annulaire (E2) configuré pour recevoir de l'huile sortant desdits orifices (90ab) et pour acheminer cette huile axialement vers l'amont.

9. Système selon la revendication 8, dans lequel ledit au moins un palier (52) comprend une bague interne (52a) comportant ou portant un troisième rebord cylindrique (52aa) orienté vers l'aval et entourant au moins en partie ledit second rebord (90bb), et délimitant un espace annulaire (E3) configuré pour recevoir de l'huile acheminée par ledit second rebord, la bague interne comportant des canaux (52ac) de circulation de cette huile jusqu'à des roulements dudit au moins un palier (52).

10. Système selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel ladite paroi radiale (90b) comprend ou porte un troisième rebord cylindrique (90bc) orienté vers l'amont et comportant des léschettes annulaires externes d'un second joint d'étanchéité à labyrinthe, ces léschettes  
5 coopérant avec une couche de matière abradable portée par une bague externe (52b) dudit au moins un palier (52).
11. Turbomachine (10) d'aéronef, comportant un système selon l'une des revendications précédentes.

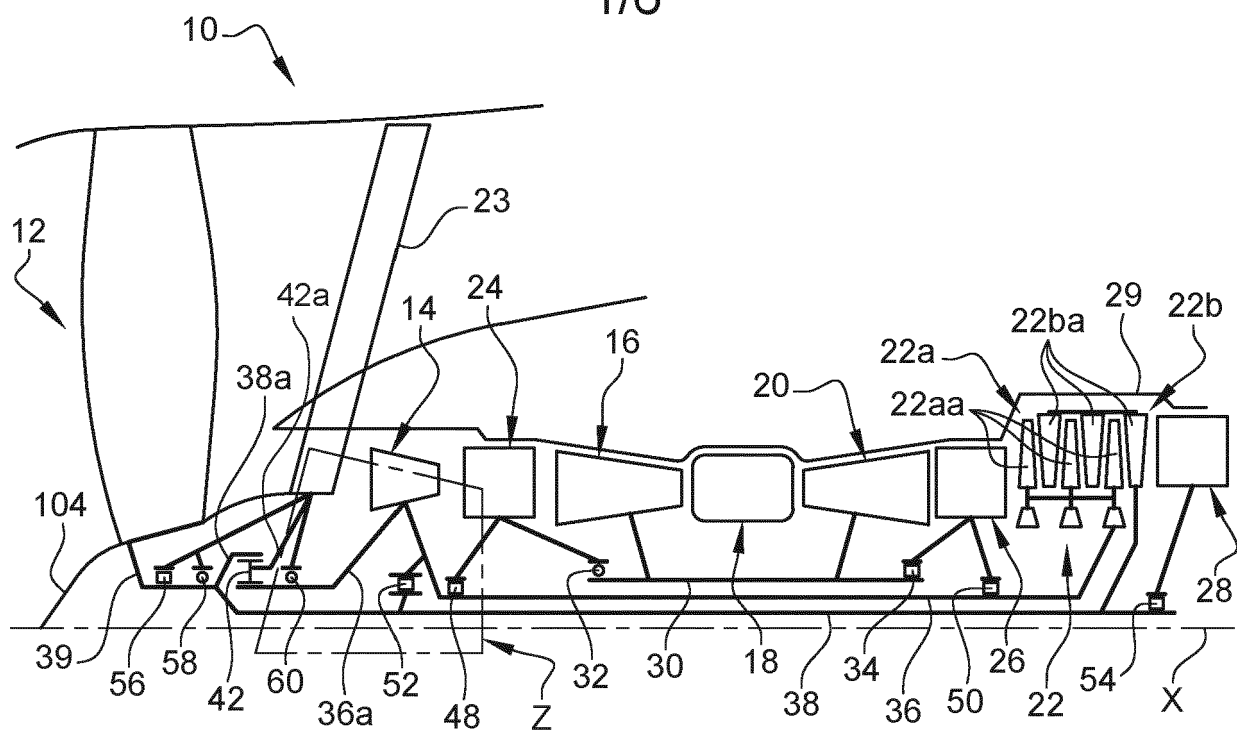


Fig. 1

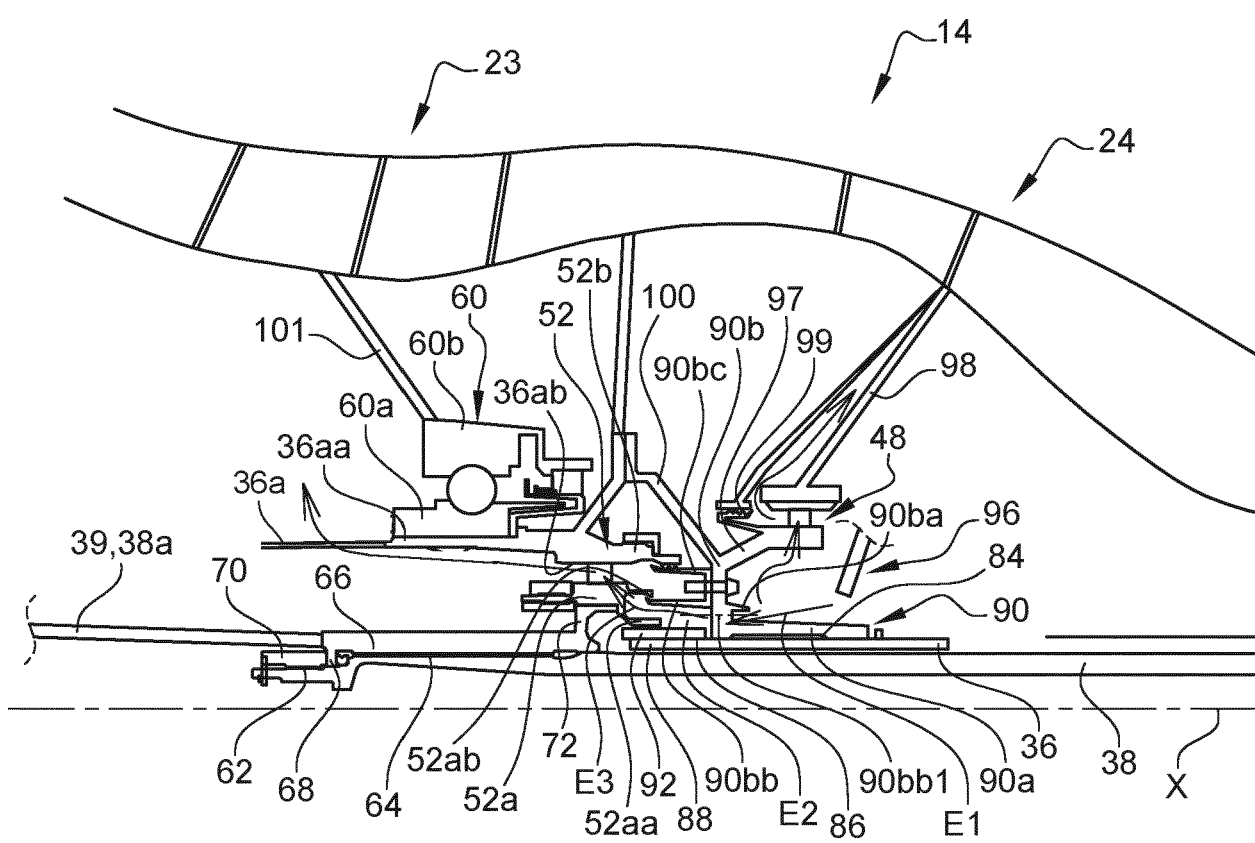
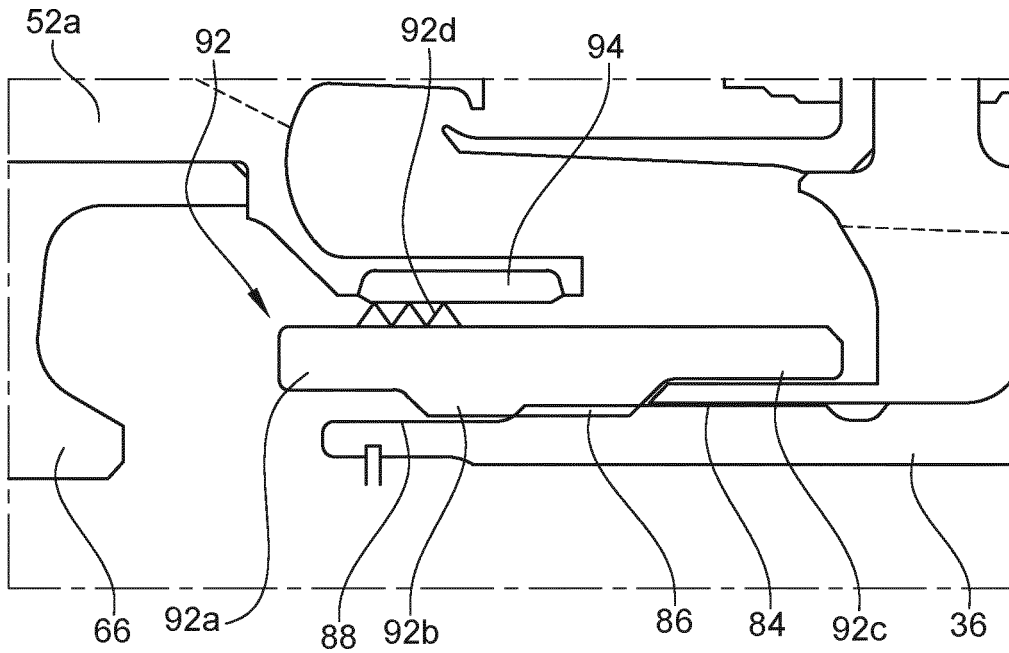
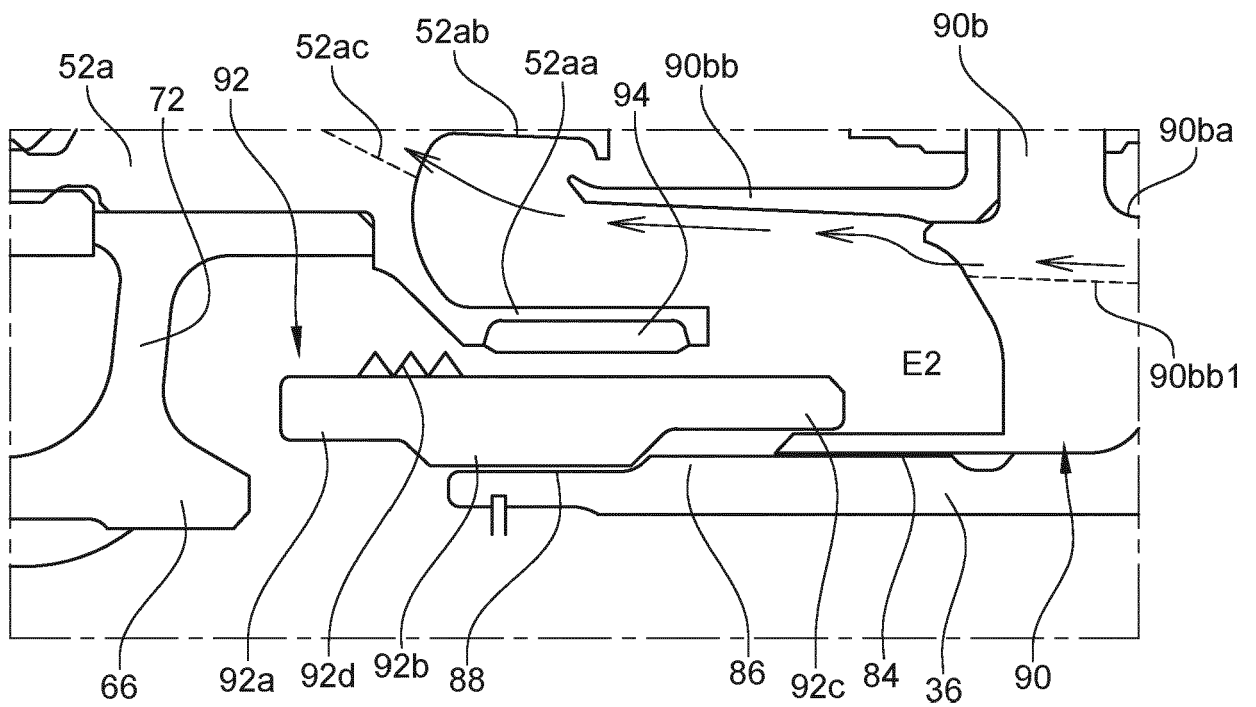


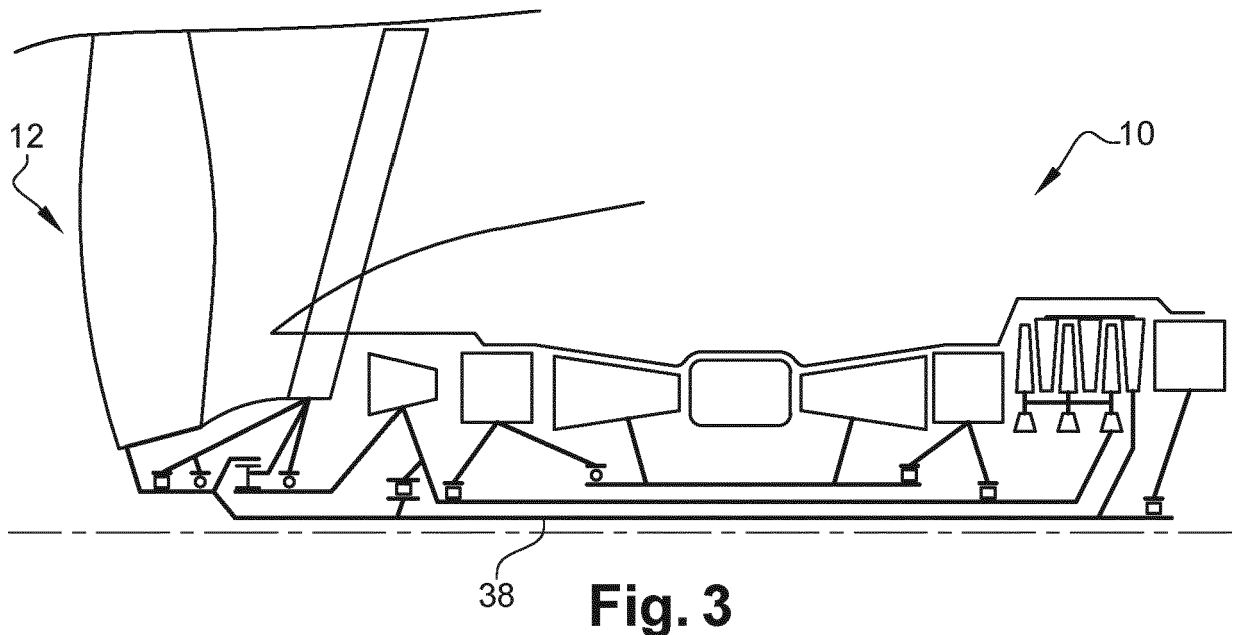
Fig. 1a



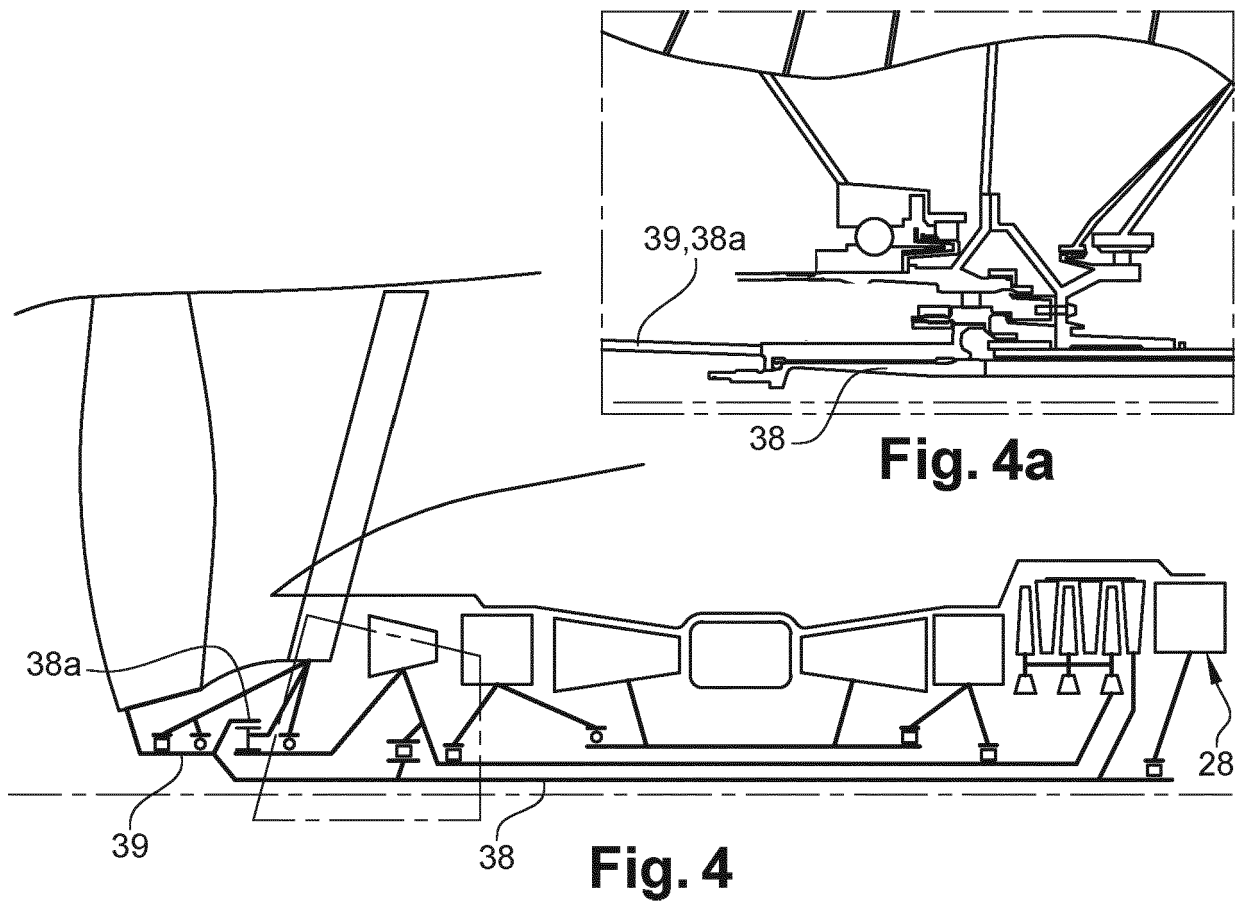
**Fig. 2a**



**Fig. 2b**

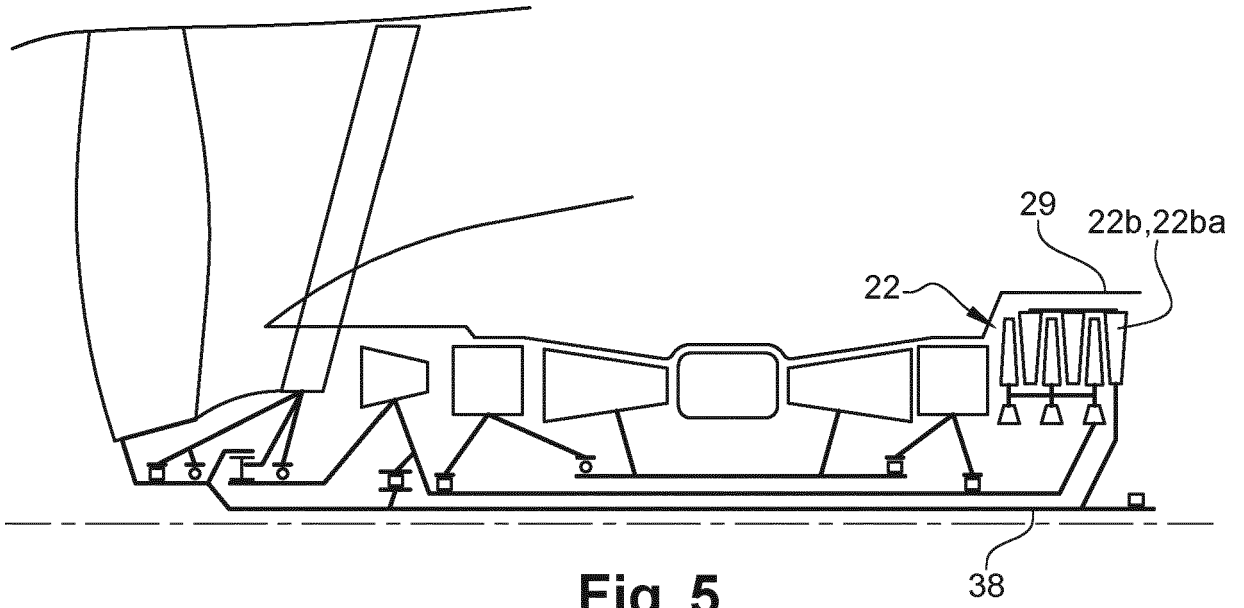


**Fig. 3**

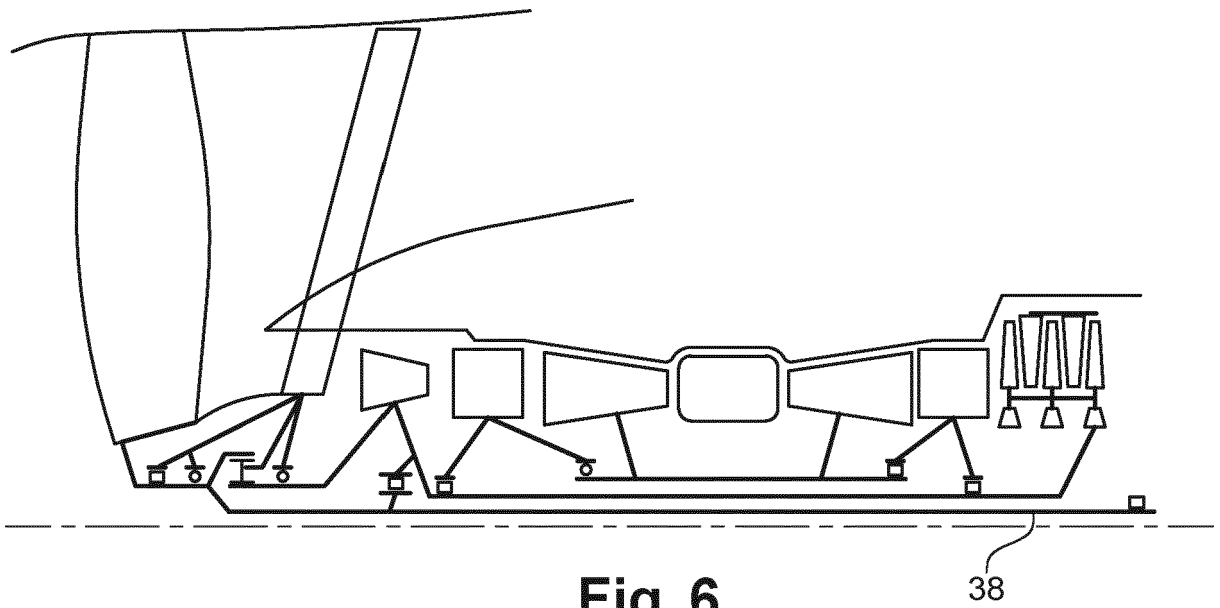


**Fig. 4a**

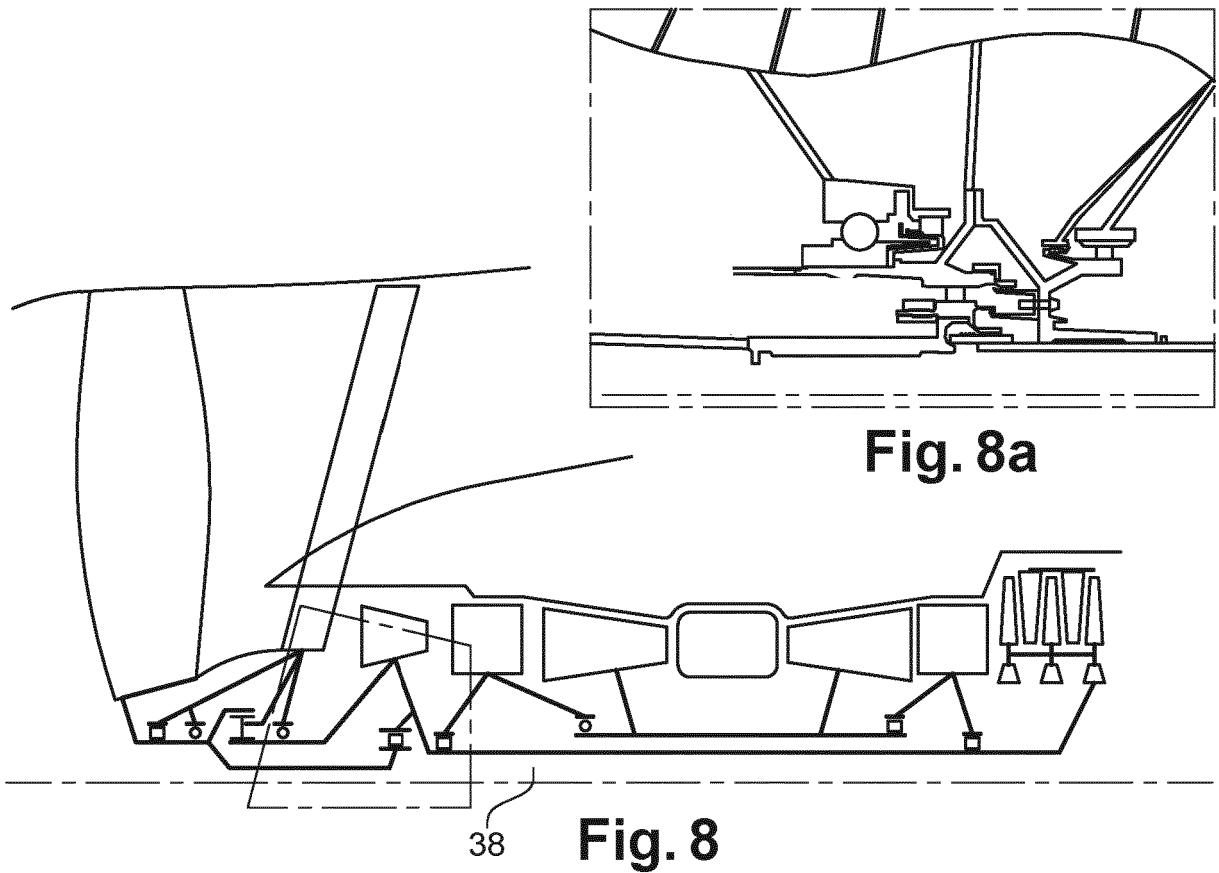
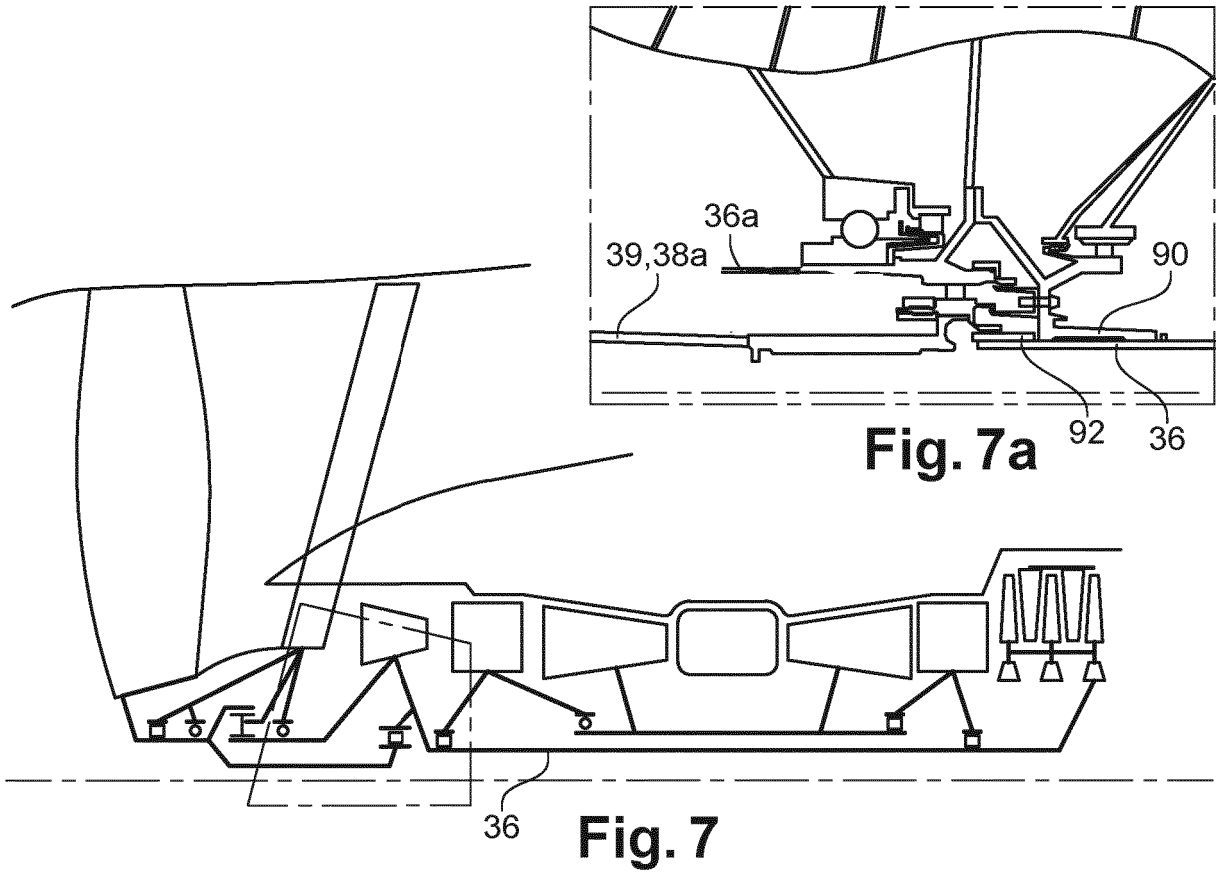
**Fig. 4**



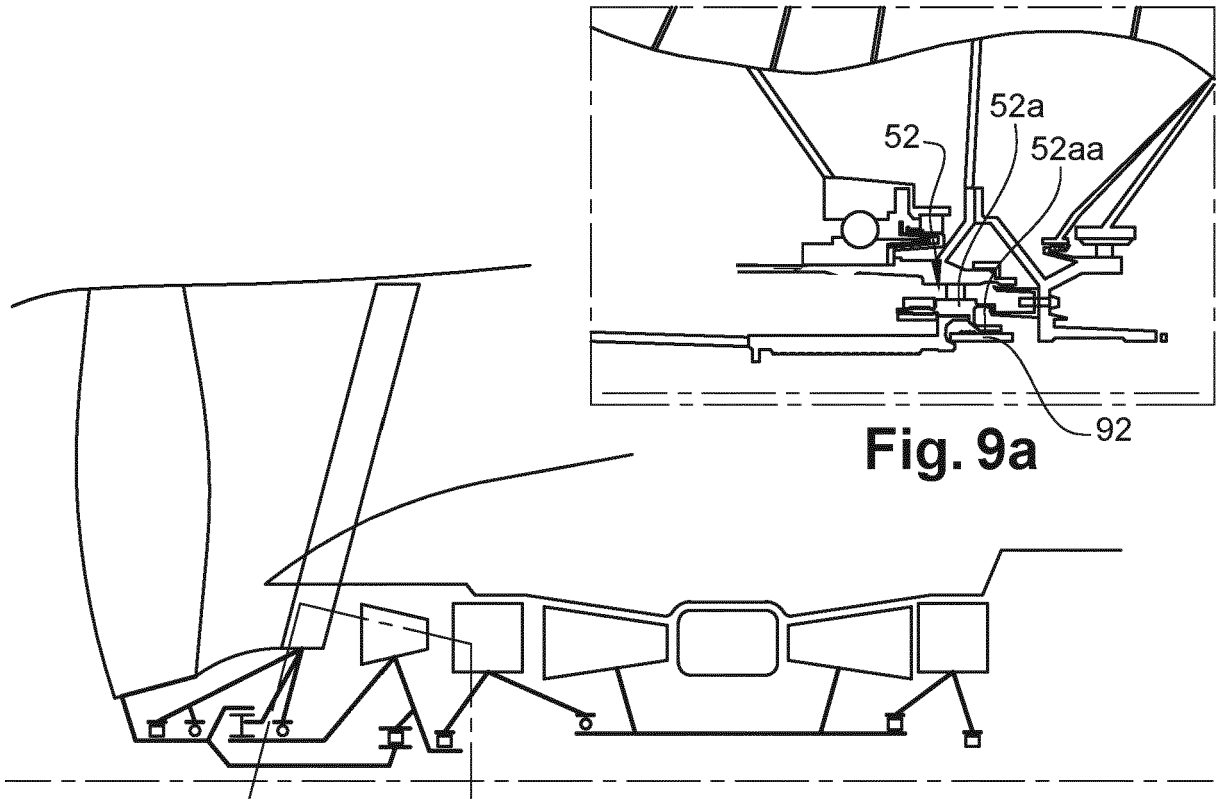
**Fig. 5**



**Fig. 6**







**Fig. 9a**

**Fig. 9**

**RAPPORT DE RECHERCHE  
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement  
 national

 FA 859153  
 FR 1859404

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	EP 1 813 769 A1 (SNECMA [FR]) 1 août 2007 (2007-08-01) * alinéas [0014], [0025], [0028], [0031], [0032], [0038] * * figures 2,3 *	1,2,4,5, 7,8,11	F02C7/36 F02K3/06 F02K3/072 F01D1/24 F02C7/06
X	FR 2 991 386 A1 (SNECMA [FR]) 6 décembre 2013 (2013-12-06) * figure 2a *	1,2,11	
A	FR 2 975 449 A1 (SNECMA [FR]) 23 novembre 2012 (2012-11-23) * figures 2,3 *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D F02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 juin 2019		Angelucci, Stefano	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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		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 ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1859404 FA 859153**

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 **18-06-2019**  
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 1813769	A1	01-08-2007	CA 2576698 A1	27-07-2007
			CN 101008349 A	01-08-2007
			EP 1813769 A1	01-08-2007
			FR 2896827 A1	03-08-2007
			JP 4922772 B2	25-04-2012
			JP 2007198381 A	09-08-2007
			US 2007212226 A1	13-09-2007
-----				
FR 2991386	A1	06-12-2013	FR 2991386 A1	06-12-2013
			GB 2517860 A	04-03-2015
			US 2015167495 A1	18-06-2015
			WO 2013182797 A1	12-12-2013
-----				
FR 2975449	A1	23-11-2012	AUCUN	
-----				