

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.12.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.06.19 Bulletin 19/25.

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) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : JOLY PHILIPPE, GERARD, EDMOND,
PARENT MARIE-OCEANE, COMIN FRANCOIS,
JEAN, LAGARDE ROMAIN, NICOLAS, PERROLLAZ
JEAN-MARC, CLAUDE, JABLONSKI LAURENT et
DOUGUET CHARLES, JEAN-PIERRE.

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

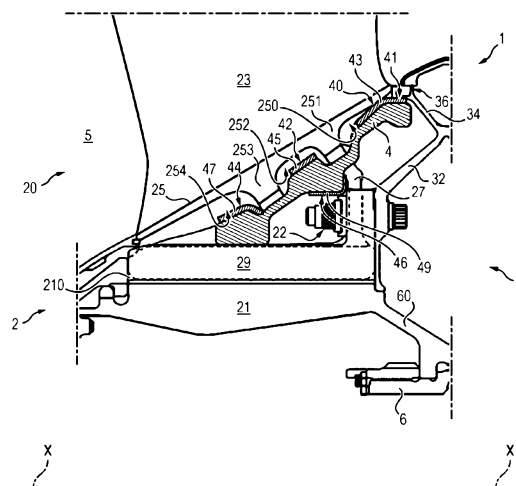
74 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

54 DISPOSITIF AMORTISSEUR.

57 L'invention porte sur un ensemble pour turbomachine
comprenant :

- un premier module rotor (2) comprenant une première
aube (20),
- un deuxième module rotor (3), relié au premier module
rotor (2), et comprenant une deuxième aube de longueur in-
férieure à la première aube (20), et
- un dispositif amortisseur (4) comprenant une pluralité
de premières surfaces (40, 42, 44) en appui contre le pre-
mier module (2).

Le dispositif amortisseur (4) est en escalier, et comprend
une deuxième surface (41) en appui contre le deuxième mo-
dule (3), de sorte à coupler les modules (2, 3) en vue
d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonc-
tionnement.



DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un ensemble comprenant un module rotor de turbomachine.

- 5 L'invention vise plus spécifiquement un ensemble pour turbomachine comprenant deux modules rotor et un dispositif amortisseur.

ETAT DE LA TECHNIQUE

- 10 Un module rotor de turbomachine comprend généralement un ou plusieurs étage(s), chaque étage comprenant un disque centré sur un axe longitudinal de turbomachine, correspondant à l'axe de rotation du module rotor. La mise en rotation du disque est généralement assurée par un arbre rotatif auquel il est relié solidairement, par exemple au moyen d'un tourillon de module rotor, l'arbre rotatif
- 15 s'étendant selon l'axe longitudinal de la turbomachine. Des aubes sont montées à la périphérie externe du disque, et réparties circonférentiellement, de manière régulière autour de l'axe longitudinal. Chaque aube s'étend depuis le disque, et comprend en outre une pale, une plateforme, une échasse et un pied. Le pied est encastré dans un logement du disque configuré à cet effet, la pale est balayée par
- 20 un flux traversant la turbomachine, et la plateforme forme une portion de la surface interne de la veine de flux.

- Le domaine de fonctionnement d'un module rotor est limité, notamment à cause de phénomènes aéroélastiques. Les modules rotor de turbomachines modernes, qui possèdent une charge aérodynamique élevée, et un nombre réduit
- 25 d'aubes, sont plus sensibles à ce type de phénomènes. En particulier, ils présentent des marges réduites entre les zones de fonctionnement sans instabilité et les zones instables. Il est néanmoins impératif de garantir une marge suffisante entre le domaine de stabilité et celui de l'instabilité, ou de démontrer que le module rotor peut fonctionner dans la zone d'instabilité sans dépasser sa limite d'endurance.
- 30 Ceci permet de garantir un fonctionnement sans risque dans toute la vie et tout le domaine de fonctionnement de la turbomachine.

- Le fonctionnement dans la zone d'instabilité se caractérise par un couplage entre le fluide et la structure, le fluide apportant l'énergie à la structure, et la structure répondant sur ses modes propres à des niveaux pouvant dépasser la limite
- 35 d'endurance du matériau constituant l'aube. Ceci génère des instabilités vibratoires

qui accélèrent l'usure du module rotor, et diminuent sa durée de vie.

Afin de limiter ces phénomènes, il est connu de mettre en place un système amortissant la réponse dynamique de l'aube, afin de garantir que celle-ci ne dépasse pas la limite d'endurance du matériau quel que soit le point de fonctionnement du module rotor. Cependant, la plupart des systèmes connus de l'art antérieur s'attachent à amortir des modes de vibration à déphasage non nul, et caractérisant une réponse asynchrone des aubes aux sollicitations aérodynamiques. De tels systèmes ont par exemple été décrits dans les documents FR 2 949 142, EP 1 985 810 et FR 2 923 557, au nom de la Demanderesse. Ces systèmes sont tous configurés pour être logés entre la plateforme et le pied de chaque aube, dans le logement délimité par les échasses respectives de deux aubes successives. Par ailleurs, de tels systèmes fonctionnent lorsque deux plateformes d'aubes successives se déplacent l'une par rapport à l'autre, par dissipation de l'énergie de vibration, par exemple par frottement.

Cependant, ces systèmes sont totalement inefficaces pour amortir les modes de vibration présentant déphasage nul faisant participer les aubes et la ligne rotor, c'est-à-dire son arbre rotatif. De tels modes se caractérisent par une flexion des aubes de rotor avec un déphasage inter-aube nul impliquant un moment non nul sur l'arbre rotatif. En outre, il s'agit d'un mode couplé entre l'aube, le disque, et l'arbre rotatif. Plus précisément, la torsion au sein du module rotor, résultant par exemple d'efforts inverses entre un rotor de turbine et un rotor de compresseur, aboutissent à des mouvements de flexion des aubes par rapport à leur attache avec le disque. Ces mouvements sont d'autant importants que l'aube est grande, et que l'attache est souple.

Il existe donc un besoin d'un système amortisseur pour rotor de turbomachine permettant de limiter les instabilités générées par tous les modes de vibration tels que précédemment décrits.

RESUME DE L'INVENTION

30

Un but de l'invention est d'amortir les modes de vibration à déphasage nul pour tous types de modules rotor de turbomachine.

Un autre but de l'invention est d'influencer l'amortissement des modes de vibration à déphasage non nul, pour tous types de modules rotor de turbomachine.

Un autre but de l'invention est de proposer une solution d'amortissement simple et facile à mettre en œuvre.

L'invention propose notamment un ensemble pour turbomachine comprenant :

- 5 – un premier module rotor comprenant une première aube,
- un deuxième module rotor, relié au premier module rotor, et comprenant une deuxième aube de longueur inférieure à la première aube, et
- un dispositif amortisseur comprenant une pluralité de premières surfaces en appui contre le premier module,
- 10 caractérisé en ce que le dispositif amortisseur est en escalier, et comprend une deuxième surface en appui contre le deuxième module, de sorte à coupler les modules en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement.
- 15 Le couplage mécanique entre le premier et le deuxième module rotor permet d'augmenter la rigidité tangentielle de la liaison entre ces deux rotors, tout en autorisant une certaine souplesse axiale et radiale du dispositif amortisseur afin de maximiser le contact entre les différents éléments de l'ensemble. Ceci permet de limiter les instabilités liées au mode de vibration à déphasage nul, mais aussi de
- 20 participer à l'amortissement des modes de vibration à déphasage non nul. En outre, un tel ensemble présente l'avantage d'une intégration facile au sein de turbomachines existantes, que ce soit lors de la fabrication ou lors de maintenance. En effet, la structure en escalier du dispositif amortisseur permet un montage plus aisé, par exemple au niveau de la surface interne de la plateforme d'une aube de
- 25 soufflante.

L'ensemble selon l'invention peut en outre comprendre les caractéristiques suivantes prises seules ou en combinaison :

- 30 – le dispositif amortisseur comprend en outre une surface de butée en appui contre la liaison entre le premier et le deuxième module, de sorte à réaliser le maintien axial du dispositif amortisseur,
- le premier module rotor comprend un disque centré sur un axe longitudinal de turbomachine, la première aube étant montée à la périphérie radiale externe du disque duquel elle s'étend, et comprenant

- 5 en outre une pale, une plateforme, une échasse et un pied encastré dans un logement du disque, et le deuxième module comprend une virole comprenant une extension circonférentielle s'étendant vers la plateforme de la première aube, la pluralité de premières surfaces du dispositif amortisseur étant en appui sur une pluralité de surfaces internes respectives de la plateforme de la première aube, la deuxième surface du dispositif amortisseur étant en appui contre l'extension circonférentielle de la virole du deuxième module rotor,
- 10 – la première surface la plus en aval parmi la pluralité de premières surfaces, et la deuxième surface, sont creusées par un perçage, de sorte à former une surface en forme de U,
- chaque première surface ainsi que la deuxième surface du dispositif amortisseur sont formées respectivement d'une plaquette sacrificielle configurée pour garantir l'appui desdites surfaces,
- 15 – la surface de butée est formée d'une plaquette sacrificielle configurée pour garantir l'appui axial de la surface de butée,
- les plaquettes comprennent un revêtement de type dissipatif,
- les plaquettes comprennent un revêtement de type viscoélastique,
- la plaquette formant la surface la plus en aval possède une épaisseur variable le long de l'axe longitudinal de turbomachine,
- 20 – le dispositif amortisseur comprend des alésages destinés à alléger le dispositif amortisseur,
- le dispositif amortisseur comprend des inserts, par exemple de type métallique, destinés à alourdir le dispositif amortisseur, et
- 25 – le premier module est une soufflante, et le deuxième module un compresseur, par exemple un compresseur basse pression.

L'invention porte également sur une turbomachine comprenant un ensemble tel que précédemment décrit.

30

L'invention porte en outre sur un dispositif amortisseur en escalier comprenant une pluralité de premières surfaces configurées pour être en appui contre un premier module d'un ensemble tel que précédemment décrit, et comprenant en outre une deuxième surface configurée pour être en appui contre

un deuxième module d'un tel ensemble, de sorte à coupler les modules en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement.

DESCRIPTIF RAPIDE DES FIGURES

5

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et en regard des dessins annexés donnés à titre d'exemple non limitatif et sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe schématique d'un exemple de réalisation de l'ensemble selon l'invention,
- la figure 2 est une vue de face d'un module rotor soumis à des vibrations tangentielles dont le mode est à déphasage nul,
- la figure 3a illustre schématiquement des déplacements tangentiels de modules rotors de turbomachine, en fonction de la position desdits modules le long d'un axe de turbomachine,
- la figure 3b est un agrandissement en perspective schématique de l'interface entre deux modules rotor de turbomachine illustrant ses déplacements tangentiels relatifs desdits modules rotor,
- la figure 4a illustre schématiquement un premier exemple de réalisation d'un dispositif amortisseur selon l'invention,
- la figure 4b illustre schématiquement un deuxième exemple de réalisation d'un dispositif amortisseur selon l'invention,
- la figure 5a illustre schématiquement un troisième exemple de réalisation d'un dispositif amortisseur selon l'invention, et
- la figure 5b illustre schématiquement un quatrième exemple de réalisation d'un dispositif amortisseur selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

Un exemple de réalisation d'un ensemble 1 selon l'invention va maintenant être décrit, en référence aux figures.

En référence aux figures 1 et 3a, un tel ensemble 1 comprend :

- un premier module rotor 2 comprenant une première aube 20,

- un deuxième module rotor 3, relié au premier module rotor 2, et comprenant une deuxième aube 30 de longueur inférieure à la première aube 20, et
- un dispositif amortisseur 4 en escalier comprenant :
 - une pluralité de premières surfaces 40, 42, 44 en appui contre le premier module 2, et
 - une deuxième surface 41 en appui contre le deuxième module 3,
 de sorte à coupler les modules en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement.

10

En référence aux figures 1 et 3a, le premier module rotor est une soufflante 2, et le deuxième module rotor est un compresseur basse pression 3, situé immédiatement en aval de la soufflante 2.

La soufflante 2 et le compresseur basse pression 3 comprennent un disque 21, 31 centré sur un axe longitudinal X-X de turbomachine, la première 20 et la seconde aube 30 étant respectivement montées à la périphérie externe du disque 21, 31, et comprenant en outre une pale 23, 33, une plateforme 25, 35 une échasse 27, 37 et un pied 29, 39 encastré dans un logement 210, 310 du disque 21, 31. La distance séparant le pied 29, 39 de l'extrémité de la pale 23, 33 constitue les longueurs respectives de la première 20 et de la deuxième aube 30. La longueur de la première aube 20 et deuxième aube 30 est donc ici considérée comme sensiblement radialement par rapport à l'axe longitudinal X-X de rotation des modules rotor 2, 3. En fonctionnement, la pale 23, 33 est balayée par un flux 5 traversant la turbomachine, et la plateforme 25, 35 forme une portion de la surface interne de la veine de flux 5. De manière générale, comme visible sur les figures 2 et 3a, soufflante 2 et compresseur basse pression 3 comprennent une pluralité d'aubes 20, 30 réparties circonférentiellement autour de l'axe longitudinal X-X. Le compresseur basse pression 3 comprend en outre une virole annulaire 32 également centrée sur l'axe longitudinal X-X. La virole 32 comprend une extension circonférentielle 34, elle aussi annulaire, s'étendant vers la plateforme 25 de la première aube 20. Cette extension annulaire 34 est porteuse de léchettes radiales d'étanchéité 36 configurées pour prévenir les pertes de débit d'air depuis la veine de flux 5. De plus, la virole 32 est fixée au disque 21 de soufflante 2 au moyen d'attaches 22 réparties circonférentiellement autour de l'axe longitudinal X-X. De telles attaches peuvent par exemple être des liaisons boulonnées 22.

Alternativement, de telles attaches 22 peuvent être réalisées par frettage auquel est associé un dispositif d'anti-rotation et/ou un système de verrouillage axial. Enfin, en référence à la figure 3a, l'ensemble formé de la soufflante 2 et du compresseur 3 est mis en rotation par un arbre rotatif 6, appelé arbre basse pression, auquel soufflante 2 et compresseur basse pression 3 sont solidairement reliés, au moyen d'un tourillon de rotor 60, l'arbre basse pression 6 étant également relié à une turbine basse pression 7, en aval de la turbomachine, et s'étendant selon l'axe longitudinal X-X de turbomachine.

En fonctionnement, la soufflante 2 aspire de l'air dont tout ou partie est compressé par le compresseur basse pression 3. L'air compressé circule ensuite dans un compresseur haute pression (non représenté) avant d'être mélangé à du carburant, puis enflammé au sein de la chambre de combustion (non représentée), pour enfin être successivement détendu dans la turbine haute (non représentée) et la turbine basse pression 7. Les efforts opposés de compression en amont, et de détente en aval, donnent lieu à des phénomènes aéroélastiques de flottement, qui couplent les efforts aérodynamiques sur les aubes 20, 30, et les mouvements de vibration en flexion et torsion dans les aubes 20, 30. Comme illustré en figure 2, ce flottement entraîne notamment des efforts de torsion intenses au sein de l'arbre basse pression 6 qui sont répercutés à la soufflante 2 et au compresseur basse pression 3. Les aubes 20, 30 sont alors soumises à des battements tangentiels, notamment selon un mode de vibration à déphasage nul. Il s'agit en effet d'un mode de flexion avec un déphasage inter-aube 20, 30 nul, impliquant un moment non nul sur l'arbre basse pression 6, dont la fréquence propre est environ une fois et demie supérieure à celle de première harmonique de vibration, et dont la déformée possède une ligne nodale à mi-hauteur de l'aube 20, 30. De telles vibrations limitent la tenue mécanique de la soufflante 2 et du compresseur basse pression 3, accélèrent l'usure de la turbomachine, et diminuent sa durée de vie.

Comme visible sur la figure 3a, le déplacement tangentiel par flottement de l'aube 20 de soufflante 2 est différent de celui de la virole 32 de compresseur basse pression 3. En effet, la longueur des aubes 20 de soufflante 2 étant supérieure à celle des aubes 30 de compresseur basse pression 3, le moment de flexion tangentielle entraîné par les battements d'une aube 20 de soufflante 2 est bien supérieur à celui entraîné par les battements d'une aube 30 de compresseur basse pression 3. En outre la raideur de montage au sein la de soufflante 2 est différente de celle de montage au sein du compresseur 3. En référence à la figure 3b, cet écart

de battements tangentiels est notamment visible à l'interface entre la plateforme 25 d'une aube 20 de soufflante 2, et des léchettes d'étanchéité 36 de virole 32.

Dans un premier mode de réalisation illustré sur la figure 1, le dispositif amortisseur 4 est logé sous la plateforme 25 d'une aube 20 de soufflante 2. Toutes ou partie des aubes 20 de soufflante 2 peuvent être équipées d'un tel dispositif amortisseur 4, suivant l'amortissement recherché, mais aussi les temps caractéristiques de maintenance acceptables.

La pluralité de premières surfaces 40, 42, 44 sont logées au niveau de la partie supérieure, ou externe, du dispositif amortisseur 4, par rapport à l'axe longitudinal X-X de turbomachine. Cette pluralité de premières surfaces 40, 42, 44 est en appui contre la soufflante 2 au niveau d'une pluralité de surfaces internes 250, 252, 254 respectives de la plateforme 25 de l'aube 20 de soufflante 2. Comme visible sur la figure 1, cette pluralité de surfaces internes 250, 252, 254 délimitent des bossages 251, 253 de plateforme 25 qui s'étendent en saillie sous la plateforme 25, en direction de l'axe longitudinal X-X. Avantageusement, la portion externe du dispositif amortisseur 4 épouse ainsi la majeure partie de la surface interne de la plateforme 25, ladite surface étant définie par la pluralité des surfaces internes 250, 252, 254 et par la surface interne des bossages 251, 253. De manière encore plus avantageuse, comme illustré sur la figure 1, le dispositif amortisseur comprend trois premières surfaces d'appui 250, 252, 254 et la plateforme comprend deux bossages 251, 253. Ceci n'est cependant pas limitatif, puisqu'un tel dispositif amortisseur 4 peut être mis en œuvre sous n'importe quel type de plateforme 25 d'aube 20.

La deuxième face 41 est également externe au dispositif amortisseur 4, et en appui contre l'extension circonférentielle 34 de la virole 32. Ceci assure un couplage tangentiel de raideur importante entre soufflante 2 et compresseur basse pression 3, de sorte à réduire les vibrations tangentielles précédemment décrites. Le couplage est d'ailleurs d'autant important que la zone au sein de laquelle le dispositif amortisseur 4 est disposé présente les déplacements tangentiels relatifs les plus élevés pour le mode à déphasage nul considéré, comme illustré en figures 3a et 3b. Typiquement, ces déplacements relatifs sont de l'ordre de quelques millimètres. Pour autant, le dispositif amortisseur 4 conserve également avantagement une efficacité sur les modes vibratoires des aubes 20 de soufflante 2 à déphasage non nul.

Comme visible sur les figures, la structure « en escalier » du dispositif

amortisseur 4 naît de la succession, d'amont en aval, de la pluralité des premières surfaces 40, 42, 44 et de la deuxième surface 41, la plateforme 25 de première aube 20 étant inclinée par rapport à l'axe longitudinal X-X. L'amont et l'aval sont définis ici par rapport à une circulation d'air chaud au sein de la veine de flux 5 lorsque la turbomachine en fonctionnement. Comme visible sur la figure 3a, L'inclinaison de la plateforme 25 permet avantageusement de guider le flux d'air 5 vers l'entrée du compresseur basse pression 3, dont les pieds 39 de deuxième aubes 30 sont plus éloignés de l'axe longitudinal X-X que les pieds 29 de première aubes 20.

10 Dans un deuxième mode de réalisation, en référence aux figures 1, 4b et 5b, le dispositif amortisseur 4 comprend une surface de butée 46 en appui contre la liaison 22 entre la soufflante 2 et le compresseur basse pression 3, de sorte à réaliser le maintien axial du dispositif amortisseur 4.

Avantageusement, comme visible sur les figures, cette surface 46 forme un coin inférieur de dispositif amortisseur 4, dont les deux bords sont perpendiculaires entre eux de sorte à épouser la forme d'un coin d'attache 22, telle qu'un rebord de liaison boulonnée 22.

20 Dans un troisième mode de réalisation illustré sur les figures 4a, 4b, 5a et 5b, chaque première surface 40, 42, 44, la deuxième surface 41, et la surface de butée 46 du dispositif amortisseur 4 sont formées respectivement d'une plaquette sacrificielle 43, 45, 47, 49 configurée pour garantir l'appui desdites surfaces 40, 41, 42, 44, 46 du dispositif amortisseur 4 contre la soufflante 2, le compresseur basse pression 3, et la liaison 22 entre soufflante 2 et compresseur basse pression 3. En effet, les sollicitations mécaniques en fonctionnement sont telles que de légers mouvements tangentiels, axiaux et radiaux du dispositif amortisseur 4 sont à prévoir. Ces mouvements sont notamment dus aux battements tangentiels à amortir, mais aussi au chargement centrifuge de l'ensemble 1. Il est nécessaire que ces mouvements n'usent pas les aubes 20 ou la virole 32, dont les revêtements sont relativement fragiles. A cet égard, les plaquettes sacrificielles 43, 45, 47, 49 comprend un matériau anti usure, par exemple de type téflon ou tout matériau composite spécifique connu de l'homme du métier. En outre, les plaquettes sacrificielles 43, 45, 47, 49 peuvent être traitées par lubrification sèche, en vue de pérenniser la valeur du coefficient de frottement entre dispositif amortisseur 4 et virole 32 et/ou plateforme 25 d'aube 2. Cette lubrification est par exemple de type

MoS2.

En vue d'améliorer l'appui du dispositif amortisseur 4, les plaquettes sacrificielles 43, 45, 47, 49 peuvent également comprendre un revêtement additionnel 430, 450, 470, 490, comme visible sur la figure 4b. De manière générale, un tel revêtement 430, 450, 470, 490 est configuré pour diminuer le frottement et/ou l'usure des pièces moteur entre la plaquette 42 et les modules rotor 2, 3.

Ce revêtement 430, 450, 470, 490 est par exemple de type viscoélastique. Un tel revêtement 430, 450, 470, 490 comprend alors avantageusement un matériau ayant des propriétés similaires à celles d'un matériau tel que ceux de la gamme ayant l'appellation commerciale « SMACTANE® », par exemple un matériau de type « SMACTANE® 70 ». Une autre manière d'augmenter la raideur tangentielle de l'ensemble 1 est de suffisamment précontraindre le revêtement viscoélastique 430, 450, 470, 490, par exemple lors du montage de l'ensemble 1, pour que le déplacement tangentiel relatif entre aube 20 et virole 32 se transforme en cisaillement viscoélastique du revêtement 430, 450, 470, 490 seul.

Alternativement, ce revêtement 430, 450, 470, 490 est de type dissipatif et/ou viscoélastique et/ou amortissant. Le revêtement dissipatif 430, 450, 470, 490 comprend alors un matériau choisi parmi ceux présentant des propriétés mécaniques similaires à celles du vespel, du téflon ou de toute autre matière à propriétés lubrifiantes. De manière plus générale le matériau possède un coefficient de frottement compris entre 0.3 et 0.07. De cette manière, le dispositif amortisseur 4 n'est pas trop souple tangentiellement. Une trop grande souplesse ne permettrait pas d'amortir le mode à déphasage nul, puisque les déplacements relatifs de la soufflante 2 et du compresseur basse pression 3 aboutiraient à des frottements et/ou oscillations entre un état « collé » et un état « glissant » du dispositif amortisseur 4. Ces revêtements additionnels 430, 450, 470, 490 sont rapportés par collage sur les plaquettes sacrificielles 43, 45, 47, 49.

Avantageusement, comme visible sur la figure 5b, la plaquette 43 formant la surface la plus en aval 40 possède une épaisseur variable le long de l'axe longitudinal X-X de turbomachine. De préférence, la portion de plaquette 43 la plus en amont est plus épaisse que la portion de plaquette 43 la plus en aval. Ceci permet d'optimiser la distribution des efforts dans le couplage entre soufflante 2 et compresseur basse pression 3.

Dans un quatrième mode de réalisation illustré sur la figure 4a,

l'amortissement par couplage tangentielle peut être ajusté en contrôlant la masse du dispositif amortisseur 4, ce qui influence l'inertie de cisaillement. Ce contrôle passe par des modifications de la masse du dispositif amortisseur 4. Cette masse peut être modifiée dans tout ou partie du dispositif amortisseur 4, typiquement en pratiquant des alésages 7 pour alléger, et/ou en ajoutant un ou plusieurs inserts 8, par exemple métalliques, pour alourdir.

Avantageusement, la combinaison du troisième et du quatrième mode de réalisation permet d'ajuster les efforts de contact entre le dispositif amortisseur 4 et la soufflante 2 ainsi que le compresseur basse pression 3. En effet, des efforts de contact trop élevés entre l'aube 20 de soufflante 2 et le dispositif amortisseur 4 limiteraient les dissipations des vibrations en fonctionnement.

Dans un cinquième mode de réalisation illustré sur les figures 5a et 5b, la première surface la plus en aval 40 parmi la pluralité de premières surfaces 40, 42, 44, et la deuxième surface 41, sont creusées par un perçage 400, de sorte à former une surface 40 en forme de U. Le perçage 400 peut traverser tout ou partie de la portion aval de dispositif amortisseur 4.

Ce perçage 400 permet d'augmenter la souplesse de la portion aval de dispositif amortisseur 4. En outre, la configuration en U permet d'adapter l'appui de la surface 40 aux écarts entre deux aubes 20 successives circonférentiellement. Ainsi, l'hyperstatisme du dispositif amortisseur 4 est avantageusement réduite.

Différents modes de réalisation de l'ensemble 1 selon l'invention ont été décrits dans le cas où le premier module rotor 2 est une soufflante, et le deuxième module rotor 3 est un compresseur basse pression.

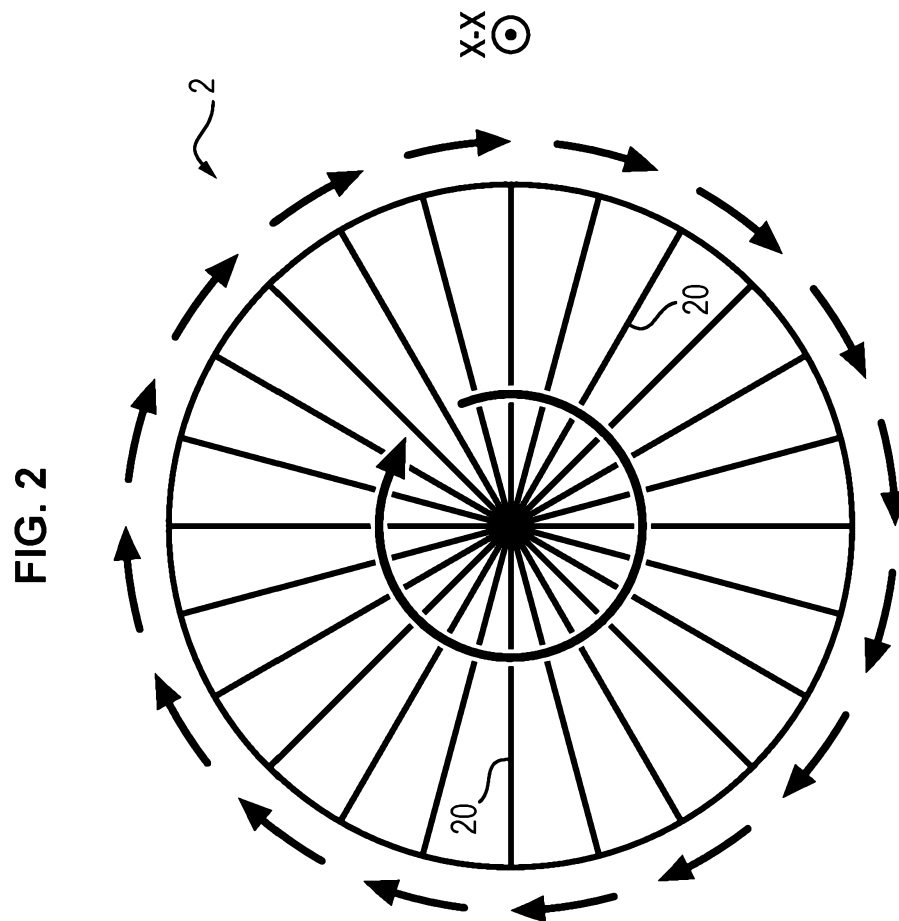
Ceci n'est cependant pas limitatif, puisque le premier module rotor 2 peut également être un premier étage de compresseur, haute ou basse pression, et le deuxième module rotor 3 un deuxième étage dudit compresseur, successif au premier étage de compresseur, en amont ou en aval de ce-dernier. Alternativement, le premier module rotor 2 est un premier étage de turbine, haute ou basse pression, et le deuxième module rotor 3 un deuxième étage de ladite turbine, successif au premier étage de turbine, en amont ou en aval de ce-dernier.

REVENDEICATIONS

1. Ensemble (1) pour turbomachine comprenant :
 - un premier module rotor (2) comprenant une première aube (20),
 - 5 • un deuxième module rotor (3), relié au premier module rotor (2), et comprenant une deuxième aube (30) de longueur inférieure à la première aube (20), et
 - un dispositif amortisseur (4) comprenant une pluralité de premières surfaces (40, 42, 44) en appui contre le premier module (2),
- 10 caractérisé en ce que le dispositif amortisseur (4) est en escalier, et comprend une deuxième surface (41) en appui contre le deuxième module (3), de sorte à coupler les modules (2, 3) en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement.
- 15 2. Ensemble (1) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif amortisseur (4) comprend en outre une surface de butée (46) en appui contre la liaison (22) entre le premier (2) et le deuxième module (3), de sorte à réaliser le maintien axial du dispositif amortisseur (4).
- 20 3. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel :
 - le premier module rotor (2) comprend un disque (25) centré sur un axe longitudinal (X-X) de turbomachine, la première aube (20) étant montée à la périphérie externe du disque (21) duquel elle s'étend, et comprenant en outre une pale (23), une plateforme (25), une échasse
 - 25 (27) et un pied (29) encastré dans un logement (210) du disque (21), et
 - le deuxième module (3) comprend une virole (32) comprenant une extension circonférentielle (34) s'étendant vers la plateforme (25) de la première aube (20),
- 30 la pluralité de premières surfaces (40, 42, 44) du dispositif amortisseur (4) étant en appui sur une pluralité de surface internes (250, 252, 254) respectives de la plateforme (25) de la première aube (20), la deuxième surface (41) du dispositif amortisseur (4) étant en appui contre l'extension circonférentielle (34) de la virole (32) du deuxième module rotor (3).

4. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la première surface (40) la plus en aval parmi la pluralité de premières surfaces (40, 42, 44), et la deuxième surface (41), sont creusées par un perçage (400), de sorte à former une surface en forme de U.
5
5. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel chaque première surface (40, 42, 44) ainsi que la deuxième surface (41) du dispositif amortisseur (4) sont formées respectivement d'une plaquette sacrificielle (43, 45, 47) configurée pour garantir l'appui desdites surfaces (40, 42, 44, 41).
10
6. Ensemble (1) selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel la surface de butée (46) est formée d'une plaquette sacrificielle (49) configurée pour garantir l'appui axial de la surface de butée (46).
15
7. Ensemble (1) selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel les plaquettes (43, 45, 47, 49) comprennent un revêtement (430, 450, 470, 490) de type dissipatif.
8. Ensemble (1) selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel les plaquettes (43, 45, 47, 49) comprennent un revêtement (430, 450, 470, 490) de type viscoélastique.
20
9. Ensemble (1) selon l'une des revendications 5 à 8, dans lequel la plaquette (43) formant la surface (40) la plus en aval possède une épaisseur variable le long de l'axe longitudinal (X-X) de turbomachine.
25
10. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le dispositif amortisseur (4) comprend des alésages (7) destinés à alléger le dispositif amortisseur (4).
30
11. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel le dispositif amortisseur (4) comprend des inserts (8), par exemple de type métallique, destinés à alourdir le dispositif amortisseur (4).
35

12. Ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel le premier module (2) est une soufflante, et le deuxième module (3) est un compresseur basse pression.
- 5 13. Turbomachine comprenant un ensemble selon l'une des revendications 1 à 12.
- 10 14. Dispositif amortisseur (4) en escalier comprenant une pluralité de premières surfaces (40, 42, 44) configurées pour être en appui contre un premier module (2) d'un ensemble (1) selon l'une des revendications 1 à 12, et comprenant en outre une deuxième surface (41) configurée pour être en appui contre un deuxième module (3) d'un tel ensemble (1), de sorte à coupler les modules (2, 3) en vue d'amortir leurs mouvements vibratoires respectifs en fonctionnement.



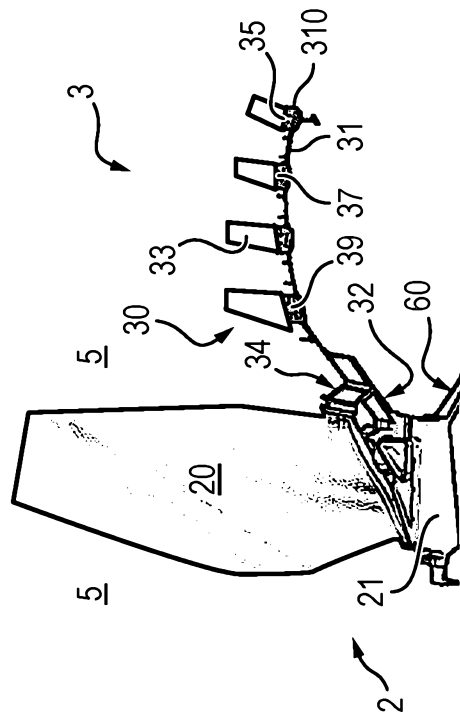


FIG. 3a

3/8

Déplacement
tangential (UA)

Position axiale (UA)

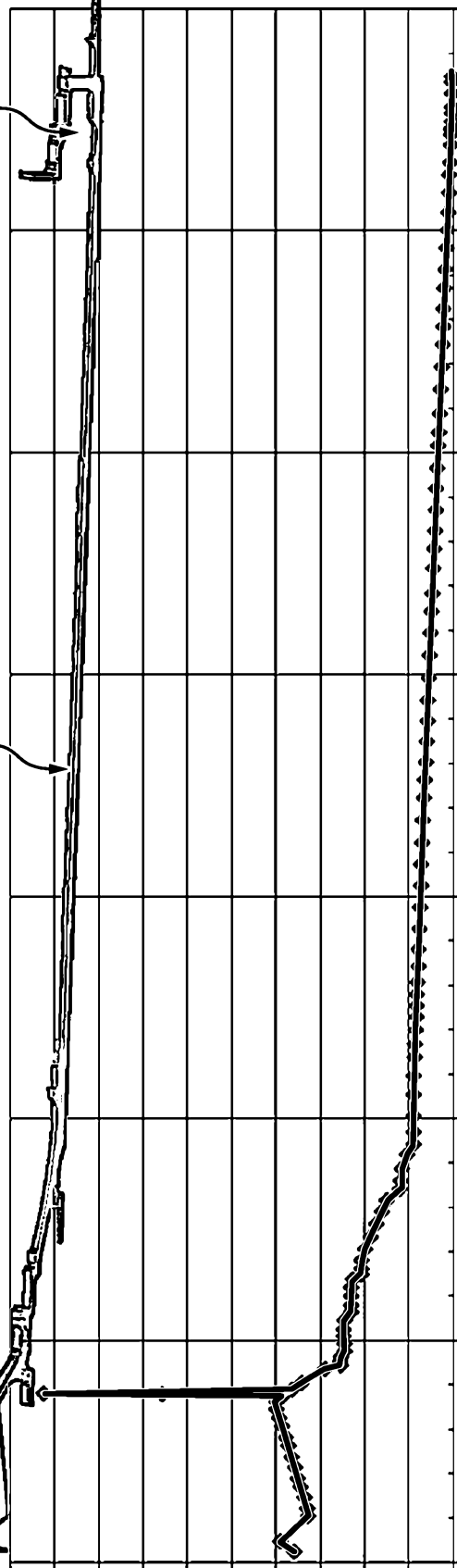
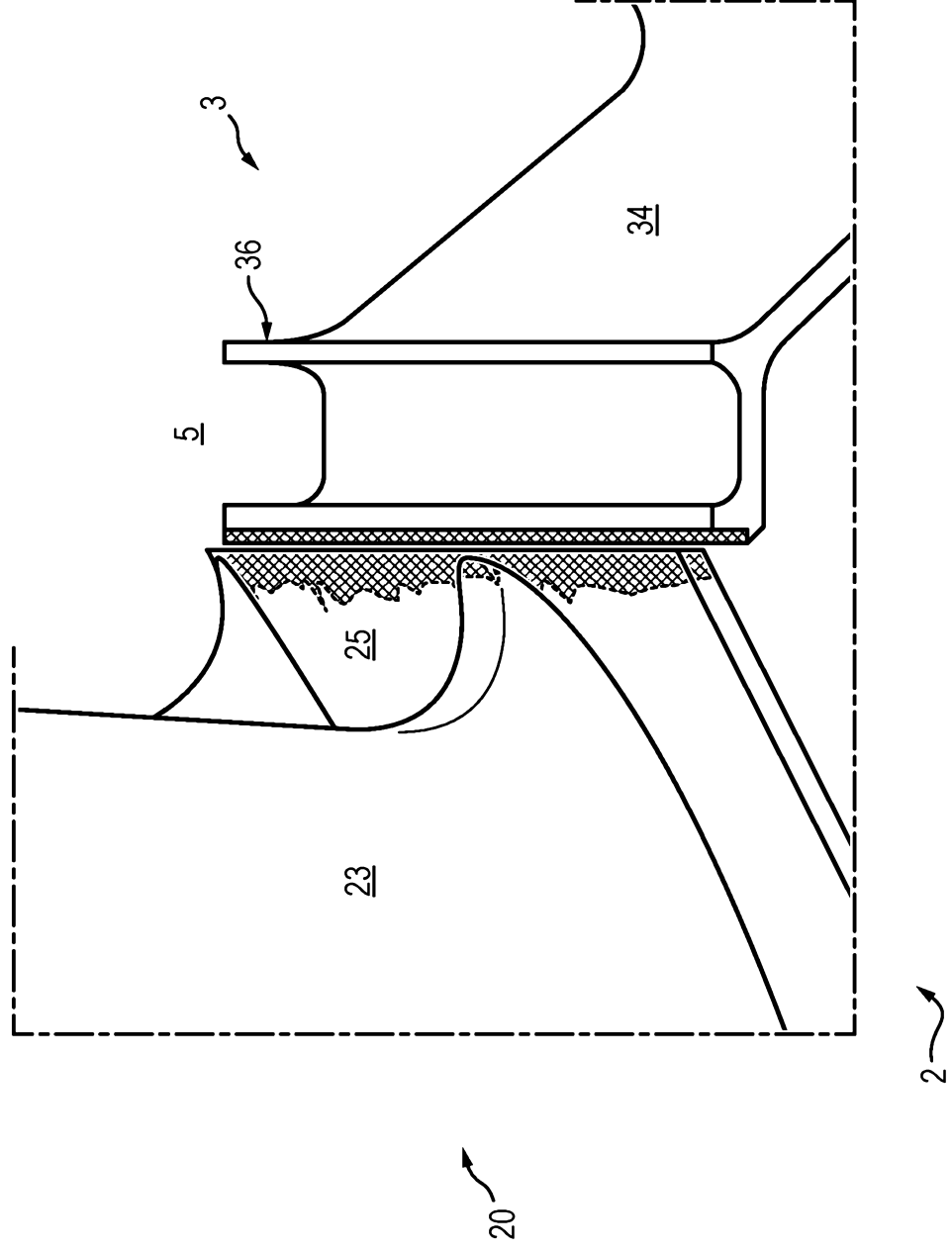


FIG. 3b



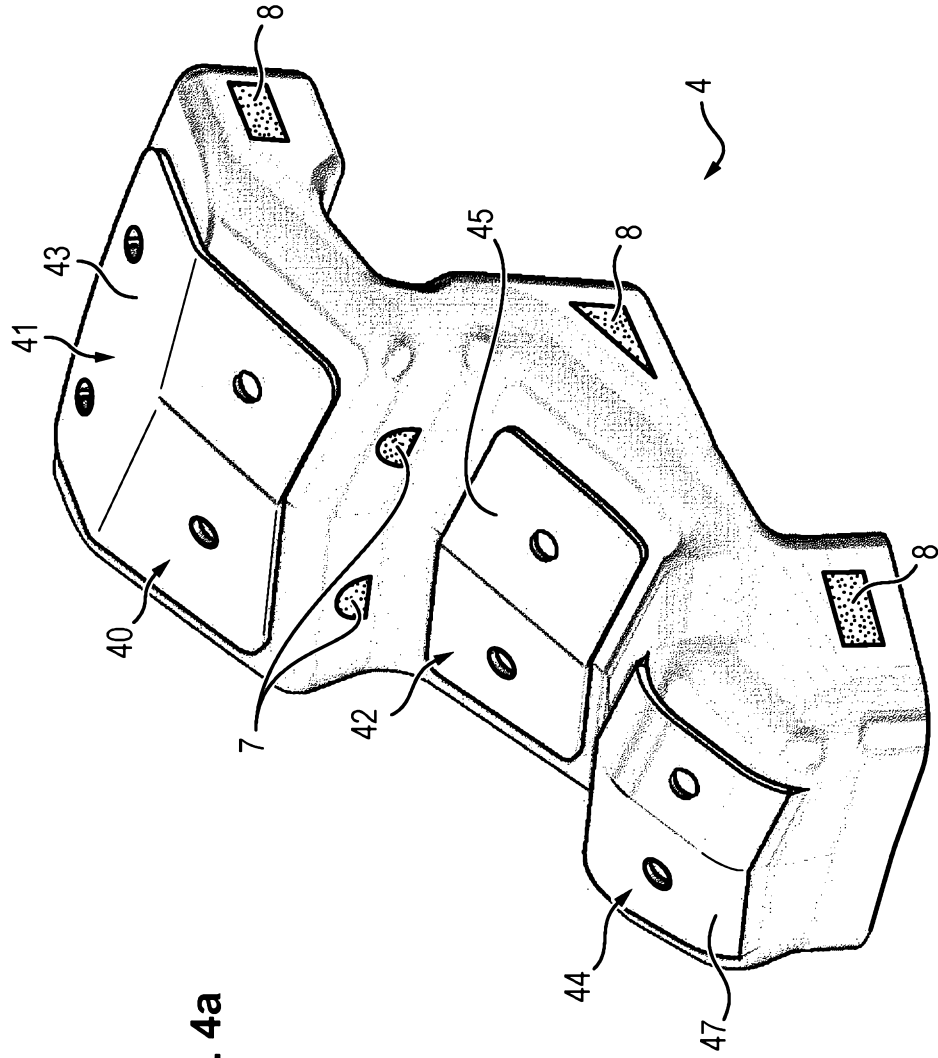


FIG. 4a

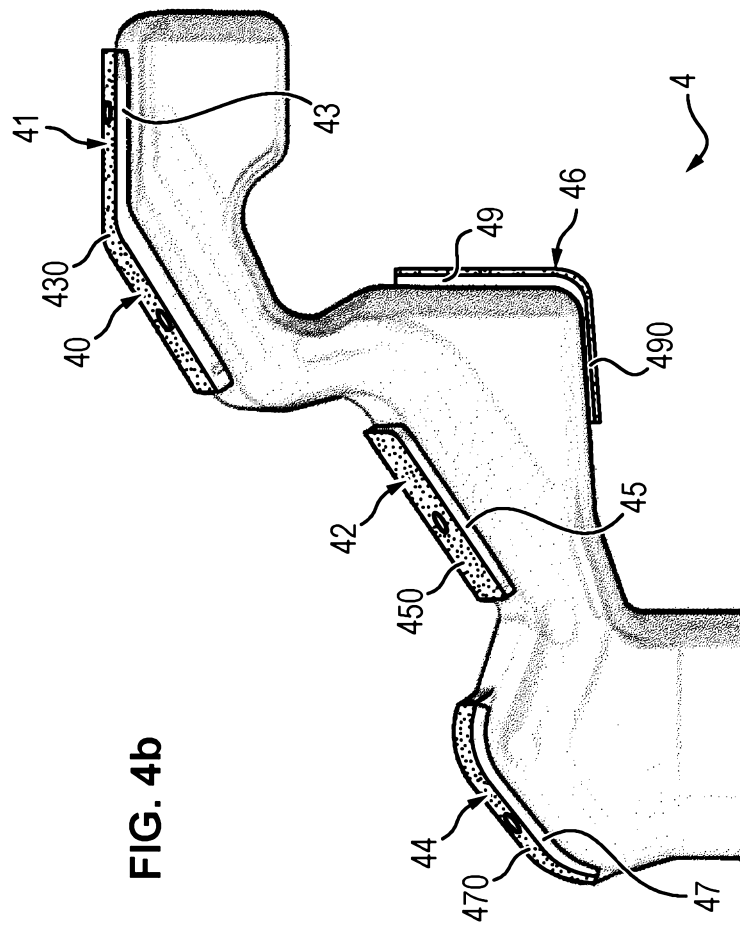


FIG. 4b

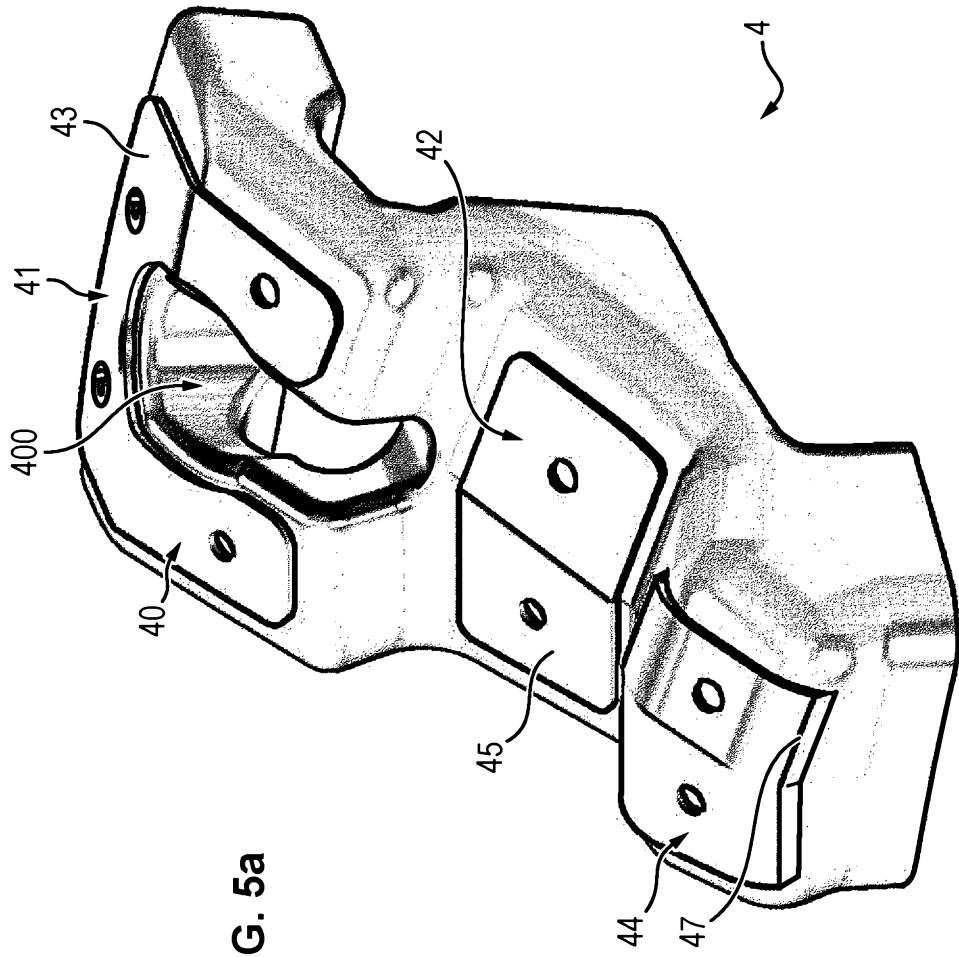


FIG. 5a

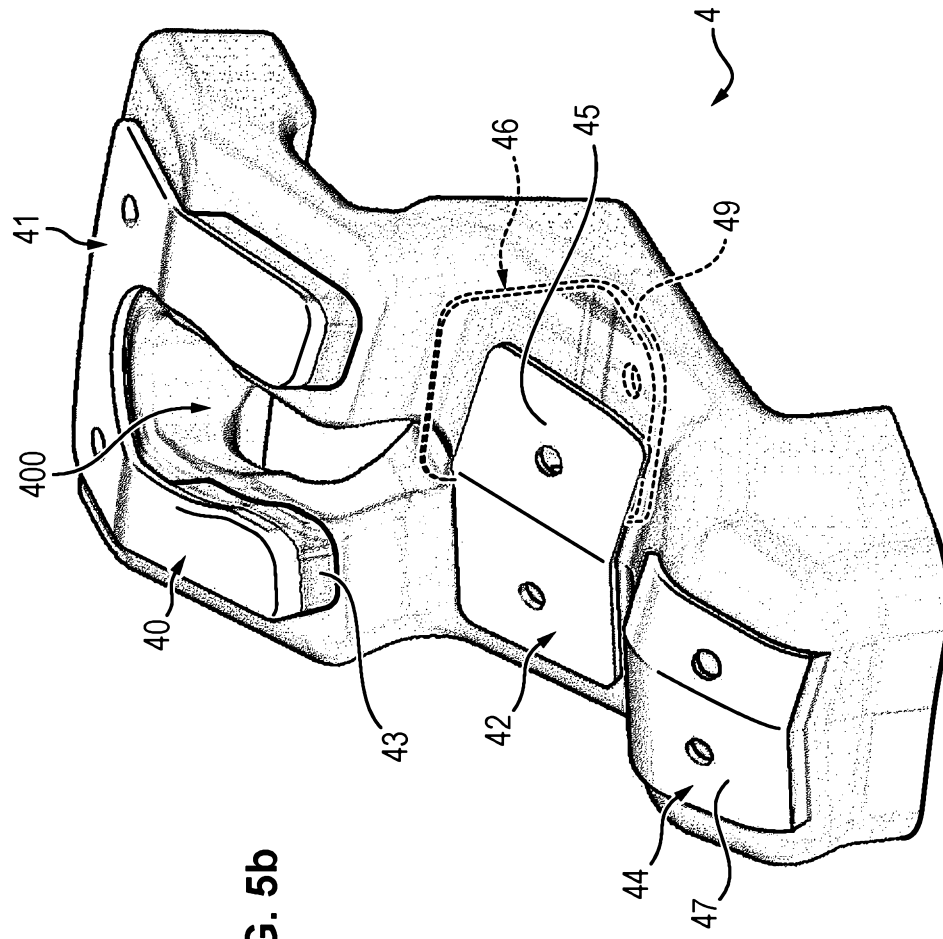


FIG. 5b

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 846673
FR 1762586

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 2 058 526 A1 (SNECMA [FR]) 13 mai 2009 (2009-05-13) * alinéas [0026] - [0028], [0039]; figures 1-3 *	1	F01D25/06 F01D5/26 F04D29/66
A	FR 3 027 341 A1 (SNECMA [FR]) 22 avril 2016 (2016-04-22) * page 13, ligne 1 - page 15, ligne 10; figures 2,3 *	1	
A	EP 3 199 758 A1 (ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG [DE]) 2 août 2017 (2017-08-02) * alinéas [0045], [0046]; figure 5 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 août 2018		Pileri, Pierluigi	
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 1762586 FA 846673**

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 **09-08-2018**
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 2058526	A1	13-05-2009	CA 2643616 A1	12-05-2009
			EP 2058526 A1	13-05-2009
			FR 2923557 A1	15-05-2009
			JP 5697303 B2	08-04-2015
			JP 2009121473 A	04-06-2009
			RU 2008144626 A	20-05-2010
			US 2009123286 A1	14-05-2009

FR 3027341	A1	22-04-2016	AUCUN	

EP 3199758	A1	02-08-2017	DE 102016101427 A1	27-07-2017
			EP 3199758 A1	02-08-2017
			US 2017211592 A1	27-07-2017
