



SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie
Office de la Propriété intellectuelle

(11) 1031977 B1

(47) Date de délivrance : 14/04/2025

(12) BREVET D'INVENTION BELGE

(47) Date de publication : 14/04/2025

(21) Numéro de demande : BE2023/5758

(22) Date de dépôt : 18/09/2023

(62) Divisé de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : F01D 9/04, F01D 21/04, F01D 25/24

(30) Données de priorité :

(73) Titulaire(s) :

SAFRAN AERO BOOSTERS
SA
4041, HERSTAL
Belgique

(72) Inventeur(s) :

RENAUD Mathieu
4041 HERSTAL
Belgique

GALLET Julien Philippe
4041 HERSTAL
Belgique

MOUCHARD Romain Jonathan
4041 HERSTAL
Belgique

(54) Carter de compresseur basse pression d'une turbomachine d'aéronef

(57) Carter de compresseur basse pression, d'une turbomachine d'aéronef, ledit carter (1) comprenant une paroi annulaire (4) s'étendant le long d'un axe longitudinal dudit carter (1), ladite paroi annulaire (4) présentant un premier tronçon annulaire (7) et un deuxième tronçon annulaire (9), ledit premier tronçon (7) étant destiné à se trouver au droit d'un étage rotorique (10) dudit compresseur et ledit deuxième tronçon (9) étant destiné à se trouver au droit d'un étage statorique (12) dudit compresseur, ledit premier tronçon (7) et ledit deuxième tronçons (9) étant distincts l'un de l'autre.

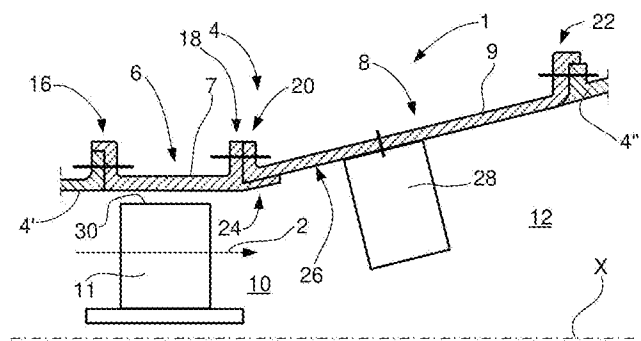


Fig. 1

DESCRIPTION**TITRE : Carter de compresseur basse pression d'une turbomachine d'aéronef**

5 **[0001]** L'invention concerne un carter de compresseur basse pression, préférablement rapide, d'une turbomachine d'aéronef. Elle concerne également un tel compresseur et une telle turbomachine.

10 **[0002]** Dans le domaine des compresseurs basse pression de turbomachines d'aéronefs, il est connu des carters combinant des matériaux composites et des matériaux métalliques mais il est toujours attendu un carter présentant des propriétés améliorées, non seulement en termes de poids et/ou de coût de revient mais aussi de capacité de rétention de débris et/ou de problématique de dilations thermiques différentielles dans le contexte de compresseur basse pression, et en particulier dans
15 le contexte de compresseur basse pression rapide.

20 **[0003]** L'invention a pour objectif de pallier au moins en partie les inconvénients précédents et propose à cette fin un carter de compresseur basse pression d'une turbomachine d'aéronef, ledit carter comprenant une paroi annulaire s'étendant le long d'un axe longitudinal dudit carter, ladite paroi annulaire présentant un premier tronçon annulaire et un deuxième tronçon annulaire, ledit premier tronçon étant destiné à se trouver au droit d'un étage rotorique dudit compresseur et ledit deuxième tronçon étant destiné à se trouver au droit d'un étage statorique dudit compresseur, ledit premier tronçon et ledit deuxième tronçons étant distincts l'un de l'autre, ledit premier tronçon
25 comprenant un matériau métallique, ledit deuxième tronçon étant en matériau composite. Autrement dit, selon l'invention, lesdits premier et deuxième tronçons ne sont pas en continuité de matière l'un de l'autre.

30 **[0004]** L'invention se base sur l'analyse selon laquelle un carter de compresseur basse pression présente différentes zones ayant des fonctions spécifiques le long de son axe longitudinal, certaines de ses fonctions voyant leur sévérité renforcée dans le cas d'un compresseur basse pression rapide.

35 **[0005]** Plus précisément, une première de ces zones est formée par celle se trouvant au droit de l'étage rotorique du compresseur. Elle doit pouvoir retenir des

fragments de parties rotoriques du compresseur telles que des fragments d'aubes. Cette fonction de rétention est d'autant plus nécessaire dans le cas d'un compresseur basse pression rapide que les aubes tournent à haute vitesse et des fragments qui s'en détacheraient présenteraient donc une énergie cinétique et une capacité de provoquer des dommages d'autant plus importants.

[0006] Une deuxième de ces zones est formée par celle se trouvant au droit de l'étage statorique du compresseur. Celle-ci doit permettre un guidage du flux d'air traversant la turbomachine et/ou le support d'aubes statoriques.

[0007] Grâce aux tronçons formant respectivement les zones du carter selon l'invention, chaque partie du carter est indépendante l'une de l'autre. Elle peut ainsi être formée d'un ou de matériaux assurant la fonction qui lui est propre, au lieu d'avoir recours à un carter monobloc risquant de ne pas remplir au mieux les fonctions de chacune des zones, ceci tout en donnant au carter un poids et un coût de revient d'ensemble limités.

[0008] De préférence, le carter selon l'invention est un carter de compresseur basse pression rapide de turbomachine d'aéronef. Le terme 'rapide' désigne un compresseur basse pression pour turbomachine comprenant une soufflante et un réducteur de vitesse entre ladite soufflante et ledit compresseur. Ledit réducteur permet au compresseur basse pression d'avoir une vitesse de rotation différente et plus élevée qu'une vitesse de rotation de la soufflante. La vitesse de rotation de la soufflante étant limitée dans le cas d'un flux d'air subsonique, la vitesse de rotation d'un compresseur basse pression dans une turbomachine comprenant un tel réducteur peut donc être plus élevée que dans une turbomachine ne comprenant pas un tel réducteur.

[0009] Dans un tel compresseur basse pression, la fonction de rétention du carter au droit des aubes rotoriques est renforcée. En effet, la vitesse de rotation plus élevée du compresseur permise par la présence du réducteur implique une énergie cinétique plus élevée des aubes rotoriques du compresseur lors de son fonctionnement. En cas de casse et/ou de détachement d'une aube rotorique, une capacité de rétention renforcée est donc nécessaire afin de limiter les dégâts causés par l'aube détachée dans l'environnement du compresseur basse pression.

[0010] De préférence, ledit premier tronçon et ledit deuxième tronçon sont en amont et en aval, respectivement, selon le sens de circulation du fluide dans la turbomachine.

[0011] Selon différentes caractéristiques supplémentaires de l'invention, qui
5 pourront être prises ensemble ou séparément et qui forment autant de modes de réalisation de l'invention :

- le premier tronçon présente une meilleure capacité de rétention que le deuxième tronçon,
- ledit premier tronçon comprend un matériau métallique
- 10 - ledit premier tronçon est formé d'un matériau métallique,
- ledit premier tronçon comprend un matériau à feuilletage métallique,
- ledit premier tronçon comprend une virole de support et ledit feuillage métallique est rapporté sur une face intérieure de ladite virole,
- ladite virole est formée en matériau composite,
- 15 - ledit premier tronçon comprend des cartouches se succédant angulairement sur 360° autour dudit axe longitudinal du carter,
- lesdites cartouches sont formées avec ledit matériau à feuilletage métallique,
- ledit premier tronçon est formé desdites cartouches,
- 20 - ledit premier tronçon et ledit deuxième tronçon sont assujettis l'un à l'autre,
- ledit carter comprend une bride circonférentielle issue de l'un et/ou de l'autre desdits premier et deuxième tronçons pour un accrochage à l'autre tronçon,
- ledit premier tronçon comprend un épaulement de centrage pour ledit
- 25 deuxième tronçon,
- ledit deuxième tronçon prend appui sur ledit épaulement par une face intérieure dudit deuxième tronçon,
- ledit deuxième tronçon est destiné à délimiter une veine pour un flux divergent dudit fluide,
- 30 - ledit carter comprend des aubes, notamment statoriques, fixées audit deuxième tronçon,
- la ou lesdites aubes statoriques sont formées en matériau composite et présentent au moins un logement, non-fileté,

- ledit carter est configuré pour qu'un passage d'éléments de fixation dans le ou les logements soit radialement décalé par rapport à un axe longitudinale de l'aube,
- ledit deuxième tronçon est en matériau composite,
- 5 - ledit matériau composite est à matrice organique,
- ledit premier tronçon est destiné à être affleuré à un jeu près par un bord distal d'aubes de l'étage rotorique du compresseur, lesdites aubes étant en métal,
- ledit premier tronçon se trouve au niveau d'une partie amont du carter selon le sens d'écoulement du fluide,
- 10 - ledit deuxième tronçon se trouve au niveau d'une partie aval du carter selon le sens d'écoulement du fluide,
- ledit premier tronçon et ledit deuxième tronçon sont situés dans un prolongement longitudinal l'un de l'autre,
- 15 - une première extrémité longitudinale du carter est destinée à être assujettie à un premier support,
- une deuxième extrémité longitudinale du carter, opposée à la première extrémité, est destinée à être assujettie à un deuxième support,
- ledit carter comprend au moins une bride de fixation, notamment audit premier support et/ou audit deuxième support,
- 20 - ledit carter, notamment ledit premier et/ou ledit deuxième tronçon, présente une partie annulaire en matériau composite, ladite partie annulaire étant munie d'un corps et d'un flanc latéral raccordé audit corps par un coude,
- ladite bride de fixation comprend une première partie configurée pour renforcer ladite partie annulaire du carter au niveau dudit coude et une
- 25 deuxième partie configurée pour centrer ladite partie annulaire sur un support.

[0012] L'invention concerne également un compresseur basse pression, de préférence rapide, de turbomachine d'aéronef comprenant un carter tel que décrit plus haut.

[0013] Selon une variante de réalisation de l'invention, les aubes statoriques sont en contact mécanique non immobilisant avec le deuxième tronçon. Lesdites

aubes statoriques sont éventuellement attachées de manière radialement interne à une virole interne du compresseur.

[0014] L'invention concerne encore une turbomachine d'aéronef comprenant un compresseur tel que décrit plus haut.

5 **[0015]** Selon un mode de réalisation de l'invention, ladite turbomachine comprend une soufflante et un réducteur de vitesse entre ladite soufflante et ledit compresseur.

[0016] Selon un mode de réalisation de l'invention, ladite turbomachine comprend :

- 10
- un bec de séparation des flux,
 - une veine amont,
 - une veine aval radialement interne,
 - une veine aval radialement externe,

le bec étant configuré pour séparer un flux d'air issu de la veine amont en un premier
15 flux d'air traversant la veine aval radialement interne et un deuxième flux d'air traversant la veine aval radialement externe.

[0017] De préférence, ledit premier tronçon délimite la veine amont. De préférence, ledit deuxième tronçon délimite la veine aval radialement externe.

20 **[0018]** Dans une telle turbomachine, les premier et deuxième tronçons appartiennent respectivement à la veine amont et à la veine aval radialement externe.

[0019] Dans un exemple de réalisation de l'invention, le premier tronçon et le deuxième tronçon sont situés en amont et en aval du bec, respectivement, selon le sens d'écoulement du flux d'air. Dans un exemple de réalisation de l'invention, le premier tronçon et le deuxième tronçon sont préférablement situés en amont et en aval
25 du bec, respectivement, selon l'axe longitudinal X.

[0020] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative détaillée qui va suivre, d'au moins un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux
30 dessins schématiques annexés parmi lesquels :

[0021] [Fig. 1] illustre de façon schématique, une section selon un plan de coupe longitudinal d'un exemple de carter selon un premier aspect de l'invention ;

[0022] [Figs. 2a et 2b] illustrent de façon schématique, une section selon un plan de coupe longitudinal d'exemples de carter selon un deuxième aspect de l'invention ;

[0023] [Fig. 3] détaille une partie repérée III aux figures 2a et 2b ;

5 **[0024]** [Fig. 4] illustre de façon schématique une section selon un plan de coupe longitudinal d'une partie d'un exemple de carter selon un troisième aspect de l'invention ;

[0025] [Fig. 5] illustre de façon schématique une section selon un plan de coupe longitudinal d'un exemple de bride de fixation selon un quatrième aspect de l'invention.

10 **[0026]** [Fig. 6] illustre de façon schématique une section selon un plan de coupe longitudinal d'un exemple d'une partie d'une turbomachine comprenant un carter selon l'invention.

[0027] Comme illustré aux figures 1, 2a et 2b, l'invention concerne tout d'abord
15 un carter 1 de compresseur basse pression, de préférence rapide, d'une turbomachine d'aéronef. Ledit compresseur et ladite turbomachine sont destinés à être traversés par un fluide, notamment un flux d'air, illustré par la flèche repérée 2.

[0028] Ledit carter 1 présente préférentiellement une forme de révolution autour d'un axe longitudinal s'étendant selon une direction repérée X. Dans le cadre de la
20 présente demande, ledit axe longitudinal est également désigné 'axe longitudinal du carter' ou 'axe longitudinal X'. Le carter comprend une paroi annulaire 4, notamment interne, s'étendant le long de l'axe longitudinal dudit carter 1.

[0029] La paroi annulaire 4, ou une portion de la paroi annulaire 4, peut en outre s'étendre selon la direction radiale autour de l'axe longitudinal du carter. Par exemple,
25 un rayon intérieur de la paroi annulaire 4 varie en fonction d'une position le long de l'axe longitudinal. Alternativement, le rayon intérieur de la paroi annulaire 4, ou d'une portion de la paroi annulaire 4, est constant en fonction de la position le long de l'axe longitudinal. Le rayon intérieur de la paroi annulaire 4 est mesuré à partir de, et radialement par rapport à, l'axe longitudinal du carter.

30 **[0030]** A ces figures, seule une partie de la section du carter 1 a été illustrée, la partie diamétralement opposée ne l'ayant pas été ainsi qu'une éventuelle paroi externe dudit carter.

[0031] Une première extrémité longitudinale du carter 1 est destinée à être fixée à un premier support, notamment annulaire, du compresseur. Une deuxième extrémité longitudinale du carter 1, opposée à la première extrémité, est destinée à être fixée à un deuxième support, notamment annulaire, du compresseur.

5 **[0032]** Ledit carter 1 comprend éventuellement d'autres portions annulaires, rapportées sur ladite paroi annulaire 4 et la prolongeant en amont et/ou aval selon le sens de circulation du flux d'air.

[0033] Sur la figure 1, les pièces repérées 4', 4'', partiellement illustrées, représentent alternativement ledit premier support et/ou ledit deuxième support du
10 compresseur permettant la fixation du carter 1 et/ou des pièces du carter 1 prolongeant en amont et/ou en aval ladite paroi annulaire 4.

[0034] Ladite paroi annulaire 4 présente une première zone annulaire 6 et une deuxième zone annulaire 8. Ladite première zone 6 est destinée à se trouver au droit d'un étage rotorique 10 dudit compresseur. Ledit étage rotorique 10 présente ici une
15 ou des aubes 11 et ladite première zone 6 du carter 1 est située au niveau desdites aubes 11. Ladite deuxième zone 8 est destinée à se trouver au droit d'un étage statorique 12 dudit compresseur.

[0035] Ladite première zone 6 se trouve, par exemple, au niveau d'une partie amont du carter 1 selon le sens d'écoulement du fluide. Ladite deuxième zone 8 se
20 trouve, par exemple, au niveau d'une partie aval du carter 1 selon le sens d'écoulement du fluide. Ladite première zone 6 et ladite deuxième zone 8 sont avantageusement situées dans un prolongement longitudinal l'un de l'autre.

[0036] Comme illustré à la figure 6, ladite première zone 6 se trouve, par exemple, en amont d'un bec de séparation 80 des flux de la turbomachine selon le
25 sens d'écoulement du fluide. Ladite deuxième zone 8 se trouve, par exemple, en aval d'un bec de séparation 80 des flux de la turbomachine selon le sens d'écoulement du fluide.

[0037] Ladite première zone 6 se trouve, par exemple, au niveau de la veine amont 83 du compresseur basse pression. Ladite deuxième zone 8 se trouve, par
30 exemple, au niveau de la veine aval radialement externe 81 du compresseur basse pression.

[0038] Préférentiellement, ladite première zone 6 présente une meilleure capacité de rétention que ladite deuxième zone 8. Ceci est d'autant plus nécessaire

dans un compresseur basse pression rapide dans lequel les débris potentiellement générés présentent une vitesse et donc une énergie plus importante.

[0039] Préférentiellement, ladite deuxième zone 8 est destinée à délimiter une veine pour un flux divergent dudit fluide. Par « divergent », on entend qu'une direction principale dudit flux s'écarte radialement dudit axe longitudinal du carter selon le sens de circulation dudit flux. Alternativement ou cumulativement, ledit carter 1 comprend des aubes statoriques 28 fixées, notamment boulonnées, à ladite deuxième zone 8, par exemple comme il sera décrit plus loin.

[0040] Préférentiellement, un rayon intérieur de la paroi annulaire 4 est sensiblement constant au niveau de ladite première zone 6 destinée à se trouver au droit d'un étage rotorique 10 dudit compresseur. En d'autres termes, la paroi annulaire 4 au niveau de ladite première zone 6 s'étend de préférence principalement selon la direction longitudinale. Préférentiellement, le rayon intérieur de la paroi annulaire 4 au niveau de ladite deuxième zone 8 est croissant, de préférence strictement croissant, selon le sens de circulation du flux. En d'autres termes, la paroi annulaire 4 au niveau de ladite deuxième zone 8 s'écarte de préférence radialement dudit axe longitudinal selon le sens de circulation dudit flux, c'est-à-dire de l'amont vers l'aval de la paroi annulaire. Le rayon intérieur de la paroi annulaire 4 est mesuré à partir de l'axe longitudinal du carter, et selon la direction radiale par rapport à l'axe longitudinal du carter.

[0041] De préférence, ladite turbomachine comprend un bec 80 de séparation des flux. Un exemple d'un tel bec 80 est représenté à la figure 6. Ledit bec 80 est configuré pour séparer le flux d'air traversant la turbomachine en deux flux radialement interne et externe, respectivement. Sur la figure 6, les sens d'écoulement des flux d'air sont représentés par les flèches 2.

[0042] Au droit du bec 80, une veine amont 83 de la turbomachine se divise en une veine aval radialement externe 81 et une veine aval radialement interne 82. De la sorte, le flux d'air en amont du bec est divisé, c'est-à-dire séparé, en deux flux d'air distincts en aval du bec.

[0043] Le bec sépare une veine radialement externe 81 pour le passage du fluide d'une veine radialement interne 82 pour le passage du fluide. De préférence, ladite veine radialement interne et/ou externe est annulaire autour de l'axe longitudinal X. La veine radialement interne est plus proche de l'axe longitudinal que la veine

radialement externe. De préférence, le bec 80 s'étend circonférentiellement autour de l'axe longitudinal.

[0044] De préférence, ladite première zone 6 et ladite deuxième zone 8 sont positionnées de part et d'autre du bec 80 selon la direction longitudinale X. Ladite première zone est en amont du bec. Ladite deuxième zone 8 est en aval du bec. Ladite deuxième zone 8 est destinée à délimiter la veine annulaire radialement externe, préférentiellement pour un flux divergent dudit fluide.

[0045] Selon un premier aspect de l'invention correspondant à la figure 1, ladite première zone 6 et ladite deuxième zone 8 sont respectivement formées d'un premier tronçon 7 et d'un deuxième tronçon 9, distincts l'un de l'autre. On entend par là que lesdits premier et deuxième tronçons 7, 9 ne sont pas en continuité de matière l'un de l'autre. Ils sont au contraire avantageusement rapportés l'un sur l'autre, directement ou indirectement.

[0046] Grâce aux tronçons formant respectivement les zones 6, 8 du carter selon ce premier aspect de l'invention, lesdites première et deuxième zones 6, 8 du carter sont indépendantes l'une de l'autre. Elles peuvent ainsi être formées d'un ou de matériaux assurant la fonction qui leur sont propres au lieu d'avoir recours à un carter monobloc fait d'un seul et même matériau, éventuellement plus lourd et/ou plus onéreux, et risquant de ne pas remplir au mieux les spécifications de l'ensemble des zones.

[0047] De préférence, le rayon intérieur de la paroi annulaire 4 est sensiblement constant au niveau du premier tronçon 7 et la paroi annulaire 4 s'écarte radialement dudit axe longitudinal au niveau du deuxième tronçon 9. Dans cette configuration, il est possible de profiter des deux tronçons pour séparer la partie du carter s'étendant principalement selon la direction longitudinale de la partie du carter qui est divergente selon le sens de circulation dudit flux. Cela facilite la fabrication et l'assemblage du carter.

[0048] Le positionnement de la jonction entre les premier et deuxième tronçons est préférentiellement réalisé dans une zone sans fonction de rétention ni de fixation du stator. Le positionnement de la jonction entre les premier et deuxième tronçons est par exemple réalisé au niveau du bec 80 selon la direction longitudinale X.

[0049] Pour assurer la fonction de rétention qui lui est avantageusement conférée, ledit premier tronçon 7 comprend avantageusement un matériau métallique,

notamment un bloc de matériau métallique tel que de l'aluminium, un alliage d'aluminium, du titane et/ou un alliage de titane. Alternativement, il s'agit d'un feuilletage métallique qui sera décrit plus en détail plus bas en relation avec un deuxième aspect de l'invention.

5 **[0050]** Ledit premier tronçon 7 comprend, par exemple, des cartouches formant des secteurs angulaires se succédant sur 360° autour dudit axe longitudinal du carter 1.

[0051] Selon un premier mode de réalisation, ledit premier tronçon 7 est, par exemple, continu et formé d'un même bloc de matière, notamment du même bloc de
10 matériau métallique et/ou du même feuilletage métallique, sur l'ensemble de sa circonférence et de son épaisseur.

[0052] Alternativement, ledit premier tronçon 7 est formé dudit bloc de matériau métallique et/ou dudit feuilletage métallique, pris sous la forme de cartouches telles qu'évoquées plus haut. Dans un tel cas, lesdites cartouches sont avantageusement
15 assujetties audit deuxième tronçon 9.

[0053] Alternativement encore, ledit premier tronçon 7 comprend une virole de support. Il comprend en outre un revêtement de renfort comprenant ledit matériau à feuilletage métallique, ledit revêtement de renfort étant alors rapporté sur une face
20 intérieure de ladite virole, par exemple de façon continue sur toute sa circonférence ou sous la forme de cartouches telles qu'évoquées plus haut. Ladite virole est formée, notamment en matériau composite. Une telle configuration du premier tronçon est décrite plus bas dans le cadre du deuxième aspect de l'invention dans lequel la virole de support 14 est continue sur l'ensemble des premières et deuxième zones 6, 8 mais présente une première zone 6 présentant la configuration avec couche de support 14
25 et revêtement de renfort 32 en cause. Dans le cadre du premier aspect de l'invention, selon l'alternative évoquée, le premier tronçon 7 est rapporté sur le deuxième tronçon 9 par l'intermédiaire de ladite virole de support.

[0054] De préférence, le revêtement de renfort 32 est reçu dans un renforcement de la virole de support 14. Un exemple est illustré à la figure 2b. Le
30 revêtement de renfort comprend une surface interne, c'est-à-dire radialement interne par rapport à l'axe longitudinal X. La virole de support comprend une surface interne, c'est-à-dire radialement interne par rapport à l'axe longitudinal X. Par exemple, la surface interne de la paroi annulaire 4 située au niveau de la première zone comprend,

ou est formée par, les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole de support. Par exemple, les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole forment successivement et dans cet ordre, la surface interne de la paroi annulaire selon la direction d'écoulement du fluide au sein du carter. Dans l'exemple illustré à la figure 2b, la surface interne de la virole, puis la surface interne du revêtement de renfort, puis la surface interne de la virole, forment successivement selon la direction longitudinale et dans cet ordre, la surface interne de la paroi annulaire. Par exemple, les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole délimitent une veine de circulation de fluide au niveau de la première zone 6.

[0055] De préférence, au niveau de l'interface entre les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole de support, celles-ci sont alignées en continuité l'une avec l'autre. Une telle continuité de la paroi améliore l'écoulement du fluide. De préférence, au niveau de l'interface entre les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole de support, celles-ci ont des rayons mesurés radialement à partir de l'axe longitudinal X qui sont identiques. De préférence, un tel rayon est sensiblement constant dans la première zone 6.

[0056] Selon certaines des alternatives évoquées plus haut, on aura compris que lesdites cartouches sont éventuellement formées avec ledit matériau à feuilletage métallique.

[0057] Ladite première zone 6 est destinée à être affleurée à un jeu près par un bord distal 30 de la ou des aubes 11 de l'étage rotorique 10 du compresseur. Lesdites aubes 11 de l'étage rotorique 10 sont avantageusement en métal. De la sorte, la configuration métallique de la première zone 6 du carter et de la ou des aubes 11 de l'étage rotorique permet de limiter une dilatation thermique différentielle entre le carter 1 et la ou lesdites aubes 11.

[0058] Ledit deuxième tronçon 9 est avantageusement en matériau composite. On évite de la sorte de devoir réaliser un carter tout en métal, cher et lourd. Ledit matériau composite est, par exemple, à matrice organique. Il s'agit notamment d'un matériau comprenant une matrice époxy et/ou des fibres de carbone, avantageusement unidirectionnelles. Il est éventuellement drapé, notamment par robot.

[0059] Comme déjà indiqué, ledit premier tronçon 7 et ledit deuxième tronçon 9 sont avantageusement assujettis l'un à l'autre, en particulier sans tronçons intermédiaire.

[0060] Ledit premier tronçon 7 comprend avantageusement un épaulement 24 de centrage pour ledit deuxième tronçon 9. Par exemple, ledit deuxième tronçon 9 prend appui sur ledit épaulement 24 par une face intérieure 26 ou extérieure dudit deuxième tronçon 9. De préférence, ledit deuxième tronçon 9 prend appui sur ledit épaulement 24 par une face intérieure 26 dudit deuxième tronçon 9. Dans le cas où le premier tronçon 7 est métallique et le deuxième tronçon 9 est formé d'un matériau composite, le métal se dilatant davantage que le composite avec une augmentation de température, se servir de la surface interne de la partie en matériau composite pour assurer la prise d'appui permet de maintenir le contact et donc le centrage quand la température augmente.

[0061] Ledit carter 1 comprend ici en outre des brides d'accrochage 16, 18, 20, 22, préférentiellement circonférentielles, notamment issues de l'un et/ou de l'autre desdits premier et deuxième tronçons 7, 9. Elles sont destinées, par exemple, à un accrochage à l'autre tronçon et/ou à une fixation aux autres pièces et/ou support 4', 4'' du carter et/ou du compresseur. Bien que cela ne soit pas illustré aux figures 1, 2a et 2b, le carter 1 comprend éventuellement en outre une ou des brides de fixation telles que décrites plus bas dans le cadre d'un quatrième aspect de l'invention.

[0062] Ledit épaulement 24 se trouve ici au niveau de l'une des brides 18, prévue au niveau du premier tronçon 7, en regard de l'une des brides 20, prévue au niveau du deuxième tronçon 9.

[0063] Comme illustré aux figures 2a et 2b, selon le deuxième aspect de l'invention, ladite paroi annulaire 4 du carter 1 comprend une virole de support 14, en matériau composite, et un revêtement de renfort 32 comprenant un matériau à feuilletage métallique. Ledit revêtement de renfort se trouve sur la face interne 17 de ladite virole 14, au niveau de ladite première zone 6.

[0064] Ladite virole 14 forme ainsi une base, légère et peu onéreuse, de ladite paroi annulaire 4. Ceci constitue un avantage significatif par rapport à paroi annulaire formée d'une virole en métal. On évite en effet de la sorte l'utilisation d'un brut ou bloc de métal dont on retirerait une grande partie de la matière pour ramener la virole à la

forme souhaitée. Un tel bloc de métal peut causer des problèmes d'approvisionnement et provoque un gaspillage important de matière.

[0065] Ladite virole 14 est en outre renforcée uniquement là où cela est nécessaire, c'est-à-dire la première zone 6, par le matériau à feuilletage métallique qui offre des capacités de rétention supplémentaires et permet de mieux répondre aux exigences d'un compresseur basse pression rapide. En effet, dans un tel cas de figure, si une aube rotorique 11 casse, il faut un carter renforcé pour la retenir compte-tenu de sa plus grande énergie.

[0066] Selon cet aspect de l'invention, ladite virole de support 14 s'étend avantageusement le long desdites première et deuxième zones 6, 8 de ladite paroi annulaire 4. Ladite virole 14 forme ainsi une base commune à ces deux zones 6, 8 ce qui renforce encore l'économie de matière comparée à l'utilisation d'un brut ou bloc de métal.

[0067] Ladite virole de support 14 en composite forme préférentiellement une couche externe du carter 1. Autrement dit, ladite virole de support 14 ne présente pas de revêtement métallique sur sa face externe 15.

[0068] Comme illustré à la figure 3, ledit matériau à feuilletage métallique 12 comprend, par exemple, au moins deux couches de métal 12a et/ou au moins deux couches de matériau composite 12b. Les couches de métal 12a alternent avec les couches de matériau composite 12b. Une couche interne 34 dudit matériau à feuilletage métallique 12 est formée de l'une des couches de métal 12a.

[0069] Préférentiellement, ledit revêtement de renfort 32 comprend une couche de matériau abrasable 36, rapportée sur la face interne du matériau à feuilletage métallique 12. Ledit matériau abrasable est formé, par exemple, d'un matériau qui sera abrasé par les aubes rotoriques 11 lors de la mise en service du compresseur, notamment en phase d'essai. On réalise de la sorte un jeu minimum entre le revêtement de support 32 et lesdites aubes rotoriques 11. Le choix de réaliser la couche interne 34 du matériau à feuilletage métallique 12 en métal permet de faciliter l'adhésion de ladite couche de matériau abrasable 36 sur ledit matériau à feuilletage métallique 12. Il est à noter que le revêtement de renfort 32 éventuellement utilisé dans le cadre du premier aspect de l'invention présenté plus haut présente préférentiellement ladite couche de matériau abrasable 36.

[0070] Ledit matériau à feuilletage métallique 12 est obtenu, par exemple, par cuisson. Ladite cuisson sert à durcir le matériau composite de ses couches 12b. On parle alors parfois de cocuisson. Une telle cuisson ou cocuisson a éventuellement lieu avec la virole de support 14. Autrement dit, on fait cuire le matériau à feuilletage métallique 12 directement avec la virole de support 14, ce qui permet de les fixer l'un à l'autre.

[0071] Selon ce deuxième aspect de l'invention comme selon le premier, ledit revêtement de renfort 32, notamment ledit matériau à feuilletage métallique 12, est éventuellement formé de cartouches formées de secteurs angulaires se succédant sur 360° autour dudit axe longitudinal du carter.

[0072] Comme expliqué plus haut dans le cadre du premier aspect de l'invention, le revêtement de renfort 32 est de préférence reçu dans un renforcement de la virole de support 14. Un exemple est illustré à la figure 2b. La surface interne de la paroi annulaire 4 située au niveau de la première zone est formée par les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole de support. Par exemple, les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole forment successivement et dans cet ordre, la surface interne de la paroi annulaire selon la direction d'écoulement du fluide au sein du carter. Dans l'exemple illustré à la figure 2b, la surface interne de la virole, puis la surface interne du revêtement de renfort, puis la surface interne de la virole, forment successivement selon la direction longitudinale la surface interne de la paroi annulaire.

[0073] De préférence, au niveau de l'interface entre les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole de support, celles-ci sont alignées en continuité l'une avec l'autre. De préférence, au niveau de l'interface entre les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole de support, les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole de support sont alignées radialement. Une telle continuité de la paroi améliore l'écoulement du fluide.

[0074] Au niveau de l'interface entre les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole de support, les surfaces internes du revêtement de renfort et de la virole de support ont préféablement des rayons mesurés radialement à partir de l'axe longitudinal X qui sont identiques. De préférence, un tel rayon est sensiblement constant dans la première zone 6.

[0075] Ledit matériau composite de la virole 14 et/ou des couches 12b du matériau à feuilletage métallique est, par exemple, à matrice organique. Il s'agit notamment d'un matériau comprenant une matrice époxy et/ou des fibres de carbone, avantageusement unidirectionnelles. Il est éventuellement drapé, notamment par robot, en particulier pour le cas de la virole 14.

[0076] Comme illustré à la figure 4, selon un troisième aspect de l'invention, le carter 1 comprend une paroi annulaire, notamment la paroi annulaire 4 selon la configuration du premier aspect ou du deuxième aspect de l'invention, au moins une aube, notamment la ou les aubes statorique 28 précédemment évoquées, et des éléments 38 de fixation de ladite aube 28 sur ladite paroi annulaire 4. Comme dans les figures 1 et 2, seule une partie du carter 1 a été illustrée, la partie diamétralement opposée ne l'ayant pas été ainsi qu'une éventuelle paroi externe dudit carter.

[0077] Dans le troisième aspect de l'invention, le carter appartient de préférence à un ensemble statorique d'une turbomachine d'aéronef comprenant :

- le carter de compresseur basse pression, ledit carter (1) comprenant une paroi annulaire (4) s'étendant le long d'un axe longitudinal dudit carter,
- au moins une aube (28) et des éléments de fixation (38) de ladite aube (28) sur ladite paroi annulaire (4), ladite aube (28) étant formée en matériau composite à matrice métallique et présentant au moins un logement (40), non-fileté,

ledit ensemble statorique étant configuré pour qu'un passage des éléments de fixation (38) dans le ou les logements (40) soit radialement décalé par rapport à un axe longitudinal (Y) de l'aube (28).

[0078] Il est à noter que ledit carter 1 selon le troisième aspect de l'invention est un carter de compresseur basse pression d'une turbomachine d'aéronef, de préférence un carter de compresseur basse pression rapide.

[0079] Ladite aube 28 est formée en matériau composite. Ledit matériau composite de l'aube 28 comprend, par exemple, une matrice métallique, notamment formée d'aluminium.

[0080] Ladite aube 28 comprend un pied de l'aube pour coupler mécaniquement ladite aube avec ladite paroi annulaire. Le pied d'une aube est parfois appelée 'base' ou 'plateforme' de l'aube.

[0081] Ladite aube 28 comprend une pale de première aube délimitée par une tête d'aube et le pied de l'aube. La pale est fixée sur le pied de l'aube. L'aube s'étend entre le pied et la tête de l'aube le long d'un axe longitudinal de l'aube Y.

[0082] L'axe longitudinal de l'aube Y est différent de l'axe longitudinal du carter s'étendant selon la direction repérée X. De préférence, l'axe longitudinal de l'aube Y est sensiblement aligné selon la direction radiale autour de l'axe longitudinal du carter.

[0083] Ladite aube 28 présente au moins un logement 40, non-fileté. Par non-fileté, on entend que ledit logement est destiné à permettre un passage mais non un engagement d'une vis ou boulon. Ses parois sont avantageusement lisses. Contrairement à un orifice fileté, ledit logement peut donc être formé dans l'épaisseur du matériau composite de l'aube 28 sans risquer de l'endommager et/ou de l'affaiblir.

[0084] Ledit carter 1 est configuré pour qu'un passage des éléments de fixation 38 dans le ou les logements 40 soit radialement décalé par rapport à un axe longitudinal Y de l'aube statorique 28.

[0085] On dispose de la sorte d'aubes 28 plus légères par le choix du matériau qui les compose, à savoir un matériau composite à matrice métallique plutôt qu'un matériau métallique. En outre, comme les éléments de fixation 38 ne sont pas au centre de l'aube 28, ils permettent un calage angulaire de l'aube dans le flux d'air.

[0086] Lesdits éléments de fixation 38 sont avantageusement au nombre de deux. Ceci permet de limiter leur nombre tout en assurant une liaison satisfaisante et le calage angulaire évoqué plus haut. Ils sont ici diamétralement opposés par rapport à l'axe longitudinal Y de l'aube.

[0087] Ladite aube 28 comprend un pied 44. Ledit pied 44 de l'aube 28 est éventuellement évidé pour limiter encore le poids de l'aube 28. Ledit pied 44 de l'aube 28 présente lesdits logements 40.

[0088] La plateforme ou pied de l'aube s'étend essentiellement selon la direction radiale autour de l'axe longitudinal Y de l'aube. De préférence, le pied de l'aube comprend une face interne 46 définissant un profil d'une veine pour un écoulement de fluide. La face interne s'étend à partir de la pale et essentiellement radialement autour de l'axe longitudinal Y de l'aube.

[0089] De préférence, l'aube présente deux logements 40 situés de part et d'autre de la pale selon la direction longitudinale X du carter.

[0090] De préférence, l'aube présente deux logements 40 situés en amont et en aval de la pale selon le sens d'écoulement du fluide, respectivement.

[0091] Selon le mode de réalisation illustré, lesdits logements 40 définissent avantageusement des orifices débouchant 41 pour le passage des éléments de fixation à travers l'aube 28. Ladite paroi annulaire 4 présente, notamment, des lumières 42. Lesdites lumières 42 sont situées dans un prolongement axial desdits orifices débouchant 41. Les orifices débouchant traversent de préférence la face interne du pied de l'aube.

[0092] Lesdits éléments de fixation 38 prennent appui d'une part contre la face externe 15 de ladite paroi annulaire 4 et d'autre part contre la face interne 46 dudit pied 44. Lesdits éléments de fixation 38 comprennent, notamment, des boulons, comme représenté. En variante, il pourra s'agir, par exemple, de rivets.

[0093] De préférence, l'ensemble statorique est configuré de sorte que, lorsque l'aube est mécaniquement couplée à la paroi annulaire par les éléments de fixation 38, le calage de l'aube 28 est déterminé par le positionnement relatif entre les logements 40 de l'aube et les lumières 42 de la paroi annulaire 4 traversés par les éléments de fixation. Cela facilite l'assemblage de l'ensemble statorique.

[0094] Dans le mode de réalisation avantageux où l'ensemble statorique comprend deux éléments de fixations 38 et deux logements 40 et deux lumières 42, un segment reliant des centres des deux lumières est par exemple décalé angulairement par rapport à l'axe longitudinal du carter X.

[0095] On peut noter que lesdits orifices débouchant 41 présentent ici un épaulement 41' permettant d'accueillir une tête 52 desdits boulons de manière à ce que ladite tête 52 soit au moins partiellement, voire entièrement logées dans lesdits orifices débouchant 41.

[0096] En variante, non-illustrée, ladite aube statorique comprend au moins un insert, situé dans ledit logement, ledit insert présentant un ou des orifices taraudés permettant un vissage de l'aube sur la paroi annulaire du carter. Dans cette variante, même si l'on a recours à un vissage, le ou les logements formés dans l'aube restent non-filetés puisque ce sont les inserts emmanchés dans le ou lesdits logements qui présentent le taraudage nécessaire au vissage.

[0097] Selon le mode de réalisation illustré, ladite paroi annulaire 4 comprend la virole de support 14, en matériau composite, et le revêtement de renfort 32, évoqués

plus haut, notamment en relation avec le deuxième mode de réalisation de l'invention.

Le matériau à feuilletage métallique 12 se trouve sur la face interne 17 de ladite virole 14, au niveau de ladite première zone 6.

[0098] La ou lesdites aubes 28 et ledit revêtement de renfort 32, notamment ledit matériau à feuilletage métallique 12 et/ou ladite couche de matériau abradable 36, sont préférentiellement en butée l'un sur l'autre, notamment par l'intermédiaire dudit pied 44 de l'aube 28.

[0099] De préférence, l'ensemble statorique est configuré de sorte qu'une portion aval du matériau à feuilletage métallique 12 et/ou de la couche de matériau abradable 36 est mécaniquement couplée à l'aube et à la paroi annulaire par compression entre une portion amont du pied 44 de l'aube et la virole de support 14. Les portions amont et aval des pièces sont déterminées selon le sens d'écoulement du fluide dans l'ensemble statorique. Ladite compression est de préférence exercée par un ou des éléments de fixation 38.

[0100] A la figure 4, ladite butée est réalisée au niveau de la couche de matériau abradable 36. Ledit matériau à feuilletage métallique 12 présente au moins un passage 45 traversé par l'un desdits éléments de fixation 38.

[0101] De préférence, une épaisseur du pied 44 de l'aube 28 mesurée selon la direction longitudinale Y de l'aube diminue strictement entre l'aval et l'amont du pied. Cela permet de compenser la surépaisseur due à la présence du matériau à feuilletage métallique 12 et/ou de la couche de matériau abradable 36 entre la partie amont uniquement du pied et la virole de support. De préférence, la face interne 17 de la virole de support 14 est rectiligne au niveau du pied de l'aube. Les portions amont et aval des pièces sont déterminées selon le sens d'écoulement du fluide dans l'ensemble statorique.

[0102] Comme illustré à la figure 5, selon son quatrième aspect, l'invention concerne une bride de fixation 50 pour un carter, notamment un carter de compresseur basse pression, éventuellement rapide, d'une turbomachine d'aéronef. Comme dans les figures 1, 2a, 2b, et 4, seule une partie du carter a été illustrée, la partie diamétralement opposée ne l'ayant pas été ainsi qu'une éventuelle paroi externe dudit carter.

[0103] Ledit carter présente une partie annulaire 52, en matériau composite. Il s'agit éventuellement de la paroi annulaire 4 du carter 1 des précédents aspects de l'invention, dans les modes de réalisation correspondant.

[0104] Ladite partie annulaire 52 est munie d'un corps 54 et d'un flanc latéral 56
5 raccordé audit corps 50 par un coude 58.

[0105] Ladite bride 50 comprend une première partie 60 configurée pour renforcer ladite partie annulaire 52 du carter 1 au niveau dudit coude 58 et une deuxième partie 62 configurée pour centrer ledit carter 1 sur un support 64.

[0106] Selon cet aspect de l'invention, grâce auxdites parties spécifiques 60, 62,
10 la bride de fixation 50 permet à la fois un renfort du carter 1 au niveau d'une zone risquant une délamination, à savoir le coude 58, et un centrage du carter 1.

[0107] Le délaminage, ou la délamination, est généralement décrit comme un mode de rupture caractéristique d'un matériau qui se cisaille longitudinalement dans un plan perpendiculaire à son épaisseur. Il en résulte des couches, ou des strates,
15 disjointes qui finissent par se séparer.

[0108] Ladite bride de fixation 50 est préférentiellement annulaire. Selon une première variante, elle est angulairement continue. Selon une autre variante, elle est formée de portions angulaires se succédant sur 360° autour de l'axe longitudinal du carter 1.

[0109] Ladite première partie 60 est radialement interne et/ou ladite deuxième partie 62 est radialement externe par rapport à l'axe longitudinal du carter.

[0110] Ladite première partie 60 présente une forme destinée à épouser ledit coude 58, notamment à l'intérieur dudit coude 58. Elle est avantageusement formée d'un bord interne 66, notamment arrondi, de ladite bride 50.

[0111] Ladite bride 50 présente ici une face interne 68 destinée à définir une butée, ladite face interne 68 définissant ladite deuxième partie 62 de la bride 60. Préférentiellement, ladite deuxième partie 62 réalise le centrage de ladite partie annulaire par un contact avec une surface radialement externe du support 64.

[0112] Dans le mode de réalisation illustré, ladite deuxième partie 62 coiffe
30 radialement un bord libre 70 dudit flanc latéral 56. Ladite bride 50 confère de la sorte une protection dudit bord libre 70, notamment une protection au feu ce qui est d'autant plus opportun dans le cas d'un bord libre en matériau composite.

[0113] Ladite bride 50 présente, par exemple, une section droite en forme de L. Une grande branche du L présente un bord libre définissant ledit bord interne 66. Une petite branche du L définit ladite face interne 68 formant butée.

5 **[0114]** Ladite bride 50 et/ou ledit flanc latéral 56 présente des orifices de passage 73, 72 d'éléments de fixation sur ledit support 64. Ledit support 64 présente un alésage, éventuellement taraudé pour venir dans lequel lesdits élément de fixation sont destinés à s'engager. Lesdits éléments de fixation n'ont pas été illustrés à la figure 4.

10 **[0115]** Ledit support 64 est formé, par exemple, d'une bride d'accrochage, notamment de l'une des brides d'accrochage 16, 18, 20, 22 évoqué plus haut. Ledit support 64 est préférentiellement métallique.

[0116] Ladite bride de fixation est formée, par exemple, d'un matériau métallique, notamment en aluminium et/ou en titane.

15 **[0117]** Selon les premier et deuxième aspects de l'invention, ladite bride de fixation 50 est éventuellement utilisée entre la première zone 6 et la pièce voisine 4' quand la première zone 6 comprend une virole de support 14 en matériau composite. Elle est alors du côté de la première zone 6. Elle est aussi éventuellement utilisée entre la deuxième zone 8 et la pièce voisine 4''. Elle est alors du côté de ladite deuxième zone 8.

20 **[0118]** Dans le premier mode de réalisation, elle est encore éventuellement utilisée entre les premier et le deuxième tronçons 7, 9, notamment du côté du deuxième tronçon 9.

25 **[0119]** Bien qu'il ne soit pas illustré en totalité, ledit compresseur basse pression, de préférence rapide, de turbomachine d'aéronef selon l'invention présente ledit étage rotorique 10 et ledit étage statorique 12. Il comprend en outre ledit carter 1 des précédents aspects de l'invention.

30 **[0120]** En variante aux modes de réalisation évoqué plus haut dans lesquels les aubes statoriques 28 sont assujetties au carter 1, lesdites aubes statoriques 28 sont en contact mécanique non immobilisant avec la deuxième zone 8. Dans cette nouvelle variante, lesdites aubes statoriques 28 sont, par exemple, attachées de manière radialement interne à une virole interne du compresseur.

[0121] La turbomachine d'aéronef selon l'invention comprend préférentiellement une soufflante et un réducteur de vitesse entre ladite soufflante et ledit compresseur.

Ledit réducteur permet au compresseur basse pression d'avoir une vitesse de rotation plus rapide qu'une vitesse de rotation de la soufflante. Ladite vitesse de rotation de la soufflante est ainsi plus lente et compatible avec flux d'air subsonique.

[0122] L'invention considérée selon ses différents aspects comprend différentes pièces comprenant chacune un ou des matériaux composites. Les matériaux composites des différentes pièces sont identiques ou différents. Par exemple, ladite virole est formée en matériau composite de ladite virole. Par exemple, ledit premier tronçon est formé en matériau composite du premier tronçon et/ou présente une partie annulaire en matériau composite du premier tronçon. Par exemple, ledit deuxième tronçon est formé en matériau composite du deuxième tronçon et/ou présente une partie annulaire en matériau composite du deuxième tronçon. Par exemple, ladite virole est formée en matériau composite de ladite virole. Par exemple, la ou lesdites aubes sont formées en matériau composite d'aube. Par exemple, le matériau à feuilleteage métallique comprend le matériau composite des couches du matériau à feuilleteage métallique.

[0123] Les matériaux composites formant des pièces distinctes du dispositif de l'invention sont sélectionnés indépendamment parmi un ou plusieurs types de matériaux composites, et peuvent donc être identiques ou différents entre eux.

REVENDICATIONS

1. Carter de compresseur basse pression d'une turbomachine d'aéronef, ledit carter (1) comprenant une paroi annulaire (4) s'étendant le long d'un axe longitudinal dudit carter (1), ladite paroi annulaire (4) présentant un premier tronçon annulaire (7) et un deuxième tronçon annulaire (9), ledit premier tronçon (7) étant destiné à se trouver au droit d'un étage rotorique (10) dudit compresseur et ledit deuxième tronçon (9) étant destiné à se trouver au droit d'un étage statorique (12) dudit compresseur, ledit premier tronçon (7) et ledit deuxième tronçon (9) étant distincts l'un de l'autre, ledit premier tronçon (7) comprenant un matériau métallique, ledit deuxième tronçon (9) étant en matériau composite.
2. Carter selon la revendication précédente dans lequel ledit premier tronçon (7) et ledit deuxième tronçon (9) sont en amont et en aval, respectivement, selon le sens de circulation du fluide dans la turbomachine.
3. Carter selon la revendication précédente dans lequel ledit premier tronçon (7) présente une meilleure capacité de rétention que le deuxième tronçon (9).
4. Carter selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel ledit premier tronçon (7) comprend un matériau à feuilletage métallique.
5. Carter selon l'une quelconque de revendications précédentes dans lequel ledit premier tronçon (7) comprend des cartouches se succédant angulairement sur 360° autour dudit axe longitudinal.
6. Carter selon l'une quelconque de revendications précédentes dans lequel ledit premier tronçon (7) et ledit deuxième tronçon (9) sont assujettis l'un à l'autre.
7. Carter selon l'une quelconque de revendications précédentes comprenant une bride circonférentielle (18, 20) issue de l'un et/ou de l'autre desdits premier et deuxième tronçons (7, 9) pour un accrochage à l'autre tronçon.

8. Carter selon l'une quelconque de revendications précédentes dans lequel ledit premier tronçon (7) comprend un épaulement de centrage (24) pour ledit deuxième tronçon (9), ledit deuxième tronçon (9) prenant préférentiellement appui sur ledit épaulement (24) par une face intérieure (26) dudit deuxième tronçon (9).

5

9. Carter selon l'une quelconque de revendications précédentes dans lequel ledit deuxième tronçon (9) est destiné à délimiter une veine pour un flux divergent du fluide traversant ladite turbomachine.

10

10. Carter selon l'une quelconque de revendications précédentes comprenant des aubes statoriques (28) fixées audit deuxième tronçon (9).

11. Compresseur basse pression, rapide, de turbomachine d'aéronef comprenant un carter (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

15

12. Turbomachine d'aéronef comprenant un compresseur selon la revendication précédente.

13. Turbomachine selon la revendication précédente comprenant une soufflante et un réducteur de vitesse entre ladite soufflante et ledit compresseur.

20

14. Turbomachine selon l'une des revendications 15 ou 16, comprenant :

- un bec (80) de séparation des flux,
- une veine amont (83),
- des veines aval radialement interne (82) et radialement externe (81),

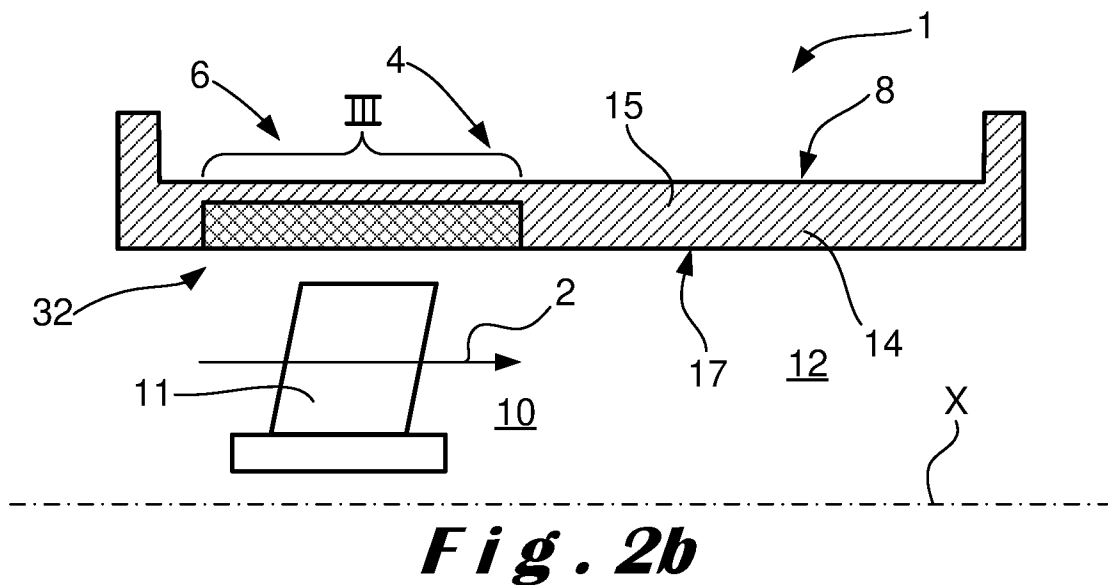
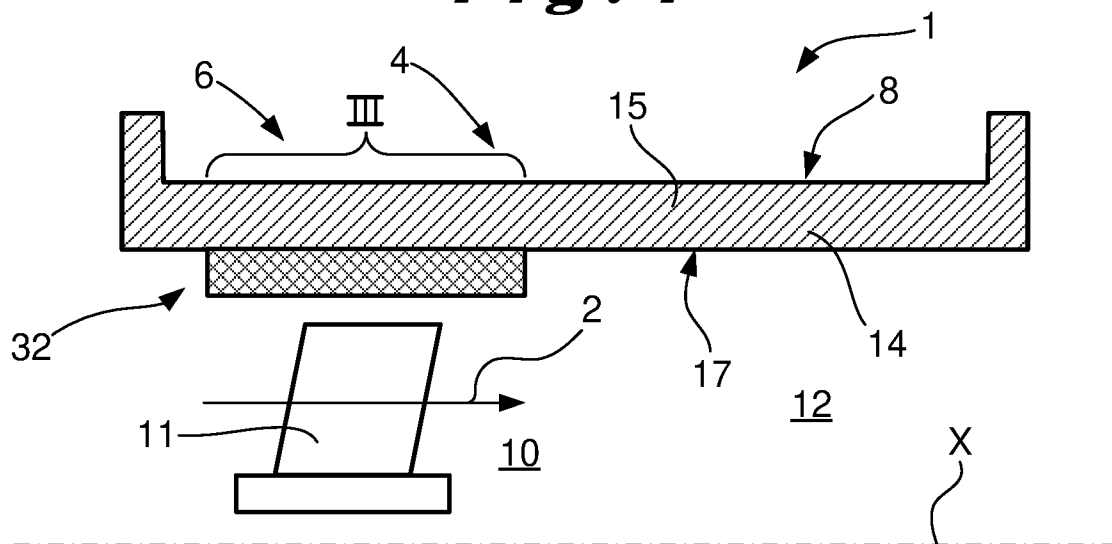
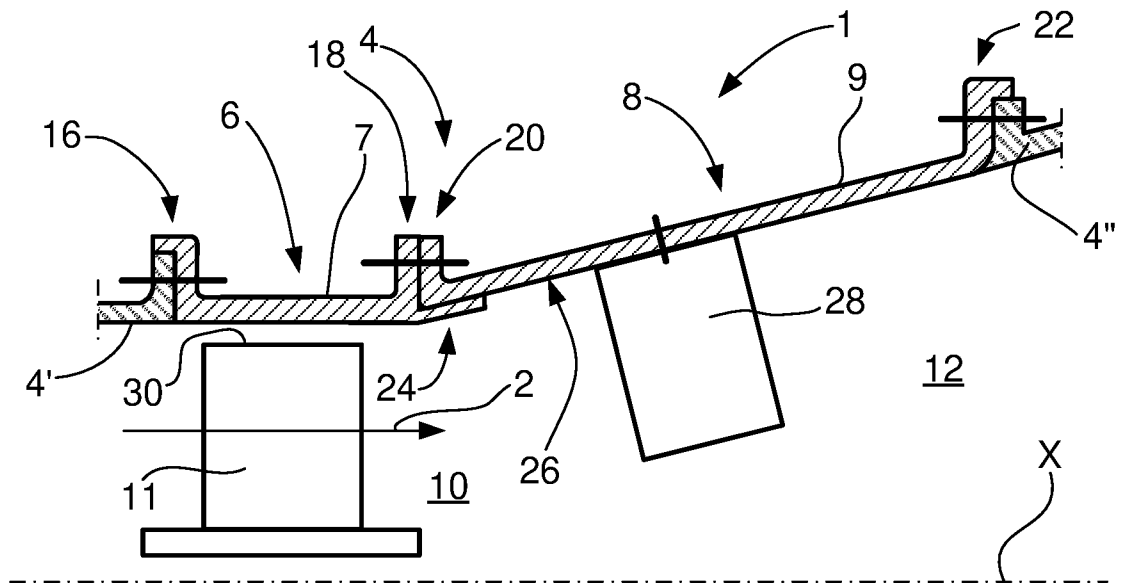
25

le bec (80) étant configuré pour séparer un flux d'air issu de la veine amont (83) en un premier flux d'air traversant la veine aval radialement interne (82) et un deuxième flux d'air traversant la veine aval radialement externe (81),

ledit premier tronçon (7) délimitant la veine amont (83),

30

ledit deuxième tronçon (9) délimitant la veine aval radialement externe (81).



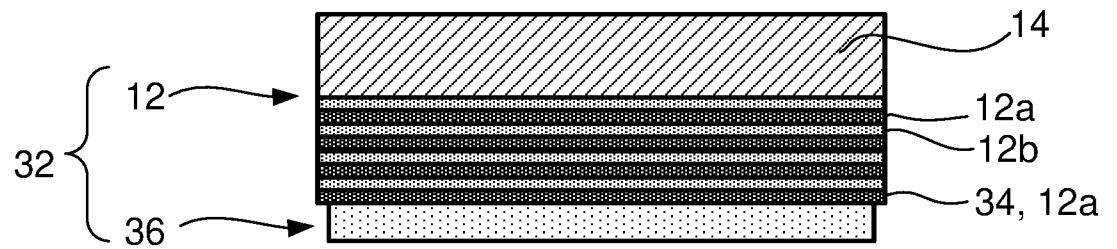


Fig. 3

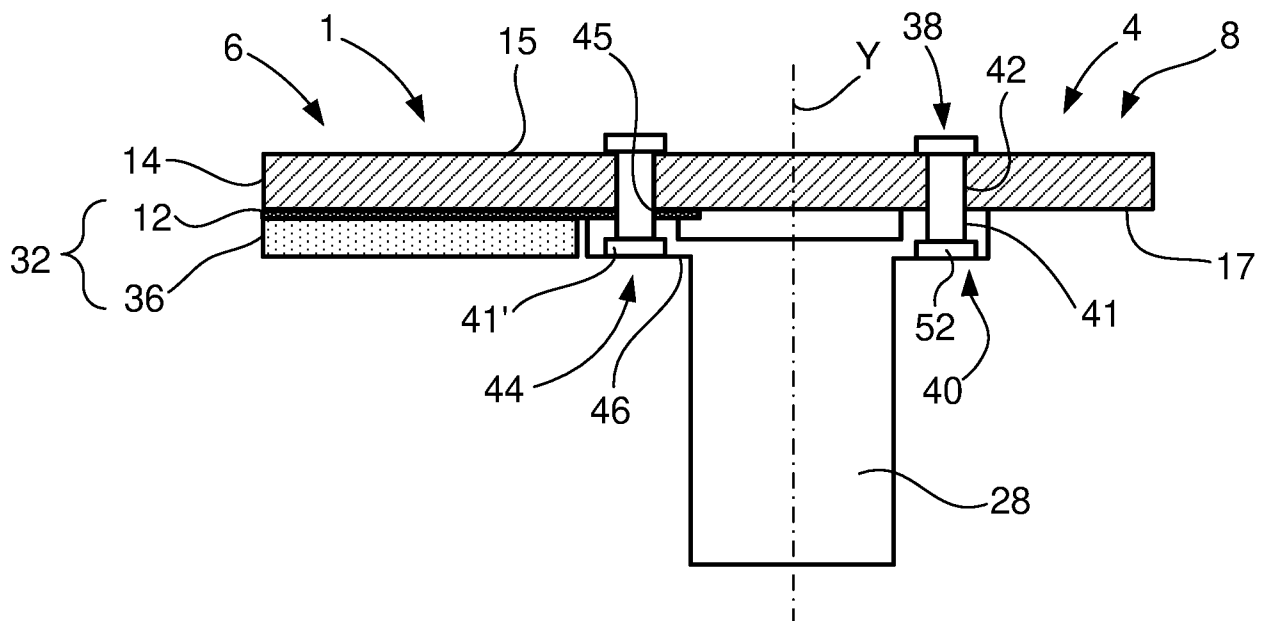
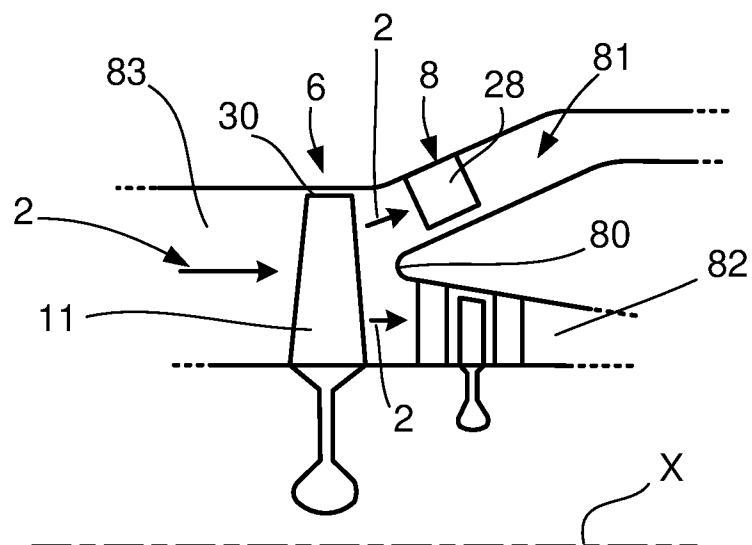
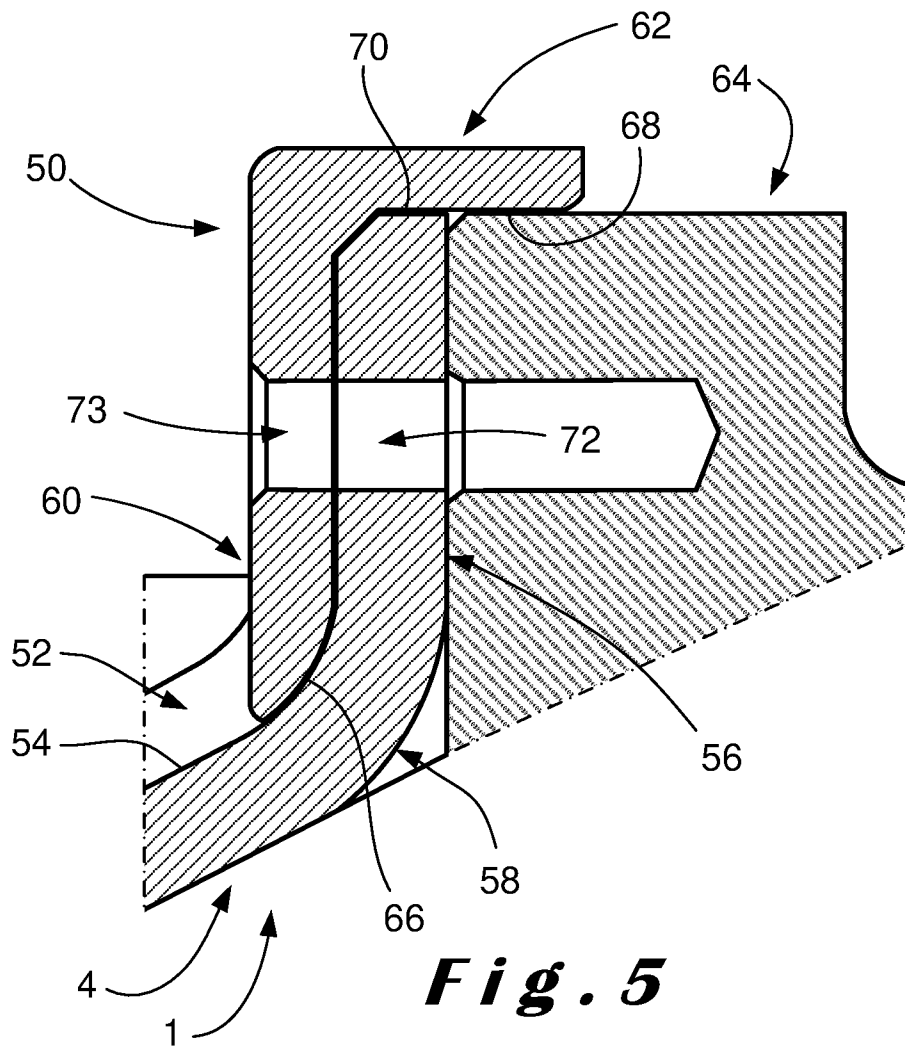


Fig. 4



TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ÉTABLI EN VERTU DE L'ARTICLE XI.23., §10 DU CODE DE DROIT ÉCONOMIQUE BELGE

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE	REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE PAT2615633BE00
Demande nationale belge n° 202305758	Date du dépôt 18-09-2023
	Date de priorité revendiquée
Déposant (Nom) SAFRAN AERO BOOSTERS	
Date de la requête d'une recherche de type international 14-10-2023	Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international SN84891
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)	
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB Voir rapport de recherche	
II. DOMAINES RECHERCHES	
Documentation minimale consultée	
Système de classification	Symboles de la classification
IPC	Voir rapport de recherche
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés	
III. ☐ IL A ÉTÉ ESTIMÉ QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	
IV. ☐ ABSENCE D'UNITÉ DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE À L'ÉTENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

BE 202305758

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. F01D9/04 F01D21/04 F01D25/24
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F01D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 2 930 316 B1 (SAFRAN AERO BOOSTERS SA [BE]) 27 janvier 2021 (2021-01-27) * alinéa [0041] * * figure 2 * -----	1, 2, 5-7, 9-14
X	EP 2 811 121 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 10 décembre 2014 (2014-12-10) * alinéas [0082], [0074] * * figure 2 * -----	1, 2, 5-14
X	FR 3 087 827 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 1 mai 2020 (2020-05-01) * revendication 1 * * figures 2, 3a * -----	1-14

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
 "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
 "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
 "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
 "P" document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée

16 février 2024

Date d'expédition du rapport de recherche de type international

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Rapenne, Lionel

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n

BE 202305758

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
EP 2930316	B1	27-01-2021	CA 2886873 A1	10-10-2015
			CN 104975890 A	14-10-2015
			EP 2930316 A1	14-10-2015
			RU 2015112393 A	27-10-2016
			US 2015292361 A1	15-10-2015

EP 2811121	A1	10-12-2014	CA 2852180 A1	03-12-2014
			CN 104213947 A	17-12-2014
			EP 2811121 A1	10-12-2014
			RU 2014121327 A	10-12-2015
			US 2015192140 A1	09-07-2015

FR 3087827	A1	01-05-2020	AUCUN	



OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN84891	Date du dépôt(jour/mois/année) 18.09.2023	Date de priorité (jour/mois/année)	Demande n° BE202305758
Classification internationale des brevets (CIB) INV. F01D9/04 F01D21/04 F01D25/24			
Déposant SAFRAN AERO BOOSTERS			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Cadre n° I Base de l'opinion
- ☐ Cadre n° II Priorité
- ☐ Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☐ Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- ☒ Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Cadre n° VI Certains documents cités
- ☒ Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- ☒ Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Formulaire BE237A (feuille de couverture) (Juillet 2022)	Examineur Rapenne, Lionel
--	------------------------------

OPINION ÉCRITE

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, la présente opinion a été effectuée sur la base d'un listage des séquences
 - a. ☐ faisant partie de la demande telle que déposée.
 - b. ☐ remis postérieurement à la date du dépôt aux fins de la recherche,
☐ accompagné d'une déclaration selon laquelle le listage des séquences ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée.
3. ☐ En ce qui concerne la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés divulguées dans la demande, la présente opinion a été effectuée dans la mesure où une opinion valable pouvait être formulée en l'absence d'un listage des séquences conforme à la norme ST.26 de l'OMPI.
4. Commentaires complémentaires :

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	5
	Non :	Revendications	1-4, 6-14
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-14
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-14
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Cadre n° VII Irrégularités dans la demande

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande, ont été constatées :

voir feuille séparée

Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

voir feuille séparée

1 **Ad point V:**

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

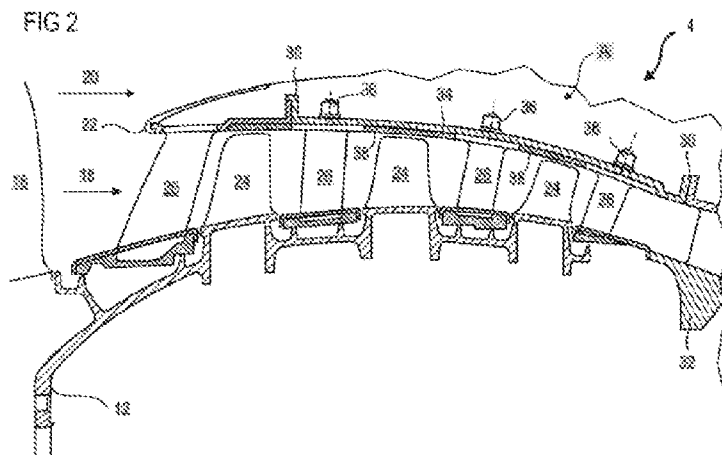
1.1 Il est fait référence aux documents suivants:

D1 EP 2 930 316 B1 (SAFRAN AERO BOOSTERS SA [BE]) 27 janvier 2021
(2021-01-27)

D2 EP 2 811 121 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 10 décembre 2014
(2014-12-10)

D3 FR 3 087 827 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 1 mai 2020
(2020-05-01)

1.2 L'objet de la **revendication indépendante de dispositif 1** n'est pas conforme au critère de nouveauté.

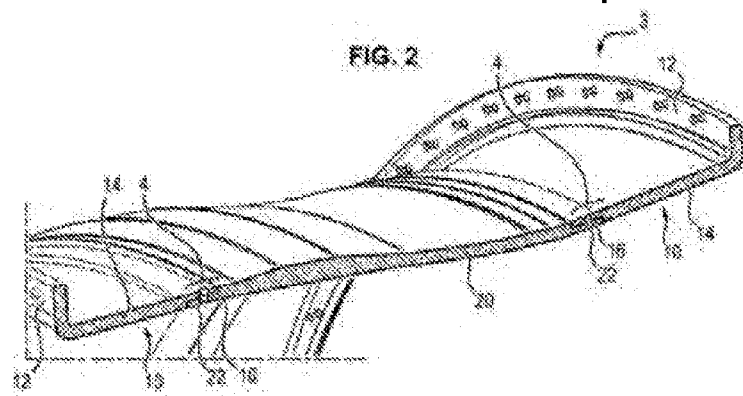


(Alternative 1) la **figure 2** de **D1** montre le carter de un compresseur basse pression de turbine

1.3 Malgré le manque de clarté exposé au point VIII de cette communication, le document **D1**, dans la mesure où l'objet se limite uniquement à un carter de compresseur basse pression décrit les caractéristiques techniques de la **revendication indépendante de dispositif 1** c'est à dire: *un carter de compresseur basse pression d'une turbomachine d'aéronef, ledit carter comprenant une paroi annulaire s'étendant le long d'un axe longitudinal dudit carter, ladite paroi annulaire présentant un premier tronçon annulaire (entre la **référence 22** et **référence 30** de la **figure 2**) et un deuxième tronçon annulaire (**figure 3, référence 28**), ledit premier tronçon étant destiné à se trouver au droit d'un étage rotorique dudit compresseur et ledit deuxième tronçon étant destiné à se trouver au droit*

d'un étage statorique dudit compresseur, ledit premier tronçon et ledit deuxième tronçon étant distincts l'un de l'autre, ledit premier tronçon comprenant un matériau métallique (implicement), ledit deuxième tronçon étant en matériau composite (alinéa [0041]).

- 1.4 **D2(alinéas [0082], [0074] et figure 2)** montre aussi les caractéristiques techniques de l'alternative 1 de la **revendication indépendante 1**.



(Alternative 2) La **figure 2** de **D3** montre un carter de turbine hybride entourant une soufflante

- 1.5 Si la personne du métier se limite désormais au carter de turbine (alternative 2) et considère la **figure 6** de la demande comme la base de l'objet revendiqué, alors **D3(revendication 1; figures 2 et 3a, références 10 et 20)** montre les caractéristiques techniques de la **revendication indépendante 1**

- 1.6 Les **revendications dépendantes 2-14**, dans la mesure où celles-ci peuvent être comprises, ne contiennent aucune caractéristique qui, en combinaison avec celles de l'une quelconque des revendications à laquelle elles se réfèrent, définisse un objet qui satisfasse aux exigences de la nouveauté ou de l'activité inventive.

D1-D3 montrent implicitement les caractéristiques techniques des **revendications dépendantes 2, 6, 7, 9-14**. Ces caractéristiques ne sont pas nouvelles. Le feuilletage métallique et la meilleure capacité de rétention des **revendications dépendantes 3 & 4** est commun pour l'alternative 2 et correspond aux strates métalliques de **D3** pour absorber un impact d'aube. Ces caractéristiques ne sont pas nouvelles.

Les cartouches de la **revendication dépendante 5** sont une alternative de production des documents **D1-D3**. Ces caractéristiques ne sont pas inventives.

L'épaulement de centrage de la **revendication dépendante 8** est commun pour parfaire un centrage coaxial de deux tubes et est montré dans **D2(figure 2)** et **D3(figures 3b)**. Ces caractéristiques ne sont pas nouvelles.

2 **Ad point VII**

Certaines irrégularités relevées dans la demande

- 2.1 La **revendication indépendante 1** n'est pas présentée en deux parties, alors qu'une telle présentation serait en l'espèce appropriée.
- 2.2 La description ne mentionne pas l'état de la technique pertinent qui est divulgué dans **D1-D3** et ne cite pas ces documents.

3 **Ad point VIII**

Certaines observations relatives à la demande

- 3.1 L' expression "*carter de compresseur basse pression*" employée dans la **revendication indépendante 1** est vague et imprécise, et laisse subsister un doute quant à la position respective des tronçons 1 et 2. L'objet de ladite revendication n'est pas clairement défini car le carter de turbine de compresseur basse pression n' enveloppe pas d' aube de soufflante (**référence 2** de la **figure 6**) ni même de bec (**référence 80** de la **figure 6**) mais se limite plutôt axialement au bec de séparation entre le flux principal et entoure uniquement le flux secondaire. Ainsi la représentation de la **figure 6** montre un carter de turbine et les tronçons 6 et 8 n' appartiennent pas au carter de compresseur basse pression mais à un "*carter de turbine comprenant un compresseur basse pression*" (comme décrit à la **revendication dépendante 14**). La **figure 6** et une partie de la description sont donc en contradiction avec l' objet de la **revendication indépendante 1**.

2 alternatives seront donc traitées dans cette communication et dans cette recherche:

- **Alternative 1** se limite au carter de compresseur basse pression uniquement
- **Alternative 2** se limite à un carter de turbine de soufflante.