

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

①① N° de publication : **3 137 713**

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

②① N° d'enregistrement national : **22 06803**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 01 D 25/24 (2022.01), B 64 D 29/06, F 01 D 25/28**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ Carter d'entrée d'une turbomachine.

②② Date de dépôt : 07.07.22.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 12.01.24 Bulletin 24/02.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 11.04.25 Bulletin 25/15.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *Safran Aircraft Engines Société par  
actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦② Inventeur(s) : LEXILUS Jean-Hilaire et CLERC  
Davy.

⑦③ Titulaire(s) : *Safran Aircraft Engines Société par  
actions simplifiée (SAS).*

⑦④ Mandataire(s) : REGIMBEAU.

**FR 3 137 713 - B1**



## **Description**

### **Titre de l'invention : Carter d'entrée d'une turbomachine**

#### **DOMAINE DE L'INVENTION**

[0001] La présente demande concerne de manière générale le domaine des turbomachines, et plus particulièrement le carter d'entrée des turbomachines.

#### **ETAT DE LA TECHNIQUE**

[0002] Une turbomachine peut comporter un carter d'entrée et une section de compression comprenant généralement un compresseur basse pression et un compresseur haute pression.

[0003] Le carter d'entrée a pour rôle d'assurer une continuité de la veine d'écoulement au niveau de la manche d'entrée d'air de la turbomachine et de guider le flux d'air vers la section de compression qui est située immédiatement en aval. Elle assure en outre une fonction structurale et peut le cas échéant supporter la butée axiale d'un palier du moteur.

[0004] Le carter d'entrée comprend à cet effet une pluralité de bras s'étendant radialement entre un moyeu interne et une virole externe. Les bras comprennent une enveloppe extérieure profilée aérodynamiquement présentant une paroi intrados, une paroi extrados et un bord de fuite généralement rapporté et fixé en aval de l'enveloppe. Toutefois, le carter d'entrée étant placé en amont des roues mobiles de la section de compression, les bras sont fortement sollicités mécaniquement et subissent notamment des efforts aérodynamiques alternés et d'importantes vibrations dues au fonctionnement de la turbomachine. Afin de résister à ces sollicitations mécaniques, les bras sont généralement raidis par des cloisons internes rapportées et fixées au sein de l'enveloppe, entre la paroi intrados et la paroi extrados. De telles cloisons permettent en effet d'éloigner les fréquences propres des bras de leurs fréquences d'excitation et donc de limiter l'apparition de coïncidences fréquentielles. Toutefois, ces cloisons ne permettent pas de supprimer les coïncidences fréquentielles de sorte que les bras peuvent rester sujets à des endommagements en fonctionnement.

[0005] De plus, les bras sont fixés sur le moyeu interne et la virole externe par l'intermédiaire de goussets rapportés et fixés au niveau des extrémités radiales des bras. Cependant, les bras et les goussets étant placés dans le flux d'air, ils perturbent le flux d'air entrant dans le compresseur.

#### **Exposé de l'invention**

[0006] Un but de la présente demande est de remédier aux inconvénients précités, en proposant un carter d'entrée permettant de réduire les risques d'endommagement du carter d'entrée et, le cas échéant, les pertes de charge dans la veine aérodynamique tout

en assurant sa fonction structurale et de guidage du flux d'air.

[0007] Il est à cet effet proposé, selon un premier aspect de l'invention un carter d'entrée d'une turbomachine comprenant :

- un moyeu interne s'étendant globalement autour d'un axe ;
- une virole externe, s'étendant autour du moyeu interne ;
- un ensemble de bras s'étendant radialement entre le moyeu interne et la virole externe et comprenant une enveloppe externe fermée délimitant une cavité interne du bras et au moins une cloison s'étendant dans la cavité interne, l'enveloppe fermée et l'au moins une cloison étant monolithiques ;

le bord d'attaque, le bord de fuite, la paroi intrados, la paroi extrados et l'au moins une cloison étant monolithiques.

[0008] Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives du carter d'entrée selon le premier aspect sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

- l'enveloppe externe définit un bord d'attaque, un bord de fuite, une paroi intrados et une paroi extrados, l'au moins une cloison s'étendant entre la paroi intrados et la paroi extrados en étant fixée à la paroi intrados au niveau d'une première zone de liaison et à la paroi extrados au niveau d'une deuxième zone de liaison ;

- une épaisseur de la paroi intrados et de la paroi extrados est sensiblement constante à distance de la première zone de liaison et de la deuxième zone de liaison ;

- l'au moins une cloison présente une épaisseur au centre, la paroi intrados présente une épaisseur moyenne, l'épaisseur au centre de l'au moins une cloison étant égale, à 10 % près, à l'épaisseur moyenne de la paroi intrados ;

- dans lequel le moyeu interne présente une surface interne et une surface externe, la virole externe présente une surface interne et une surface externe, les bras s'étendant radialement entre la surface externe du moyeu interne et la surface interne de la virole externe, chaque bras présentant une extrémité supérieure insérée dans une fente traversante correspondante de la virole externe, et le carter d'entrée comprend en outre des goussets, chaque gousset étant monolithique avec l'extrémité supérieure d'un bras correspondant et étant fixé sur la surface externe de la virole externe afin de raccorder le bras à la virole externe ;

- la virole externe comprend en outre des trous traversants en aval de l'extrémité supérieure des bras, chaque trou traversant étant ouvert sur une fente traversante correspondante ;

- chaque bras présente une extrémité inférieure insérée dans un orifice traversant correspondant formé dans le moyeu interne, le carter d'entrée comprenant en outre des goussets monolithiques avec une surface interne du moyeu interne, chaque gousset du moyeu interne étant fixé sur l'extrémité inférieure d'un bras correspondant afin de raccorder le bras au moyeu interne.

- [0009] Selon un deuxième aspect, l'invention propose un procédé de fabrication d'un carter d'entrée d'une turbomachine selon le premier aspect comprenant les étapes suivantes :
- former par fabrication additive des bras comprenant chacun un bord d'attaque, un bord de fuite, une paroi intrados et une paroi extrados reliant ensemble le bord d'attaque et le bord de fuite et définissant ensemble une cavité interne du bras, et au moins une cloison s'étendant dans la cavité interne entre la paroi intrados et la paroi extrados, la cloison étant fixée à la paroi intrados au niveau d'une première zone de liaison et à la paroi extrados au niveau d'une deuxième zone de liaison, de sorte que le bord d'attaque, le bord de fuite, la paroi intrados, la paroi extrados et l'au moins une cloison soient monolithiques ;
  - former un moyeu interne et une virole externe ; et
  - fixer les bras sur le moyeu interne et la virole externe par l'intermédiaire de goussets.
- [0010] Optionnellement, le procédé de fabrication comprend en outre les étapes suivantes :
- former des fentes traversantes dans la virole externe ;
  - pour chaque bras, former en outre par fabrication additive les goussets au niveau d'une extrémité supérieure des bras, de sorte que les goussets soient monolithiques avec l'extrémité supérieure des bras ;
  - insérer les bras dans les fentes traversantes de sorte à appliquer les goussets contre une surface externe de la virole externe et fixer les goussets sur la surface externe ;
  - optionnellement, réaliser des orifices traversants dans le moyeu interne, insérer une extrémité inférieure des bras dans un orifice traversant correspondant et fixer l'extrémité inférieure des bras sur la surface interne du moyeu interne.
- [0011] Selon un troisième aspect, l'invention propose également un carter d'entrée d'une turbomachine comprenant :
- un moyeu interne s'étendant globalement autour d'un axe et présentant une surface interne et une surface externe ;
  - une virole externe, s'étendant autour du moyeu interne et présentant une surface interne et une surface externe ;
  - un ensemble de bras s'étendant radialement entre la surface externe du moyeu interne et la surface interne de la virole externe, chaque bras présentant une extrémité supérieure insérée dans une fente traversante correspondante de la virole externe ; et
  - des goussets, chaque gousset étant monolithique avec l'extrémité supérieure d'un bras correspondant et étant fixé sur la surface externe de la virole externe afin de raccorder le bras à la virole externe.
- [0012] Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives du carter d'entrée selon le troisième aspect sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :
- la virole externe comprend en outre des trous traversants en aval de l'extrémité su-

périeure des bras, chaque trou traversant étant ouvert sur une fente traversante correspondante ; et

- chaque bras présente une extrémité inférieure insérée dans un orifice traversant correspondant formé dans le moyeu interne, le carter d'entrée comprenant en outre des goussets monolithiques avec une surface interne du moyeu interne, chaque gousset du moyeu interne étant fixé sur l'extrémité inférieure d'un bras correspondant afin de raccorder le bras au moyeu interne.

[0013] Selon un quatrième aspect, l'invention propose une turbomachine comprenant un carter d'entrée selon le premier et/ou le troisième aspect.

### **DESCRIPTION DES FIGURES**

[0014] D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

[0015] La [Fig.1] est une vue partielle et en perspective d'un exemple de carter d'entrée conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

[0016] La [Fig.2] est une vue partielle du dessous du moyeu interne du carter d'entrée de la [Fig.1], sur laquelle est visible un exemple de réalisation d'un gousset monolithique avec le moyeu interne ;

[0017] La [Fig.3] est une vue partielle du carter d'entrée de la [Fig.2] sur laquelle sont visibles le moyeu interne et la virole externe ;

[0018] La [Fig.4] est une vue en coupe d'un exemple de réalisation d'un bras d'un carter d'entrée conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

[0019] La [Fig.5] est une vue partielle du carter d'entrée de la [Fig.1] sur laquelle sont visibles le moyeu interne, un bras, la virole externe et un gousset ;

[0020] La [Fig.6] illustre un exemple de turbomachine comprenant un carter d'entrée conforme à un mode de réalisation de l'invention ; et

[0021] La [Fig.7] illustre un exemple d'aéronef pouvant comprendre au moins une turbomachine conforme à un mode de réalisation de l'invention.

[0022] Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

### **DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'INVENTION**

[0023] Une turbomachine 1 (dont un exemple est illustré en [Fig.6]) présente une direction principale s'étendant selon un axe X ([Fig.3] ou indiquer l'axe X sur la [Fig.6]) longitudinal et comporte typiquement, d'amont en aval dans le sens de l'écoulement des gaz, un carter d'entrée 2 et une section de compression 3 comprenant généralement un compresseur basse pression et un compresseur haute pression.

[0024] Le carter d'entrée 2 s'étend donc en amont de la section de compression 3 de la turbomachine 1, immédiatement en aval du cône d'entrée 4 (non référencé à la [Fig.6]) de

la turbomachine 1.

- [0025] Dans la présente demande, l'amont et l'aval sont définis par rapport au sens d'écoulement normal du gaz dans le carter d'entrée 2 et à travers la turbomachine 1. Par ailleurs, on appelle axe X du carter d'entrée 2 son axe X d'extension, qui correspond sensiblement à un axe X symétrie de son moyeu interne 5 ([Fig.1] ?). La direction axiale correspond à la direction de l'axe X et une direction radiale est une direction perpendiculaire à cet axe X et passant par lui. Par ailleurs, la direction circon-férentielle (ou latérale) correspond à une direction perpendiculaire à l'axe X et ne passant pas par lui. Sauf précision contraire, interne (respectivement, intérieur) et externe (respectivement, extérieur), respectivement, sont utilisés en référence à une direction radiale de sorte que la partie ou la face interne d'un élément est plus proche de l'axe X que la partie ou la face externe du même élément.
- [0026] Le carter d'entrée 2 ([Fig.1]) comprend un moyeu interne 5 et une virole externe 6 sensiblement coaxiales, ainsi que des bras 7 qui s'étendent radialement entre le moyeu interne 5 et la virole externe 6. Le moyeu interne 5 s'étend radialement à l'intérieur de la virole externe 6.
- [0027] Le moyeu interne 5 ([Fig.2]) comprend une surface interne 8 et une surface externe 9 ([Fig.1]). La virole externe 6 comprend une surface interne 10 ([Fig.3]) et une surface externe 11 ([Fig.1]). La surface externe 9 du moyeu interne 5 et la surface interne 10 de la virole externe 6 se font face et sont en contact avec le flux gazeux entrant dans la turbomachine 1. La surface interne 8 du moyeu interne 5 et la surface externe 11 de la virole externe 6 quant à elles ne se situent pas dans le flux gazeux. La surface externe 11 de la virole externe 6 fait par exemple face à la nacelle de la turbomachine 1 et peut notamment être positionnée en regard d'un collecteur 27 ([Fig.1]) du carter d'entrée 2. La surface interne 8 du moyeu interne 5 peut notamment faire face à un ensemble de paliers 29 ([Fig.6]) supportant l'arbre d'entraînement de la section de compression 3.
- [0028] Afin de réduire les risques d'endommagement du carter d'entrée 2, chaque bras 7 comprend une enveloppe externe fermée 30 ([Fig.2]) délimitant une cavité 31 interne et au moins une cloison 32 s'étendant dans la cavité 31 interne. De plus, l'enveloppe fermée 30 et la ou les cloisons 32 sont monolithiques. Par exemple, l'enveloppe fermée 30 et les cloisons 32 peuvent être obtenues par fabrication additive de sorte à former une seule pièce.
- [0029] L'enveloppe fermée 30 de chaque bras 7 présente un profil aérodynamique propre à s'étendre dans le flux d'air. Elle comprend un bord d'attaque 33, un bord de fuite 34, une paroi intrados 35 et une paroi extrados 36 du bras. De manière connue en soi, le bord d'attaque 33 est configuré pour s'étendre en regard de l'écoulement des gaz entrant dans le carter d'entrée 2 puis la section de compression 3. Il correspond à la partie antérieure d'un profil aérodynamique qui fait face au flux d'air et qui divise

l'écoulement d'air en un écoulement d'intrados et en un écoulement d'extrados. Le bord de fuite 34 quant à lui correspond à la partie postérieure du profil aérodynamique, où se rejoignent les écoulements intrados et extrados.

[0030] L'ensemble des éléments du bras 7 (bord d'attaque 33, bord de fuite 34, paroi intrados 34, paroi extrados 35 et cloison(s) 32) sont donc monolithiques. De la sorte, les bras 7 ne présentent pas de changement de raideur tangentielle brutal entre leur extrémité inférieure 12 ([Fig.1]) et leur extrémité supérieure 18 ([Fig.5]), en particulier au niveau de zones de liaison 37 ([Fig.4]) entre les cloisons 32 et l'enveloppe fermée 30 ou du bord de fuite 34 et des parois intrados 35 et extrados 36, ce qui limite la formation de criques sous sollicitations vibratoires. La Demanderesse s'est en effet aperçue du fait que les principaux endommagements du carter d'entrée 2 étaient dus à la présence de zones de forte transition de rigidité, ces zones correspondant à la fixation mécanique des cloisons 32 et du bord de fuite 34 sur les parois intrados 35 et extrados 36 des bras 7. Or, en formant les cloisons 32, le bord de fuite 34 et les paroi intrados 35 et extrados 36 intégralement et en une seule pièce, l'épaisseur de l'enveloppe fermée 30 peut être sensiblement constante et sa variation peut être homogène et progressive, ce qui supprime les zones de changement brutal de raideur tangentielle dans les bras 7. Cette configuration monolithique permet en outre d'homogénéiser la structure du bras 7 d'un point de vue matériau (plus d'apport de matériaux différents pour la soudure ou la brasure des cloisons 32 et du bord de fuite 34).

[0031] Dans une forme de réalisation ([Fig.4]), une épaisseur  $e_1$  de la paroi intrados 35 et de la paroi extrados 36 est sensiblement constante au voisinage des zones de liaison des cloisons 32 avec l'enveloppe fermée 30. Ainsi, chaque cloison 32 présente une épaisseur au centre  $e_2$  (c'est-à-dire à mi-distance entre la paroi intrados 35 et la paroi extrados 36) et la paroi intrados 35 présente une épaisseur moyenne  $e_1$  entre l'extrémité inférieure 12 et l'extrémité supérieure 18 du bras 7, mesurée à mi-distance entre le bord de fuite 34 et la cloison 32 adjacente. L'épaisseur  $e_2$  au centre de la cloison 32 est alors égale, à 10 % près, à l'épaisseur moyenne  $e_1$  de la paroi intrados 35. On notera que l'épaisseur moyenne  $e_1$  de la paroi intrados 35 est sensiblement égale à l'épaisseur moyenne de la paroi extrados 36. Ainsi, les cloisons 32 et les parois intrados 35 et extrados 36 présentent une épaisseur sensiblement constante sur la hauteur du bras 7 et du bord d'attaque 33 au bord de fuite 34. On relèvera que l'épaisseur de l'enveloppe fermée 30 augmente localement au niveau de la zone de liaison 37 des cloisons 32 et du bord de fuite 34 avec la paroi intrados 35 et la paroi extrados 36, dans la mesure où ces zones de liaison 37 présentent chacune des rayons de raccordement afin de faciliter leur obtention par fabrication additive. Toutefois, le rayon de raccordement des zones de liaison 37 est de préférence faible pour limiter l'étendue de la zone de surépaisseur

résultant des rayons de raccordement.

- [0032] Dans une forme de réalisation, chaque bras 7 comprend deux cloisons 32 et le bord de fuite 34, formées intégralement et en une seule pièce avec l'enveloppe fermée 30. Les cloisons 32 peuvent s'étendre du moyeu interne 5 jusqu'à la virole externe 6, ou en variante sur une partie seulement de la hauteur du bras 7. Elles forment un angle compris entre  $75^\circ$  et  $105^\circ$  avec la paroi intrados 35 et à la paroi extrados 36, par exemple de l'ordre de  $90^\circ$  (à  $2^\circ$  près).
- [0033] Afin de réduire les pertes de charge dans la veine d'entrée d'air, l'extrémité supérieure 18 de chaque bras 7 est insérée dans une fente traversante 19 (visible par exemple sur la [Fig.3]) correspondante de la virole externe 6. De plus, le carter d'entrée 2 comprend des goussets 17 (voir [Fig.5]), chaque gousset 17 étant monolithique avec l'extrémité supérieure 18 d'un bras 7 correspondant et étant fixé sur la surface externe 11 de la virole externe 6 afin de raccorder le bras 7 à la virole externe 6.
- [0034] Les goussets 17 situés en partie supérieure des bras 7 sont donc placés en dehors de la veine d'écoulement traversant le carter d'entrée 2, ce qui permet de supprimer les pertes de charge liées à la fixation des bras 7 sur la virole externe 6 sans impact défavorable sur l'intégration, la tenue mécanique ni les fonctions aérothermiques du carter d'entrée 2.
- [0035] De préférence, les goussets 17 sont fixés par soudure ou brasage sur la surface externe 11 de la virole externe 6. Chaque gousset 17 peut par exemple comprendre une plaque incurvée s'étendant circonférentiellement depuis l'extrémité supérieure 18 du bras 7 correspondant, de sorte à épouser la forme incurvée de la surface externe 11 de la virole externe 6. Les goussets 17 s'étendent suivant une direction d'éloignement par rapport à la cavité interne 31 : la cavité interne 31 des bras peut donc être ouverte sur son extrémité supérieure 18 car elle n'est pas obturée par les goussets 17.
- [0036] La forme de la fente 19 est complémentaire de la forme de l'extrémité supérieure 18 du bras 7 afin de recevoir avec ajustement l'extrémité supérieure 18 et de bloquer le passage d'un flux d'air en direction de la surface externe 11 de la virole externe 6 (voir [Fig.3]). Les fentes 19 s'étendent donc sensiblement axialement.
- [0037] Le cas échéant, des trous traversants 25 peuvent en outre être formés dans la virole externe 6, en aval de l'extrémité supérieure 18 des bras 5, afin de permettre l'installation des volets d'entrée situés juste derrière les bras 7. Chaque trou 25 est de préférence ouvert sur une fente 19 correspondante.
- [0038] Dans une forme de réalisation, les goussets 17 sont également obtenus par fabrication additive. Dans ce cas, les bras 7 peuvent être fabriqués de leur extrémité supérieure 18 comprenant les goussets 17 vers leur extrémité inférieure 12.
- [0039] Le cas échéant, les goussets 17 comprennent des rainures axiales, de part et d'autre

de l'extrémité supérieure 18 des bras 7. Les rainures axiales servent à séparer la partie qui sera soudée ou brasée sur la virole 6 du rayon de raccordement entre le gousset 17 et le reste du bras 7. Cela permet de protéger le rayon de raccordement de l'opération de soudage ou de brasage.

- [0040] En partie inférieure, l'extrémité inférieure 12 de chaque bras 7 peut être insérée dans un orifice traversant 13 ([Fig.3]) correspondant formé dans le moyeu interne 5. De plus, le carter d'entrée 2 comprend des goussets supplémentaires 14 ([Fig.6]), chaque gousset supplémentaire 14 étant monolithique avec la surface interne 8 du moyeu interne 5 et étant fixé sur la première extrémité 12 du bras 7 correspondant, par exemple par soudure ou brasage.
- [0041] Les goussets supplémentaires 14 situés en partie inférieure des bras 7 sont donc également placés en dehors de la veine d'écoulement traversant le carter d'entrée 2, ce qui permet de supprimer les pertes de charge liées à la fixation des bras 7 sur le moyeu interne 5 sans impact défavorable sur l'intégration, la tenue mécanique ni les fonctions aérothermiques du carter d'entrée 2.
- [0042] La forme de l'orifice traversant 13 est complémentaire de la forme de l'extrémité inférieure 12 du bras 7 afin de recevoir avec ajustement l'extrémité inférieure 12 et de bloquer le passage d'air de la veine d'écoulement en direction de la surface interne 8 du moyeu interne 5. Les orifices traversants 13 s'étendent donc sensiblement axialement. Par ailleurs, comme illustré sur la [Fig.2], les goussets 14 comprennent une paroi 15 s'étendant radialement vers l'intérieur depuis la surface interne 8 du moyeu interne 5. La paroi 15 de chaque gousset 14 s'étend radialement dans le prolongement de l'orifice traversant 13 de sorte que, lorsque l'extrémité inférieure 12 du bras 7 est insérée dans l'orifice traversant 13, le bord d'attaque 33, le bord de fuite 34, la paroi intrados 35 et la paroi extrados 36 du bras 7 viennent en contact avec la paroi 15 du gousset 14 correspondant. Le gousset 14 peut en particulier comprendre une protubérance 16, s'étendant depuis un bord aval de l'orifice traversant 13 et configurée pour venir en contact avec le bord de fuite 34 du bras 7. La forme de la protubérance 16 est complémentaire de la forme du bord de fuite 34 du bras 7 afin d'assurer ce contact. La forme de la paroi 15 est en outre complémentaire en partie amont de la forme du bord d'attaque 33 du bras 7.
- [0043] Le carter d'entrée 2 peut en outre comprendre un collecteur 27, rapporté et fixé sur la surface externe 11 de la virole externe 6 au droit du bras 7, par exemple par soudure ou brasage. Le collecteur 27 peut notamment comprendre une gouttière annulaire présentant une bride radiale annulaire amont configurée pour être fixée sur une bordure amont 28 de la virole externe 6, une paroi annulaire sensiblement coaxiale avec l'axe X et s'étendant à distance de la surface externe 11 de la virole externe 6, et une bride radiale annulaire aval configurée pour être fixée sur une bordure supplémentaire 29 (

[Fig.3]) de la virole externe 6 s'étendant en aval du bord de fuite 34 du bras 7.

### **Procédé d'assemblage du carter d'entrée 2**

- [0044] Un exemple de procédé d'assemblage va à présent être décrit.
- [0045] Le moyeu interne 5, les bras 7 et la virole externe 6 sont fabriqués séparément.
- [0046] L'enveloppe fermée 30, les cloisons 32 et les goussets 17 des bras 5 sont formés intégralement et en une seule pièce, par exemple par fabrication additive, typiquement par fusion sélective par laser ou fusion par faisceau d'électrons, de sorte à obtenir une pièce monolithique intégrant des goussets 17.
- [0047] Des fentes traversantes 19 et, le cas échéant, des trous traversants 25 sont formés dans la virole externe 6.
- [0048] Des orifices traversants 13 sont formés dans le moyeu interne 5. De préférence, le nombre d'orifices traversants 13 formés dans le moyeu interne 5 et de fentes traversantes 19 formées dans la virole externe 6 sont égaux au nombre de bras 7 du carter d'entrée 2.
- [0049] De plus, le moyeu interne 5 est formé intégralement et en une seule pièce avec les goussets supplémentaires 14, autour des orifices traversants 13. Les goussets supplémentaires 14 sont donc monolithiques avec le moyeu interne 5.
- [0050] Le moyeu interne 5 et la virole externe 6 sont placés dans un outillage afin de positionner le moyeu interne 5 radialement à l'intérieur de la virole externe 6 de sorte que chaque orifice traversant 13 soit aligné avec une fente traversante 19.
- [0051] Les bras 7 sont ensuite insérés radialement par les fentes traversantes 19 jusqu'à ce que leur extrémité inférieure 12 pénètre dans un orifice traversant 13 correspondant et que leur gousset 17 vienne en butée contre la surface externe 11 de la virole externe 6. L'extrémité inférieure 12 des bras est alors fixée sur les goussets supplémentaires 14 puis les goussets 17 sont fixés sur la virole externe 6, par exemple par soudage ou brasage.
- [0052] Un collecteur 27 peut ensuite être rapporté et fixé sur la virole externe 6.
- [0053] Le carter d'entrée 2 ainsi obtenu peut ensuite être rapporté et fixé dans une turbomachine 1, notamment d'aéronef 100, par exemple par boulonnage de la bordure aval 26 de la virole supplémentaire 22 sur une bordure du carter de compresseur de la section de compression.

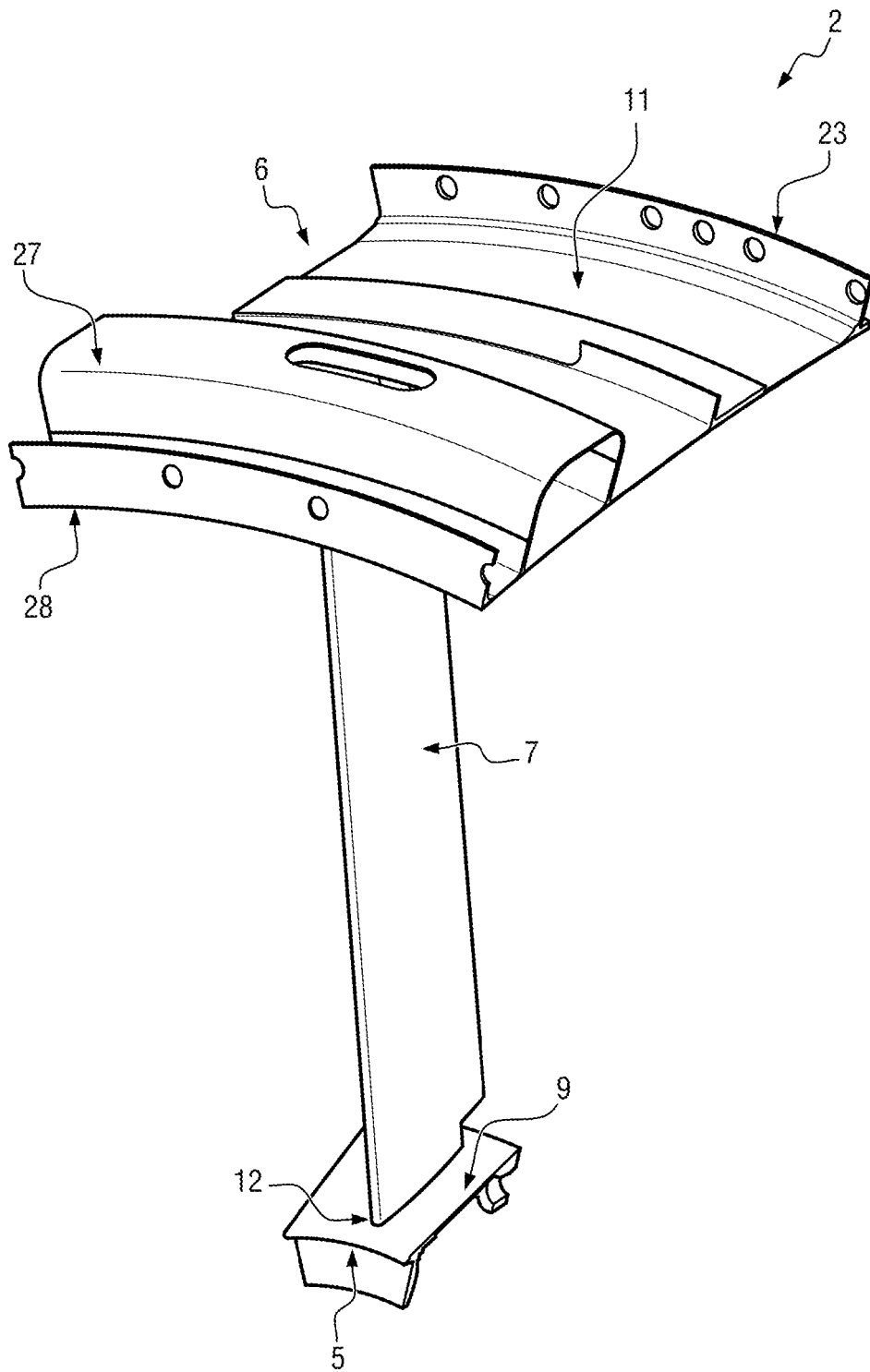
## Revendications

- [Revendication 1] Carter d'entrée (2) d'une turbomachine (1) comprenant :
- un moyeu interne (5) s'étendant globalement autour d'un axe (X) ;
  - une virole externe (6), s'étendant autour du moyeu interne (5) ;
  - un ensemble de bras (7) s'étendant radialement entre le moyeu interne (5) et la virole externe (6) et comprenant une enveloppe externe (30) fermée délimitant une cavité interne (31) du bras (7) et au moins une cloison (32) s'étendant dans la cavité interne (31), l'enveloppe externe (30) et l'au moins une cloison (32) étant monolithiques, l'enveloppe externe (30) définissant un bord d'attaque (33), un bord de fuite (34), une paroi intrados (35) et une paroi extrados (36) ; le bord d'attaque (33), le bord de fuite (34), la paroi intrados (35), la paroi extrados (36) et l'au moins une cloison (32) étant monolithiques ;
- le moyeu interne (5) présentant une surface interne (8) et une surface externe (9), la virole externe (6) présentant une surface interne (10) et une surface externe (11), les bras (7) s'étendant radialement entre la surface externe (9) du moyeu interne (5) et la surface interne (10) de la virole externe (6) ;
- le carter d'entrée (2) étant caractérisé en ce que chaque bras (7) présente une extrémité supérieure (18) insérée dans une fente traversante (19) correspondante de la virole externe (6), et en ce qu'il comprend en outre des goussets (17), chaque gousset (17) étant monolithique avec l'extrémité supérieure (18) d'un bras correspondant et étant fixé sur la surface externe (11) de la virole externe (6) afin de raccorder le bras à la virole externe (6).
- [Revendication 2] Carter d'entrée (2) selon la revendication 1, dans lequel l'au moins une cloison (32) s'étend entre la paroi intrados (35) et la paroi extrados (36) en étant fixée à la paroi intrados (35) au niveau d'une première zone de liaison (37) et à la paroi extrados (36) au niveau d'une deuxième zone de liaison (37).
- [Revendication 3] Carter d'entrée (2) selon la revendication 2, dans lequel une épaisseur ( $e_1$ ) de la paroi intrados (35) et de la paroi extrados (36) est sensiblement constante à distance de la première zone de liaison (37) et de la deuxième zone de liaison (37).
- [Revendication 4] Carter d'entrée (2) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'au moins une cloison (32) présente une épaisseur au centre ( $e_2$ ), la paroi intrados (35) présente une épaisseur moyenne ( $e_1$ ), l'épaisseur au centre

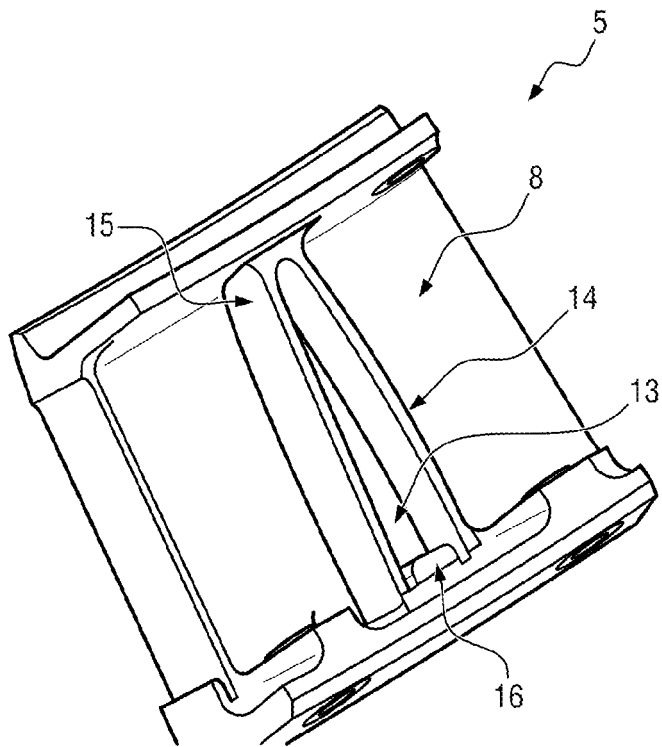
- ( $e_2$ ) de l'au moins une cloison (32) étant égale, à 10 % près, à l'épaisseur moyenne ( $e_1$ ) de la paroi intrados (35).
- [Revendication 5] Carter d'entrée (2) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la virole externe (6) comprend en outre des trous traversants (25) en aval de l'extrémité supérieure (18) des bras (7), chaque trou traversant (25) étant ouvert sur une fente traversante (19) correspondante.
- [Revendication 6] Carter d'entrée (2) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel chaque bras (7) présente une extrémité inférieure (12) insérée dans un orifice traversant (13) correspondant formé dans le moyeu interne (5), le carter d'entrée (2) comprenant en outre des goussets (14) monolithiques avec une surface interne (8) du moyeu interne (5), chaque gousset (14) du moyeu interne (5) étant fixé sur l'extrémité inférieure (12) d'un bras (7) correspondant afin de raccorder le bras (7) au moyeu interne (5).
- [Revendication 7] Turbomachine (1) comprenant un carter d'entrée (2) selon l'une des revendications 1 à 6.
- [Revendication 8] Procédé de fabrication d'un carter d'entrée (2) d'une turbomachine (1) selon l'une des revendications 1 à 6 comprenant les étapes suivantes :
- former par fabrication additive des bras (7) comprenant chacun un bord d'attaque (33), un bord de fuite (34), une paroi intrados (35) et une paroi extrados (36) reliant ensemble le bord d'attaque (33) et le bord de fuite (34) et définissant ensemble une cavité interne (31) du bras (7), et au moins une cloison (32) s'étendant dans la cavité interne (31) entre la paroi intrados (35) et la paroi extrados (36), la cloison (32) étant fixée à la paroi intrados (35) au niveau d'une première zone de liaison (37) et à la paroi extrados (36) au niveau d'une deuxième zone de liaison (37), de sorte que le bord d'attaque (33), le bord de fuite (34), la paroi intrados (35), la paroi extrados (36) et l'au moins une cloison (32) soient monolithiques ;
  - former un moyeu interne (5) et une virole externe (6) ; et
  - fixer les bras sur le moyeu interne (5) et la virole externe (6) par l'intermédiaire de goussets (14, 17).
- [Revendication 9] Procédé de fabrication selon la revendication 8, comprenant en outre les étapes suivantes :
- former des fentes traversantes (19) dans la virole externe (6) ;
  - pour chaque bras (7), former en outre par fabrication additive les goussets (17) au niveau d'une extrémité supérieure (18) des bras, de sorte que les goussets (17) soient monolithiques avec l'extrémité supérieure (18) des bras (7) ;

- insérer les bras (7) dans les fentes traversantes (19) de sorte à appliquer les goussets (14) contre une surface externe (11) de la virole externe (6) et fixer les goussets (17) sur la surface externe (11) ;
- optionnellement, réaliser des orifices traversants (13) dans le moyeu interne (5), insérer une extrémité inférieure (12) des bras (7) dans un orifice traversant (13) correspondant et fixer l'extrémité inférieure des bras (7) sur la surface interne (8) du moyeu interne (5).

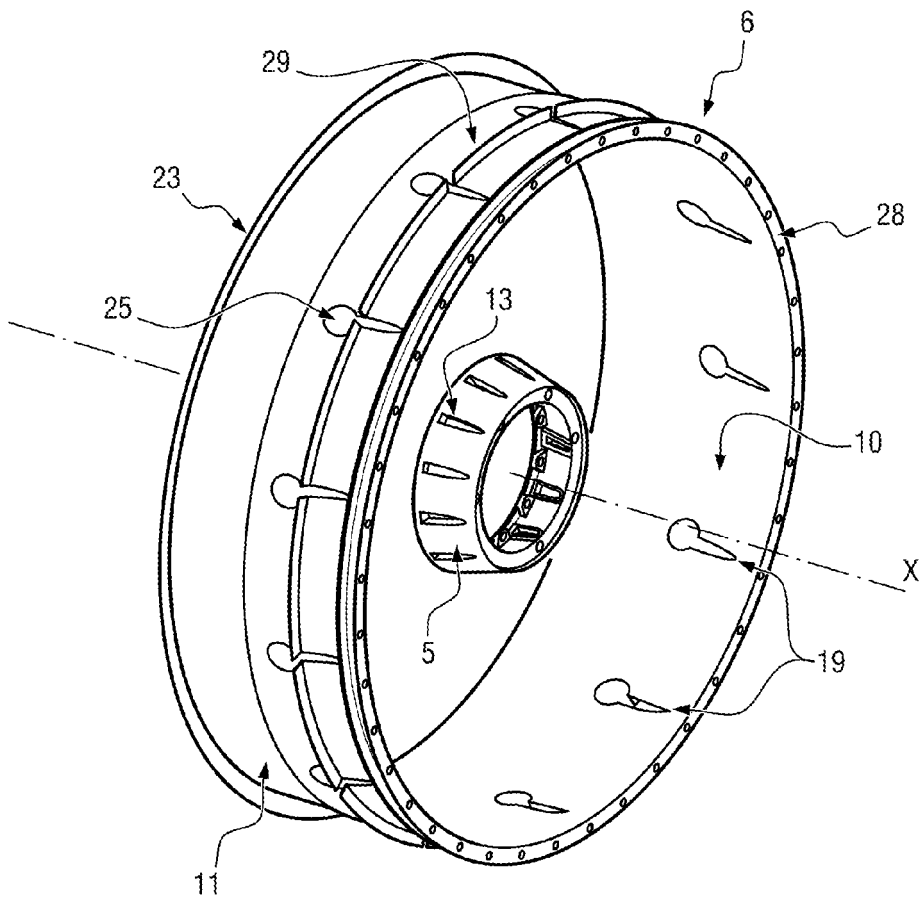
[Fig. 1]



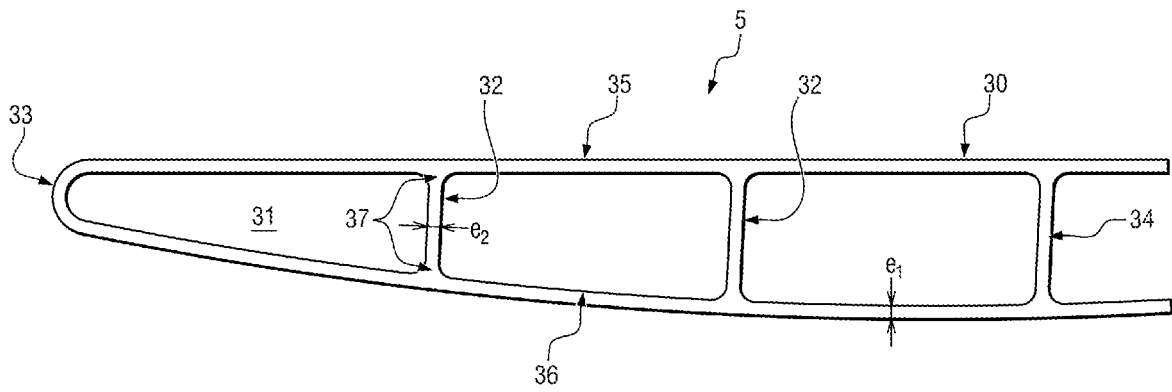
[Fig. 2]



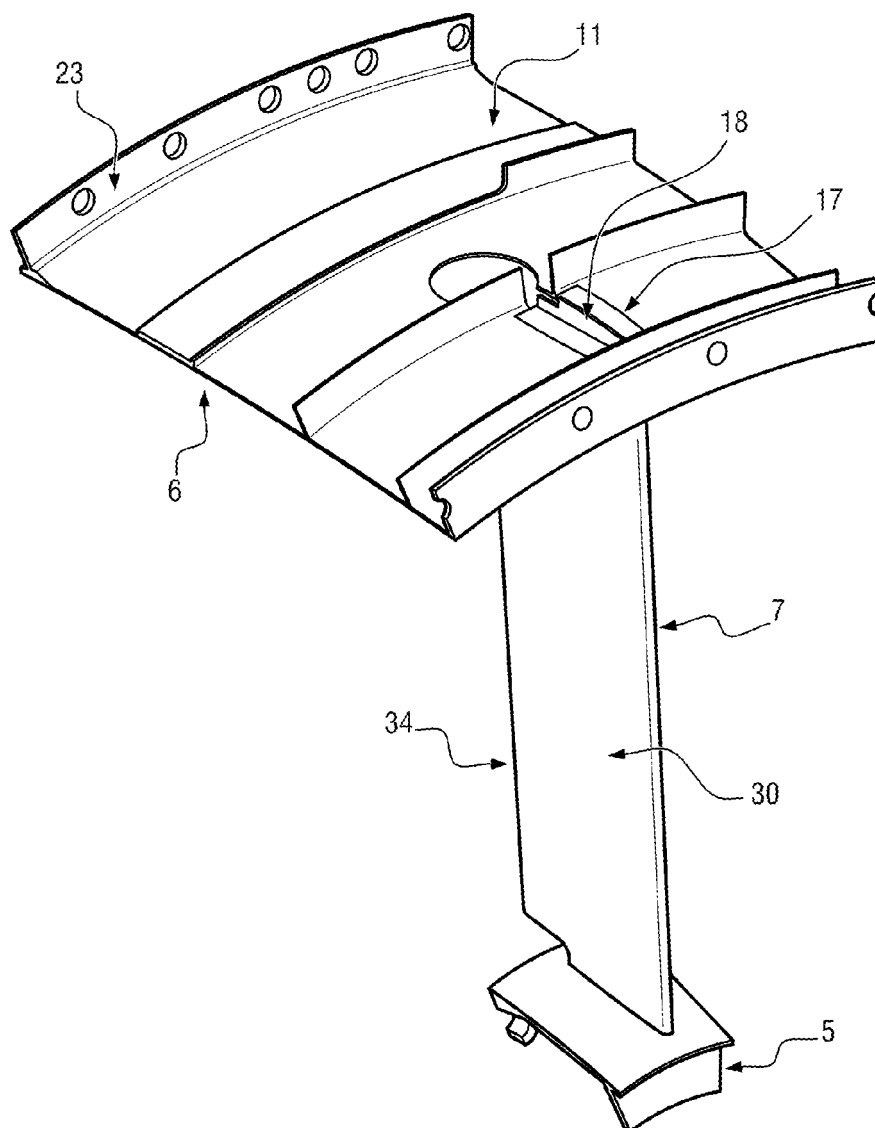
[Fig. 3]



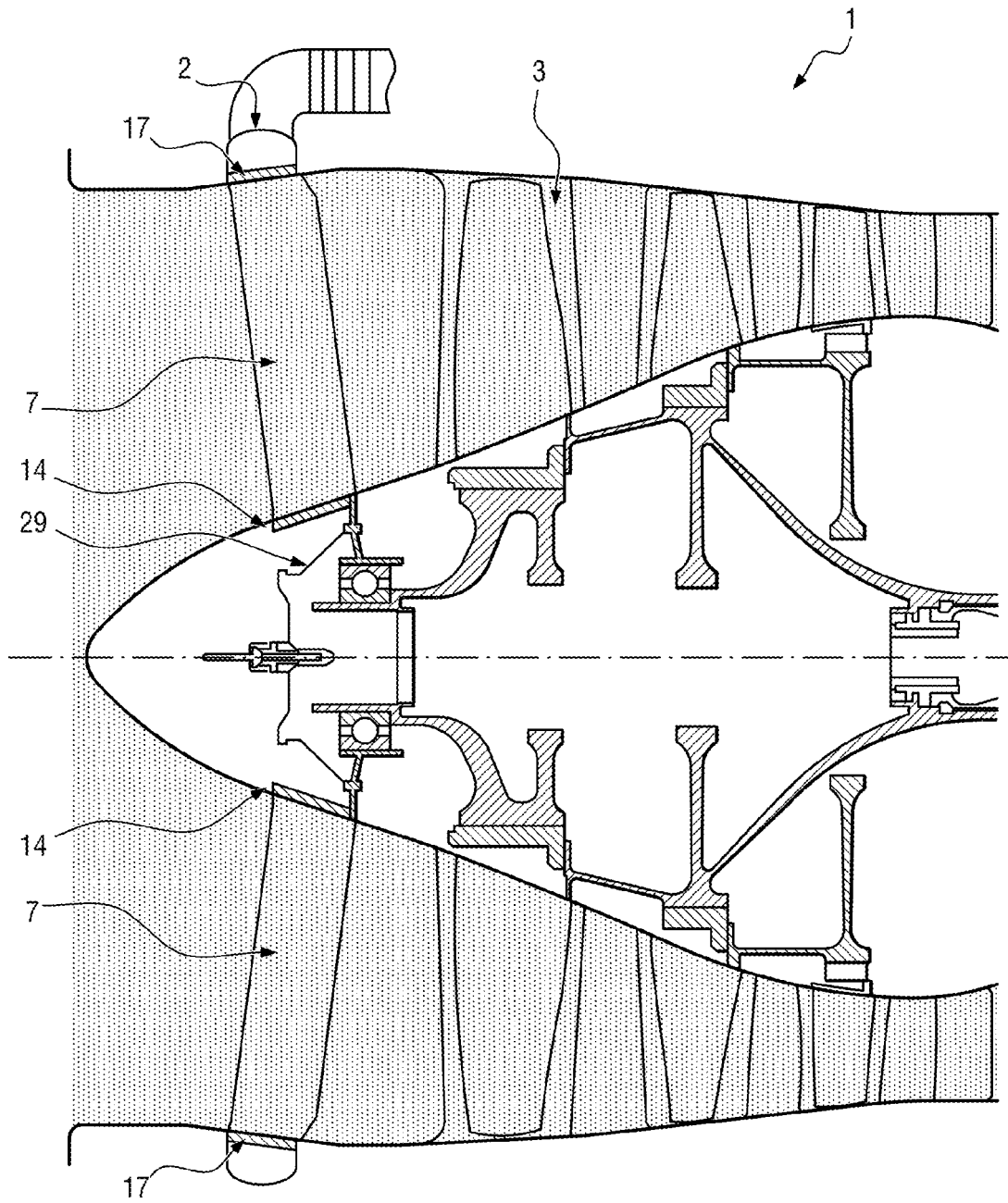
[Fig. 4]



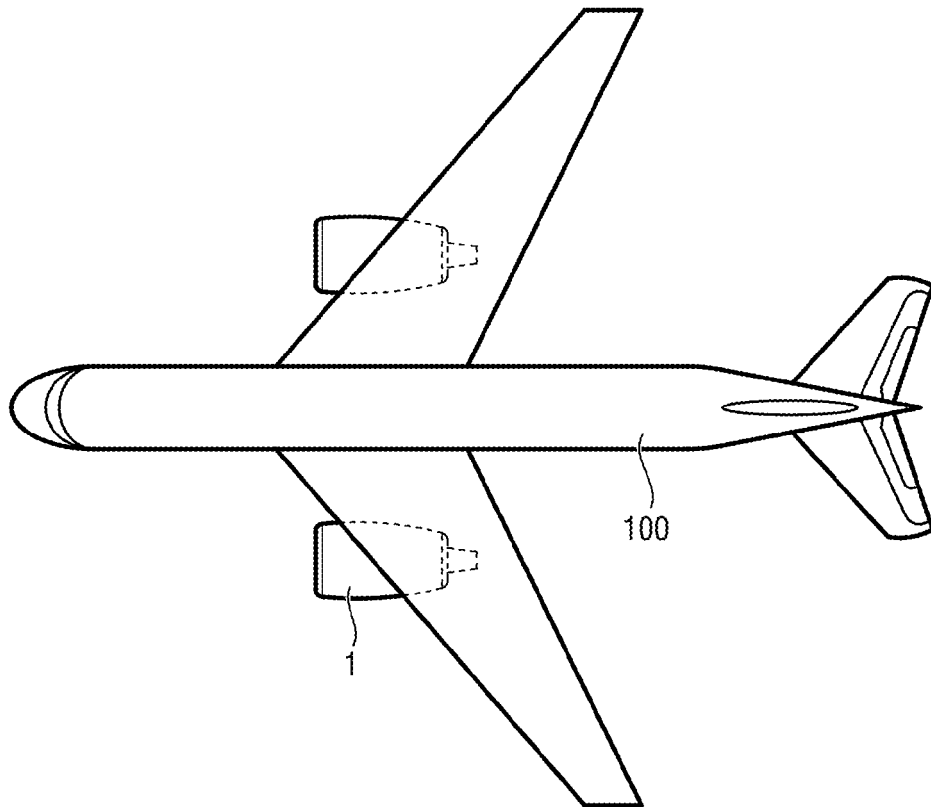
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2005/132715 A1 (ALLEN CLIFFORD E JR  
[US] ET AL) 23 juin 2005 (2005-06-23)

EP 2 971 678 B1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP  
[US]) 1 août 2018 (2018-08-01)

WO 2011/129724 A1 (VOLVO AERO CORP [SE];  
STROEM LINDA [SE] ET AL.)  
20 octobre 2011 (2011-10-20)

US 2013/142660 A1 (MCCAFFREY MICHAEL G  
[US]) 6 juin 2013 (2013-06-06)

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

NEANT

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

NEANT