

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

①① N° de publication : **3 146 614**

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

②① N° d'enregistrement national : **23 02402**

⑤① Int Cl⁸ : **B 29 C 70/48** (2023.01), B 29 C 45/26, B 29 C 33/20,
B 29 C 70/32, F 01 D 25/24

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Cale de compactage ajustable pour compenser l'usure des moules.

②② Date de dépôt : 15.03.23.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 20.09.24 Bulletin 24/38.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 13.06.25 Bulletin 25/24.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES*
Société par actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : HAENTJENS Bruno, Marie-Joseph,
Anne Padoue, THIBERGE Baptiste, Armand,
Benjamin, LABROUSSE Geoffrey, Charles, Bernard et
ARNOLD Clémentine.

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

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

FR 3 146 614 - B1



Description

Titre de l'invention : Cale de compactage ajustable pour compenser l'usure des moules

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général de la fabrication de pièces de révolution utilisées dans les turbomachines comme notamment des carters de soufflante de turbine à gaz ou de turbomachine pour moteur aéronautique.

Technique antérieure

[0002] Un moteur aéronautique à turbine à gaz ou turbomachine comprend des pièces de révolution telles qu'un carter de soufflante. Celui-ci remplit plusieurs fonctions. Il définit la veine d'entrée d'air dans le moteur, supporte un matériau abrasable en regard du sommet des aubes de la soufflante, supporte une structure éventuelle d'absorption d'ondes sonores pour le traitement acoustique en entrée du moteur et incorpore ou supporte un bouclier de rétention. Ce dernier constitue un piège retenant les débris, tels que les objets ingérés ou des fragments d'aubes endommagées, projetés par la centrifugation, afin d'éviter qu'ils traversent le carter et atteignent d'autres parties de l'aéronef.

[0003] La réalisation d'un carter de soufflante en matériau composite a déjà été proposée. On pourra, par exemple se référer au brevet EP 1 961 923 qui décrit la fabrication d'un carter en matériau composite à épaisseur évolutive comprenant la formation d'une préforme fibreuse par des couches superposées d'une texture fibreuse et la densification du renfort fibreux par une matrice. Plus précisément, ce document prévoit d'utiliser un mandrin d'appel pour le tissage tridimensionnel de la texture fibreuse, celle-ci étant ensuite enroulée en couches superposées sur un mandrin d'imprégnation présentant une surface extérieure dont le profil correspond à celui de la partie centrale du carter à fabriquer et deux flasques latéraux correspondant à des brides de fixation du carter. La préforme fibreuse est maintenue sur le mandrin d'imprégnation et une imprégnation par résine est réalisée avant polymérisation.

[0004] Pour réaliser l'imprégnation de la préforme fibreuse par un procédé d'injection de type RTM (« Resin Transfer Molding »), il est connu de venir positionner les éléments d'un contre-moule sur le mandrin d'imprégnation et former ainsi un moule d'injection. On pourra, par exemple, se référer à la demande WO 2013/060978 qui divulgue la mise en place de secteurs angulaires pour fermer le moule d'injection de résine sur le mandrin d'imprégnation. Lors de la fermeture du moule d'injection, des cales de compactage peuvent être utilisées afin de maintenir l'effort de compaction sur la préforme. Ces cales sont notamment utilisées pour compacter les brides des extrémités

de la préforme qui sont verticales (ou radiales) et ont donc une direction de compaction différente du reste de la préforme qui a une direction de compaction radiale. Ces cales permettent également d'éviter qu'en mettant directement des secteurs à direction de fermeture radiale, ces mêmes secteurs ne viennent plier les brides ou les faire flamber ou cisailer. Ainsi, le contre-moule est formé des cales de compactage et des secteurs angulaires.

[0005] Les cales de compactage sont, en position fermée, en contact avec les secteurs angulaires du contre-moule et la préforme fibreuse, notamment au niveau des futures brides de fixation du carter. Etant donné que le positionnement axial des secteurs angulaires a une certaine variabilité et qu'une variabilité supplémentaire est ajoutée par la jonction entre la cale et les secteurs, la variabilité finale du positionnement de la cale est très importante. Cela influe directement sur l'épaisseur finale de la pièce à fabriquer dans cette zone. De plus, c'est une zone dans laquelle on cherche à avoir une bonne maîtrise des épaisseurs car les brides sont ensuite usinées. Cette maîtrise est également importante pour contrôler le taux volumique de fibres en fonction de la quantité de résine injectée. Or, après plusieurs utilisations, les secteurs angulaires du contre-moule s'usent et peuvent devenir plus courts. Ainsi, lors du positionnement des cales de compactage et des secteurs angulaires contre la préforme fibreuse, l'effort de compactage exercé entre la préforme fibreuse et les cales de compactage est diminué, ce qui entraîne une quantité de résine plus importante dans la préforme après injection. Cet excès de résine et le faible taux volumique de fibres peut créer une non-conformité au niveau des brides, et il devient donc nécessaire de changer le moule pour éviter cette non-conformité.

[0006] Il est donc souhaitable de disposer d'un moule d'injection, notamment de nouvelles cales de compactage permettant de s'adapter à l'usure des secteurs angulaires du contre-moule afin de réduire la variabilité de l'épaisseur de la préforme au niveau des bords radiaux de la pièce à fabriquer et ainsi éviter de changer le moule.

Exposé de l'invention

[0007] L'invention concerne un moule destiné à être utilisé pour la fabrication d'une pièce de révolution de turbine à gaz en matériau composite comprenant :

- un mandrin sur lequel est destinée à être enroulée une préforme fibreuse comprenant une paroi annulaire dont un profil d'une surface extérieure correspond à celui d'une surface interne de la pièce à fabriquer et deux flasques latéraux dont les profils correspondent à ceux de bords radiaux de la pièce à fabriquer ;
- une pluralité de secteurs angulaires de contre-moule destinés à être assemblés de façon étanche sur le mandrin et destinés à fermer le moule et à compacter

- une préforme fibreuse enroulée sur le mandrin, et
- au moins deux cales de compactage, les cales étant destinées à être placées en appui sur les parties de préforme fibreuse destinées à former les bords radiaux de la pièce fabriquer entre la préforme fibreuse enroulée sur le mandrin et au moins un secteur angulaire de contre-moule,
- [0008] caractérisé en ce qu'au moins une des cales de compactage comprend deux portions distinctes assemblées entre elles par des vis de manière à régler leur appui sur les brides externes du carter à fabriquer.
- [0009] Les vis assemblant les deux portions des cales de compactage permettent d'allonger les cales de compactage pour compenser leur usure Cela permet donc de réduire les non-conformités en assurant un appui et un compactage constants des parties de préforme destinées à former les bords radiaux de la pièce de révolution à fabriquer au fur et à mesure des utilisations.
- [0010] Ainsi, le moule selon l'invention est remarquable en ce qu'il permet de compenser l'usure des cales de compactage et des secteurs angulaires de contre-moule permettant ainsi d'éviter de changer le moule.
- [0011] L'invention est également remarquable en qu'elle permet d'allonger la durée de vie des moules grâce à la compensation de l'usure du moule par l'ajustement des cales de compactage.
- [0012] Selon une caractéristique particulière de l'invention, le moule comprend au moins un joint d'étanchéité placé entre les deux portions d'une des cales de compactage.
- [0013] Le joint d'étanchéité présent entre les deux portions des cales de compactage permet d'éviter que la résine injectée dans le moule s'infilte entre les deux portions. Les vis assemblant les deux portions permettent également d'écraser le joint d'étanchéité
- [0014] Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, le moule comprend également des ports d'injection configurés pour injecter une résine dans le moule, les ports d'injection étant placés sur les secteurs angulaires de contre-moule en regard de la paroi annulaire du mandrin, ou sur la paroi annulaire du mandrin en regard des secteurs angulaires de contre-moule ou sur les flasques latéraux du mandrin en regard des cales de compactage.
- [0015] Les ports d'injection permettent d'injecter la résine dans le moule et dans la préforme fibreuse pour former une matrice dans la préforme fibreuse.
- [0016] Un autre objet de l'invention est un procédé de fermeture d'un moule d'injection destiné à être utilisé pour la fabrication d'une pièce de révolution de turbine à gaz en matériau composite, le moule comprenant un mandrin sur lequel est destinée à être enroulée une préforme fibreuse, le mandrin comprenant une paroi annulaire dont le profil de la surface extérieure correspond à celui de la surface interne de la pièce à fabriquer et deux flasques latéraux dont les profils correspondent à ceux de bords

radiaux de la pièce à fabriquer, le moule comprenant également une pluralité de secteurs angulaires de contre-moule destinés à fermer le moule et à compacter la préforme fibreuse enroulée sur le mandrin et au moins deux cales de compactage qui comprennent chacune deux portions distinctes, le procédé comprenant :

- l'assemblage étanche des secteurs angulaires de contre-moule sur le mandrin ;
et
- le placement des deux portions des cales de compactage sur les flasques latéraux, l'assemblage des deux portions des cales de compactage par au moins une vis et l'ajustement des vis pour que les deux portions des cales de compactage soient en appui sur les parties de la préforme fibreuse destinées à former les bords radiaux à fabriquer.

[0017] Encore un autre objet de l'invention est un procédé de fabrication d'une pièce de révolution de turbine à gaz en matériau composite comprenant :

- l'enroulement d'une préforme fibreuse sur le mandrin d'un moule selon l'invention ;
- la fermeture du moule selon le procédé de fermeture de l'invention ;
- l'injection dans le moule d'une résine ; et
- le démoulage de la pièce de révolution.

[0018] Encore un autre objet de l'invention est une turbine à gaz comprenant un carter de soufflante fabriqué par un procédé selon l'invention.

Brève description des dessins

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif.

[0020] [Fig.1] La [Fig.1] représente, de manière schématique et partielle, un carter de soufflante de turbine à gaz.

[0021] [Fig.2A] La [Fig.2A] représente, de manière schématique et partielle, une coupe d'un moule selon l'art antérieur, lorsqu'il est fermé et sort de production.

[0022] [Fig.2B] La [Fig.2B] représente une vue en perspective du moule de la [Fig.2A].

[0023] [Fig.2C] La [Fig.2C] représente, de manière très schématique et partielle, une coupe d'un moule selon l'art antérieur, lorsqu'il est fermé après plusieurs utilisations.

[0024] [Fig.3] La [Fig.3] représente, de manière schématique et partielle, une coupe d'un moule selon un mode de réalisation de l'invention lorsqu'il est fermé.

[0025] [Fig.4] La [Fig.4] représente, de manière schématique et partielle, une coupe d'un moule selon un autre mode de réalisation de l'invention lorsqu'il est fermé.

Description des modes de réalisation

[0026] L'invention s'applique à la fabrication de pièce de révolution de turbine à gaz en

matériau composite comprenant une paroi annulaire ou fût et des bords radiaux d'étendant de chaque côté de la paroi annulaire. La turbine à gaz peut être notamment une turbomachine.

[0027] L'invention sera décrite ci-après dans le cadre de son application à la fabrication d'un carter de soufflante de moteur aéronautique à turbine à gaz.

[0028] La [Fig.1] représente une vue en perspective d'un carter de soufflante 10 pouvant être fabriqué en utilisant un moule et un procédé selon l'invention. Un tel carter est centré sur un axe longitudinal X-X et comprend une paroi annulaire ou fût 11 délimitée à l'amont par un premier bord radial, ici une bride amont 12, et à l'aval par un deuxième bord radial, ici une bride aval 13 (l'amont et l'aval étant définis par rapport au sens d'écoulement du flux d'air dans la turbine à gaz ou la turbomachine). La surface interne 14 de la paroi annulaire 11 est destinée à délimiter la veine d'entrée d'air dans la turbine à gaz.

[0029] Les figures 2A, 2B et 2C représentent, de manière schématique et partielle, un moule 200 selon l'art antérieur, lorsqu'il est fermé. Les figures 2A et 2C sont des vues en coupe du moule 200 et la [Fig.2B] une vue en perspective du moule 200. Plus précisément, la [Fig.2A] représente le moule 200 sortant de production et la [Fig.2C] le moule 200 après plusieurs utilisations.

[0030] Le moule 200 peut être utilisé pour l'imprégnation par un procédé du type RTM (« Resin Transfer Molding ») d'une préforme fibreuse 210 afin de fabriquer un carter de soufflante 10 tel que celui présenté en [Fig.1]. La préforme fibreuse 210 utilisée pour fabriquer le carter de soufflante 10 peut comprendre des fibres de carbone, verre, aramide ou céramique. Elle peut être réalisée par empilements de strates ou plis obtenus par tissage bidimensionnel. Elle peut également être réalisée directement en une seule pièce par tissage tridimensionnel. Par tissage bidimensionnel, on entend ici un mode de tissage classique par lequel chaque fil de trame passe d'un côté à l'autre des fils d'une seule couche de chaîne ou inversement. Par tissage tridimensionnel, on entend ici un tissage par lequel des fils de chaîne traversent plusieurs couches de fils de trame, ou des fils de trame traversent plusieurs couches de fils de chaîne.

[0031] La préforme fibreuse 210 peut également être réalisée par des nappes de fibres unidirectionnelles, qui peuvent être obtenues par placement automatique de fibres, ou par enroulement filamentaire.

[0032] La matrice d'imprégnation de la préforme fibreuse 210 peut être en polymère, par exemple époxyde, bismaléimide ou polyimide.

[0033] Le moule 200 est monté de façon rotative sur un axe d'entraînement (non représenté) centré sur l'axe X-X, et comprend un mandrin 231. Le mandrin 231 comprend une paroi annulaire prenant la forme d'un fût sur lequel est destinée à être enroulée une préforme fibreuse 210, et deux flasques latéraux (un seul flasque 230 est représenté).

Le mandrin 231 est maintenu sur son axe d'entraînement par l'intermédiaire de rayons non représentés.

- [0034] Les flasques latéraux 230 forment un appui destiné à recevoir les parties rabattues 211 de la préforme 210 enroulée sur le mandrin 231, et qui sont destinées à former les brides amont 12 et aval 13 du carter de soufflante 10.
- [0035] Le moule 200 comprend également un contre-moule composé d'une pluralité de secteurs angulaires 221 assemblés de façon étanche sur le mandrin 231, et deux cales de compactage 220. Sur les figures 2A et 2C, seul un secteur angulaire 221 avec sa cale de compactage 220 sont représentés.
- [0036] Quand le moule 200 sort de production, la cale de compactage 220 est appuyée sur la partie rabattue 211 de la préforme fibreuse 210 et le secteur angulaire 221 est en appui sur la cale de compactage 220 ([Fig.2A]).
- [0037] Après plusieurs utilisations, les secteurs angulaires 221 du moule 200 s'usent et leur longueur peut varier, en particulier diminuer. Un espace 250 (représenté de manière exagérée sur la [Fig.2C]) apparaît ainsi entre la bride 211 de la préforme fibreuse 210 et la cale de compactage 220. Cet espace 250 peut se remplir de résine lors de l'injection de résine dans le moule 200 et créer des non-conformités sur l'épaisseur de la bride formée par la partie rabattue 211 de la préforme 210 (car celle-ci présentera une surépaisseur par foisonnement de la préforme à cet endroit ou par la présence de résine). Afin d'éviter la non-conformité, dès que les moules 200 de l'art antérieur sont usés, ils sont envoyés en réparation et/ou remplacés par un nouveau moule.
- [0038] La [Fig.3] représente, de manière schématique et partielle, une vue en coupe d'un moule 300 selon un mode de réalisation de l'invention, lorsqu'il est fermé.
- [0039] Comme le moule 200 de l'art antérieur, le moule 300 selon l'invention peut être utilisé pour l'imprégnation par un procédé du type RTM (« Resin Transfer Molding ») d'une préforme fibreuse 310 afin de fabriquer un carter de soufflante 10 tel que celui présenté en [Fig.1].
- [0040] Le moule 300 est monté de façon rotative sur un axe d'entraînement (non représenté) centré sur l'axe X-X, et comprend un mandrin 331. Le mandrin 331 comprend une paroi annulaire prenant la forme d'un fût sur lequel est destinée à être enroulée une préforme fibreuse 310, et deux flasques latéraux (un seul flasque 330 est représenté). Le mandrin 331 est maintenu sur son axe d'entraînement par l'intermédiaire de rayons non représentés.
- [0041] Les flasques latéraux 330 forment un appui destiné à recevoir les parties rabattues 311 de la préforme 310 enroulée sur le mandrin 331, et qui sont destinées à former les brides amont 12 et aval 13 du carter de soufflante 10.
- [0042] Le moule 300 comprend également un contre-moule composé d'une pluralité de secteurs angulaires 351 assemblés de façon étanche sur le mandrin 331, et au moins

deux cales de compactage 320 placées entre les parties rabattues 311 de la préforme fibreuse 310 et les secteurs angulaires 351, une seule cale de compactage 320 étant représentée sur la [Fig.3].

- [0043] Contrairement à l'art antérieur, la cale de compactage 320 est formée de deux portions distinctes 321 et 322 assemblées par des vis 323 et 324. Les vis 323 et 324 permettent d'assembler les deux portions 321 et 322 et également d'ajuster les dimensions de la cale de compactage 320. En effet, en diminuant ou en augmentant le serrage des deux portions 321, 322, on peut faire varier la longueur de la cale 320. Ainsi, en diminuant le serrage des vis 323 et 324, on peut allonger la cale de compactage 320 pour compenser son usure au fur et à mesure des utilisations, et réajuster l'appui de la cale de compactage 320 sur la partie rabattue 311 (qui formera une des brides du carter) de la préforme 310 pour éviter que de la résine s'infilte entre la partie rabattue 311 et la cale 320.
- [0044] La [Fig.4] représente, de manière schématique et partielle, une vue en coupe d'un moule 400 selon un autre mode de réalisation de l'invention, lorsqu'il est fermé.
- [0045] Comme le moule 200 de l'art antérieur et le moule 300, le moule 400 peut être utilisé pour l'imprégnation par un procédé du type RTM (« Resin Transfer Molding ») d'une préforme fibreuse 410 afin de fabriquer un carter de soufflante 10 tel que celui présenté en [Fig.1].
- [0046] Le moule 400 est monté de façon rotative sur un axe d'entraînement (non représenté) centré sur l'axe X-X, et comprend un mandrin 431. Le mandrin 431 comprend une paroi annulaire prenant la forme d'un fût sur lequel est destinée à être enroulée une préforme fibreuse 410, et deux flasques latéraux (un seul flasque 430 est représenté). Le mandrin 431 est maintenu sur son axe d'entraînement par l'intermédiaire de rayons non représentés.
- [0047] Les flasques latéraux 430 forment un appui destiné à recevoir les parties rabattues 411 de la préforme 410 enroulée sur le mandrin 431, et qui sont destinées à former les brides amont 12 et aval 13 du carter de soufflante 10.
- [0048] Le moule 400 comprend également un contre-moule composé d'une pluralité de secteurs angulaires 451 assemblés de façon étanche sur le mandrin 431, et au moins deux cales de compactage 420 placées entre les parties rabattues 411 de la préforme fibreuse 410 et les secteurs angulaires 451, une seule cale de compactage 420 étant représentée sur la [Fig.4].
- [0049] Comme indiqué en référence à la [Fig.3], la cale de compactage 420 comprend deux portions distinctes 421 et 422 assemblées par des vis 423 et 424. Ces vis 423, 424 permettent de faire varier la longueur de la cale de compactage 420 pour pouvoir compenser l'usure du secteur angulaire 451, et notamment son raccourcissement en desserrant les vis 423 et 424.

- [0050] Le moule 400 comprend également un joint d'étanchéité 440 placé entre les deux portions 421 et 422 de la cale de compactage 420. Ce joint 440 est maintenu en place par le serrage des vis 423 et 424 et permet d'éviter que de la résine s'infilte entre les deux portions 421 et 422 de la cale de compactage 420. De plus, afin de résister aux températures de chauffe dans le moule 400 permettant de former la matrice dans la préforme fibreuse 410, le joint d'étanchéité 440 peut supporter des températures comprises entre 100 °C et 160 °C, par exemple une température de 150 °C.
- [0051] Le moule 400 comprend également des ports d'injection 461, 462 d'une résine dans le moule 400. Les ports d'injection 461, 462 peuvent être placés sur la paroi annulaire du mandrin 431 en regard de la préforme fibreuse 410 et du secteur angulaire 451 de contre-moule (cas du port d'injection 461), et/ou sur un flasque latéral 430 du mandrin 431 en regard de la partie rabattue 411 de la préforme fibreuse 410 et de la cale de compactage 420 (cas du port d'injection 462). Les ports d'injection peuvent également être placés sur un secteur angulaire 451 de contre-moule en regard de la préforme fibreuse 410 et de la paroi annulaire du mandrin 431.
- [0052] Quel que soit le mode de réalisation, les deux portions de la cale de compactage sont de forme quelconque complémentaire entre elles et de forme quelconque complémentaire avec la partie rabattue de la préforme fibreuse et le secteur angulaire de contre-moule.
- [0053] La fabrication d'un carter de soufflante 10 à l'aide d'un moule selon l'invention est maintenant décrite.
- [0054] Une préforme fibreuse est d'abord enroulée sur le mandrin 331, 431 d'un moule 300, 400 selon l'invention. Des procédés ont déjà été proposés pour enrouler une préforme fibreuse réalisée par exemple par tissage tridimensionnel autour d'un mandrin 331, 431 tel que celui de l'invention, et ne seront pas décrits plus en détail. On pourra, par exemple, se référer à la demande WO 2012/140355 qui propose une machine d'enroulement d'une texture fibreuse sur un mandrin d'imprégnation.
- [0055] Une fois la préforme enroulée sur le mandrin, il faut fermer le moule pour compacter la préforme. Pour cela, les secteurs angulaires sont assemblés sur le mandrin de manière étanche et les deux portions des cales de compactage sont placées sur les flasques latéraux du mandrin de manière à être en appui sur les futures brides du carter en cours de fabrication. Les cales de compactage sont également positionnées contre une face longitudinale d'un secteur angulaire. Puis les deux portions des cales de compactage sont assemblées de manière étanche par des vis et le serrage des vis est ajusté de manière à ce que les cales de compactage restent en appui sur les futures brides du carter tout en restant positionnées sur la face longitudinale du secteur angulaire correspondant. Un joint d'étanchéité peut être placé entre les deux portions de la cale de compactage avant leur assemblage et serrage de manière à garantir

l'assemblage étanche des deux portions.

- [0056] Les cales de compactage permettent ainsi le compactage dans une direction sensiblement perpendiculaire à la préforme et donc permettent d'éviter les plis et les flambages de la préforme fibreuse.
- [0057] Une résine polymérisable est ensuite injectée dans le moule par un différentiel de pression (par un procédé de type RTM), et cette dernière est polymérisée (par chauffage ou refroidissement par exemple, selon la nature de la résine utilisée). Le carter de soufflante ainsi fabriqué peut alors être démoulé.
- [0058] Selon un mode de réalisation, le moule de l'invention peut ne comporter qu'une seule cale de compactage ajustable, c'est-à-dire avoir une cale comprenant deux portions distinctes assemblées entre elles par des vis, l'autre cale de compactage étant fixe. Dans ce cas, l'usure des cales est compensée par la cale ajustable de manière à régler leur appui sur les parties de préforme destinées à former les bords radiaux de la pièce de révolution à fabriquer.
- [0059] Par ailleurs, le moule de l'invention peut comprendre un mandrin présentant sur sa surface extérieure un profil variable ou plusieurs profils permettant de former une pièce de révolution ayant une surface interne et/ou externe de forme variable.

Revendications

- [Revendication 1] Moule (300, 400) destiné à être utilisé pour la fabrication d'une pièce de révolution (10) de turbine à gaz en matériau composite comprenant :
- un mandrin (331, 431) sur lequel est destinée à être enroulée une préforme fibreuse (310, 410) comprenant une paroi annulaire dont un profil d'une surface extérieure correspond à celui d'une surface interne (14) de la pièce de révolution (10) à fabriquer et deux flasques latéraux (330, 430) dont les profils correspondent à ceux de bords radiaux (12, 13) de la pièce de révolution (10) à fabriquer ;
 - une pluralité de secteurs angulaires (351, 451) de contre-moule destinés à être assemblés de façon étanche sur le mandrin et destinés à fermer le moule et à compacter la préforme fibreuse enroulée sur le mandrin, et
 - au moins deux cales de compactage (320, 420), les cales étant destinées à être placées en appui sur les parties de la préforme fibreuse destinées à former les bords radiaux (311, 411) de la pièce de révolution (10) à fabriquer entre la préforme fibreuse enroulée sur le mandrin et au moins un secteur angulaire (351, 451) de contre-moule,
- caractérisé en ce qu'au moins une des cales de compactage comprend deux portions (321, 322, 421, 422) distinctes assemblées entre elles par des vis (323, 324, 423, 424) de manière à régler leur appui sur les brides externes du carter à fabriquer.
- [Revendication 2] Moule (400) selon la revendication 1, comprenant au moins un joint d'étanchéité (440) placé entre les deux portions (421, 422) d'une des cales de compactage (420).
- [Revendication 3] Moule (400) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, comprenant également des ports d'injection (461, 462) configurés pour injecter une résine dans le moule, les ports d'injection étant placés sur les secteurs angulaires de contre-moule en regard de la paroi annulaire du mandrin, ou sur la paroi annulaire du mandrin en regard des secteurs angulaires de contre-moule ou sur les flasques latéraux du mandrin en regard des cales de compactage.
- [Revendication 4] Procédé de fermeture d'un moule d'injection destiné à être utilisé pour

la fabrication d'une pièce de révolution de turbine à gaz en matériau composite, le moule comprenant un mandrin sur lequel est destinée à être enroulée une préforme fibreuse, le mandrin comprenant une paroi annulaire dont le profil de la surface extérieure correspond à celui de la surface interne de la pièce à fabriquer et deux flasques latéraux dont les profils correspondent à ceux de bords radiaux de la pièce à fabriquer, le moule comprenant également une pluralité de secteurs angulaires de contre-moule destinés à fermer le moule et à compacter la préforme fibreuse enroulée sur le mandrin et au moins deux cales de compactage qui comprennent chacune deux portions distinctes, le procédé comprenant :

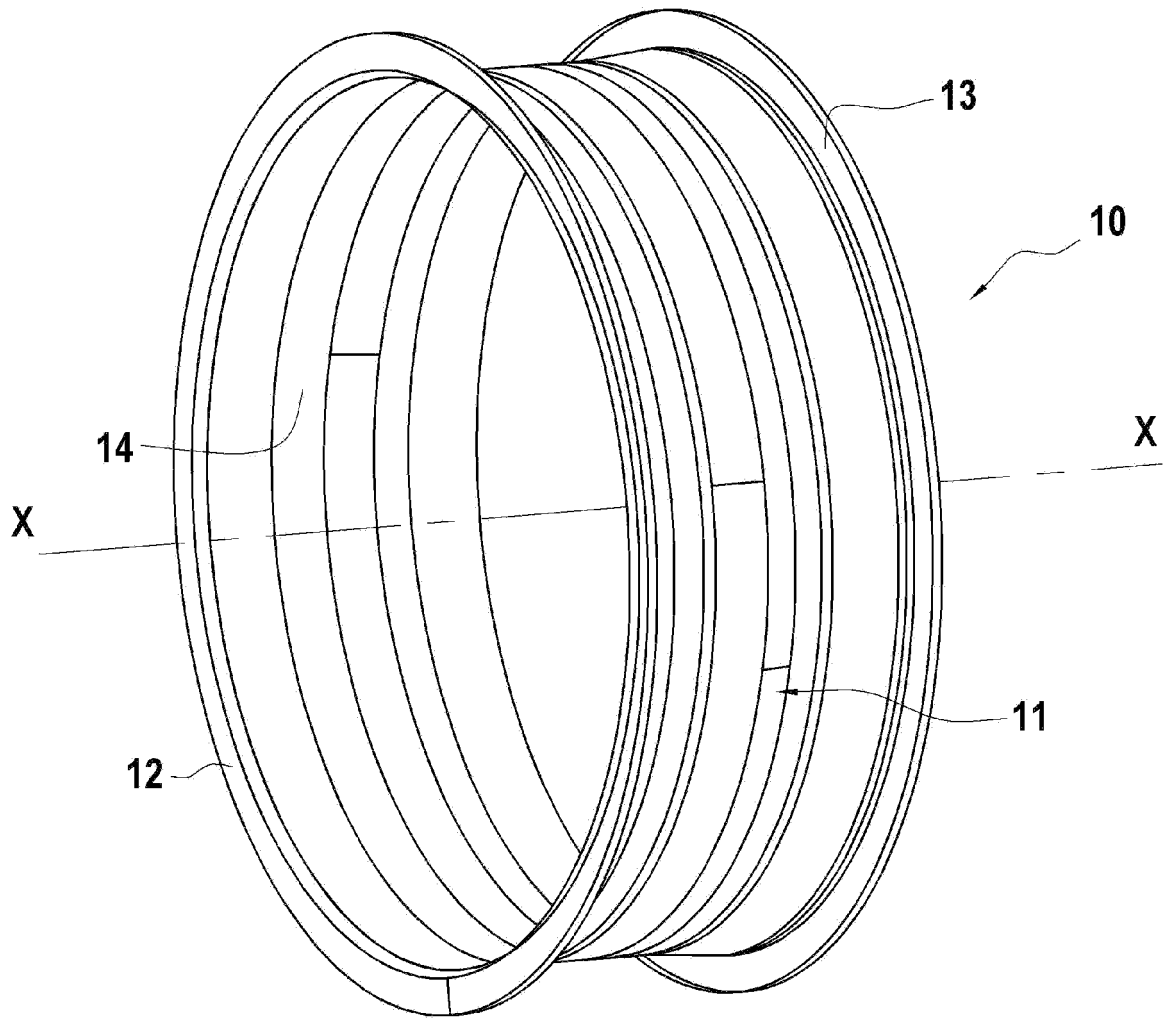
- l'assemblage étanche des secteurs angulaires de contre-moule sur le mandrin ; et
- le placement des deux portions des cales de compactage sur les flasques latéraux, l'assemblage des deux portions des cales de compactage par au moins une vis et l'ajustement des vis pour que les deux portions des cales de compactage soient en appui sur les parties de la préforme fibreuse destinées à former les bords radiaux de la pièce à fabriquer.

[Revendication 5] Procédé de fabrication d'une pièce de révolution de turbine à gaz en matériau composite comprenant :

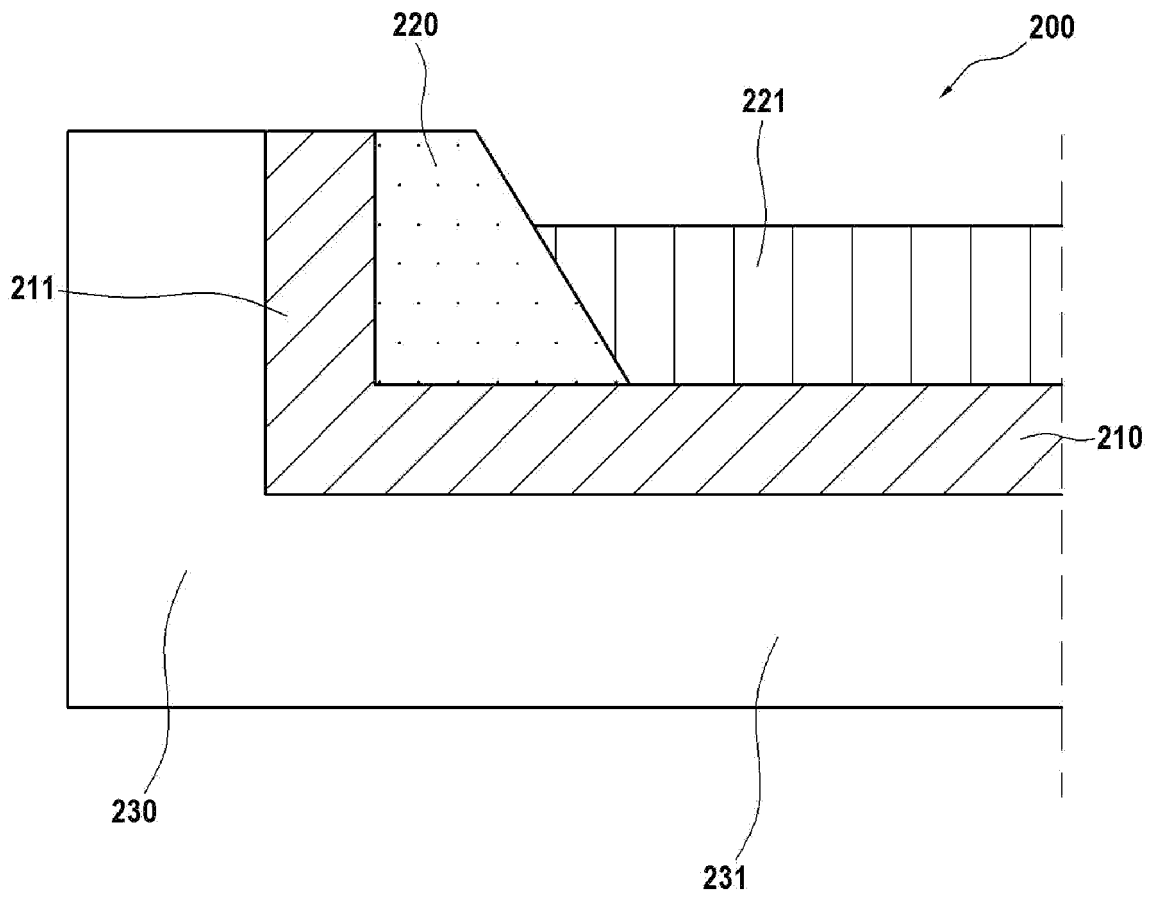
- l'enroulement d'une préforme fibreuse sur le mandrin d'un moule selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 ;
- la fermeture du moule selon le procédé de la revendication 4 ;
- l'injection dans le moule d'une résine ; et
- le démoulage de la pièce de révolution.

[Revendication 6] Turbine à gaz comprenant un carter de soufflante (10) fabriqué par un procédé selon la revendication 5.

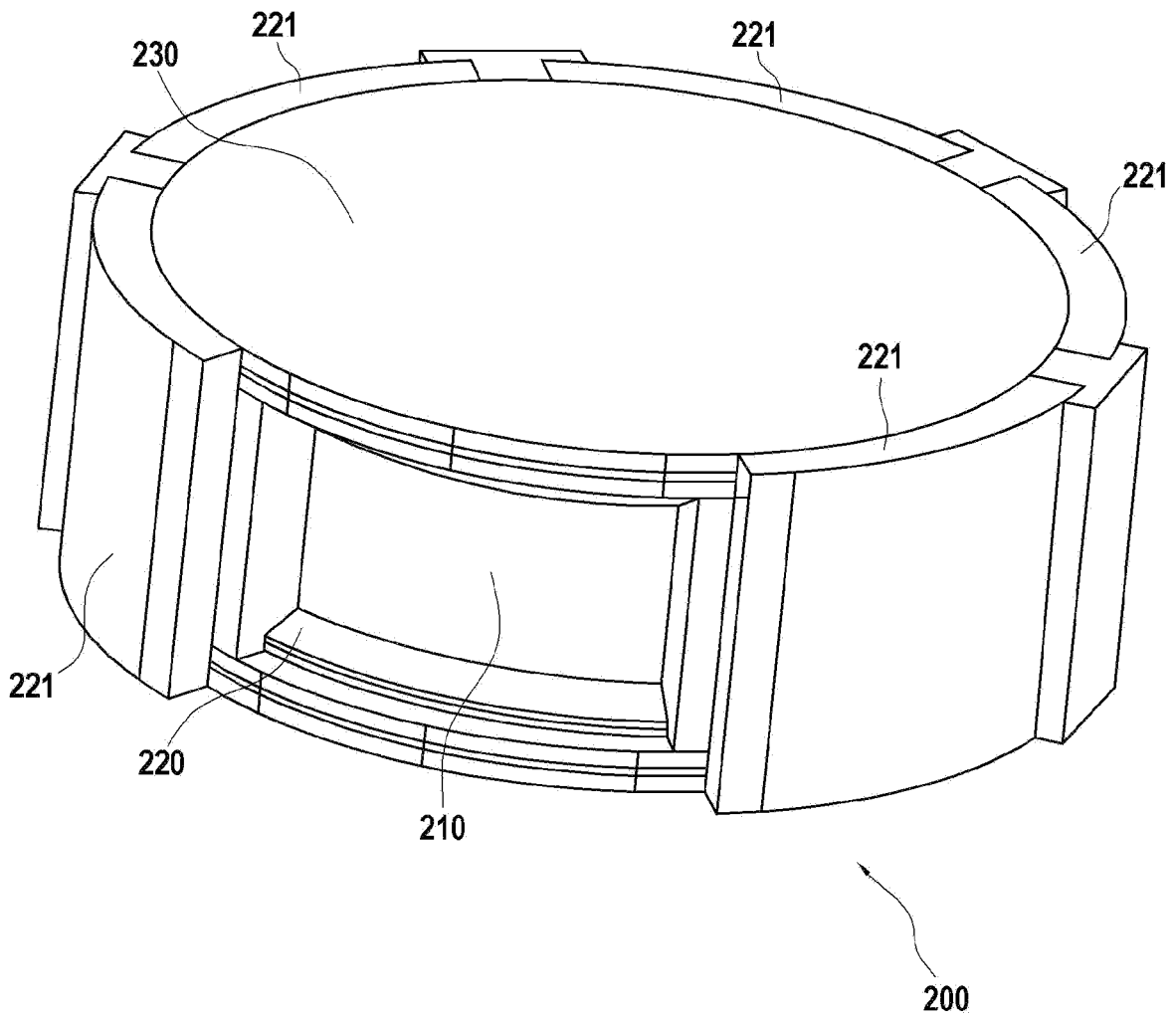
[Fig. 1]



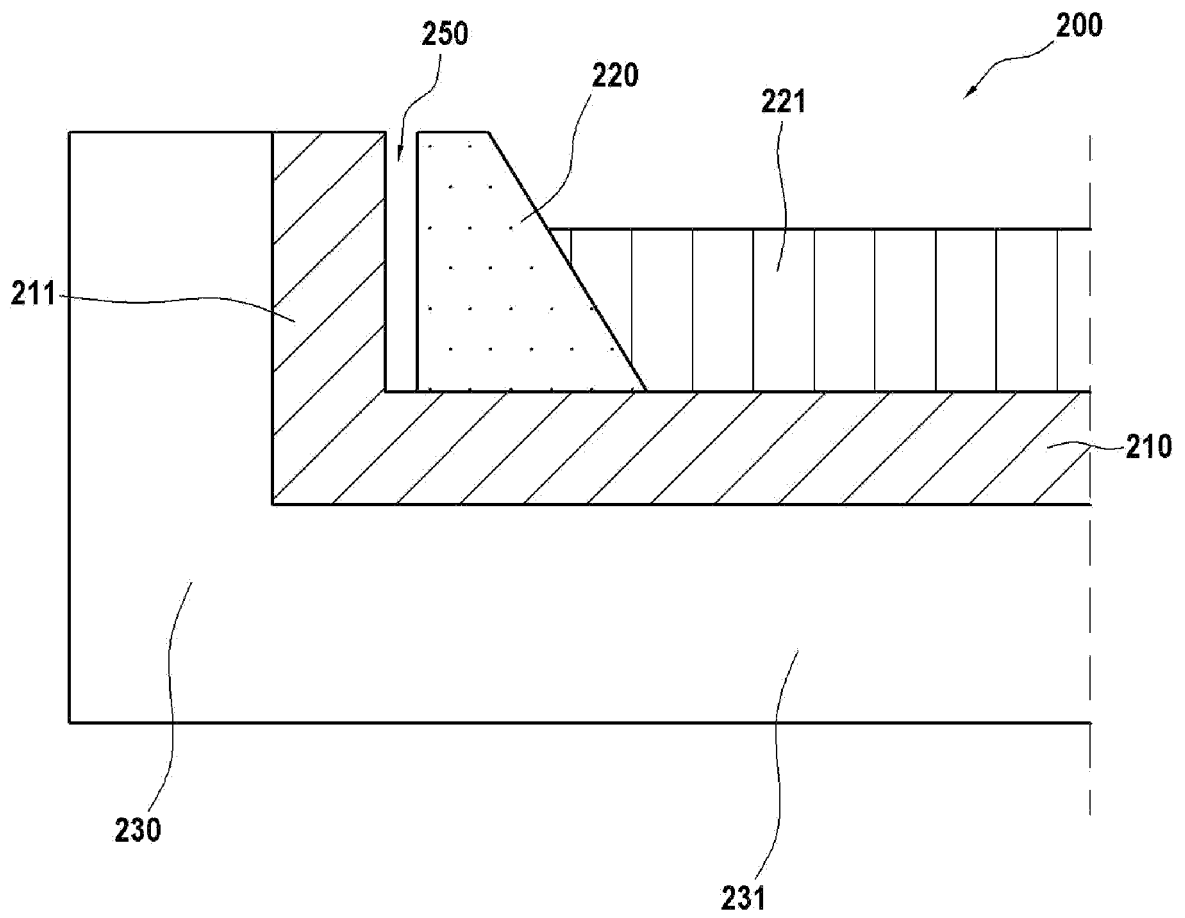
[Fig. 2A]



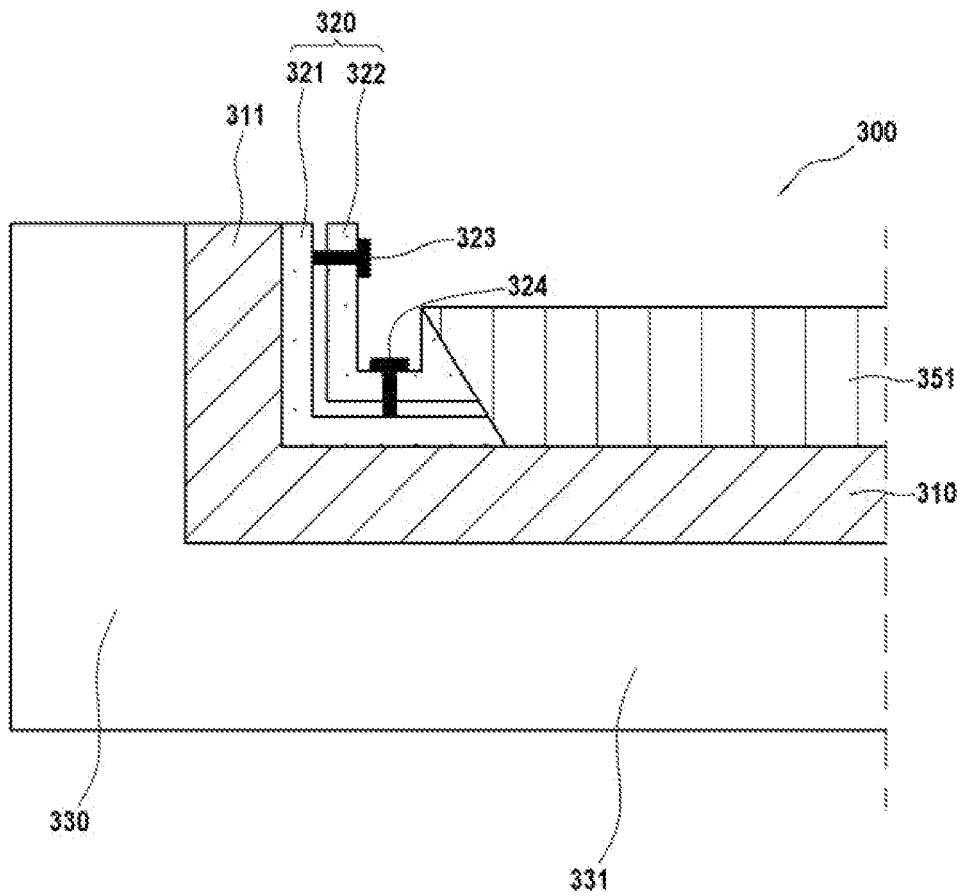
[Fig. 2B]



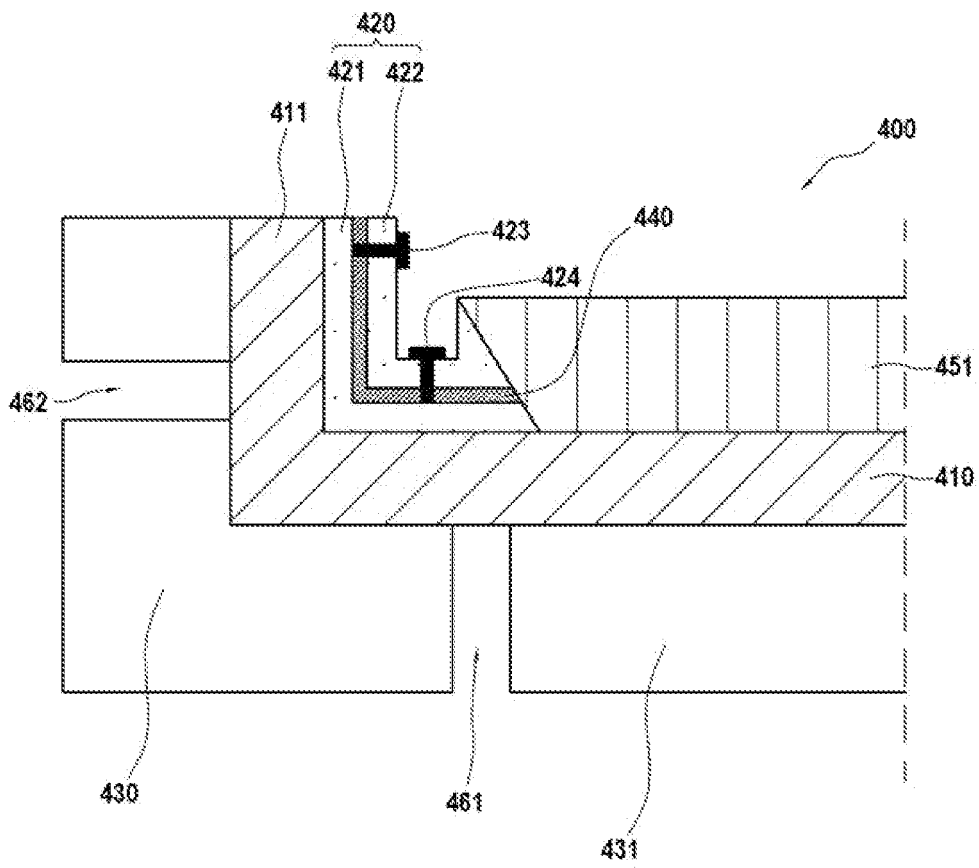
[Fig. 2C]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



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 2021/332708 A1 (BANHOS JONAS S [US] ET
AL) 28 octobre 2021 (2021-10-28)

WO 2018/234687 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
[FR]) 27 décembre 2018 (2018-12-27)

US 5 597 435 A (DESAUTELS JOHN T [US] ET
AL) 28 janvier 1997 (1997-01-28)

CN 104 936 767 A (BOEING CO)
23 septembre 2015 (2015-09-23)

US 2014/239540 A1 (PLANTE ROMAIN [FR] ET
AL) 28 août 2014 (2014-08-28)

WO 2022/058671 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
[FR]) 24 mars 2022 (2022-03-24)

EP 2 711 504 A1 (SIEMENS AG [DE])
26 mars 2014 (2014-03-26)

**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