(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 144 112***

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 14252**

(51) Int Cl[8] : ***B 64 F 5/00*** *(2023.01), F 04 D 29/70*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 22.12.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 28.06.24 Bulletin 24/26.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

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

(72) **Inventeur(s) :** RABILLER Cyrille Paul Philippe Jean et HENNEQUIN Thierry Philippe.

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

(74) **Mandataire(s) :** BREVALEX.

(54) Procédé amélioré de lavage d'un moteur à turbine à gaz.

(57) Procédé de lavage d'un moteur à turbine à gaz d'un aéronef, le moteur comprenant, de l'amont vers l'aval selon une direction principale d'écoulement de gaz, un compresseur BP, un compresseur HP, une chambre de combustion, une turbine HP et une turbine BP, ces éléments définissant une veine primaire destinée à être traversée par un flux primaire de gaz ; le moteur est équipé d'un capteur de température T25, pour mesurer une température régnant dans la veine primaire entre les compresseurs BP et HP, le capteur étant inséré et maintenu dans un orifice pratiqué dans une paroi d'une pièce du moteur située entre les compresseurs BP et HP, de sorte que le capteur une fois installé dans cet orifice soit situé dans la veine primaire, entre les compresseurs BP et HP. Le procédé comprend les étapes consistant à : retirer le capteur de température T25 du moteur ; faire fonctionner le moteur, sans y injecter de carburant, et injecter par l'orifice une solution aqueuse sous pression dans le moteur en fonctionnement, de manière à ce qu'un flux de la solution aqueuse injectée soit dirigé vers le compresseur HP et passe au travers de la turbine BP.

Figure pour l'abrégé : aucune.

FR 3 144 112 - A1

Description

Titre de l'invention : Procédé amélioré de lavage d'un moteur à turbine à gaz

Domaine technique

[0001] La présente invention a trait au domaine du lavage des moteurs à turbine à gaz, et concerne un procédé amélioré de lavage d'un moteur à turbine à gaz installé sur un aéronef.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] Un moteur à turbine à gaz (également appelé « turbomachine » ou « turboréacteur ») pour aéronef comprend un ensemble compresseur (formé généralement d'un compresseur basse pression (BP) et d'un compresseur haute pression (HP)) destiné à comprimer l'air ambiant, une chambre de combustion brûlant du carburant conjointement avec l'air comprimé, et un ensemble turbine (formé généralement d'une turbine haute pression (HP) et d'une turbine basse pression (BP)) destiné à alimenter l'ensemble compresseur. Les gaz de combustion à expansion entraînent la turbine et entraînent également une poussée pour la propulsion.

[0003] Dans la [Fig.1] est représentée une turbomachine 1 d'aéronef, du type turboréacteur à double flux et à double corps. Le turboréacteur 1 présente un axe central longitudinal 2 autour duquel s'étendent ses différents composants. Il comprend, d'amont en aval selon une direction principale 5 d'écoulement des gaz à travers ce turboréacteur, une soufflante 3, un compresseur basse pression 4, un compresseur haute pression 6, une chambre de combustion 11, une turbine haute pression 7 et une turbine basse pression 8.

[0004] De manière conventionnelle, après avoir traversé la soufflante, l'air se divise en un flux primaire central 12a et un flux secondaire 12b qui entoure le flux primaire. Le flux primaire 12a s'écoule dans une veine primaire 14a (ou veine principale) de circulation des gaz traversant les compresseurs 4, 6, la chambre de combustion 11 et les turbines 7, 8. Le flux secondaire 12b s'écoule quant à lui dans une veine secondaire 14b délimitée radialement vers l'extérieur par un carter moteur, entouré d'une nacelle 9.

[0005] Au cours de son fonctionnement, le moteur, et en particulier le compresseur haute pression et la chambre de combustion (l'ensemble étant connu sous le terme anglais « core engine »), a tendance à s'encrasser (notamment par une pollution environnante et par un encrassement de la combustion) et il est ainsi nécessaire de le nettoyer périodiquement.

[0006] Le lavage moteur en aéronautique (également connu sous le terme anglais « gas path waterwash ») est une opération nécessaire pour restaurer la marge EGT (pour

« Exhaust Gas Temperature margin » en anglais). La marge EGT est l'écart entre la température maximale autorisée pour les gaz d'échappement, et la température réelle de ces gaz, mesurée en sortie de la turbine basse pression.

[0007] Plus cette marge EGT est grande, meilleur est le rendement du moteur. Et si cette marge EGT baisse, c'est un signe de sur-consommation, et donc de baisse de rendement.

[0008] Ainsi, en réalisant un lavage moteur, on obtient un gain de performance du moteur, un gain en consommation de carburant, ainsi qu'une amélioration de la longévité du moteur sous l'aile.

[0009] Un lavage moteur peut également être réalisé après ingestion d'un oiseau.

[0010] Pour réaliser un lavage moteur, les solutions actuelles (parmi lesquelles on peut citer la solution proposée dans le brevet EP 1 897 806 B1) proposent d'injecter de l'eau sous pression en amont du compresseur basse pression 4, le plus souvent en amont de la soufflante 3.

[0011] Cependant, l'efficacité d'un tel lavage n'est pas optimale et il reste souvent des zones encrassées, qui sont difficilement atteignables En effet, l'eau va perdre de la pression au fur et à mesure de sa progression dans le moteur et n'aura plus de pression suffisante lorsqu'elle atteindra les zones les plus encrassées (situées au niveau du « core engine »).

[0012] En outre, selon la conception du moteur, il s'avère parfois difficile, voire impossible de réaliser un lavage moteur en injectant l'eau sous pression en amont du compresseur basse pression. On peut par exemple citer l'exemple d'un moteur ayant des aubes fixes de compresseur à angle de calage variable (de l'acronyme anglais VSV pour « Variable Stator Vane ») ou des vannes de décharge d'air (de l'acronyme anglais VBV pour « Variable Bleed Valve »). En fonction de l'ouverture de ces vannes, une grande partie de l'eau de lavage est détournée et envoyée dans le flux froid (veine secondaire) au lieu de circuler dans le flux chaud (veine primaire) et en particulier dans le « core engine » pour le nettoyer. À titre d'exemple, il est actuellement difficile de réaliser un lavage efficace du moteur LEAP 1C (pour « Leading Edge Aviation Propulsion » en anglais), car, lors des phases d'entretien, pour ce modèle de moteur, il n'est pas possible de fermer les portes VBV par une simple commande depuis le cockpit lorsque l'aéronef est en phase de stationnement. La majeure partie de l'eau de lavage, injectée en amont des portes VBV, est donc évacuée sans passer par le « core engine ».

[0013] Il existe donc un besoin d'améliorer les solutions existantes de lavage des moteurs de turbomachines.

Exposé de l'invention

[0014] Pour ce faire, l'invention concerne un procédé de lavage d'un moteur à turbine à gaz d'un aéronef, le moteur comprenant, de l'amont vers l'aval selon une direction principale d'écoulement de gaz, un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute pression et une turbine basse pression, ces éléments définissant une veine primaire destinée à être traversée par un flux primaire de gaz, et le moteur étant équipé d'un capteur de température, dit T25, destiné à mesurer une température régnant dans la veine primaire entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression, le capteur étant inséré et maintenu dans un orifice pratiqué dans une paroi d'une pièce du moteur située entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression, de sorte que le capteur une fois installé dans cet orifice soit situé dans la veine primaire, entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression,

le procédé comprenant les étapes consistant à :

- retirer le capteur de température T25 du moteur ;
- faire fonctionner le moteur, sans y injecter de carburant, et injecter par l'orifice une solution aqueuse sous pression dans le moteur en fonctionnement, de manière à ce qu'un flux de la solution aqueuse injectée soit dirigé vers le compresseur haute pression et passe au travers de la turbine basse pression.

[0015] Ici, faire fonctionner le moteur sans y injecter de carburant signifie faire tourner le moteur sans y injecter de carburant, c'est-à-dire faire tourner les compresseurs et turbines. Cette action est connue sous le terme « dry motoring » en anglais.

[0016] En faisant tourner le moteur, la solution aqueuse qui est injectée va naturellement être entrainée dans la direction principale 5 d'écoulement des gaz, donc vers le compresseur haute pression, la chambre de combustion, la turbine haute pression et la turbine basse pression. La vitesse de rotation du moteur permet de bien répartir la solution aqueuse dans le « core engine » avec un effet cinétique.

[0017] De préférence, l'injection de la solution aqueuse sous pression dans le moteur en fonctionnement se fait pendant une durée déterminée. Puis, on stoppe le fonctionnement du moteur et on réinstalle le capteur de température T25 à son emplacement.

[0018] De préférence, l'étape d'injection de la solution aqueuse est réalisée en utilisant un système de lavage comprenant :

- un corps creux ayant une première extrémité ouverte et une deuxième extrémité, le corps creux étant équipé d'une embase et d'un conduit en communication fluidique avec la première extrémité ouverte et débouchant sur au moins une ouverture, le corps creux étant configuré pour être inséré dans l'orifice et l'embase étant configurée pour permettre un maintien en position du corps creux dans l'orifice ;
- un tuyau ayant une première extrémité, configurée pour être raccordée à la première

extrémité ouverte du corps creux, et une deuxième extrémité, configurée pour être raccordée à un distributeur de solution aqueuse sous pression.

[0019] On a précisé plus haut que le corps creux était configuré pour être inséré dans l'orifice. Le corps creux a donc un diamètre externe qui est inférieur ou sensiblement égal (c'est-à-dire incluant un jeu permettant son coulissement) au diamètre de l'orifice. De préférence, le corps creux de l'outillage a les mêmes dimensions que le corps du capteur T25, notamment la même longueur. Une fois que le corps creux est placé dans l'orifice, la deuxième extrémité du corps creux débouche dans la veine primaire.

[0020] On a également précisé que la première extrémité du tuyau était configurée pour être raccordée à l'une des extrémités ouvertes du corps creux. Cette première extrémité peut donc, par exemple, être munie d'un connecteur hydraulique du type clipsable.

[0021] Le maintien en position du corps creux dans l'orifice peut se faire par fixation de l'embase sur la paroi. Il est avantageux que l'embase du corps creux ait les mêmes points de fixation que l'embase du capteur T25.

[0022] De préférence, le corps creux s'étend selon une direction longitudinale. Il peut s'agir d'un tube ou d'une canne d'injection.

[0023] Selon une variante de l'invention, ladite au moins une ouverture est située dans une portion du corps creux incluant la deuxième extrémité.

[0024] Ladite au moins une ouverture peut être située dans la deuxième extrémité du corps creux.

[0025] Selon une variante, ladite au moins une ouverture peut être située dans une paroi latérale du corps creux ; de préférence, elle peut être située à proximité de la deuxième extrémité du corps creux. On entend par « paroi latérale » une paroi reliant les première et deuxième extrémités du corps creux.

[0026] Selon une variante de l'invention, ladite portion peut être une portion courbe.

[0027] Le fait d'avoir une portion courbe et/ou d'avoir l'ouverture dans une paroi latérale du corps creux permet d'orienter le flux de solution aqueuse là où on le souhaite. Bien sûr, la longueur de cette portion courbe, ainsi que son rayon de courbure sont pensés pour permettre l'introduction du corps creux dans l'orifice.

[0028] Avantageusement, ladite ouverture est équipée d'un déflecteur, configuré pour orienter le flux de solution aqueuse sous pression vers l'amont du compresseur haute pression.

[0029] La solution aqueuse que l'on utilise peut être de l'eau, déminéralisée ou comprenant des impuretés (par exemple des sels minéraux) dans une proportion au plus de 2 g/L, de préférence inférieure à 1 g/L, et mieux encore inférieure à 0,5 g/L. En variante, elle peut aussi être une solution aqueuse contenant un détergent autorisé par la réglementation avionique, par exemple le ZOK 27 du fabricant ZOK, qui est un nettoyant autorisé, ou bien encore une solution hydro-alcoolique, par exemple un mélange d'eau

et d'éthanol (en cas de température négative).

Brève description des dessins

[0030] D'autres aspects, buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante d'une forme de réalisation préférée de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux figures annexées :

[0031] - [Fig.1] représente une vue schématique en coupe axiale d'un exemple de turbomachine d'aéronef ;

[0032] - [Fig.2] représente une vue en perspective d'un capteur T25 ;

[0033] - [Fig.3] représente une vue en perspective d'un outillage d'injection selon un exemple de réalisation de l'invention ;

[0034] - [Fig.4] est une vue en coupe de la [Fig.3] selon le plan AA ;

[0035] - [Fig.5] est une vue en coupe d'un outillage d'injection selon un autre exemple de réalisation de l'invention ;

[0036] - [Fig.6] est une vue en coupe d'un outillage d'injection selon un autre exemple de réalisation de l'invention ;

[0037] - [Fig.7] est une vue partielle et en perspective d'un moyeu et de ses aubes, montrant l'orifice d'entrée du capteur T25.

[0038] **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

[0039] La plupart des moteurs à turbine à gaz pour aéronef comportent un capteur, parfois appelé T25 (également appelé ci-après « capteur T25 » ou « sonde T25 »), qui permet de mesurer la température dans la veine primaire, entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression.

[0040] Le compresseur HP et le compresseur BP sont généralement mûs par deux arbres rotatifs distincts (pouvant tourner à des vitesses différentes), l'un étant couplé à la turbine HP et l'autre étant couplé à la turbine BP.

[0041] Selon le principe de l'invention, on utilise l'orifice du capteur de température T25 pour injecter une solution aqueuse de lavage au plus près du « core engine ».

[0042] Pour ce faire, on enlève le capteur T25 et on peut injecter la solution aqueuse directement dans l'orifice dans lequel était placé le capteur ou bien utiliser un système de lavage comprenant un outillage d'injection du type corps creux à deux extrémités ouvertes, qui est sera raccordé à la solution aqueuse via, par exemple, un tuyau équipé d'un connecteur hydraulique.

[0043] En pratique, pour enlever le capteur T25, on ouvre une portion de la nacelle (cette ouverture étant par exemple réalisée en faisant pivoter deux demi-portions de nacelles autour d'une charnière, à la manière d'ailes de papillon qui s'écartent l'une de l'autre), ce qui est une opération standard ; puis, on retire le « kit engine », qui est un ensemble

comprenant une virole et des bras, et qui délimite la veine secondaire, du côté radialement interne de cette veine, juste en aval des OGV (pour « Outlet Guide Vanes » en anglais, qui sont des aubes fixes présentes dans la veine secondaire, situées en aval de la soufflante) ; pour cela, on démonte le « kit engine » du moyeu auquel il est fixé, afin d'accéder à une zone inter-veine appelée « compartement core » (qui renferme de la câblerie, des conduits d'amenée de carburant, etc. et qui est la zone dans laquelle est située l'arrière du capteur de température T25, avec ses connexions électriques, et d'où on peut démonter l'embase du capteur).

[0044] La [Fig.7] illustre de manière schématique et selon une vue partielle la face arrière d'un moyeu 27 équipé d'aubes 28 ; on peut voir l'orifice 29 destiné à accueillir le capteur T25 et dans lequel on va insérer l'outillage selon l'invention. On retrouve une forme qui correspond à la forme spécifique de l'embase du capteur T25 (et à celle de l'embase de l'outillage).

[0045] De manière connue et comme illustré dans la [Fig.2], le capteur T25, désigné par la référence 15, a généralement un corps 16 de forme longiligne et peut comporter une embase 17 (également appelée « semelle de fixation ») qui permet de fixer le capteur 15 à une paroi (par exemple à l'aide de vis 18). Le capteur est destiné à être inséré dans un orifice pratiqué dans une paroi d'un élément du moteur. Cette paroi, située entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression, délimite la veine primaire du côté radialement externe. L'élément du moteur en question est par exemple le moyeu qui est situé entre les compresseurs haute et basse pression. Le capteur T25, une fois mis en place, est situé entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression, et débouche dans la veine primaire, de manière à ce qu'il puisse mesurer la température dans la veine primaire entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression. Comme illustré dans la [Fig.1], le capteur 15 est monté sur une paroi qui délimite directement la veine primaire ; l'axe du capteur 15 est sensiblement perpendiculaire à cette paroi et plonge dans la veine primaire.

[0046] En référence aux figures 3 et 4 est représenté un exemple d'un outillage configuré pour réaliser le lavage ; il comporte un corps creux 19 ayant deux extrémités 21 et 22 ouvertes et une embase 20 munie de trois trous 25. Ici le corps creux est un tube droit qui délimite un conduit 24 central qui débouche sur les deux extrémités. Les trois trous 25 des embase 17 et 20 qui permettent la fixation coïncident ; de préférence, l'embase 20 a la même forme que celle de l'embase 17 du capteur T25.

[0047] En étant installé à la place du capteur T25, l'outillage selon l'invention permet d'injecter une solution aqueuse sous pression directement dans la veine primaire.

[0048] Comme illustré dans la [Fig.1], du fait que la paroi qui délimite la veine primaire a une forme en entonnoir entre les deux compresseurs, l'axe du capteur 15 pointe légèrement vers l'amont (l'avant) du moteur. Avantageusement, pour diriger le flux

d'eau vers l'arrière, on peut, selon une première variante, courber l'extrémité de l'outillage ; comme représenté dans la [Fig.5], le corps creux peut comporter une portion 23 d'extrémité qui est courbe. Selon une autre variante, illustrée dans la [Fig.6] , on peut percer latéralement le corps 16 du capteur, à proximité d'une extrémité du corps, de sorte que l'eau circulant dans le conduit 24 soit éjectée latéralement par l'orifice de sortie latérale 26. Comme on peut le voir ici, le conduit 24 est un trou borgne réalisé dans la longueur du corps 19 de l'outillage et la sortie de la solution aqueuse se fait uniquement par l'orifice de sortie latérale 26.

[0049] Il est à noter que le principe de l'invention a été développé pour résoudre une des problématiques de lavage rencontrée sur le LEAP 1C, qui présente notamment comme caractéristique que les vannes VBV sont en permanence ouvertes, mais il peut également s'appliquer sur le LEAP 1A et le LEAP 1B, ou sur tout type de moteur de turbine à gaz pour aéronef tel que défini plus haut.

[0050] Selon l'invention, en injectant une solution aqueuse (par exemple de l'eau) sous pression au plus près du « core engine », on améliore l'efficacité du lavage du moteur et en particulier, on améliore l'efficacité du lavage de la partie la plus encrassée du moteur (le compresseur haute pression).

[0051] L'injection d'eau en utilisant le passage de la sonde de température T25 (on retire la sonde et on la remplace par l'outillage d'injection d'eau) permet de travailler en aval des VBV (et leur position ouverte ou fermée n'a donc plus d'importance) et d'amener l'eau au plus près du « core engine ».

[0052] En procédant ainsi, on évite à l'eau de passer par le compresseur basse pression et elle conserve donc sa pression lorsqu'elle pénètre dans le compresseur haute pression.

[0053] En outre, un des avantages de l'invention est qu'elle permet d'utiliser une grande partie du matériel de lavage déjà disponible chez les compagnies aériennes (concrètement un distributeur de solution aqueuse sous pression, comme par exemple un compresseur à eau, qui assure l'alimentation en eau chaude ou froide du lavage).

[0054] Le procédé de lavage selon l'invention peut se pratiquer lors d'une maintenance sous aile ; en d'autres termes, il n'est pas nécessaire de démonter le moteur de sa nacelle. Le procédé de lavage selon l'invention présente l'avantage que la sonde T25 est facilement accessible et il est donc aisé de la retirer pour procéder au lavage du moteur, pour ensuite la remettre en place une fois le lavage terminé.

[0055] Un autre avantage est que, comme le lavage est amélioré par cette technique, on peut utiliser de l'eau pure pour réaliser le lavage, ce qui facilite une éventuelle analyse du fluide de lavage, en sortie du moteur, en vue, par exemple, d'un suivi de l'état du moteur.

[0056] Par ailleurs, en injectant la solution aqueuse de nettoyage par l'orifice dédié au placement du capteur T25, la solution aqueuse va suivre naturellement le trajet des gaz

dans la veine primaire. Ainsi, par rapport à une injection du fluide de lavage au niveau du compresseur haute pression par exemple, l'injection entre les deux compresseurs permet de donner au fluide de lavage une direction d'écoulement globale qui va de l'amont vers l'aval, et évite de casser le jet de fluide trop tôt. En effet, au niveau du compresseur haute pression, la veine est fortement rétrécie et les différentes roues sont resserrées, ce qui rend plus difficile l'injection d'un fluide destiné à s'écouler le long de la veine primaire. De plus, une injection entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression permet que le lavage débute dès l'entrée du compresseur haute pression, et non pas légèrement en aval de celle-ci. En outre, en faisant pénétrer la solution aqueuse par l'orifice bien identifié dédié au capteur T25 (et d'autant plus lorsqu'on utilise un corps creux qui est maintenu dans l'orifice en étant fixé sur la paroi comportant l'orifice, à la place du capteur T25), il est aisé de reproduire des conditions de lavage identiques entre chaque lavage, la solution aqueuse pénétrant toujours au même endroit du moteur. D'ailleurs, dans cette zone du moteur, il y a peu de sondes de températures différentes, voire il peut n'y avoir que le capteur T25 ; en outre, le capteur T25 a une semelle de fixation qui a une forme spécifique (forme particulière de carré ayant un coin rogné, arrondi, comme on peut le voir dans les figures 2, 6, ainsi que dans la [Fig.7], qui montre l'orifice d'entrée 29 du capteur T25 dans le moyeu 27), ce qui réduit considérablement les possibilités d'erreur pour un opérateur et réduit ainsi la variabilité d'un lavage à l'autre, par rapport à d'autres trous de passage.

[0057] Enfin, le trou de passage du capteur T25 est relativement large, propice à un débit de liquide élevé.

Revendications

[Revendication 1] Procédé de lavage d'un moteur à turbine à gaz d'un aéronef, le moteur comprenant, de l'amont vers l'aval selon une direction principale (5) d'écoulement de gaz, un compresseur basse pression (4), un compresseur haute pression (6), une chambre de combustion (11), une turbine haute pression (7) et une turbine basse pression (8), ces éléments définissant une veine primaire (14a) destinée à être traversée par un flux primaire de gaz (12a), et le moteur étant équipé d'un capteur de température (15), dit T25, destiné à mesurer une température régnant dans la veine primaire entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression, le capteur étant inséré et maintenu dans un orifice (29) pratiqué dans une paroi d'une pièce du moteur située entre le compresseur basse pression (4) et le compresseur haute pression (6), de sorte que le capteur une fois installé dans cet orifice soit situé dans la veine primaire (14a), entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression,

le procédé comprenant les étapes consistant à :

- retirer le capteur de température (15) T25 du moteur ;
- faire fonctionner le moteur, sans y injecter de carburant, et injecter par l'orifice (29) une solution aqueuse sous pression dans le moteur en fonctionnement, de manière à ce qu'un flux de la solution aqueuse injectée soit dirigé vers le compresseur haute pression (6) et passe au travers de la turbine basse pression (8).

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape d'injection de la solution aqueuse est réalisée en utilisant un système de lavage comprenant :

- un corps creux (19) ayant une première extrémité ouverte (21) et une deuxième extrémité (22), le corps creux étant équipé d'une embase (20) et d'un conduit (24) en communication fluidique avec la première extrémité ouverte (21) et débouchant sur au moins une ouverture (26), le corps creux étant configuré pour être inséré dans l'orifice (29) et l'embase (20) étant configurée pour permettre un maintien en position du corps creux dans l'orifice ;
- un tuyau ayant une première extrémité, configurée pour être raccordée à la première extrémité ouverte (21) du corps creux, et une deuxième extrémité, configurée pour être raccordée à un distributeur de solution aqueuse sous pression.

[Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, dans lequel ladite au moins une ouverture (26) est située dans une portion du corps creux (19) incluant la deuxième extrémité (22).

[Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, dans lequel ladite au moins une ouverture est située dans la deuxième extrémité du corps creux.

[Revendication 5] Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel ladite au moins une ouverture est située dans une paroi latérale du corps creux.

[Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel ladite portion est une portion courbe (23).

[Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dans lequel ladite ouverture est équipée d'un déflecteur, configuré pour orienter le flux de solution aqueuse sous pression vers l'amont du compresseur haute pression (6).

[Fig. 1]

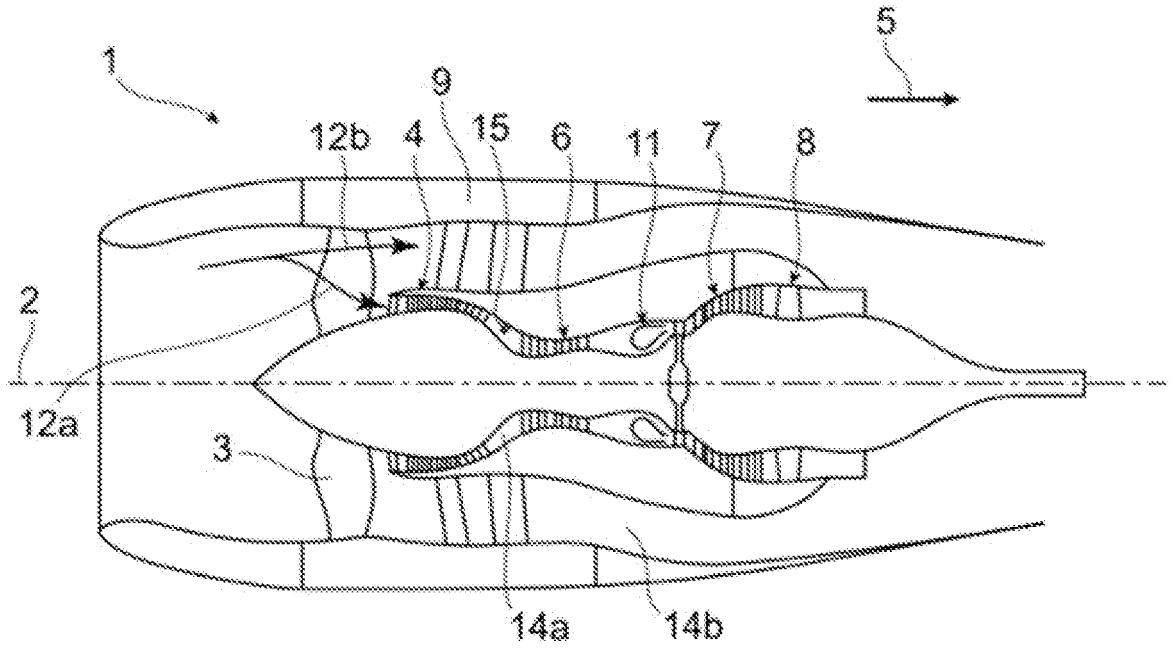


FIG. 1

[Fig. 2]

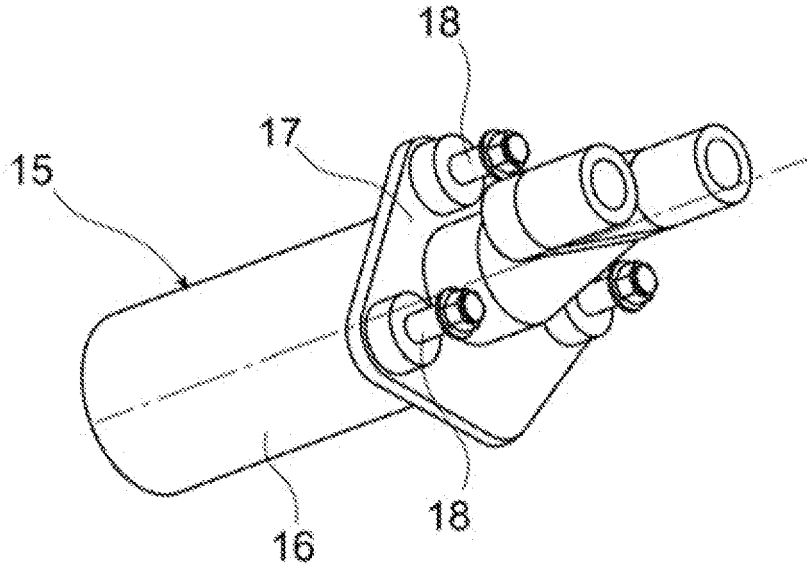


FIG. 2

[Fig. 3]

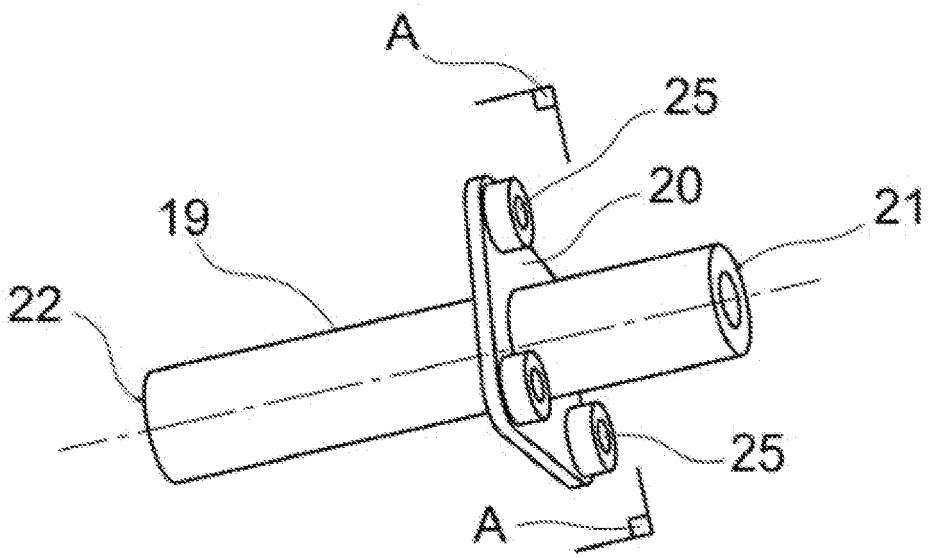


FIG. 3

[Fig. 4]

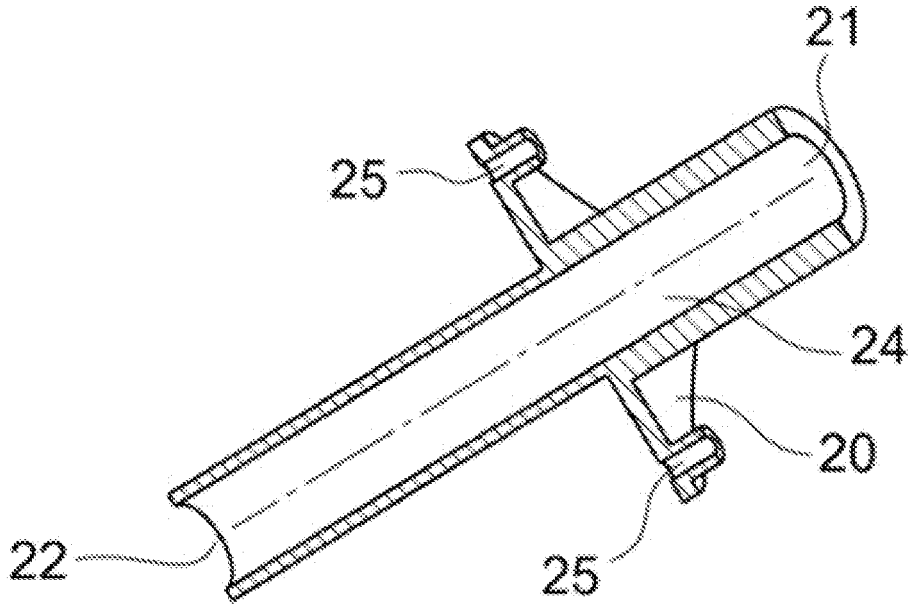


FIG. 4

[Fig. 5]

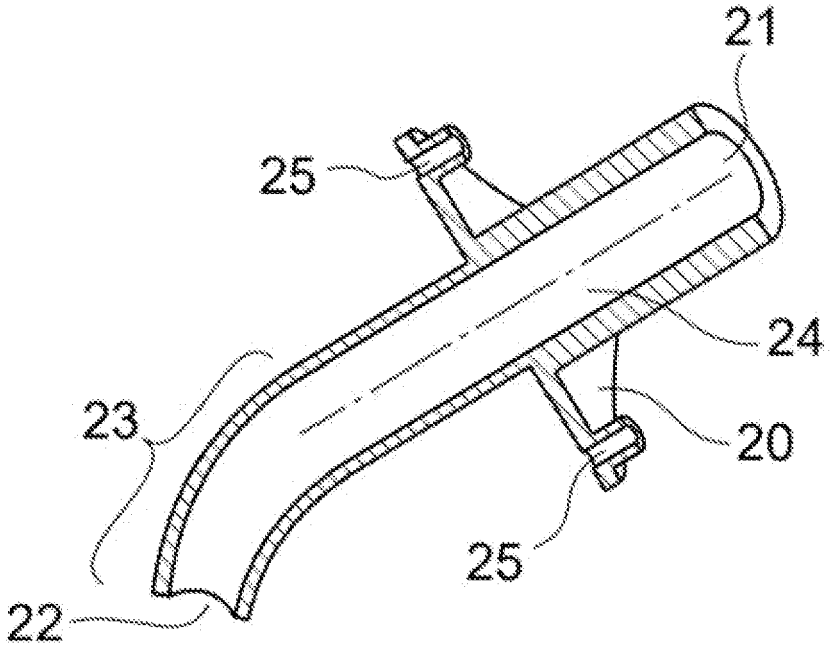


FIG. 5

[Fig. 6]

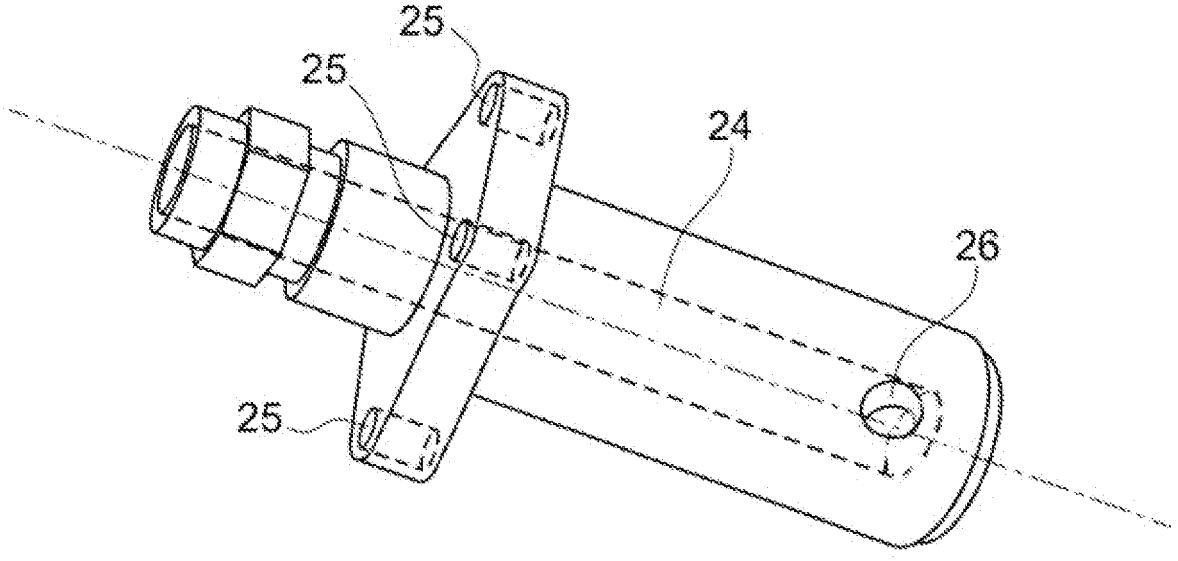


FIG. 6

[Fig. 7]

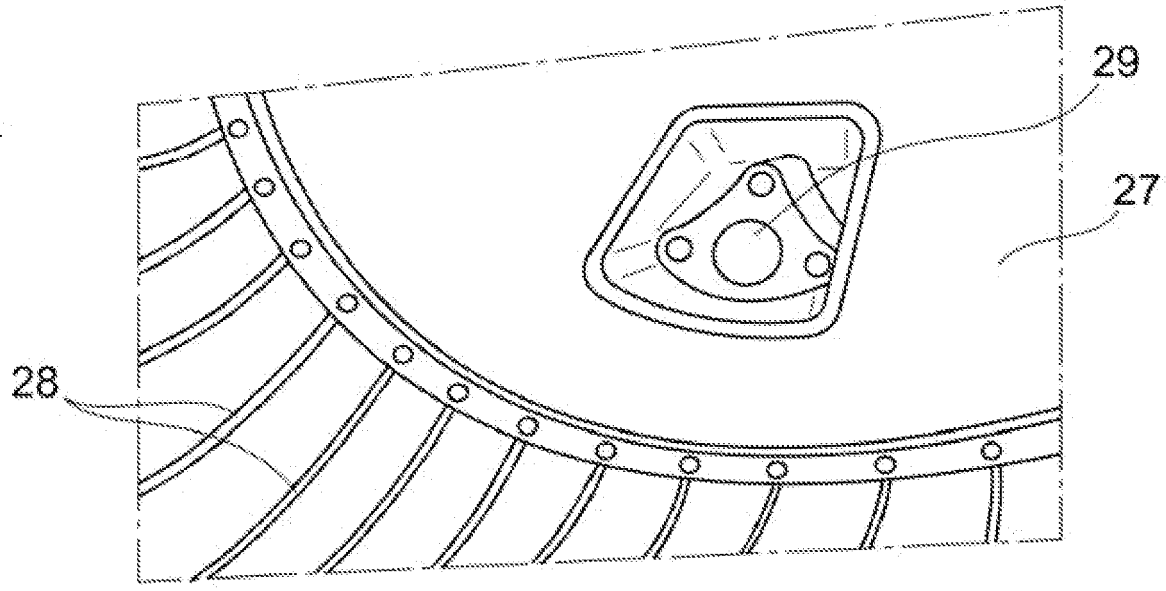


FIG. 7

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 914082
FR 2214252

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2019/292938 A1 (WANG PENG [CN]) 26 septembre 2019 (2019-09-26) * alinéa [0046] - alinéa [0060]; figures *	1	B64F 5/00 F04D 29/70
A	US 2021/254500 A1 (BIFULCO ANTHONY R [US]) 19 août 2021 (2021-08-19) * le document en entier *	1-7	
A	US 2018/149038 A1 (ERIKSEN MICHAEL EDWARD [US] ET AL) 31 mai 2018 (2018-05-31) * le document en entier *	1-7	
A	US 2013/174869 A1 (ROESING JUERGEN [DE] ET AL) 11 juillet 2013 (2013-07-11) * le document en entier *	1-7	
A,D	EP 1 897 806 B1 (ECOSERVICES LLC [US]) 26 février 2014 (2014-02-26) * le document en entier *	1-7	
A	US 2017/175569 A1 (RAWSON LLOYD ERIC [US]) 22 juin 2017 (2017-06-22) * le document en entier *	1-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F01D

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
12 juillet 2023	Teissier, Damien

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2214252 FA 914082

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 12-07-2023
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019292938 A1	26-09-2019	CN 110050107 A	23-07-2019
		EP 3510254 A1	17-07-2019
		SG 11201903204W A	30-05-2019
		US 2019292938 A1	26-09-2019
		WO 2018068303 A1	19-04-2018
US 2021254500 A1	19-08-2021	EP 3865679 A1	18-08-2021
		US 2021254500 A1	19-08-2021
US 2018149038 A1	31-05-2018	CN 110234844 A	13-09-2019
		EP 3548709 A1	09-10-2019
		US 2018149038 A1	31-05-2018
		WO 2018102078 A1	07-06-2018
US 2013174869 A1	11-07-2013	DE 102010045869 A1	23-02-2012
		EP 2601387 A2	12-06-2013
		US 2013174869 A1	11-07-2013
		WO 2012025090 A2	01-03-2012
EP 1897806 B1	26-02-2014	AR 049106 A1	28-06-2006
		AT 381482 T	15-01-2008
		AT 462870 T	15-04-2010
		AU 2004320619 A1	22-12-2005
		AU 2005251945 A1	22-12-2005
		AU 2010206085 A1	19-08-2010
		AU 2011201020 A1	31-03-2011
		AU 2011202165 A1	02-06-2011
		BR PI0418904 A	27-11-2007
		BR PI0512030 A	06-02-2008
		CA 2506174 A1	14-12-2005
		CA 2570243 A1	22-12-2005
		CA 2714809 A1	22-12-2005
		CN 1788143 A	14-06-2006
		CN 1976843 A	06-06-2007
		CN 101972749 A	16-02-2011
		DE 202004021368 U1	07-02-2008
		DE 202005021369 U1	03-01-2008
		DE 202005021819 U1	12-05-2010
		DE 602005003944 T2	04-12-2008
		DK 1756399 T3	19-07-2010
		DK 1897806 T3	31-03-2014
		DK 2196394 T3	25-03-2013
		EP 1755952 A1	28-02-2007
		EP 1756399 A1	28-02-2007
		EP 1897806 A2	12-03-2008
		EP 2196394 A2	16-06-2010

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2214252 FA 914082

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 12-07-2023
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
		EP 2263809 A2	22-12-2010
		ES 2297725 T3	01-05-2008
		ES 2343409 T3	30-07-2010
		ES 2454740 T3	11-04-2014
		HK 1092854 A1	16-02-2007
		HK 1153427 A1	30-03-2012
		JP 4249243 B2	02-04-2009
		JP 4785842 B2	05-10-2011
		JP 5183768 B2	17-04-2013
		JP 5280563 B2	04-09-2013
		JP 2007534890 A	29-11-2007
		JP 2008504478 A	14-02-2008
		JP 2011007196 A	13-01-2011
		JP 2011179508 A	15-09-2011
		JP 2012184767 A	27-09-2012
		KR 20070043966 A	26-04-2007
		KR 20110045107 A	03-05-2011
		MX 344139 B	07-12-2016
		MY 139149 A	28-08-2009
		NO 329501 B1	01-11-2010
		PL 1756399 T3	30-09-2010
		RU 2007101311 A	20-07-2008
		RU 2010136741 A	10-03-2012
		TW I328474 B	11-08-2010
		TW 201043349 A	16-12-2010
		US 2006081521 A1	20-04-2006
		US 2008040872 A1	21-02-2008
		US 2008149141 A1	26-06-2008
		US 2008216873 A1	11-09-2008
		US 2010031977 A1	11-02-2010
		US 2013240002 A1	19-09-2013
		US 2014083466 A1	27-03-2014
		US 2015083169 A1	26-03-2015
		US 2016251978 A1	01-09-2016
		WO 2005120953 A1	22-12-2005
		WO 2005121509 A1	22-12-2005
US 2017175569 A1	22-06-2017	CA 2951117 A1	17-06-2017
		CN 107013500 A	04-08-2017
		EP 3192590 A1	19-07-2017
		JP 2017110660 A	22-06-2017
		TW 201732145 A	16-09-2017
		US 2017175569 A1	22-06-2017

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82