

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 155 259

②1 N° d'enregistrement national : 23 12284

⑤1 Int Cl⁸ : F 02 C 7/047 (2024.01), F 01 D 25/02

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 10.11.23.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de mise à la disposition du public de la demande : 16.05.25 Bulletin 25/20.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑫⑥ 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) : CAVAREC Mickael, REISER Stephen
Kévin et VERY Chloé Marie Cathy.

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

⑦④ Mandataire(s) : Cabinet CAMUS LEBKIRI.

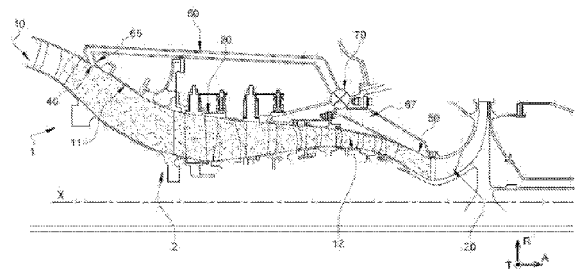
⑫④ SYSTEME ANTIGIVRAGE D'UNE VEINE D'AIR POUR UN COMPRESSEUR POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF ET PROCEDE ANTIGIVRAGE D'UNE VEINE D'AIR POUR UN COMPRESSEUR POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF.

⑫⑤ SYSTEME ANTIGIVRAGE D'UNE VEINE D'AIR POUR UN COMPRESSEUR POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF ET PROCEDE ANTIGIVRAGE D'UNE VEINE D'AIR POUR UN COMPRESSEUR POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF

Système antigivrage d'une veine d'air pour un compresseur pour une turbomachine d'aéronef comprenant :

une paroi extérieure (30) délimitant extérieurement la veine d'air, comprenant une fente de réinjection d'air (40) et une fente de prélèvement d'air (50), la fente de réinjection d'air (40) étant en amont de la fente de prélèvement d'air (50) ; un dispositif antigivrage, ledit dispositif antigivrage comprenant une canalisation (60) reliant la fente de prélèvement d'air (50) et la fente de réinjection d'air (40) de sorte à amener l'air prélevée par la fente de prélèvement d'air (50) jusqu'à la fente de réinjection d'air (40) ; une vanne (70) positionnée dans la canalisation (60) pour interrompre le flux d'air à l'intérieur de la canalisation.

Figure à publier avec l'abrégié : Figure 1



FR 3 155 259 - A1



Description

Titre de l'invention : SYSTEME ANTIGIVRAGE D'UNE VEINE D'AIR POUR UN COMPRESSEUR POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF ET PROCEDE ANTIGIVRAGE D'UNE VEINE D'AIR POUR UN COMPRESSEUR POUR UNE TURBOMACHINE D'AERONEF

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'aéronautique et particulièrement au domaine des dispositifs et procédés antigivrage pour un compresseur de turbomachine.

[0002] L'invention concerne un système antigivrage d'une veine d'air pour un compresseur pour une turbomachine d'aéronef et une turbomachine d'aéronef comprenant ce système antigivrage. L'invention concerne aussi un procédé antigivrage d'une veine d'air pour un compresseur d'une turbomachine comprenant un système antigivrage selon le premier aspect de l'invention.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0003] Une turbomachine aéronautique comporte classiquement un compresseur, une chambre de combustion et une turbine. Le rôle de la turbine est d'assurer l'entraînement en rotation du compresseur en prélevant une partie de l'énergie de pression des gaz chauds sortant de la chambre de combustion et en la transformant en énergie mécanique.

[0004] Un compresseur est constitué d'une partie tournante, d'un rotor comprenant un axe de rotation, d'une partie fixe, le stator, et d'une enveloppe, le carter et le stator étant solidaires l'un de l'autre. Le rotor comprend un tambour constitué par un assemblage de plusieurs disques sur lesquels sont fixées de façon circonférentielle des aubes mobiles en rotation. Le stator est constitué d'une pluralité d'aubes fixe (car elles ne tournent pas autour de l'axe de rotation du rotor mais peuvent être mobiles en rotation suivant leur propre axe) fixées de façon circonférentielle sur le carter ou sur des viroles. Chaque rangée d'aubes fixes du stator, dites redresseuses, constitue un redresseur. Une rangée d'aubes mobiles et une rangée d'aubes fixes forment un étage de compresseur.

[0005] Lorsqu'un aéronef comprenant une turbomachine traverse un nuage de gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace dans certaines conditions de vol, ces derniers peuvent former une couche de glace appelée givre dans la turbomachine et ainsi provoquer des dégradations telles qu'une diminution des performances aérodynamiques, des dégâts mécaniques, une perte de poussée.

- [0006] L'accrétion de glace dans des conditions de présence de nuages de cristaux de glace en haute altitude ne provoque pas la formation de givre. En effet, dans ces conditions les cristaux de glace ne font que rebondir et se casser à l'impact des parois de la turbomachine. Le givrage nécessite donc la présence d'eau liquide, par exemple à proximité d'une source de chaleur.
- [0007] Par exemple, les cristaux de glace vont fondre partiellement avec le réchauffement de l'écoulement provoqué par la compression et générer ces conditions givrantes.
- [0008] Le processus d'accrétion de givre peut être schématisé de la façon suivante :
- ingestion de cristaux de glace de la part de la turbomachine ; les cristaux rebondissent sur les parois de la turbomachine et se fragmentent ;
 - réchauffement et fonte partielle des cristaux à proximité d'une paroi du compresseur ;
 - adhésion aux parois du compresseur et formation d'un film liquide au contact de la paroi chaude ;
 - évaporation du film et impact de nouveaux cristaux avec prélèvement de la chaleur à la paroi ;
 - formation d'une couche de glace lorsque la température de la paroi atteint 0°C.
- [0009] Il existe des technologies de dégivrage, pour retirer le givre accumulé sur les parois solides, et d'antigivrage empêchant la formation de glace.
- [0010] Parmi les solutions de dégivrage et antigivrage existantes, il est possible de citer les exemples suivants :
- dégivrage et antigivrage de certaines parties comme les lèvres d'entrée d'air et nacelle ou le cône ; dans ce cas un flux d'air chaud circule à l'intérieur de la turbomachine sans entrer en contact avec les veines d'air ;
 - dégivrage et antigivrage électrique ;
 - vidange ou purge de flux d'air et de glace via les portes VBV de l'acronyme « Variable bleed valve ».
- [0011] Toutefois, il n'existe pas aujourd'hui un système antigivrage qui soit actif uniquement quand les conditions de formation de givre sont remplies et qui puisse agir sélectivement sur les portions des parois sur lesquelles la formation de givre est favorisée, sans pour autant perturber l'écoulement d'air dans la veine d'air principal.

Résumé de l'invention

- [0012] L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment en proposant un système antigivrage capable de prélever de l'air chaud circulant dans une veine d'air d'une turbomachine pour le réinjecter plus amont, de sorte à obtenir un effet antigivrage sur la paroi extérieure du compresseur. La réinjection d'air chaud dans la

veine d'air a lieu uniquement quand les conditions d'accrétion de givre sont réunies. De plus, la réinjection est réalisée en utilisant un angle d'injection opportunément choisi, de sorte à ne pas perturber l'écoulement principal dans la veine d'air pendant le fonctionnement du système antigivrage.

[0013] Un premier aspect de l'invention porte un système antigivrage d'une veine d'air pour un compresseur pour une turbomachine d'aéronef comprenant:

- une paroi extérieure formée d'au moins une virole extérieure, délimitant extérieurement une veine d'air, la virole extérieure comprenant une fente de réinjection d'air et la paroi extérieure comprenant en outre une fente de prélèvement d'air, la fente de réinjection d'air étant en amont de la fente de prélèvement d'air;
- un dispositif antigivrage, ledit dispositif antigivrage comprenant :
 - une canalisation reliant la fente de prélèvement d'air et la fente de réinjection d'air de sorte à amener l'air prélevée par la fente de prélèvement d'air jusqu'à la fente de réinjection d'air, ladite canalisation possédant une portion terminale s'étendant de la fente de réinjection d'air, l'angle entre une tangente de la virole de la paroi extérieure au niveau de la fente de réinjection d'air et la portion terminale de la canalisation étant compris entre 10° et 30°;
 - une vanne positionnée dans la canalisation pour interrompre le flux d'air à l'intérieur de la canalisation.

[0014] On entend par fente de prélèvement ou de réinjection d'air une ouverture dans la paroi extérieure délimitant la veine d'air et permettant le passage d'air.

[0015] La fonte partielle des cristaux de glace forme un mélange solide/liquide qui adhère à la paroi du compresseur, à savoir la virole extérieure. Par exemple, cette situation se vérifie dans la partie du conduit formant la veine d'air, en forme de col de cygne entre le compresseur basse pression et le compresseur haute pression d'une turbomachine double corps – double flux.

[0016] La fente de prélèvement d'air étant située en aval de la fente de réinjection, l'air prélevé possède une température plus élevée que l'air circulant dans la partie amont de la veine d'air. Il est donc possible d'utiliser l'air plus chaud pour empêcher la formation de givre sur la virole extérieure.

[0017] L'angle entre la partie terminale ou cavité de la canalisation et la tangente de la virole extérieure au niveau de la fente de réinjection est choisi pour permettre le réchauffement de la virole extérieure sans générer d'effet perturbateur par rapport à l'écoulement principal en veine.

[0018] La vanne permet la réinjection d'air chaud uniquement en cas de besoin, à savoir si les conditions d'accrétion de givre sont remplies. Par ailleurs, les inventeurs ont

vérifié que la présence des fentes d'injection et de prélèvement d'air ne perturbe pas l'écoulement principal dans la veine d'air.

- [0019] Selon un mode de réalisation, la virole extérieure possède une section circulaire selon un plan de coupe normal à un axe de rotation de la turbomachine. Selon un exemple, la virole comprend une pluralité de fentes de réinjection d'air réparties autour de l'axe x, et en ce que la canalisation comprend une partie circulaire entourant les fentes pour les alimenter
- [0020] Selon un autre exemple, la virole comprend une pluralité de fentes de réinjection d'air réparties autour de l'axe x, la paroi comprend en outre une pluralité de fente de prélèvement d'air réparties autour de l'axe x chacune située en aval d'une fente de réinjection d'air et en ce que le dispositif de dégivrage comprend une pluralité de canalisation et de vannes positionnées chacune dans une canalisation pour alimentées une ou plusieurs fente réinjection d'air par une fente de prélèvement d'air.
- [0021] Selon un mode de réalisation la paroi comprend un carter externe du compresseur haute pression et en ce que le carter externe comprend une pluralité de fente autour de l'axe x de rotation pour alimenter et pressuriser le canal d'alimentation.
- [0022] Selon un mode de réalisation, la veine d'air est délimitée intérieurement par un moyeu de turbomachine.
- [0023] Selon un mode de réalisation, la paroi extérieure comprend une première partie et une deuxième partie, la première partie comprenant la virole extérieure et s'étendant entre une sortie de compresseur basse pression dans la veine d'air et une entrée de compresseur haute pression dans la veine d'air et la deuxième partie s'étendant entre une entrée de compresseur haute pression dans la veine d'air et une sortie de compresseur haute pression dans la veine d'air, la première partie comprenant la fente de réinjection d'air et la deuxième partie comprenant la fente de prélèvement d'air. Selon un exemple la deuxième partie s'étend de la virole extérieure formant la première partie. Selon un autre exemple, la paroi comprend au moins une partie intermédiaire entre les deux parties. Selon un exemple la virole extérieure de la paroi comprend la première et deuxième partie. Selon un autre exemple, la deuxième partie est formée par un carter de compresseur.
- [0024] Avantageusement, ce mode de réalisation permet de prélever l'air chaud au niveau du compresseur haute pression. Cela assure une différence de température comprise entre 20K et 30K entre l'air réinjecté et l'air s'écoulant dans la veine d'air au niveau de la fente de réinjection.
- [0025] Selon un exemple de ce mode de réalisation, une distance de projection axiale mesurée axialement entre la sortie de compresseur basse pression et la fente de réinjection d'air est comprise entre 0.1L et 0.3L, L étant une distance de projection

axiale mesurée axialement entre la sortie de compresseur basse pression et l'entrée de compresseur haute pression.

- [0026] Selon un exemple, la fente de réinjection d'air est située en amont des portes VBV. Un système de décharge d'air d'une turbomachine comprend un obturateur t, couramment dénommé porte VBV. Une telle porte VBV est montée pivotante selon un axe de pivotement sur une partie du carter inter-compresseur de sorte que la porte VBV soit déplaçable entre une position de fermeture, dans laquelle la porte VBV ferme l'orifice en masquant ce dernier, et une position d'ouverture, dans laquelle la porte VBV découvre tout ou partie de l'orifice et permet ainsi une circulation d'air au travers de l'orifice.
- [0027] Selon un mode de réalisation, la première partie de la paroi extérieure possède une forme en col de cygne.
- [0028] Selon un mode de réalisation la canalisation est extérieure à la veine d'air.
- [0029] Un deuxième aspect de l'invention porte sur une turbomachine d'aéronef comprenant une soufflante, un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une veine d'air traversant le compresseur basse pression et le compresseur haute pression et un système antigivrage selon le premier aspect de l'invention.
- [0030] Un troisième aspect de l'invention porte sur un procédé antigivrage d'un compresseur d'une turbomachine comprenant un système antigivrage selon le premier aspect de l'invention, ledit procédé antigivrage comprenant les étapes suivantes :
- Déterminer si des conditions d'accrétion de glace sur la virole extérieure de la paroi extérieure sont remplies en comparant une mesure de température dans la veine d'air à une valeur seuil ;
 - Si les conditions d'accrétion de glace sur la virole extérieure de la paroi extérieure sont remplies, ouvrir la vanne positionnée entre la fente de prélèvement d'air et la fente de réinjection d'air, de sorte à réinjecter l'air prélevé par la fente de prélèvement dans la veine d'air grâce à la fente de réinjection d'air, l'air réinjecté par la fente de réinjection d'air étant plus chaud que l'air en entrée de la veine d'air.
- [0031] Grâce au procédé selon le troisième aspect de l'invention, la réinjection d'air est réalisée uniquement en cas de risque de formation de givre sur la virole extérieure délimitant extérieurement la veine d'air.
- [0032] Selon un mode de réalisation, le procédé selon le troisième aspect de l'invention comprend en outre une étape d'envoi d'un signal de risque de givrage à un opérateur, l'ouverture de la vanne étant déclenchée par l'opérateur.
- [0033] Selon un mode de réalisation, le procédé selon le troisième aspect de l'invention comprend une étape d'envoi d'un signal de risque de givrage à un système de

régulation numérique d'un moteur de turbomachine, l'ouverture de la vanne étant déclenchée par le système de régulation numérique d'un moteur de turbomachine.

[0034] L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0035] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit, illustrée par les figures dans lesquelles :

[0036] La [Fig.1] illustre schématiquement un mode de réalisation du système antigivrage selon le premier aspect de l'invention ;

[0037] La [Fig.2] illustre schématiquement un deuxième mode de réalisation du système antigivrage selon le premier aspect de l'invention ;

[0038] La [Fig.3] illustre schématiquement l'angle de réinjection et la position de la fente de réinjection pour une veine d'air en forme de col de cygne intercompresseur ;

[0039] La [Fig.4] illustre un ordinogramme du procédé antigivrage selon le troisième aspect de l'invention.

[0040] Les [Fig.5a] et [Fig.5b] illustrent la température à l'intérieur de la veine d'air respectivement sans et avec le système antigivrage selon le premier aspect de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0041] Un exemple de réalisation d'un système antigivrage pour une veine d'air pour une turbomachine d'aéronef selon le premier aspect de l'invention est décrit ci-après. Cet exemple illustre les caractéristiques et avantages de l'invention.

[0042] Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.

[0043] Pour la compréhension de l'invention, on adoptera les orientations radiale R, tangentielle T et axiale A selon le repère RTA indiqué aux figures dont les axes tangent T et axial A s'étendent dans un plan horizontal suivant l'orientation aux figures. L'axe axial A est parallèle à un axe de rotation X d'une turbomachine d'aéronef comprenant le système antigivrage selon le premier aspect de l'invention.

[0044] Dans la description, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens d'écoulement de l'air depuis l'entrée de l'air dans la turbomachine vers la sortie de l'air hors de la turbomachine.

[0045] La [Fig.1] illustre un mode de réalisation du système antigivrage 1 selon le premier aspect de l'invention. Selon le mode de réalisation illustré à la [Fig.1], le système antigivrage 1 comprend une paroi extérieure 30 délimitant extérieurement une veine d'air. La paroi extérieure 30 peut être en une ou plusieurs parties, dont au moins une virole. La paroi comprend une fente de prélèvement d'air 50 et une fente de réinjection

d'air 40 au niveau de la virole. Les deux fentes sont reliées par une canalisation 60. La fente de réinjection d'air 40 est située en amont de la fente de réinjection d'air 50.

[0046] Grâce à cet agencement des fentes 40 et 50 reliées par la canalisation 60, il est possible de réinjecter de l'air ayant une température plus élevée que l'air circulant dans la veine d'air au niveau de la fente de réinjection 40, de sorte à éliminer le risque de formation de givre sur la virole de la paroi extérieure 30.

[0047] La canalisation 60 possède une portion terminale 65 comprenant la cavité s'étendant de la fente de réinjection d'air 40. La portion terminale 65 a des parois inclinées par rapport à la virole de la paroi extérieure 30 de sorte à former avec la tangente à la virole de la paroi extérieure 30 un angle compris entre 10° et 30° . Cet angle permet un réchauffement de toute la virole de la paroi extérieure 30 sans générer d'effet perturbateur par rapport à l'écoulement principal en veine.

[0048] Le système antigivrage selon le mode de réalisation illustré à la [Fig.1] comprend en outre une vanne 70 positionnée dans la canalisation 60 et permettant d'interrompre le flux d'air à l'intérieur de la canalisation 60. Grâce à la vanne 70, l'air chaud est réintroduit dans la veine d'air uniquement si les conditions d'accrétion de la glace sur la virole de la paroi extérieure 30 sont remplies.

[0049] Dans l'exemple illustré à la [Fig.1], la veine d'air est en outre délimitée intérieurement par un moyeu 2 de turbomachine.

[0050] Selon le mode de réalisation illustré à la [Fig.1], la veine d'air possède une entrée et une sortie de compresseur basse pression et une entrée et sortie haute pression et une forme en col de cygne intercompresseur, à savoir un col de cygne reliant un canal d'apport d'air, de l'entrée à la sortie du compresseur haute pression et de l'entrée à la sortie du compresseur basse pression de la turbomachine. La paroi extérieure 30 possède alors une première partie 11, comprenant au moins la virole décrite préalablement et une deuxième partie 12, comprenant un carter de compresseur haute pression. La première partie 11 s'étend entre la sortie de compresseur basse pression et l'entrée de compresseur haute pression. La deuxième partie 12 s'étend entre l'entrée de compresseur haute pression et la sortie de compresseur haute pression. La première partie 11 comprend la fente de réinjection d'air 40. La deuxième partie 12 comprend la fente de prélèvement d'air 50.

[0051] Par exemple, la différence de température entre l'air circulant dans le col de cygne au niveau de la fente de réinjection 40 et l'air réinjecté est d'environ 30 K. Dans des conditions favorables à l'accrétion de glace, l'air en sortie de compresseur basse pression possède une température comprise entre -10°C et $+5^\circ\text{C}$.

[0052] La canalisation 60 peut en outre de la portion terminale 65 comprendre une partie initiale 67, s'étendant de la fente de prélèvement 50 ayant une plus grande section qu'une partie intermédiaire de la canalisation 60 reliant la partie initiale à la portion

terminale 65. De préférence, le carter du compresseur haute pression comprend une pluralité de fentes dont une seule est représentée pour pressuriser et alimenter la canalisation 60. La canalisation 60 peut ainsi comprendre une ou plusieurs partie initiale 67 reliée chacune à au moins une fente de prélèvement d'air 50 à la vanne 70.

[0053] Dans l'exemple illustré à la [Fig.1], la vanne 70 est positionnée à proximité de la fente de prélèvement d'air 50, c'est-à-dire plus proche de la fente de prélèvement d'air 50 que de la fente de réinjection d'air 40. En l'occurrence, dans cet exemple la vanne 70 est située à l'extrémité de la partie intermédiaire reliée à la partie initiale. L'emplacement de la vanne 70 peut dépendre du volume disponible dans la turbomachine. Dans cet exemple, l'intérêt d'avoir la vanne 70 plus proche de la fente de prélèvement d'air 50 que de la fente de réinjection d'air 40, est que l'air dans la partie initiale soit plus chaud que dans le cas contraire représenté dans la [Fig.2] expliquée dans la suite. Le fait que l'air soit plus chaud permet de diminuer le volume d'air à alimenter dans la canalisation lorsque la vanne est fermée et de garder une pression plus importante sur la vanne 70 à l'état fermé pour lorsqu'elle s'ouvre produire un flux d'air sous pression.

[0054] La [Fig.2] illustre un deuxième mode de réalisation du dispositif antigivrage selon le premier aspect de l'invention identique au premier mode de réalisation sauf en ce que la vanne 70 est positionnée plus proche de la fente de réinjection d'air 40 que de la fente de prélèvement d'air 50, par exemple à l'extrémité de la partie intermédiaire reliée à la portion terminale 65.

[0055] Dans cette exemple l'intérêt en outre d'avoir la pompe proche de la fente de réinjection d'air 40 est d'avoir une réactivité de l'écoulement d'air lors de l'ouverture de la vanne 70 sur la fente de réinjection d'air 40.

[0056] La canalisation pourrait selon un autre mode de réalisation avoir une section constante entre la portion terminale 65 et la fente de prélèvement d'air 50.

[0057] La [Fig.3] illustre une partie de la veine d'air représentant en particulier la première partie 11, en l'occurrence la virole de la paroi extérieure 30 selon un exemple d'un des modes de réalisation. Selon cet exemple, la première partie 11 s'étend entre la sortie d'un compresseur basse pression 111 et l'entrée d'un compresseur haute pression 112. En d'autres termes, la première partie 11 de la paroi extérieure 30 forme la partie initiale d'un col de cygne intercompresseur. La fente de réinjection 40 est positionnée dans la partie amont du col de cygne, à proximité de l'inversion de pente. Par exemple, la distance axiale x entre la fente de réinjection d'air 40 et la sortie de compresseur basse pression 111 peut être comprise entre $0.1 L$ et $0.3 L$, L étant la distance axiale mesurée entre la sortie de compresseur basse pression 111 et l'entrée de compresseur haute pression 112.

- [0058] La [Fig.3] illustre en outre l'angle alpha formé entre la partie terminale 65 de la canalisation 60 et la tangente 100 à la virole de la paroi extérieure 30 au niveau de la fente de réinjection 40. La tangente 100 est identique à la pente de la veine d'air par rapport à la direction axiale A au niveau de la fente de réinjection 40.
- [0059] La [Fig.4] illustre un ordinogramme d'un mode de réalisation du procédé antigivrage 500 selon le troisième aspect de l'invention. Le procédé 500 comprend, selon le mode de réalisation illustré à la [Fig.4], une étape 510 de déterminer si des conditions d'accrétion de glace sur la virole de la paroi extérieure 30 sont remplies. Par exemple, cette étape peut comprendre une comparaison d'une mesure de température dans la veine d'air à une valeur seuil. Selon un mode de réalisation, l'étape 510 comprend en outre une mesure de la pression atmosphérique.
- [0060] Dans l'exemple illustré à la [Fig.4], le procédé 500 comprend en outre, une étape 520 d'envoi, si les conditions d'accrétion de glace sont remplies, d'un signal de risque de givrage à un opérateur ou à un système de régulation numérique d'un moteur de turbomachine.
- [0061] Si les conditions d'accrétion de glace sur la virole de la paroi extérieure 30 sont remplies, le procédé 500 comprend une étape d'ouverture de la vanne 70 positionnée entre la fente de prélèvement d'air 50 et la fente de réinjection d'air 40. L'ouverture de la vanne permet de réinjecter de l'air plus chaud au niveau de la fente de réinjection 40 dans la partie amont du col de cygne, ce qui élimine le risque d'accrétion de glace sur la virole extérieure.
- [0062] Selon un mode de réalisation, le débit d'air chaud réinjecté par la fente de réinjection 40 est compris entre 1% et 3% du débit global de la veine d'air dans le col de cygne.
- [0063] L'ouverture de la vanne 70 peut en cas de besoin être déclenchée par un opérateur ayant reçu un signal de risque de givrage. Alternativement, la vanne peut être ouverte par un système de régulation numérique d'un moteur de turbomachine, par exemple un système de type Fadec.
- [0064] Il est important de noter que la vanne 70 est fermée la majorité du temps de vol de l'aéronef, elle sera ouverte uniquement sur les points de fonctionnement à risque vis-à-vis de l'accrétion.
- [0065] La [Fig.5a] illustre le profil de température à l'intérieur de la veine d'air en l'absence du dispositif 1 selon le premier aspect de l'invention ou quand la vanne 70 est fermée. Il est évident comment la température de la veine d'air soit proche de 0°C à proximité de la virole de la paroi extérieure 30. Ces valeurs de température, la présence d'une inversion de pente dans la forme de la veine d'air et la présence d'irrégularités du fait des intégrations technologiques telles qu'ouvertures ou jonctions peuvent favoriser l'accrétion de glace sur la virole de la paroi extérieure 30.

[0066] La [Fig.5b] illustre le profil de température à l'intérieur de la veine d'air en présence du dispositif 1 selon le premier aspect de l'invention, quand la vanne 70 est ouverte. Dans ce cas la température de l'air à proximité de la virole extérieure est de l'ordre de 20 à 30 °C, ce qui empêche la formation de glace sans perturber l'écoulement d'air dans la veine.

Revendications

[Revendication 1]

Système antigivrage d'une veine d'air pour un compresseur pour une turbomachine d'aéronef comprenant :

- une paroi extérieure (30) formée d'au moins une virole extérieure délimitant extérieurement une veine d'air, la virole extérieure comprenant une fente de réinjection d'air (40) et la paroi extérieure (30) comprenant en outre une fente de prélèvement d'air (50), la fente de réinjection d'air (40) étant en amont de la fente de prélèvement d'air (50) ;
- un dispositif antigivrage, ledit dispositif antigivrage comprenant :
 - une canalisation (60) reliant la fente de prélèvement d'air (50) et la fente de réinjection d'air (40) de sorte à amener l'air prélevée par la fente de prélèvement d'air (50) jusqu'à la fente de réinjection d'air (40), ladite canalisation (60) possédant une portion terminale (65) s'étendant de la fente de réinjection d'air (40), l'angle entre une tangente (100) de la virole de la paroi extérieure (30) au niveau de la fente de réinjection d'air (40) et la portion terminale (65) de la canalisation (60) étant compris entre 10° et 30°;
 - une vanne (70) positionnée dans la canalisation (60) pour interrompre le flux d'air à l'intérieur de la canalisation.

[Revendication 2]

Système antigivrage (1) selon l'une des revendications précédentes dans lequel la paroi extérieure (30) comprend une première (11) et une deuxième partie (12), la première partie (11) comprenant la virole extérieure et s'étendant entre une sortie de compresseur basse pression dans la veine d'air et une entrée de compresseur haute pression dans la veine d'air et la deuxième partie (12) s'étendant entre une entrée de compresseur haute pression dans la veine d'air et une sortie de compresseur haute pression dans la veine d'air, la première partie (11) comprenant la fente de réinjection d'air (40) et la deuxième partie (12) comprenant la fente de prélèvement d'air (50).

[Revendication 3]

Système antigivrage (1) selon la revendication précédente dans lequel une distance de projection axiale (x) mesurée axialement entre

la sortie de compresseur basse pression et la fente de réinjection d'air est comprise entre 0.1L et 0.3L, L étant une distance de projection axiale mesurée axialement entre la sortie de compresseur basse pression et l'entrée de compresseur haute pression.

[Revendication 4] Système antigivrage (1) selon la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel la première partie (11) de la paroi extérieure (30) possède une forme en col de cygne.

[Revendication 5] Système antigivrage (1) selon l'une des revendications précédentes dans lequel la canalisation (60) est extérieure à la veine d'air.

[Revendication 6] Turbomachine d'aéronef comprenant une soufflante, un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une veine d'air traversant le compresseur haute pression et le compresseur basse pression et un système antigivrage (1) selon l'une des revendications précédentes.

[Revendication 7] Procédé antigivrage (500) d'une veine d'air pour un compresseur d'une turbomachine comprenant un système antigivrage selon l'une des revendications 1 à 5, ledit procédé antigivrage comprenant les étapes suivantes :

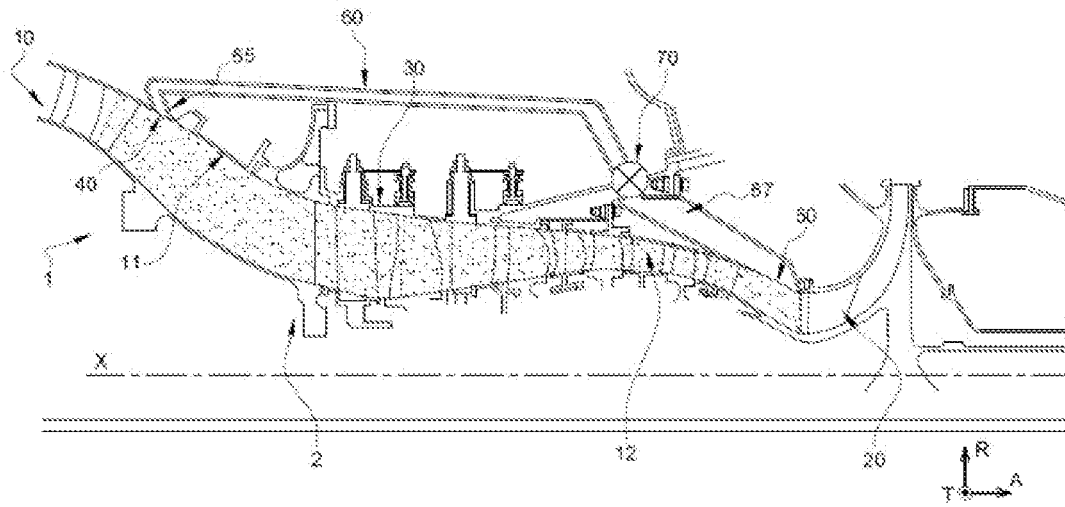
- Déterminer (510) si des conditions d'accrétion de glace sur la virole extérieure de la paroi extérieure (30) sont remplies en comparant une mesure de température dans la veine d'air à une valeur seuil ;
- Si les conditions d'accrétion de glace sur la virole extérieure de la paroi extérieure (30) sont remplies, ouvrir (530) la vanne positionnée entre la fente (70) de prélèvement d'air (50) et la fente de réinjection d'air (40), de sorte à réinjecter l'air prélevé par la fente de prélèvement (50) dans la veine d'air grâce à la fente de réinjection d'air (40), l'air réinjecté par la fente de réinjection d'air (40) étant plus chaud que l'air en entrée de la veine d'air.

[Revendication 8] Procédé antigivrage (500) selon la revendication précédente comprenant une étape d'envoi (520) d'un signal de risque de givrage à un opérateur, l'ouverture de la vanne (70) étant déclenchée par l'opérateur.

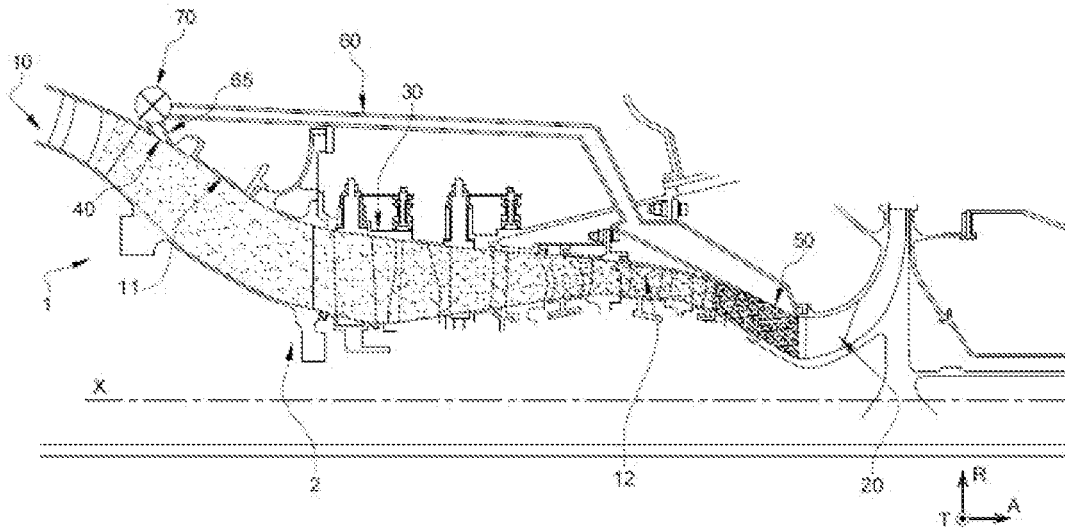
[Revendication 9] Procédé antigivrage (500) selon la revendication 7 comprenant une étape d'envoi (520) d'un signal de risque de givrage à un système de

régulation numérique d'un moteur de turbomachine, l'ouverture de la vanne (70) étant déclenchée par un système de régulation numérique d'un moteur de turbomachine.

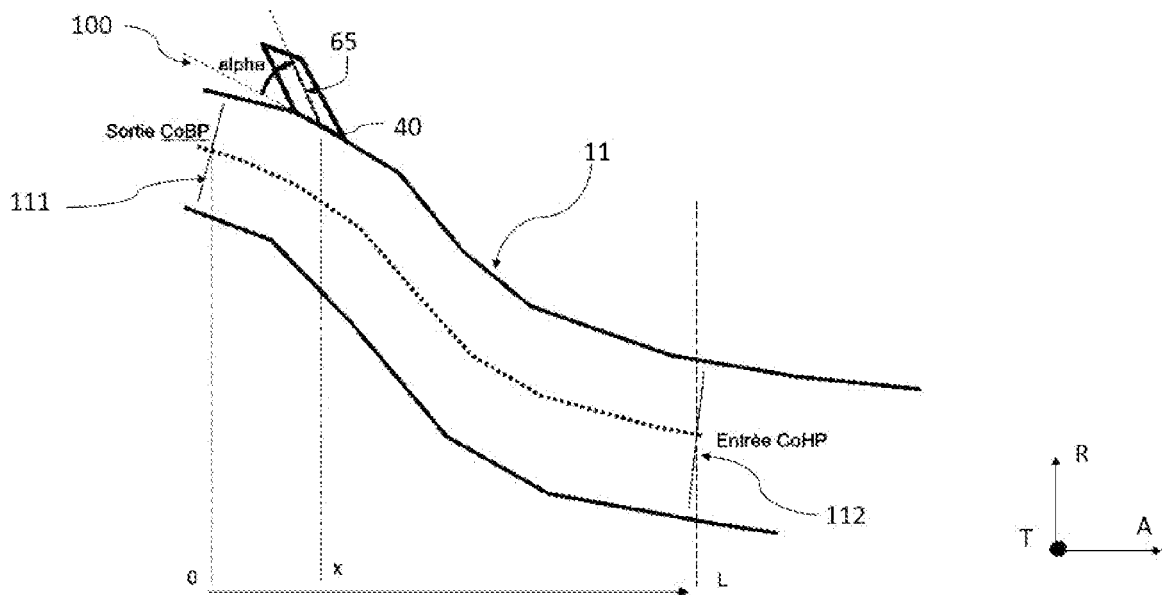
[Fig. 1]



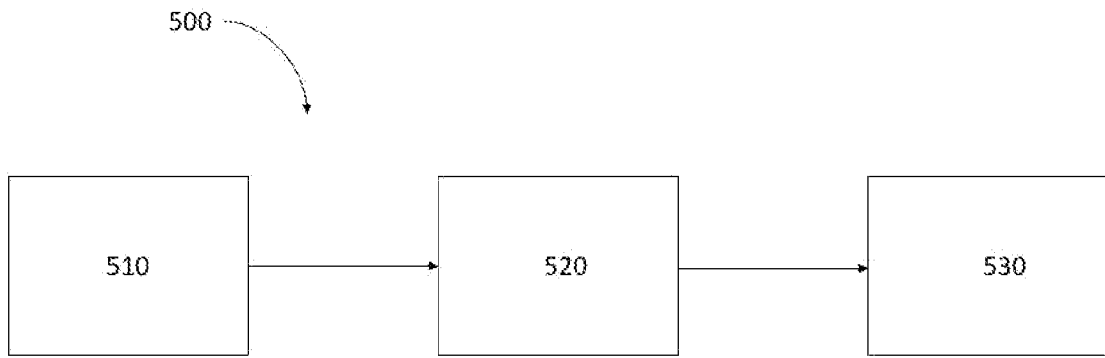
[Fig. 2]



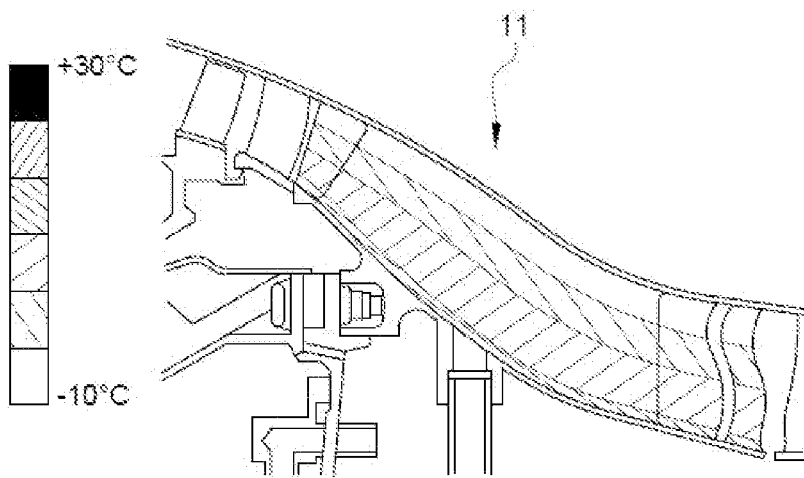
[Fig. 3]



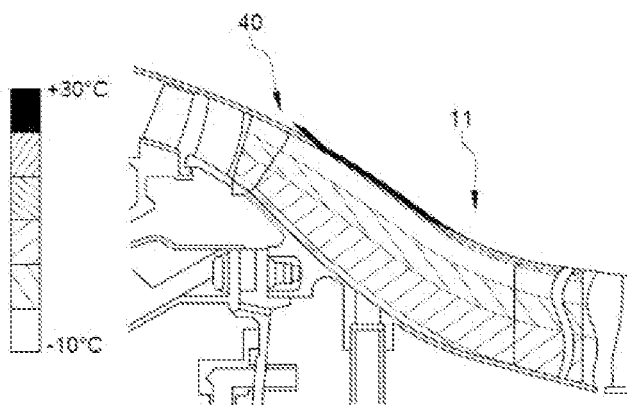
[Fig. 4]



[Fig. 5a]



[Fig. 5b]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 928525
FR 2312284

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2021/163146 A1 (TETRAULT PHILIPPE-ANDRÉ [CA]) 3 juin 2021 (2021-06-03) * abrégé; revendication 1; figures 1-3 * * colonne 3, lignes 37-45 * * colonne 5, lignes 5-15 * -----	1-9	F01D 25/02 F02C 7/047
A	US 6 561 760 B2 (GEN ELECTRIC [US]) 13 mai 2003 (2003-05-13) * abrégé; revendication 1; figure 2 * -----	1-9	
A	US 2022/145796 A1 (HALLISEY KEVIN P [US] ET AL) 12 mai 2022 (2022-05-12) * abrégé; revendication 1; figure 3 * -----	1-9	
A	US 9 945 247 B2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 17 avril 2018 (2018-04-17) * abrégé; revendication 1; figure 2 * * alinéas [0020], [0030] - [0032] * -----	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01M F02K B64D F01D F02C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 juillet 2024		Nelva-Pasqual, F	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		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.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2312284 FA 928525**

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 17 - 07 - 2024
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 2021163146 A1	03 - 06 - 2021	CA 3099300 A1	28 - 05 - 2021
		EP 3828078 A1	02 - 06 - 2021
		US 2021163141 A1	03 - 06 - 2021
		US 2021163146 A1	03 - 06 - 2021

US 6561760 B2	13 - 05 - 2003	AUCUN	

US 2022145796 A1	12 - 05 - 2022	CN 114439616 A	06 - 05 - 2022
		US 2022145796 A1	12 - 05 - 2022

US 9945247 B2	17 - 04 - 2018	EP 2990335 A1	02 - 03 - 2016
		US 2016061056 A1	03 - 03 - 2016
