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

(11) 1024081 B1

(47) Date de délivrance : 13/11/2017

(12) BREVET D'INVENTION BELGE

(47) Date de publication : 13/11/2017

(21) Numéro de demande : BE2015/5167

(22) Date de dépôt : 20/03/2015

(62) Divisé de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : F02K 3/115, F02C 7/18, F28F 13/00, F28D 5/02

(30) Données de priorité :

(73) Titulaire(s) :

SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.
4041, HERSTAL
Belgique

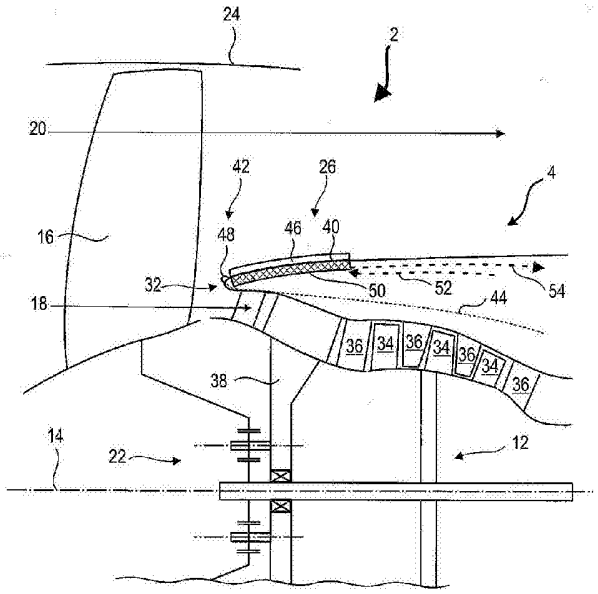
(72) Inventeur(s) :

DUPREZ Vincent
4690 BASSENGE
Belgique

(54) REFROIDISSEMENT DE TURBOMACHINE PAR EVAPORATION

(57) L'invention a pour objet une turbomachine (2) axiale d'aéronef, notamment un turboréacteur double flux. Elle comprend un circuit d'huile avec un refroidisseur (26) muni d'une une première surface d'échange thermique en contact de l'huile du circuit d'huile ; et d'une deuxième surface (40) d'échange thermique en contact du flux d'air secondaire (20) entrant dans la turbomachine (2). Le refroidisseur (26) est du type air/huile (ACOC) et comporte des ailettes (46). Pour accroître la capacité du refroidisseur (26), celui-ci est doté d'un dispositif d'injection (42) de liquide de refroidissement, notamment d'eau avec des additifs. La capacité thermique de l'eau amplifie le refroidissement, son évacuation augmente la poussée de la turbomachine (2). L'invention a également pour objet un procédé de refroidissement de turbomachine (2) d'aéronef par injection d'eau au moment du décollage.

FIG 2



BREVET D'INVENTION BELGE

SPF Economie, PME, Classes Moyennes & Energie

Numéro de publication : 1024081
Numéro de dépôt : BE2015/5167

Office de la Propriété intellectuelle

Classification Internationale : F02K 3/115 F02C 7/18 F28F 13/00 F28D 5/02
Date de délivrance : 13/11/2017

Le Ministre de l'Economie,

Vu la Convention de Paris du 20 mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle ;

Vu la loi du 28 mars 1984 sur les brevets d'invention, l'article 22, pour les demandes de brevet introduites avant le 22 septembre 2014 ;

Vu le Titre Ier “Brevets d’invention” du Livre XI du Code de droit économique, l'article XI.24, pour les demandes de brevet introduites à partir du 22 septembre 2014 ;

Vu l'arrêté royal du 2 décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, l'article 28 ;

Vu la demande de brevet d'invention reçue par l'Office de la Propriété intellectuelle en date du 20/03/2015.

Considérant que pour les demandes de brevet tombant dans le champ d'application du Titre Ier, du Livre XI du Code de Droit économique (ci-après CDE), conformément à l'article XI. 19, §4, alinéa 2, du CDE, si la demande de brevet a fait l'objet d'un rapport de recherche mentionnant un défaut d'unité d'invention au sens du §1er de l'article XI.19 précité et dans le cas où le demandeur n'effectue ni une limitation de sa demande ni un dépôt d'une demande divisionnaire conformément aux résultats du rapport de recherche, le brevet délivré sera limité aux revendications pour lesquelles le rapport de recherche a été établi.

Arrête :

Article premier. - Il est délivré à

SAFRAN AERO BOOSTERS S.A., Route de Liers 121, 4041 HERSTAL Belgique;

représenté par

LECOMTE Didier, P.O. Box 1623, 1016, LUXEMBOURG;

un brevet d'invention belge d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles visées à l'article XI.48, §1 du Code de droit économique, pour : REFROIDISSEMENT DE TURBOMACHINE PAR

EVAPORATION.

INVENTEUR(S) :

DUPREZ Vincent, Rue du Cheval Blanc 24/3, 4690, BASSENGE;

PRIORITE(S) :

DIVISION :

divisé de la demande de base :

date de dépôt de la demande de base :

Article 2. – Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du (des) demandeur(s).

Bruxelles, le 13/11/2017,

Par délégation spéciale :

Description

REFROIDISSEMENT DE TURBOMACHINE PAR EVAPORATION

Domaine technique

L'invention a trait à une turbomachine axiale munie d'un système de refroidissement. L'invention concerne également un turboréacteur doté d'un système de refroidissement air/huile en communication avec le flux secondaire. L'invention aborde de surcroît un procédé de gestion d'un système de refroidissement d'une turbomachine.

Technique antérieure

Au cours de son fonctionnement, une turbomachine d'aéronef dégage une quantité importante de chaleur. Sa chaleur provient assurément de la compression de l'air et de la combustion ; mais également du frottement dans les engrenages des boîtes de transmission de puissance et dans les paliers. La multiplication des équipements électriques augmente encore cet échauffement. Notons également que certaines phases de fonctionnement, tel le décollage, provoque un surplus de chaleur.

La chaleur est véhiculée des sources de chaleur vers les échangeurs via un circuit utilisant un fluide caloporteur. L'huile de lubrification se prête bien à cette fonction puisqu'elle vient au plus près au contact des sources chaudes, et qu'elle est ensuite recueillie. Le refroidissement s'opère grâce à l'ajout d'un échangeur dans lequel circule l'huile recueillie.

Une partie de la chaleur est récupérée pour des fonctions utiles de l'aéronef, dont le dégivrage, le préchauffage du carburant, le chauffage cabine, etc… L'excédent est dissipé dans l'atmosphère via des échangeurs qui transfèrent la chaleur du fluide caloporteur vers l'air. La performance de refroidissement est, entre autres, variable en fonction de l'écart de température entre le fluide caloporteur et l'air. Le refroidissement peut devenir critique dans des déserts où la température de l'air, sensée former une source froide, atteint 50°C. A cela s'ajoute le fait que la capacité thermique de l'air y est faible.

Le document US2009/0007570 A1 divulgue une turbomachine axiale d'avion. La turbomachine comprend une turbine et un compresseur qui sont lubrifiés par un

circuit d'huile. Grâce à son échangeur de chaleur, le circuit permet en outre de refroidir l'huile suite à l'échauffement qu'elle subit lorsqu'elle assure sa fonction de lubrification. L'échangeur emploie l'air du flux secondaire qui traversant la turbomachine comme source froide. Cet agencement bénéficie d'un flux important d'air entrant, et permet un refroidissement conséquent.

Toutefois, son refroidisseur est encombrant. En effet, un refroidisseur est habituellement dimensionné pour répondre au besoin maximum, en prenant en compte certaines marges de fonctionnement et l'éventualité d'incidents. Un tel refroidisseur devient lourd, et pénalise la trainée de la turbomachine.

Résumé de l'invention

Problème technique

L'invention a pour objectif de résoudre au moins un des problèmes posés par l'art antérieur. Plus précisément, l'invention a pour objectif de réduire la compacité d'un échangeur de turbomachine. L'invention a également pour objectif de protéger l'huile d'une turbomachine.

Solution technique

On aura bien compris que l'invention a pour objet une turbomachine en contact d'air environnant, la turbomachine comprenant un circuit d'huile avec un refroidisseur, le refroidisseur comportant une première surface d'échange thermique, telle une surface chaude, en contact de l'huile du circuit d'huile ; et une deuxième surface d'échange thermique, telle une surface froide, en contact de l'air ambiant ; remarquable en ce que le système de refroidissement comprend un dispositif d'injection de liquide de refroidissement sur le refroidisseur, par exemple sur la deuxième surface d'échange thermique.

L'invention a également pour objet une turbomachine axiale d'aéronef destinée à être en contact d'au moins un flux d'air, la turbomachine comprenant un circuit d' huile avec au moins un refroidisseur, le refroidisseur comportant : une première surface d'échange thermique en contact de l'huile du circuit d'huile ; et une deuxième surface d'échange thermique en contact du flux d'air de sorte à ce que le refroidisseur puisse refroidir l'huile grâce au flux d'air ; remarquable en ce que le

refroidisseur comprend un dispositif d'injection de liquide de refroidissement, notamment d'eau, sur la deuxième surface afin de la refroidir pour augmenter la capacité de refroidissement de l'huile lorsque le liquide est injecté.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un carter annulaire externe délimitant radialement le flux d'air, le dispositif d'injection étant disposé axialement au niveau dudit carter externe.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend deux flux annulaires, dont un flux primaire et un flux secondaire, éventuellement la turbomachine comprend une soufflante.

Selon un mode avantageux de l'invention, le dispositif d'injection comprend des moyens d'injection configurés pour injecter du liquide sur la deuxième surfaces, les moyens d'injection étant placés en amont de la deuxième surface ou au niveau axialement de la moitié amont de la deuxième surface.

Selon un mode avantageux de l'invention, le refroidisseur comprend des ailettes de refroidissement formant la deuxième surface, le dispositif d'injection comprenant des moyens d'injection configurés pour injecter du liquide sur les ailettes.

Selon un mode avantageux de l'invention, le dispositif d'injection comprend des moyens d'injection, tel des orifices d'injection, préférentiellement chaque moyen d' injection est disposé axialement en aval de la soufflante, éventuellement les moyens d'injection sont disposés sur un cercle.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend une veine annulaire guidant le flux d'air et un passage avec une entrée et une sortie toutes deux en communication avec la veine annulaire, le refroidisseur étant placé dans ledit passage.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un échappement, la turbomachine étant configurée pour évacuer le liquide de la turbomachine via ledit échappement.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend des moyens d'alimentation en liquide, et éventuellement un réservoir de liquide.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend une tuyère convergente divergente, le refroidisseur étant placé en amont de ladite tuyère.

Selon un mode avantageux de l'invention, le refroidisseur présente une forme annulaire, éventuellement le refroidisseur entoure le flux d'air.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un corps avec un serpentin de refroidissement en communication avec le circuit d'huile, éventuellement le corps est une aube ou un bec de dégivrage de la turbomachine.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend au moins un actionneur commandé par la pression de l'huile du circuit d'huile, préférentiellement elle comprend une pompe pressurisant l'huile vers l'actionneur.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un réducteur, notamment un réducteur épicycloïdal, qui est lubrifié par l'huile du circuit d'huile, éventuellement la turbomachine comprend une soufflante et/ou un compresseur, le réducteur relie en rotation la soufflante et/ou le compresseur

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un capteur de température de l'huile apte à mesurer la température de l'huile du circuit d' huile, éventuellement le dispositif d'injection est configuré pour injecter du liquide sur la deuxième surface dès que le capteur détecte que la température de l'huile dépasse une température seuil TS.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine est un turboréacteur.

Selon un mode avantageux de l'invention, le refroidisseur de chaleur est placé à l' extérieur du flux primaire et/ou à l'intérieur du flux secondaire.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'huile est une huile de refroidissement.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un compresseur et une chambre de combustion, le refroidisseur étant placé axialement au niveau du compresseur et/ou de la chambre de combustion.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend au moins un ou plusieurs paliers lubrifiés par l'huile du circuit d'huile.

Selon un mode avantageux de l'invention, le circuit d'huile est un circuit fermé, éventuellement le circuit d'huile comprend des boucles parallèles.

Selon un mode avantageux de l'invention, le refroidisseur comprend une couche de matière, éventuellement pleine, disposée entre et/ou formant et/ou reliant la première surface et la deuxième surface. La couche forme une barrière étanche entre les surfaces.

L'invention a également pour objet un procédé de refroidissement d'une turbomachine d'aéronef comprenant un circuit d'huile avec un refroidisseur adapté pour refroidir l'huile du circuit d'huile, remarquable en ce que lors du décollage de l 'aéronef du liquide, notamment de l'eau, est injecté sur le refroidisseur de la turbomachine.

Selon un mode avantageux de l'invention, le refroidisseur est un refroidisseur air/huile.

Selon un mode avantageux de l'invention, le liquide est injecté lorsque l'accélération du régime de la turbomachine dépasse un seuil AR.

Selon un mode avantageux de l'invention, le liquide est injecté tant que l'altitude de la turbomachine reste inférieure à une altitude seuil AS.

Selon un mode avantageux de l'invention, le liquide est injecté tant que la température de l'huile de lubrification de la turbomachine dépasse un seuil TS.

Selon un mode avantageux de l'invention, lors de l'injection le liquide est configuré pour pouvoir s'évaporer contact du refroidisseur lors du fonctionnement de la turbomachine.

De manière générale, les modes avantageux de chaque objet de l'invention sont également applicables aux autres objets de l'invention. Dans la mesure du possible, chaque objet et chaque mode avantageux sont combinables.

Avantages apportés

L'invention propose un appoint de refroidissement, spécialement bénéfique lors des sollicitations maximales. L'invention exploite les propriétés endothermiques du liquide, de l'eau ; la transformation en vapeur pour évacuer des calories lors des pics de température. La présence de liquide impacte la masse au décollage, cependant cette présence reste transitoire. A l'opposé, le bénéfice de compacité demeure pendant le vol de croisière.

L'huile est sensible à la température et peut rapidement chauffer, se dégrader. L'évolution de la température de l'huile impacte ses performances, et nuit à sa capacité à lubrifier. L'invention permet donc de contrôler la température de l'huile ; et donc de préserver ses qualités de lubrifiant, tout en maitrisant ses propriétés chimiques telle sa corrosivité.

Prévoir un refroidissement par liquide d'appoint agissant rapidement permet de contrôler la température de l'huile, et d'agir en cas d'incident dans la turbomachine, par exemple en cas de surchauffe moteur, éventuellement en cas d'incendie.

Brève description des dessins

La figure 1 représente une turbomachine axiale selon l'invention.

La figure 2 est un schéma d'une portion de turbomachine centrée sur un compresseur de selon l'invention.

La figure 3 illustre un diagramme du procédé de refroidissement de la turbomachine.

Description des modes de réalisation

Dans la description qui va suivre, les termes intérieur ou interne et extérieur ou externe renvoient à un positionnement par rapport à l'axe de rotation d'une turbomachine axiale.

La figure 1 représente de manière simplifiée une turbomachine axiale. Il s'agit dans ce cas précis d'un turboréacteur double-flux. Le turboréacteur 2 comprend un premier niveau de compression, dit compresseur basse-pression 4, un deuxième niveau de compression, dit compresseur haute-pression 6, une chambre de combustion 8 et un ou plusieurs niveaux de turbines 10. En fonctionnement, la puissance mécanique de la turbine 10 transmise via l'arbre central jusqu'au rotor 12 met en mouvement les deux compresseurs 4 et 6. Ces derniers comportent plusieurs rangées d'aubes de rotor associées à des rangées d'aubes de stators. La rotation du rotor autour de son axe de rotation 14 permet ainsi de générer un débit d'air et de comprimer progressivement ce dernier jusqu'à l'entrée de la chambre de combustion 8.

La turbomachine rencontre un flux d'air ambiant. Un ventilateur d'entrée communément désigné fan 16 ou soufflante 16 est couplé au rotor 12 et génère un flux d'air qui se divise en un flux primaire 18 traversant les différents niveaux susmentionnés de la turbomachine, et un flux secondaire 20 traversant un conduit annulaire le long de la machine pour ensuite rejoindre le flux primaire 18 en sortie

de turbine 10. Le flux secondaire 20 peut être accéléré de sorte à générer une réaction de poussée. Les flux primaire 18 et secondaire 20 sont des flux annulaires, ils sont canalisés par le carter de la turbomachine. A cet effet, le carter présente des parois cylindriques ou viroles qui peuvent être internes et externes. En particulier, le flux secondaire 20 est canalisé par un carter externe 24 formant généralement une paroi annulaire. Ce carter externe peut être la nacelle 24.

Afin de découpler la soufflante du compresseur basse pression, et de la turbine qui l'entraine, la turbomachine comprend une transmission 22, telle une réduction 22. Celle-ci permet de réduire la vitesse de rotation de la soufflante 16 par rapport au compresseur placé en aval. Par ce biais, les différentes parties tournantes peuvent adopter des vitesses de rotation distinctes et optimales, en étant entrainées par un même arbre. Malgré cet avantage, la présence d'une transmission n'est pas indispensable dans l'invention.

La turbomachine 2 comporte un circuit d'huile permettant la lubrification des différents équipements, des paliers, de l'éventuelle transmission 22. Cette huile favorise également leur refroidissement car elle forme un fluide caloporteur qui circule au plus près des points chauds, qui est collectée, puis refroidie. A cette fin, la turbomachine comprend au moins un refroidisseur 26 d'huile, éventuellement plusieurs refroidisseurs 26. Trois refroidisseurs 26 sont représentés, dont un à l'extérieur du flux secondaire dans le carter externe 24, et un sur le bec de séparation du compresseur 4 basse pression. A ce dernier emplacement, le refroidisseur peut assurer une fonction de dégivrage. Au moins un ou chaque refroidisseur 26 peut être circulaire et entourer l'axe de rotation 14, ou encore le flux primaire 18 et éventuellement le flux secondaire 20. D'autres nombre de refroidisseurs 26 sont envisageables.

Au moins un ou chaque refroidisseur 26 peut être un échangeur surfacique, ou un échangeur en forme de bloc, qui présente plusieurs niveaux de circulation d'huile et/ou de plusieurs niveaux de circulation d'air superposés et parallèles.

La turbomachine peut présenter un passage 28 formant une déviation parallèle à la veine secondaire qui conduit le flux secondaire 20. Ce passage 28 présente une entrée et une sortie en communication avec la veine secondaire, ce qui permet de canaliser une fraction 30 du flux secondaire 20. Un refroidisseur 26 peut être placé dans ce passage 28 afin d'employer cette fraction 30 comme source froide.

Au niveau du refroidisseur 26 du bec de séparation 26, la turbomachine peut comprendre une tuyère convergente divergente. Le refroidisseur est placé en amont de ladite tuyère qui est configurée pour optimiser la poussée.

La turbomachine peut comprendre au moins un actionneur, tel un vérin hydraulique. L'actionneur hydraulique est commandé par la pression de l'huile. Pour octroyer une énergie mécanique à l'huile la turbomachine présente une pompe, telle une pompe volumétrique.

La figure 2 est une vue en coupe d'un compresseur d'une turbomachine 2 axiale telle que celle de la figure 1. Le compresseur peut être un compresseur basse-pression 4. On peut y observer une partie du fan 16 et le bec de séparation 32 du flux primaire 18 et du flux secondaire 20. Le bec de séparation 32 reçoit un refroidisseur 26, dont les caractéristiques présentées ci-dessous peuvent également s'appliquer aux autres refroidisseurs.

Le rotor 12 comprend plusieurs rangées d'aubes rotoriques 34, en l'occurrence trois. Cependant le rotor 12 pourrait comprendre davantage de rangées d'aubes. Les aubes rotoriques 34 peuvent être implantées sur un tambour du compresseur 34, ce dernier étant relié à la soufflante 16 à l'aide du réducteur 22. Le réducteur 22 ici représenté est du type épicycloïdal, avec des satellites montés sur le stator 38 de la turbomachine 2. Toutefois tout autre type de réducteurs, toute architecture est envisageable.

Le compresseur basse pression 4 comprend plusieurs redresseurs, en l'occurrence quatre, qui contiennent chacun une rangée d'aubes statoriques 36. Les redresseurs sont associés au fan 16 ou à une rangée d'aubes rotoriques 34 pour redresser le flux d'air 18, de sorte à convertir la vitesse du flux en pression statique.

Le refroidisseur 26 comprend une première surface d'échange thermique en contact de l'huile du circuit d'huile à refroidir. Il comporte par ailleurs une deuxième surface 40 d'échange thermique en contact du flux d'air secondaire 20 traversant la turbomachine. La deuxième surface pourrait également être en contact de l'air entourant le carter externe 24. Ce flux secondaire 20 absorbe les calories du refroidisseur et abaisse la température de l'huile. Il joue le rôle de source froide dans le refroidissement de l'huile, considérée ici comme la source chaude.

Pour accroître les performances du refroidisseur 26, un dispositif d'injection 42 de liquide de refroidissement lui est rapporté. Le liquide est projeté vers la deuxième surface 40 pour rentrer à son contact, ce qui amplifie le refroidissement que procure l'air. Le flux 20 peut rabattre le liquide sur la deuxième surface 40. Cette dernière étant normalement en contact du flux d'air 20 est partiellement ou majoritairement aspergée. Ainsi, l'huile est davantage refroidie, plus rapidement. L'étendue, l'aire utile, de la première surface d'échange thermique en contact de l'huile peut être réduite. Le liquide peut comprendre des additifs pour améliorer sa capacité thermique. Il peut majoritairement comprendre de l'eau.

Le liquide peut présenter une température d'ébullition, par exemple inférieure à la température de la deuxième surface 40 lors du fonctionnement de la turbomachine 2, éventuellement lorsque l'aéronef est au sol. Grâce à cette propriété, le liquide change de phase et devient gazeux, par exemple de la vapeur. Ce changement de phase s'accompagne d'une absorption d'énergie, c'est-à-dire de chaleur. Cette réaction thermodynamique refroidit encore le refroidisseur. La température d'ébullition peut être égale à 100°C.

La turbomachine 2 présente un échappement en sortie de la turbine, elle est configurée pour évacuer le liquide via ledit échappement. En évacuant le liquide dans le flux d'échappement, la poussée de la turbomachine 2 progresse. En corolaire, pour une même poussée, l'échauffement devient moindre, le besoin en refroidissement diminue tout comme la taille du refroidisseur 26 nécessaire.

Pour fournir le liquide, la turbomachine 2 peut comprendre des moyens d'alimentation en liquide, tels de tuyaux 44 ; et éventuellement un réservoir de liquide (non représenté). Toutefois, le réservoir peut être propre à l'aéronef et alimenter plusieurs turbomachines 2.

Le refroidisseur 26 comprend des ailettes de refroidissement 46 formant, complétant, prolongeant, la deuxième surface 40. Ces ailettes 46 peuvent s'étendre radialement depuis la paroi délimitant le flux secondaire. Leur présence augmente la surface d'échange disponible, ce qui améliore la capacité de refroidissement. Le bec de séparation, le circuit d'huile, les ailettes peuvent correspondre à ceux du document EP2075194A1.

Le dispositif d'injection 42 peut comprendre des moyens d'injection 48 configurés pour injecter du liquide sur la deuxième surface 40. Les moyens 48 peuvent

comprendre/être des orifices 48, des buses 48. Les moyens peuvent pulvériser le liquide sous forme de gouttelettes, ou sous la forme de jets. Avantageusement, les moyens d'injection 48 sont placés en amont de la deuxième surface 40. Alternativement, ils sont disposés au niveau axialement de la moitié amont, ou du tiers amont, ou du quart amont, de la deuxième surface 40.

Chaque moyen d'injection 48 peut comprendre une portion faisant saillie par rapport à la deuxième surface 40. Les moyens d'injection 48 peuvent être configurés pour injecter du liquide sur les ailettes 46. Préférentiellement chaque moyen d'injection 48 est disposé axialement en aval de la soufflante 16, éventuellement les moyens d'injection 48 sont répartis sur un cercle. Ils peuvent être répartis sur une surface tubulaire pour refroidir de manière homogène la deuxième surface 40.

Le bec de séparation 32 peut former un corps de matière. La turbomachine 2 peut comprendre un serpentin de refroidissement 50 en communication avec le circuit d'huile. Le serpentin 50 peut former des séries de créneaux pour y augmenter la longueur de circulation de l'huile sur une même surface, ce qui augmente l'échange thermique effectif. Le séparateur 26 comporte des moyens d'alimentation telle une conduite d'entrée chaude 52 et une conduite de sortie froide 54, qui renvoi l'huile aux équipements ou au réservoir.

La turbomachine 2 peut comprendre un capteur de température (non représenté) de l'huile du circuit. Eventuellement le dispositif d'injection 42 est configuré pour injecter du liquide sur la deuxième surface 40 dès que le capteur détecte que la température de l'huile dépasse une température seuil TS.

La figure 3 illustre un diagramme du procédé de refroidissement de la turbomachine. La turbomachine peut correspondre à celle représentée en figure 1. Le procédé permet de commander au moins un ou chaque refroidisseur de la turbomachine, de manière autonome ou séparée.

La turbomachine comporte un circuit d'huile et un refroidisseur d'huile tel que détaillé précédemment. Le procédé prévoit d'injecter du liquide de refroidissement sur le refroidisseur, dont la deuxième surface, lorsqu'une/dès qu'une condition d'injection est rencontrée. Par exemple, le procédé peut prévoir que du liquide de refroidissement est injecté lors du décollage de l'aéronef.

A la place ou en complément, de cette condition, le procédé peut prévoir d'injecter du liquide en fonction de l'évolution de la vitesse de rotation du rotor de la turbomachine. Dès que l'accélération du régime de la turbomachine dépasse un seuil AR, du liquide est injecté pour refroidir.

Une condition d'altitude peut être prise en compte pour commander l'injection. Puisque la température de l'air ambiant diminue en altitude, passé une altitude seuil AS, un refroidissement additionnel par liquide n'est plus nécessaire. Ainsi, tant que l'altitude de la turbomachine reste inférieure à une altitude seuil AS, le dispositif d'injection injecte du liquide. Dès que l'altitude seuil AS est dépassée, l'injection cesse.

La température de l'environnement et/ou la température de l'huile peut être prise en compte. Dès que la température de l'huile de lubrification de la turbomachine dépasse une température seuil TS, de l'eau est injectée.

Optionnellement, plusieurs conditions combinées doivent être réunies pour l'injection de liquide. La combinaison de conditions peut inclure l'altitude ; le régime moteur et/ou l'accélération de régime.

Selon le procédé, le refroidisseur est un refroidisseur air/huile. Avantageusement, le liquide correspond à celui détaillé précédemment.

Revendications

1. Turbomachine (2) axiale d'aéronef destinée à être en contact d'au moins un flux d'air (20), la turbomachine comprenant un circuit d'huile avec au moins un refroidisseur (26), le refroidisseur comportant :
   - une première surface d'échange thermique en contact de l'huile du circuit d'huile ; et
   - une deuxième surface (40) d'échange thermique en contact du flux d'air (20) de sorte à ce que le refroidisseur (26) puisse refroidir l'huile grâce au flux d'air ;

   caractérisée en ce que

   le refroidisseur (26) comprend un dispositif d'injection (42) de liquide de refroidissement, notamment d'eau, sur la deuxième surface (40) afin de la refroidir pour augmenter la capacité de refroidissement de l'huile lorsque le liquide est injecté.

2. Turbomachine (2) selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend un carter annulaire externe (24) délimitant radialement le flux d'air (20), le dispositif d'injection (42) étant disposé axialement au niveau dudit carter externe (24).

3. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisée en ce qu'elle comprend deux flux annulaires (18 ; 20), dont un flux primaire (18) et un flux secondaire (20), éventuellement la turbomachine (2) comprend une soufflante (16).

4. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le dispositif d'injection (42) comprend des moyens d'injection (48) configurés pour injecter du liquide sur la deuxième surface (40), les moyens d'injection (48) étant placés en amont de la deuxième surface (40) ou au niveau axialement de la moitié amont de la deuxième surface (40).

5. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le refroidisseur (26) comprend des ailettes de refroidissement (46) formant la

deuxième surface (40), le dispositif d'injection (42) comprenant des moyens d'injection (48) configurés pour injecter du liquide sur les ailettes (46).

6. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le dispositif d'injection (42) comprend des moyens d'injection (48), tel des orifices d'injection, préférentiellement chaque moyen d'injection (48) est disposé axialement en aval de la soufflante (16), éventuellement les moyens d'injection (48) sont disposés sur un cercle.

7. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle comprend une veine annulaire guidant le flux d'air (20) et un passage (28) avec une entrée et une sortie toutes deux en communication avec la veine annulaire, le refroidisseur (26) étant placé dans ledit passage (28).

8. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle comprend un échappement, la turbomachine (2) étant configurée pour évacuer le liquide de la turbomachine via ledit échappement.

9. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens d'alimentation en liquide (44), et éventuellement un réservoir de liquide.

10. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce qu'elle comprend une tuyère convergente divergente, le refroidisseur (26) étant placé en amont de ladite tuyère.

11. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que le refroidisseur (26) présente une forme annulaire, éventuellement le refroidisseur entoure le flux d'air (20).

12. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée en ce qu'elle comprend un corps avec un serpentin de refroidissement (50) en communication avec le circuit d'huile, éventuellement le corps est une aube ou un bec de dégivrage (32) de la turbomachine (2).

13. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un actionneur commandé par la pression de l'huile du circuit d'huile, préférentiellement elle comprend une pompe pressurisant l'huile vers l'actionneur.

14. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisée en ce qu'elle comprend un réducteur (22), notamment un réducteur épicycloïdal, qui est lubrifié par l'huile du circuit d'huile, éventuellement la turbomachine (2) comprend une soufflante (16) et/ou un compresseur (4 ; 6), le réducteur (22) relie en rotation la soufflante (16) et/ou le compresseur (4 ; 6).

15. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisée en ce qu'elle comprend un capteur de température de l'huile apte à mesurer la température de l'huile du circuit d'huile, éventuellement le dispositif d'injection (42) est configuré pour injecter du liquide sur la deuxième surface (40) dès que le capteur détecte que la température de l'huile dépasse une température seuil TS.

16. Procédé de refroidissement d'une turbomachine (2) d'aéronef comprenant un circuit d'huile avec un refroidisseur (26) adapté pour refroidir l'huile du circuit d'huile,
caractérisée en ce que
lors du décollage de l'aéronef du liquide, notamment de l'eau, est injecté sur le refroidisseur (26) de la turbomachine (2).

17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que le refroidisseur (26) est un refroidisseur air/huile.

18. Procédé selon l'une des revendications 16 à 17, caractérisé en ce que le liquide est injecté lorsque l'accélération du régime de la turbomachine (2) dépasse un seuil AR.

19. Procédé selon l'une des revendications 16 à 18, caractérisé en ce que le liquide est injecté tant que l'altitude de la turbomachine (2) reste inférieure à une altitude seuil AS.

20. Procédé selon l'une des revendications 16 à 19, caractérisé en ce que le liquide est injecté tant que la température de l'huile de lubrification de la turbomachine (2) dépasse un seuil TS.

FIG 1

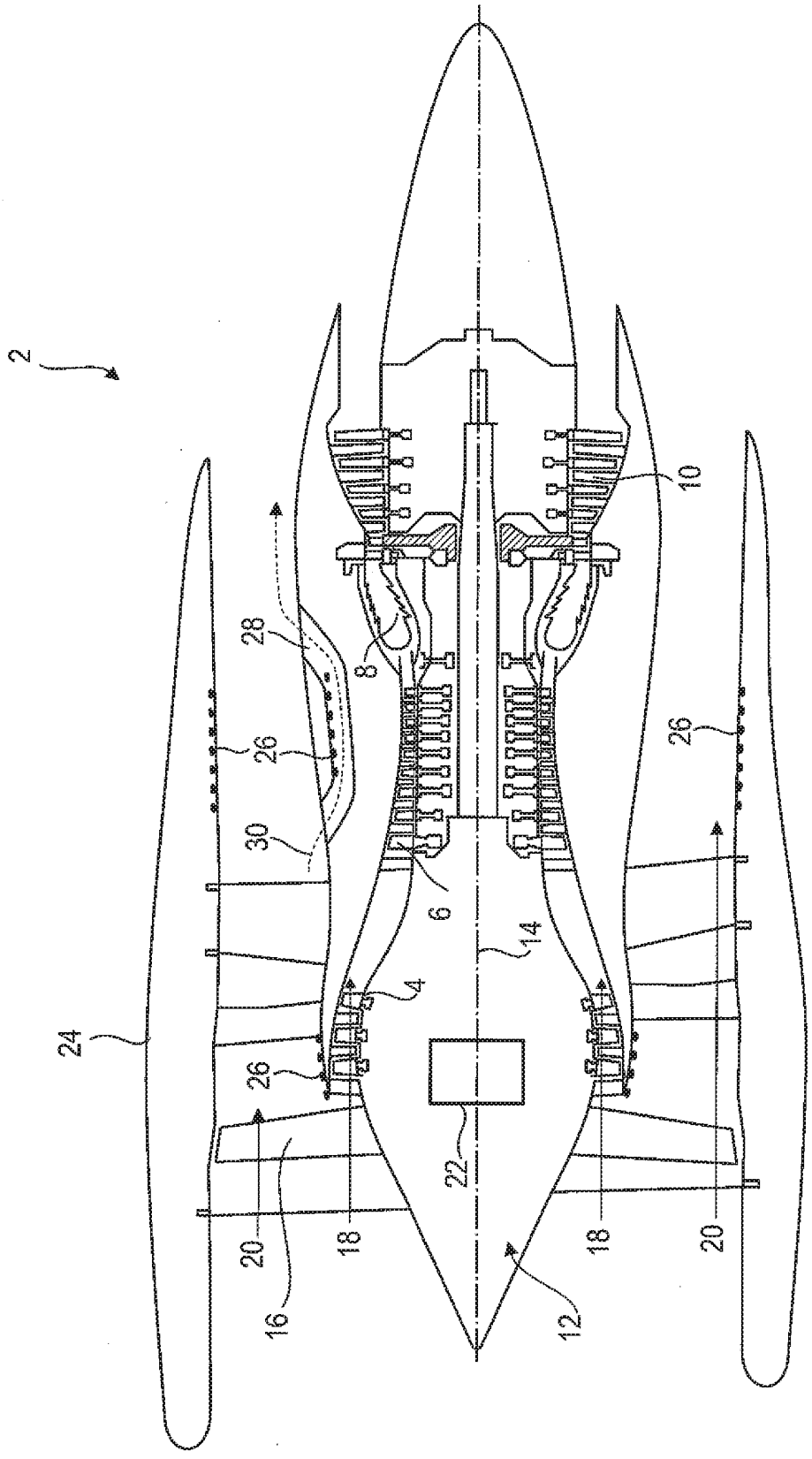


FIG 2

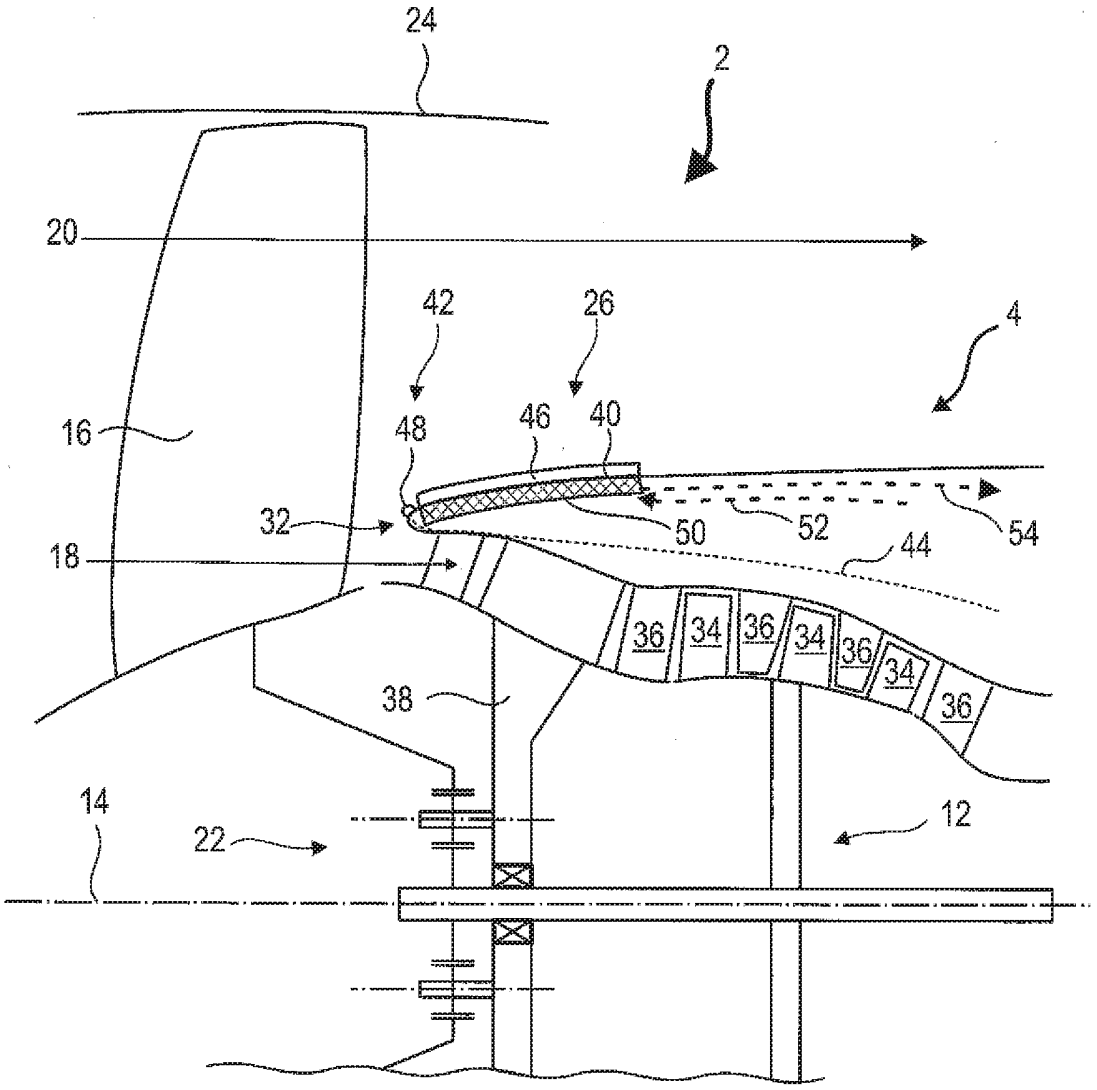
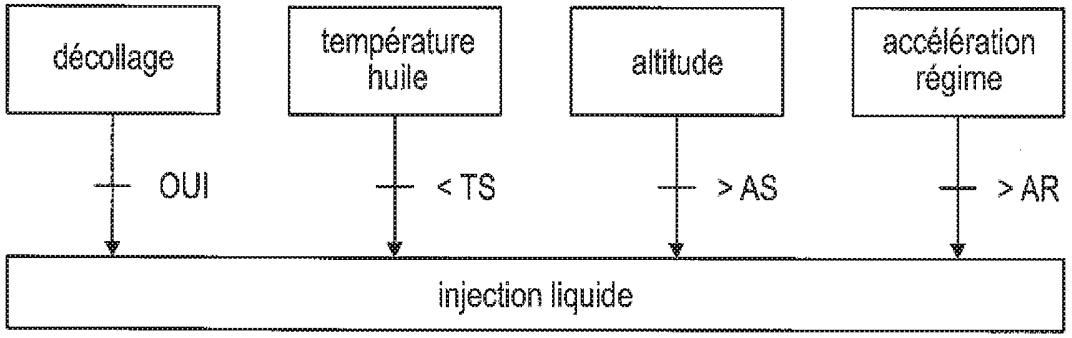

24
2
20
42
26
4
16
48
46
40
32
50
52
54
18
44
36
34
36
34
36
34
36
38
14
22
12

FIG 3


décollage
température huile
altitude
accélération régime
OUI
< TS
> AS
> AR
injection liquide

BE2015/5167

Abrégé

REFROIDISSEMENT DE TURBOMACHINE PAR EVAPORATION

L'invention a pour objet une turbomachine (2) axiale d'aéronef, notamment un turboréacteur double flux. Elle comprend un circuit d'huile avec un refroidisseur (26) muni d'une une première surface d'échange thermique en contact de l'huile du circuit d'huile ; et d'une deuxième surface (40) d'échange thermique en contact du flux d'air secondaire (20) entrant dans la turbomachine (2). Le refroidisseur (26) est du type air/huile (ACOC) et comporte des ailettes (46). Pour accroître la capacité du refroidisseur (26), celui-ci est doté d'un dispositif d'injection (42) de liquide de refroidissement, notamment d'eau avec des additifs. La capacité thermique de l'eau amplifie le refroidissement, son évacuation augmente la poussée de la turbomachine (2). L'invention a également pour objet un procédé de refroidissement de turbomachine (2) d'aéronef par injection d'eau au moment du décollage.

(figure 2)

Numéro de la demande nationale

RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

BO 11060
BE 201505167

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 2014/027102 A1 (ANTEL JR WILLIAM JOSEPH [DE] ET AL) 30 janvier 2014 (2014-01-30) * figures 1-2 * * alinéa [0033] *	1-5,7-20	INV. F02K3/115 F02C7/18 F28F13/00 F28D5/02
Y	US 2015/000865 A1 (UEDA TATSUYA [JP]) 1 janvier 2015 (2015-01-01) * alinéa [0011] * * figure 3 *	1-5,7-20	
Y	EP 1 916 399 A2 (GEN ELECTRIC [US]; UNISON IND LLC [US]) 30 avril 2008 (2008-04-30) * figures 6,8 * * alinéas [0005] - [0007], [0011] - [0012] *	1-20	
Y	US 5 129 446 A (BEAMER HENRY E [US]) 14 juillet 1992 (1992-07-14) * colonne 1, ligne 68 - colonne 2, ligne 2 * * colonne 4, lignes 22-26 * * figures 2-3 *	1-20	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F02K F02C F28F F28D
A	US 5 148 859 A (BEAMER HENRY E [US]) 22 septembre 1992 (1992-09-22) * abrégé * * figures *	1-20	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
27 novembre 2015	Fortugno, Eugenio

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C09)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.

BO 11060
BE 201505167

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

27-11-2015

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 20140027102 A1	30-01-2014	CA 2879379 A1	30-01-2014
		EP 2893277 A1	15-07-2015
		JP 2015528890 A	01-10-2015
		US 2014027102 A1	30-01-2014
		WO 2014018198 A1	30-01-2014
US 2015000865 A1	01-01-2015	EP 2843213 A1	04-03-2015
		JP 5442916 B1	19-03-2014
		US 2015000865 A1	01-01-2015
		US 2015267645 A1	24-09-2015
		WO 2014207784 A1	31-12-2014
EP 1916399 A2	30-04-2008	CN 101178027 A	14-05-2008
		EP 1916399 A2	30-04-2008
		JP 5336618 B2	06-11-2013
		JP 2008144752 A	26-06-2008
		JP 2012117544 A	21-06-2012
		US 2008095611 A1	24-04-2008
US 5129446 A	14-07-1992	AUCUN	
US 5148859 A	22-09-1992	AUCUN	

OPINION ÉCRITE

Dossier N°	Date du dépot (jour/mois/année)	Date de priorité (jour/mois/année)	Demande n°
BO11060	20.03.2015		BE201505167

Classification internationale des brevets (CIB)
INV. F02K3/115 F02C7/18 F28F13/00 F28D5/02

Déposant
TECHSPACE AERO S.A.

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

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

Examinateur
Fortugno, Eugenio

Demande n°

OPINION ÉCRITE

BE201505167

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.

2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :

   a. Nature de l'élément:

   ☐ un listage de la ou des séquences

   ☐ un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences

   b. Type de support:

   ☐ sur papier

   ☐ sous forme électronique

   c. Moment du dépôt ou de la remise:

   ☐ contenu(s) dans la demande telle que déposée

   ☐ déposé(s) avec la demande, sous forme électronique

   ☐ remis ultérieurement

3. ☐ De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.

4. Commentaires complémentaires :

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

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	1-20
	Non :	Revendications	
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-20
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-20
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Ad point V

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

1 Il est fait référence aux documents suivants :

D1 US 2014/027102 A1

D2 US 2015/000865 A1

D3 US 5 129 446 A

2 La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet de la revendication 1 n'impliquant pas d'activité inventive.

2.1 D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication, divulgue (les références entre parenthèses s'appliquent à ce document) une turbomachine axiale d'aéronef (10) destinée à être au contact d'au moins un flux d'air, la turbomachine comprenant un circuit d'huile avec au moins un refroidisseur (52), le refroidisseur comportant:

- une première surface d'échange thermique au contact de l'huile du circuit d'huile (conduits 66, par. 0033); et

- une deuxième surface (60) d'échange thermique au contact du flux d'air (50) de sorte à ce que le refroidisseur (52) puisse refroidir l'huile grâce au flux d'air

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de cette turbomachine connue en ce que il n'y a aucun dispositif d'injection de liquide de refroidissement sur la deuxième surface; il est donc nouveau.

2.1.1 Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme celui de réduire l'encombrement d'un échangeur de turbomachine (par.0007 de la description).

2.1.2 La solution proposée dans la revendication 1 de la présente demande ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive pour les motifs suivants:

selon la description donnée dans le document D4, l'injection d'eau dans un échangeur de chaleur (col.1, l.68 jusqu'à col. 2, l.2) présente les mêmes avantages que ceux mentionnés dans la présente demande (aussi col. 4, l. 22-26). Donc, l'utilisation de l'injection d'eau, lors du décollage de l'aéronef par exemple, permet d' augmenter la capacité de refroidissement maximale, sans pénaliser la traînée de la turbomachine.

2.1.3 Par conséquent, l'introduction de cette caractéristique, divulguée dans D4, dans l'échangeur de chaleur décrit dans D1 serait considérée par l'homme du métier comme une solution ordinaire pour résoudre le problème posé.

2.2 Le même raisonnement du paragraphe 2.1 s'applique à partir du document D2 (par.0011, fig.3) , en combinaison avec D4, ou à partir du document D3 (par.0005-0007, 0011-0012), en combinaison avec D4.

3 Le même raisonnement des par.2.1-2.2 s'applique, mutatis mutandis, à l'objet de la revendication indépendante correspondante 16 qui n'est donc pas considérée comme impliquant d'activité inventive.

4 Les revendications dépendantes 2-15, 17-20 ne contiennent pas de caractéristiques qui satisfassent aux exigences d'activité inventive en étant combinées aux caractéristiques de l'une quelconque des revendications auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées.

Le document D1 divulgue aussi:

-rev.2-3: une turbomachine avec un carter externe et deux flux annulaires (fig. 1);

-rev.5: des ailettes de refroidissement (64);

-rev.11; un refroidisseur annulaire (fig.2);

Le document D3 divulgue:

-rev. 7: une veine annulaire guidant le flux d'air et un passage en communication avec la veine annulaire, le refroidisseur étant placé dans ledit passage (fig.6,8);

le document D4 divulgue:

-rev.4: des moyen d'injection qui injectent du liquide sur la deuxième surface (fig.2-3);

-rev.17-20: un refroidisseur air-huile qui est actionné lors que certaines conditions sont satisfaites (col.4, l.22-26).