

(12) BREVET D'INVENTION BELGE

(47) Date de publication : 04/08/2017

(21) Numéro de demande : BE2016/5085

(22) Date de dépôt : 02/02/2016

(62) Divisé de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : G01M 15/14

(30) Données de priorité :

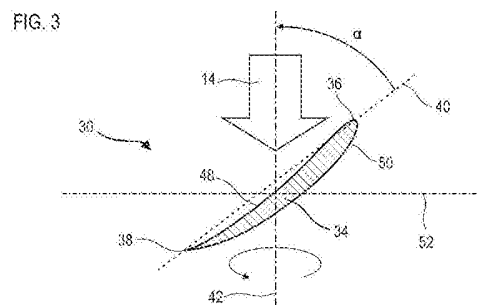
(73) Titulaire(s) :

SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.
4041, HERSTAL
Belgique

(72) Inventeur(s) :

TRAN Quac-Hung
4020 LIEGE
Belgique**(54) BANC D'ESSAI POUR TURBOMACHINE AXIALE AVEC EOLIENNE HORIZONTALE**

(57) L'invention a trait à un banc d'essai pour turbomachine axiale, notamment pour turboréacteur d'avion, comprenant : un canal vertical d'entrée, un canal vertical de sortie reliés entre eux par un passage contenant la turbomachine ; au moins une éolienne de récupération d'énergie du flux (14) entraînée par la turbomachine ; l'éolienne comprenant un axe de rotation (42) et plusieurs pales (30), chaque pale (30) comprenant des profils aérodynamiques (34) avec des cordes (40). Au moins une pale (30) comprend une corde (40) inclinée selon un angle α par rapport à l'axe de rotation (42) de l'éolienne, ledit angle α étant compris entre 64° et 81° et permet une récupération d'énergie sans perturber significativement les conditions de test. L'invention a également trait à un procédé de récupération d'énergie d'un tel banc



d'essai.

BREVET D'INVENTION BELGE

SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie

Numéro de publication : 1023825
Numéro de dépôt : BE2016/5085

Office de la Propriété intellectuelle

Classification Internationale : G01M 15/14
Date de délivrance : 04/08/2017

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 02/02/2016.

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 & PARTNERS SARL, B.P. 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 : BANC D'ESSAI POUR TURBOMACHINE AXIALE AVEC EOLIENNE HORIZONTALE.

INVENTEUR(S) :

TRAN Quac-Hung, Bvd. Emile de Laveleye 54, 4020, LIEGE;

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 04/08/2017,

Par délégation spéciale :

BANC D'ESSAI POUR TURBOMACHINE AXIALE AVEC EOLIENNE HORIZONTALE

Domaine technique

L'invention a trait à un banc d'essai pour turbomachine. Plus particulièrement
5 l'invention a trait à un banc d'essai pour turbomachine configuré pour la récupération d'énergie générée lors d'un essai.

Le document de brevet WO 2012/171105 A1 divulgue un banc d'essai pour turbomachine comprenant un système de valorisation d'énergie. Le système récupère l'énergie cinétique d'un mélange de gaz de combustion et d'air se
10 déplaçant dans le banc d'essai et transforme cette énergie cinétique en électricité au moyen d'une éolienne. La turbomachine est située dans une chambre d'essai et l'éolienne est située dans un tube en aval de la chambre d'essai. Le tube est couramment appelé « tube collecteur » en ce qu'il collecte les gaz de combustion sortant de la turbomachine. La vitesse élevée des gaz
15 de combustion dans le tube permet d'aspirer un minimum d'air ambiant autour de la turbomachine de manière à satisfaire les conditions d'essai requises en termes de flux d'air minimal dans la chambre d'essai. Le tube collecteur joue en quelque sorte un rôle de pompe du mélange gazeux en vue de son expulsion, il évite également des inversions localisées de l'écoulement en aval de la
20 turbomachine. Le tube collecteur peut en particulier être configuré pour absorber les ondes sonores en aval de la turbomachine. L'éolienne comprend des pales à pas variable pour s'adapter aux différentes vitesses de flux du mélange gazeux atteintes selon la taille des turbomachines testées ; elle est connectée à un alternateur/générateur pour convertir l'énergie mécanique du
25 flux d'air (énergie cinétique) en électricité. Cet enseignement est intéressant en ce que l'éolienne positionnée dans le tube collecteur reçoit un flux de mélange de gaz sensiblement laminaire. Par ailleurs, le tube limite la taille de l'éolienne. L'enseignement se limite cependant aux essais de turbomachines pour lesquelles la vitesse et la pression des gaz d'échappements, modifiés par la
30 présence de l'éolienne dans le tube, garantissent toujours le minimum d'aspiration d'air ambiant de la chambre d'essai nécessaire pour l'essai. Par

ailleurs, la position de l'éolienne dans le tube recevant un mélange gazeux de produits de combustion à haute température impose des contraintes de fonctionnement à l'éolienne qui en augmentent le coût. Qui plus est, la présence d'une éolienne perturbe l'écoulement du flux au travers du banc d'essai ; si bien que les conditions de test sont perturbées. Le mode de fonctionnement de la turbomachine est influencé, et les mesures récoltées lors des essais ne correspondent plus aux conditions réelles de fonctionnement. Dès lors, les résultats de tests sont faussés.

Problème technique

10 L'invention a pour objectif de proposer une solution de banc d'essai pour turbomachine palliant au moins un inconvénient de l'état de l'art. Plus particulièrement, l'invention a pour objectif de limiter l'influence de la récupération d'énergie pendant un test de turbomachine sur un banc d'essai. L'invention a également pour objectif de fournir une solution de banc robuste et
15 fiable.

Solution technique

L'invention a pour objet un banc d'essai pour turbomachine apte à entraîner un flux d'air, notamment pour turboréacteur, le banc d'essai comprenant : une entrée ; une sortie; un passage reliant l'entrée à la sortie, et destiné à recevoir
20 la turbomachine lors d'un essai ; au moins une éolienne de récupération d'énergie du flux d'air de la turbomachine, l'éolienne comprenant un axe de rotation et plusieurs pales, chaque pale comprenant des profils aérodynamiques avec des cordes; remarquable en ce qu'au moins une pale comprend une corde inclinée selon un angle α par rapport à l'axe de rotation,
25 ledit angle α étant compris entre 50° et 85°.

Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou pour chaque pale, la majorité ou la totalité des cordes sont inclinées par rapport à l'axe de rotation d'un angle α compris entre 64° et 81°.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'angle α est communément appelé
30 angle de calage.

Selon un mode avantageux de l'invention, pour au moins une ou pour chaque pale, l'angle α est compris entre 75° et 85° en tête de pale et/ou pour au moins une ou pour chaque pale, l'angle α est compris entre 60° et 70° en pied de pale.

- 5 Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque pale est conçue de sorte à compenser, au moins partiellement, la déformation de la pale en raison de la différence de pression, de la gravité, et de la force centrifuge, éventuellement une projection de gouttelettes d'eau, ou n'importe quelles combinaisons de ceux-ci.
- 10 Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque pale comporte un bord d'attaque et/ou un bord de fuite en forme d'hyperbole.
Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque pale présente un bord d'attaque généralement droit, ledit bord étant enveloppé dans un cylindre de rayon inférieur ou égal à 30 cm, ou 20 cm ou 10 cm.
- 15 Selon un mode avantageux de l'invention, l'axe de rotation de l'éolienne est vertical, et éventuellement perpendiculaire à l'axe de rotation de la turbomachine.
Selon un mode avantageux de l'invention, l'éolienne est apte à produire une puissance électrique comprise entre 0,5 MW et 5MW, le banc d'essai
20 comprenant éventuellement un dispositif de projection de gouttelettes d'eau entre l'entrée et la sortie.
Selon un mode avantageux de l'invention, la longueur d'au moins une ou de chaque pale est comprise entre 150 cm et 600 cm, ou entre 200 cm et 500 cm, ou entre 250 cm et 400 cm.
- 25 Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque pale présente un profil en pied de pale dont la longueur est supérieure au double de la longueur en tête de pale, et/ou au moins une ou chaque pale présente un profil en pied de pale dont l'épaisseur est supérieure au double de l'épaisseur en tête de pale.
- 30 Selon un mode avantageux de l'invention, l'éolienne comprend un moyeu auquel les pales sont fixées, le diamètre du moyeu est supérieur ou égal à 10%, ou à 25%, ou à la majorité de la longueur de chaque pale.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'éolienne s'étend sur la majorité de la largeur du passage, par exemple sur la majorité de la largeur du tunnel et/ou de la chambre, et/ou de la cheminée.

- 5 Selon un mode avantageux de l'invention, la pale est fixée au rotor par une fixation de type queue d'aronde et/ou via une plateforme de fixation.

Selon un mode avantageux de l'invention, la compensation est de 10% à 50%, éventuellement 15% à 20% de la déformation axiale et/ou radiale.

- 10 Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque pale comprend des longueurs de cordes décroissantes, éventuellement de manière monotone ou continue, du rotor vers l'extérieur de l'éolienne.

Selon un mode avantageux de l'invention, au moins une ou chaque pale comprend une variation d'épaisseur décroissante, éventuellement de manière monotone ou continue, du rotor vers l'extérieur de l'éolienne.

- 15 Selon un mode avantageux de l'invention, le turboréacteur est un turboréacteur d'avion.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'éolienne est une première éolienne, le banc d'essai comportant en outre une deuxième éolienne, au moins une ou chaque éolienne comprend un axe de rotation vertical.

- 20 Selon un mode avantageux de l'invention, le passage comprend un couloir destiné à accueillir la turbomachine, le couloir étant éventuellement droit, l'éolienne étant à distance dudit couloir.

- 25 Selon un mode avantageux de l'invention, le rotor comprend un moyeu avec une pluralité de rainures s'étendant axialement sur sa périphérie et espacés circonférentiellement.

Selon un mode avantageux de l'invention, le pied de pale est fixé dans une gorge du rotor par des moyens de blocage, préférentiellement au moyen de vis de fixation et de rondelles.

Selon un mode avantageux de l'invention, le banc d'essai comprend au moins un dispositif de projection de gouttelettes d'eau en amont de l'éolienne ou d'une des éoliennes.

5 Selon un mode avantageux de l'invention, le ou au moins un des dispositifs de projection est disposé directement en amont de l'éolienne correspondante, préférentiellement à une distance de moins de 3m, plus préférentiellement moins de 1m, de ladite éolienne.

10 Selon un mode avantageux de l'invention, la section de l'entrée et/ou de la sortie, à hauteur de l'éolienne selon son axe de rotation, est comprise entre 2m^2 et 200m^2 , préférentiellement entre 40m^2 et 70m^2 .

15 Selon un mode avantageux de l'invention, le banc d'essai comprend une portion coudée reliant la cheminée verticale à la chambre, ledit coude comprenant des déflecteurs pour guider le flux d'air depuis une direction verticale vers une direction horizontale, la ou au moins une des éoliennes étant disposée à l'entrée dudit coude.

Selon un mode avantageux de l'invention, la ou au moins une des éoliennes comprend des systèmes de conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique.

20 Selon un mode avantageux de l'invention, l'éolienne comporte de six à vingt pales, ou de huit à quinze pales, ou de neuf à douze pales, éventuellement dix pales.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'entrée et/ou la sortie sont chacune formées par une cheminée, les cheminées étant reliées par le passage, l'éolienne étant disposée dans une cheminée.

25 Selon un mode avantageux de l'invention, la pale est en matériau composite, éventuellement à fibres de carbone et/ou à matrice organique.

Selon un mode avantageux de l'invention, pour au moins une ou pour chaque pale, la différence d'angle α entre le pied de pale et la tête de pale est comprise entre 20° et 30° .

Selon un mode avantageux de l'invention, pour au moins une ou chaque pale, un ou chaque profil, présente une corde dont la longueur représente entre dix et quinze fois l'épaisseur dudit profil.

- 5 L'invention a également pour objet un procédé de récupération d'énergie dans un banc d'essai pour turbomachine, notamment pour turboréacteur d'avion, l'éolienne comprenant des pales avec des profils aérodynamiques présentant des cordes, le procédé comprenant les étapes suivantes : a) installation d'une turbomachine dans le banc d'essai; b) test de fonctionnement de la
- 10 turbomachine en entraînant un flux d'air; c) récupération d'énergie du flux d'air; remarquable en ce qu'au moins une pale comprend une corde inclinée d'un angle α par rapport à l'axe de rotation de l'éolienne, ledit angle α étant compris entre 50 ° et 85°, le banc étant éventuellement conforme à l'invention.

Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que pendant l'étape c) récupération, la différence de pression entre l'amont et l'aval de l'éolienne est

15 comprise entre 10 Pa et 1000 Pa, ou entre 50 Pa et 500 Pa, ou entre 80 Pa et 150 Pa.

Procédé selon l'une des revendications 12 à 13, caractérisé en ce que pendant l'étape c) récupération, la vitesse du flux d'air traversant l'éolienne est comprise

20 entre 10 m/s et 100 m/s, ou entre 20 m/s et 50 m/s, ou entre 25 m/s et 35 m/s.

Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que pendant l'étape c) récupération, le banc d'essai récupère moins de 10%, ou de 6% ou de 3% ou 1% de la puissance maximale de la turbomachine.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine ; notamment le

25 turboréacteur ; est apte à exercer une poussée d'au moins 50 kN, ou d'au moins 200 kN, ou d'au moins 500 kN.

Selon un mode avantageux de l'invention, pendant l'étape (b) test, la turbomachine génère un flux avec un débit massique d'air dans le passage compris entre 0,1kg/s et 3000kg/s, préférentiellement entre 200kg/s et

30 1200kg/s.

Selon un mode avantageux de l'invention, la vitesse de rotation de la ou d'au moins une des éoliennes est comprise entre 50tr/min et 1000tr/min, préférentiellement entre 100tr/min et 500tr/min.

5 Selon un mode avantageux de l'invention, l'éolienne est placée en amont de la turbomachine et est configurée de sorte à pouvoir fonctionner avec une différence de pression de 100 Pa.

10 L'invention a également pour objet une utilisation d'un rotor d'éolienne pour récupérer de l'énergie, le rotor présentant un axe de rotation et comportant une série de pales, chaque pale montrant des profils aérodynamiques avec des axes de corde ; caractérisé en ce qu'au moins un ou chaque axe de corde est incliné par rapport à l'axe de rotation d'un angle α compris entre 60° à 85°.

Avantages techniques

15 Les mesures de l'invention sont intéressantes en ce que le banc d'essai pour turbomachine axiale est apte à récupérer en électricité l'énergie cinétique du flux d'air généré dans le banc par l'essai de modèles variés de turbomachines, sans perturber ni endommager le dispositif. En effet, l'éolienne positionnée dans un canal vertical à l'entrée ou à la sortie du banc d'essai est détachée des zones autour de la turbomachine, notamment en aval et en périphérie, zones dans lesquelles les vitesses de déplacement d'air sont élevées et leur modification critique à la qualité des conditions de l'essai. En outre, la vitesse de l'air dans les canaux verticaux est relativement plus faible que celle dans les zones autour de la turbomachine. Les éoliennes, configurées pour entrer en rotation dans de tels conditions de vitesse d'air, sont aptes à générer une puissance électrique adaptée tout en évitant la perturbation et/ou l'endommagement du dispositif grâce à l'inclinaison particulière des pales par rapport à l'axe de rotation du rotor. Par ailleurs, le flux d'air est sensiblement laminaire dans les canaux verticaux, ce qui est favorable au rendement de la

20

25

30 récupération d'énergie.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention seront mieux compris à l'aide de la description et des dessins parmi lesquels :

- 5 – La figure 1 représente un banc d'essai selon l'invention dans lequel est monté une turbomachine axiale.
- La figure 2 esquisse une vue axiale d'une pale selon l'invention.
- La figure 3 est une représentation d'une section transversale d'une pale d'une éolienne selon l'invention.
- 10 – La figure 4 illustre un diagramme du procédé de récupération d'énergie sur un banc d'essai selon l'invention.

Description d'un mode de réalisation

Dans la description qui va suivre, le terme axial renvoie à la direction selon l'axe de rotation de l'éolienne. Le terme radial renvoie à la direction
15 perpendiculaire à l'axe de rotation de l'éolienne. Chaque longueur est mesurée selon la direction principale de l'entité correspondante.

La figure 1 représente de manière simplifiée un banc d'essai 2 de moteur 4, plus particulièrement un banc d'essai 2 pour turbomachine 4 axiale. La turbomachine 4 peut être employée pour propulser un aéronef (non
20 représenté).

La turbomachine est en l'occurrence un turboréacteur d'avion. Le turboréacteur 4 est apte à produire une poussée de 100 kN, ou même de dépasser les 550kN selon le modèle. Son installation au banc d'essai 2 est effectuée dans des
25 circonstances variées. Le turboréacteur 4 peut passer au banc d'essai dans le cadre d'un nouveau développement ou pour un contrôle qualité après fabrication, ou encore suite à une maintenance. Lors de son fonctionnement la turbomachine propulse un souffle. Lorsqu'elle se trouve dans le banc d'essai 2, l'air environnant est également entraîné par le souffle. Le flux d'air 14, en raison

de sa masse et de sa vitesse, représente une énergie cinétique conséquente. Une partie de cette énergie cinétique est destinée, dans le cadre de l'invention, à être récupérée. Pour l'essai de tels turboréacteurs 4, le banc d'essai 2 est configuré pour générer un débit massique d'air compris entre 0,1kg/s et 3000kg/s, préférentiellement entre 200kg/s et 1200kg/s.

Le banc d'essai 2 forme une infrastructure, une construction. Il comprend une cheminée verticale d'entrée 8 et une cheminée verticale de sortie 10. Elles sont reliées entre elles par un passage 6. Les deux cheminées verticales (8 ; 10) permettent une admission d'air et un échappement verticaux, en élévation par rapport au passage 6. Le passage 6, tout comme les cheminées verticales (8 ; 10) sont traversés par le flux d'air 14.

Le passage 6 peut comprendre un couloir 12 allongé. Sa longueur peut être supérieure à 10 m, ou 30 m ; ou 50 m. La longueur du couloir 12 permet la circulation en ligne droite du flux d'air 14 ; ou circulation d'air 14 ; en y limitant les tourbillons. Afin de limiter la résistance à l'écoulement, en particulier en entrée du turboréacteur 4, le couloir 12 peut présenter une section de passage supérieure ou égale à 20 m², préférentiellement supérieure ou égale à 50 m². La section de passage, ou section libre, peut être mesurée dans une chambre d'essai 16 du turboréacteur 4, au niveau de la cloche qui est montée en entrée du turboréacteur 4. La section de passage peut être observable sur au moins un quart de la longueur du couloir 12, préférentiellement sur la majorité. Le turboréacteur 4 est monté dans la chambre d'essai 16, éventuellement au moyen d'un bras de fixation 18. Le bras 18 peut s'étendre verticalement depuis le plafond du couloir 12, à la manière d'une colonne ou d'un poteau. Le bras 18 permet de monter le turboréacteur 4 avec un déport, et de centrer ce dernier au milieu du couloir 12. Le centrage est vertical et horizontal.

Le banc d'essai 2 comprend une éolienne 22 située dans l'entrée 8. L'éolienne 22 est à l'intérieur de la cheminée d'entrée 8 qui forme un manchon autour d'elle. L'éolienne 22 permet de convertir en énergie mécanique ou électrique, une partie de l'énergie cinétique du flux d'air 14 inhérent à l'essai du

turboréacteur 4. On peut observer que l'éolienne 22 présente un axe de rotation 42 vertical. L'éolienne 22 peut être située dans une portion coudée 20 du banc d'essai 2, portion reliant la cheminée d'entrée 8 au couloir 12. Suivant une alternative, l'éolienne 22 est à distance du couloir. C'est-à-dire qu'elle est
5 uniquement entourée par la cheminée d'entrée 8.

L'éolienne 22 comprend une série de pales 30, également appelées aubages. Ces pales 30 sont réparties autour du moyeu central 31 du rotor de l'éolienne 22. Lors de la rotation des pales 30 autour de leur axe de rotation 42, elles évoluent suivant un plan perpendiculaire à l'axe de rotation 42. Elles balayent
10 un disque. Elles peuvent balayer la majorité de la section passante du passage 6, ou de la cheminée d'entrée 8. Chaque section peut être mesurée selon un plan perpendiculaire à l'axe de rotation 42, au niveau des pales 30.

L'éolienne 22 comprend, en outre, des systèmes de conversion (non représentés) de l'énergie mécanique en énergie électrique. Ceux-ci peuvent
15 comprendre une commande (non représentée) déterminant la puissance électrique à convertir. Le système de conversion peut être logé dans le moyeu, ou en être décalé axialement. Le système peut comprendre une machine électrique tournante, tel un alternateur. L'éolienne 22 est configurée pour récupérer une puissance électrique comprise entre 0,5MW et 10MW.

20 A la jonction 20 entre la cheminée d'entrée 8 et le couloir 12, le banc 2 est équipé d'une série de déflecteurs 28. Ils permettent de renvoyer l'air descendant de la cheminée d'entrée 8 dans une direction horizontale. Ils s'étendent horizontalement, et traversent tout le couloir 12 suivant sa largeur. Ils présentent des profils courbes.

25 Dans le mode de réalisation ici présenté, les cheminées verticale (8 ; 10) comprennent des dispositifs de réduction de bruit, en l'occurrence des baffles acoustiques 24. L'éolienne 22 peut être située entre les baffles acoustiques 24 et les déflecteurs 28. La cheminée d'entrée 8 comprend en l'occurrence
30 plusieurs rangées de baffles acoustiques 24. En entrée du couloir 12, le banc 2

présente optionnellement une grille 38 permettant d'intercepter des débris susceptibles de perturber l'essai et d'endommager le turboréacteur 4.

Optionnellement, le banc d'essai 2 comprend, un dispositif de projection 32 de gouttelettes d'eau, disposé directement en amont de l'éolienne 22 ;
5 préférentiellement à une distance de moins de 1m, plus préférentiellement moins de 0,5m, de ladite éolienne 22. Ce dispositif de projection 32 est configuré pour augmenter la densité du flux d'air 14, et donc augmenter l'énergie potentiellement récupérable. La densité du flux d'air 14 peut être
10 brouillard d'eau qui se mêle au flux d'air 14, la projection étant réalisée sur une portion supérieure à 50%, préférentiellement supérieure à 80%, de la section du canal vertical d'entrée 8.

Le débit d'eau projetée dans la cheminée d'entrée 8 est réglé de sorte à ce que l'humidité relative de l'air en aval du dispositif de projection 32 puisse être
15 supérieure à 95%, préférentiellement supérieure à 99,9%. Le dispositif de projection d'eau 32 est destiné à produire un débit d'eau jusqu'à 150kg/s, préférentiellement un débit d'eau compris entre 2kg/s et 40kg/s. Cette mesure est intéressante en ce que l'augmentation de la densité de la masse d'air se déplaçant dans le banc d'essai augmente son énergie cinétique.
20 L'augmentation de l'énergie cinétique du flux d'air 14 est avantageuse pour la récupération d'énergie, son humidité relative élevée est par ailleurs favorable au rendement du turboréacteur.

Dans un mode alternatif de réalisation (non représenté) le banc d'essai conforme à l'invention peut comprendre plusieurs éoliennes dans le canal
25 vertical d'entrée et/ou dans le canal vertical de sortie. Les axes de rotation pourraient être horizontaux.

Le terme d'« éolienne » est un terme couramment utilisé pour désigner une turbine éolienne, ou aérogénérateur, destiné à convertir de l'énergie mécanique en énergie électrique. L'« éolienne » peut s'entendre également comme un
30 ventilateur destiné à générer un flux d'air, en l'occurrence par transformation d'une énergie électrique en énergie mécanique.

La figure 2 montre une vue à plat d'une pale 30 d'éolienne. La pale 30 peut correspondre à une des pales 30 d'éolienne présentée en relation avec la figure 1. Bien qu'il soit fait référence à une seule pale 30, la description qui suit peut s'appliquer à chaque pale d'éolienne.

- 5 La pale 30 présente un bord d'attaque 36 et un bord de fuite 38. Le bord d'attaque 36 est généralement droit. Il s'écarte de moins de 25cm, préférentiellement de moins de 10 cm d'une ligne droite moyenne. De son côté, le bord de fuite 38 forme généralement une hyperbole, ou une courbe concave.

- La pale 30 présente une succession de profils aérodynamiques 34. Ces profils aérodynamiques 34 évoluent le long de la pale 30. En particulier, leurs longueurs décroissent de l'intérieur vers l'extérieur ; en s'éloignant de l'axe de rotation 42. Les épaisseurs des profils 34 suivent la même progression. Le profil 34 en pied 44 de pale 30 est plus long et plus épais qu'en tête 46 de pale 30. La tête 46 et le pied 44 de la pale 30 forment ses extrémités radialement opposées. La face libre de la tête 46 de pale est plate. La longueur des pales 15 30 est mesurée depuis le moyeu auquel elles sont fixées. La longueur des pales 30 est entendue comme leur longueur libre.

- Pour au moins une ou pour chaque pale 30, les centres de gravité des profils 20 34 décrivent une courbe le long de la pale 30. Cette courbe peut être configurée de manière à compenser, au moins partiellement, la déformation de la pale 30 en raison de la différence de pression, de la gravité, et de la force centrifuge, ou éventuellement de la projection de gouttelettes d'eau, ou n'importe quelles combinaisons de ceux-ci. La compensation peut corriger une partie minoritaire de la déformation axiale et/ou radiale, éventuellement de 25 15%.

La figure 3 est une représentation d'un profil aérodynamique 34 d'une pale 30 de l'éolienne conforme à l'invention. Le profil 34 peut être une section réalisée perpendiculairement à l'allongement principal de la pale 30. La pale 30 correspond à une pale d'éolienne présentée en relation avec les figures 1 à 2.

Le profil 34 de la pale 30 comprend un bord d'attaque 36 et un bord de fuite 38 reliés entre eux par une corde 40, ainsi que par une surface intrados 48 et par une surface extrados 50. On observe que la corde 40 est inclinée par rapport à l'axe de rotation 42 du rotor. La flèche représente l'angle d'inclinaison de la corde 40 par rapport à l'axe de rotation 42, qui selon l'invention est inclinée d'un angle α compris entre 50° et 85° . Par convention, l'angle α serait égal à 0° en cas de parallélisme entre la corde 40 et l'axe de rotation 42 de l'éolienne. L'angle α décroît progressivement le long de la pale 30, depuis sa tête ; ou extrémité libre ; à son pied, extrémité liée au moyeu. L'angle α peut être compris entre 64° et 81° . Cette mesure est intéressante en ce que le réglage de l'inclinaison des pales 30 de l'éolienne permet d'établir une récupération d'énergie optimale, éventuellement de l'ordre de 10%, tout en limitant l'impact sur le flux d'air 14.

L'angle α varie le long de la pale 30. L'angle α augmente vers la tête de pale 30. L'augmentation peut être monotone ou continue du pied de pale 30 vers la tête de pale. L'angle α en tête de pale peut au moins être supérieur de 10° , ou 15° ou 20° , ou 25° à l'angle α en pied de pale.

Le plan 52 selon lequel évolue la pale 30 est représenté. Ce plan 52 est perpendiculaire à l'axe de rotation 42. En raison des déformations de la pale, par exemple dues à la gravité, le plan 52 peut être sensiblement conique ; en conservant l'axe de rotation 42 comme axe central.

La pale peut être réalisée en un matériau composite. Ce matériau comporte une matrice et un renfort fibreux entremêlés. La matrice peut être organique. Les fibres peuvent être en carbone, en verre. Ce mode de réalisation favorise la diminution de la masse, et donc le moment d'inertie.

La figure 4 esquisse un procédé de récupération d'énergie dans un banc d'essai. Le banc d'essai peut correspondre à celui détaillé en figure 1. Le procédé peut comprendre les étapes suivantes :

- a) installation 100 d'une turbomachine dans le banc d'essai;

- b) test de fonctionnement 102 de la turbomachine qui entraîne un flux d'air dans ou au travers du banc d'essai ;
- c) récupération d'énergie 104 du flux d'air,
- d) projection 106 de gouttelettes d'eau dans le banc d'essai ; en option.

5 Les étapes b) test 102 et c) récupération d'énergie 104 peuvent être réalisées simultanément. L'étape b) test de fonctionnement 102, peut comprendre des phases pendant lesquelles la turbomachine fonctionne sans qu'aucune mesure ne soit effectuée, et des phases où des mesures sont effectuées au titre du test. Les mesures peuvent être des mesures de la poussée ou de la puissance
10 de la turbomachine. Les mesures peuvent être des mesures de vibration, de pression, et/ou de température. L'étape c) récupération d'énergie 104 peut être réalisée pendant les deux types de phases, ou uniquement en l'absence de mesure.

L'étape c) récupération d'énergie 104 peut être intermittente. Elle peut donc
15 s'effectuer entre des phases de mesure sur la turbomachine. Elle peut également être synchronisée avec l'étape d) projection 106 de gouttelettes d'eau. Cette étape optionnelle étant également réalisée en discontinu.

Revendications

1. Banc d'essai (2) pour turbomachine (4) apte à entraîner un flux d'air (14), notamment pour turboréacteur, le banc d'essai comprenant :
- une entrée (8) ;
 - 5 – une sortie (10) ;
 - un passage (6) reliant l'entrée (8) à la sortie (10) , et destiné à recevoir la turbomachine (4) lors d'un essai ;
 - au moins une éolienne (22) de récupération d'énergie du flux d'air (14) de la turbomachine (4), l'éolienne (22) comprenant un axe de rotation (42) et plusieurs pales (30), chaque pale (30) comprenant
 - 10 des profils aérodynamiques (34) avec des cordes (40);
- caractérisé en ce qu'au moins
- une pale (30) comprend une corde (40) inclinée selon un angle α par rapport à l'axe de rotation (42), ledit angle α étant compris entre 50° et
- 15 85°.
2. Banc (2) selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour au moins une ou pour chaque pale (30), la majorité ou la totalité des cordes (40) sont inclinées par rapport à l'axe de rotation (42) d'un angle α compris
- 20 entre 64° et 81°.
3. Banc (2) selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que pour au moins une ou pour chaque pale (30), l'angle α est compris entre 75° et 85° en tête (46) de pale et/ou pour au moins une ou pour chaque pale
- 25 (30), l'angle α est compris entre 60° et 70° en pied (44) de pale.
4. Banc (2) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au moins une ou chaque pale (30) est conçue de sorte à compenser, au moins partiellement, la déformation de la pale (30) en raison de la
- 30 différence de pression, de la gravité, et de la force centrifuge, éventuellement une projection de gouttelettes d'eau, ou n'importe quelles combinaisons de ceux-ci.

5. Banc (2) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins une ou chaque pale (30) comporte un bord d'attaque (36) et/ou un bord de fuite (38) en forme d'hyperbole.
- 5
6. Banc (2) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins une ou chaque pale (30) présente un bord d'attaque (36) généralement droit, ledit bord étant enveloppé dans un cylindre de rayon inférieur ou égal à 30 cm, ou 20 cm ou 10 cm.
- 10
7. Banc (2) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'axe de rotation (42) de l'éolienne (22) est vertical, et éventuellement perpendiculaire à l'axe de rotation (42) de la turbomachine (4).
- 15
8. Banc (2) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'éolienne (22) est apte à produire une puissance électrique comprise entre 0,5 MW et 5MW, le banc d'essai (2) comprenant éventuellement un dispositif de projection (32) de gouttelettes d'eau entre l'entrée (8) et la sortie (10).
- 20
9. Banc (2) selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la longueur d'au moins une ou de chaque pale (30) est comprise entre 150 cm et 600 cm, ou entre 200 cm et 500 cm, ou entre 250 cm et 400 cm.
- 25
10. Banc (2) selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'au moins une ou chaque pale (30) présente un profil (34) en pied (44) de pale dont la longueur est supérieure au double de la longueur en tête (46) de pale, et/ou au moins une ou chaque pale (30) présente un profil (34) en pied (44) de pale dont l'épaisseur est supérieure au double de l'épaisseur en tête (46) de pale.
- 30
11. Banc (2) selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'éolienne (22) comprend un moyeu (31) auquel les pales (30) sont fixées, le diamètre du moyeu (31) est supérieur ou égal à 10%, ou à 25%, ou à la majorité de la longueur de chaque pale (30).

12. Procédé de récupération d'énergie dans un banc d'essai (2) pour turbomachine (4), notamment pour turboréacteur d'avion, l'éolienne (22) comprenant des pales (30) avec des profils aérodynamiques (34) présentant des cordes (40), le procédé comprenant les étapes suivantes :
- 5 a) installation (100) d'une turbomachine (4) dans le banc d'essai (2) ;
- b) test de fonctionnement (102) de la turbomachine (4) en entraînant un flux d'air (14) ;
- c) récupération (104) d'énergie du flux d'air (14) ;
- caractérisé en ce qu'au moins
- 10 une pale (30) comprend une corde (40) inclinée d'un angle α par rapport à l'axe de rotation (42) de l'éolienne (22), ledit angle α étant compris entre 50° et 85° , le banc étant éventuellement selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que pendant l'étape
- 15 c) récupération (104), la différence de pression entre l'amont et l'aval de l'éolienne (22) est comprise entre 10 Pa et 1000 Pa, ou entre 50 Pa et 500 Pa, ou entre 80 Pa et 150 Pa.
14. Procédé selon l'une des revendications 12 à 13, caractérisé en ce que pendant l'étape c) récupération (104), la vitesse du flux d'air (14)
- 20 traversant l'éolienne (22) est comprise entre 10 m/s et 100 m/s, ou entre 20 m/s et 50 m/s, ou entre 25 m/s et 35 m/s.
15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que pendant l'étape c) récupération (104), le banc d'essai (2) récupère moins
- 25 de 10%, ou de 6% ou de 3% ou 1% de la puissance maximale de la turbomachine (4).

FIG. 1

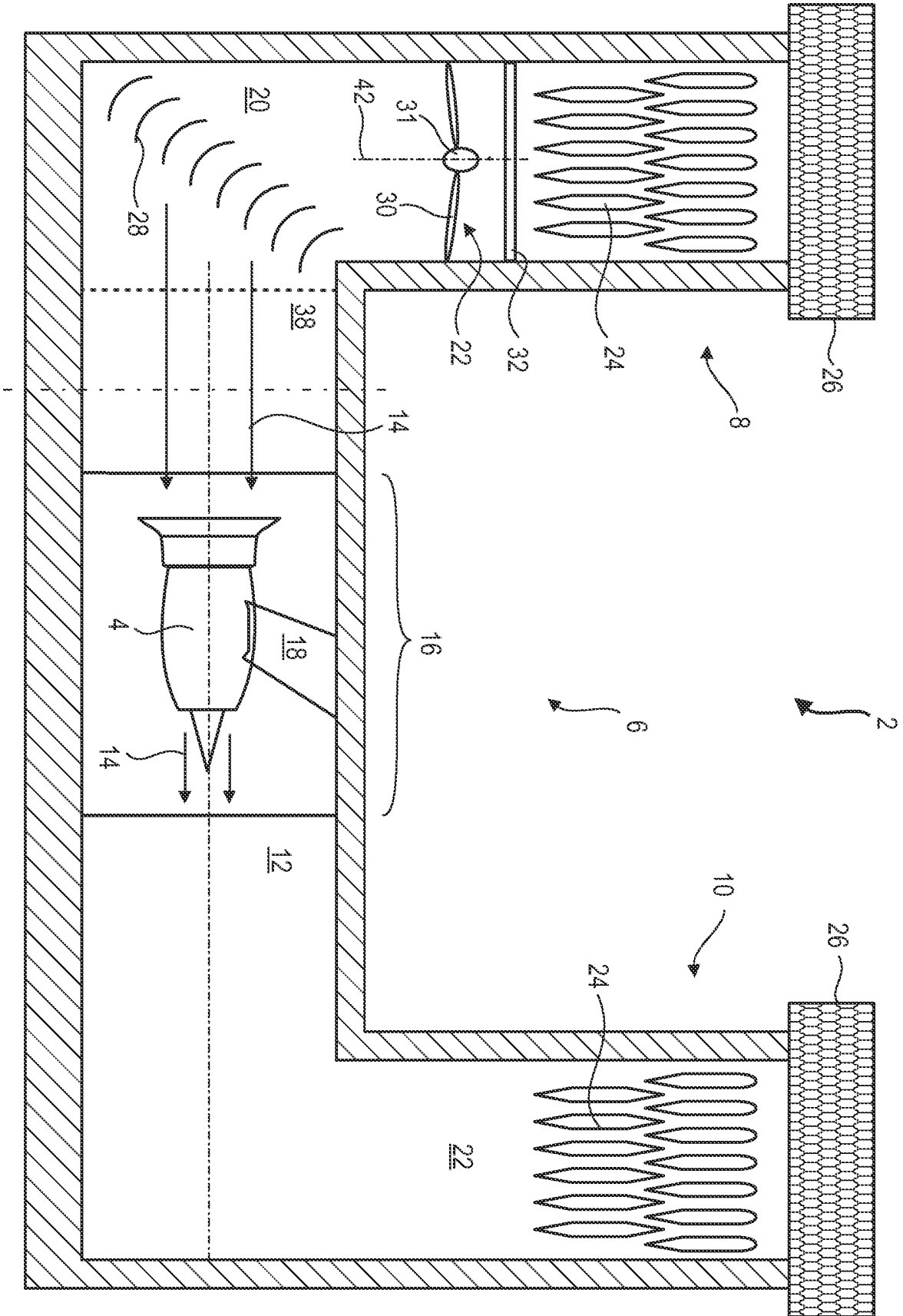


FIG. 2

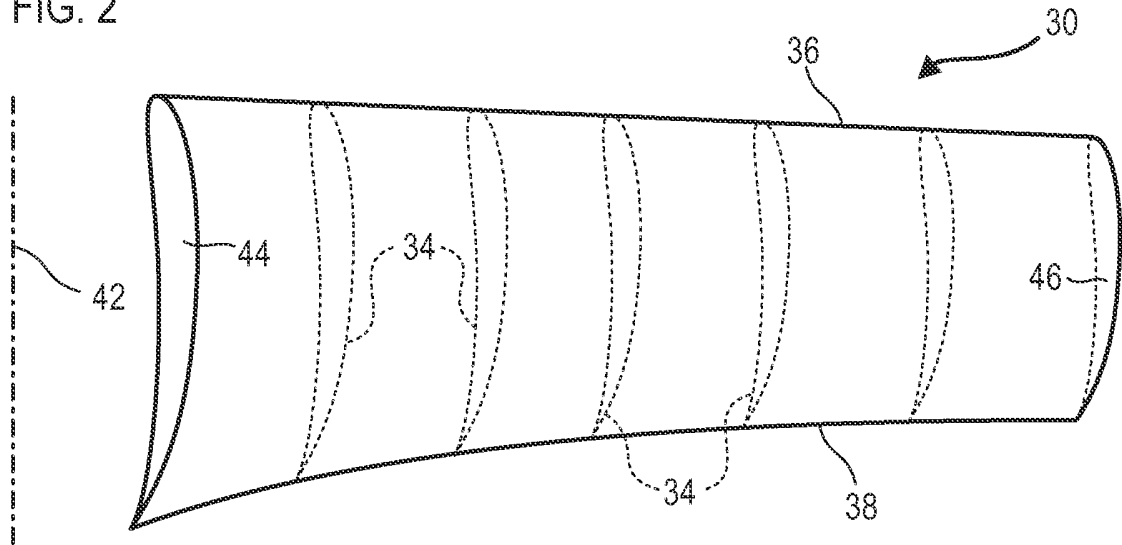


FIG. 3

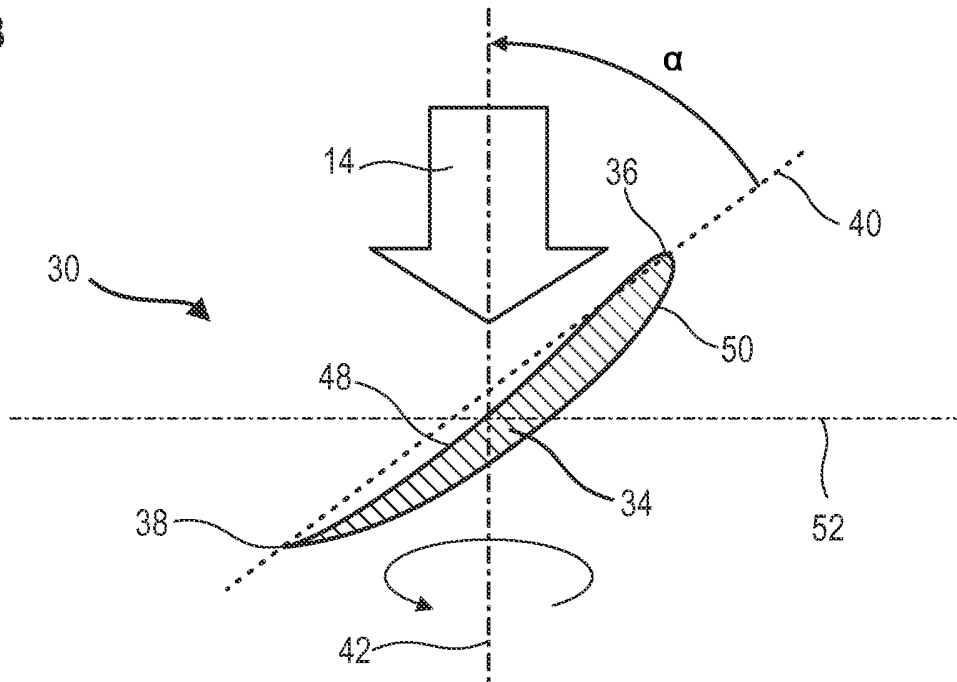
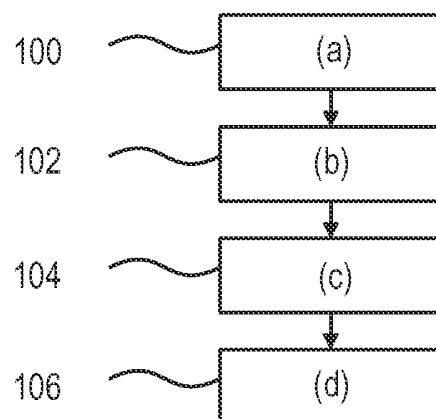


FIG. 4



Abrégé

BANC D'ESSAI POUR TURBOMACHINE AXIALE AVEC EOLIENNE HORIZONTALE

L'invention a trait à un banc d'essai pour turbomachine axiale, notamment pour
5 turboréacteur d'avion, comprenant : un canal vertical d'entrée, un canal vertical
de sortie reliés entre eux par un passage contenant la turbomachine ; au moins
une éolienne de récupération d'énergie du flux (14) entraînée par la
turbomachine ; l'éolienne comprenant un axe de rotation (42) et plusieurs pales
(30), chaque pale (30) comprenant des profils aérodynamiques (34) avec des
10 cordes (40). Au moins une pale (30) comprend une corde (40) inclinée selon un
angle α par rapport à l'axe de rotation (42) de l'éolienne, ledit angle α étant
compris entre 64° et 81° et permet une récupération d'énergie sans perturber
significativement les conditions de test. L'invention a également trait à un
procédé de récupération d'énergie d'un tel banc d'essai.

15

(Figure 3)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ETABLI EN VERTU DE L'ARTICLE 21 § 9 DE LA LOI BELGE SUR LES BREVETS D'INVENTION DU 28 MARS 1984

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE	REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE PT04190BE
Demande nationale belge n° 201605085	Date du dépôt 02-02-2016
	Date de priorité revendiquée
Déposant (Nom) Techspace Aero S.A.	
Date de la requête d'une recherche de type international 05-03-2016	Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international SN65875
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous) Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB G01M15/14	
II. DOMAINES RECHERCHES	
Documentation minimale consultée	
Système de classification IPC	Symboles de la classification G01M
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés	
III. <input type="checkbox"/> IT A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	
IV. <input type="checkbox"/> ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE A L'ETENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

BE 201605085

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

 INV. G01M15/14
 ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

G01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
-------------	---	-------------------------------

X,D

WO 2012/171105 A1 (C E L ENERGY
 RECUPERATION INC [CA]; LUSSIER CHARLES
 [CA]) 20 décembre 2012 (2012-12-20)
 cité dans la demande
 * page 3, lignes 22-23 *
 * page 12, lignes 9-17 *

 1-4,6,
 8-15

A

EP 2 336 507 A1 (MDS AERO SUPPORT CORP
 [CA]) 22 juin 2011 (2011-06-22)
 * le document en entier *

1,12

 Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

 Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

*** Catégories spéciales de documents cités:**

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée

6 octobre 2016

Date d'expédition du rapport de recherche de type international

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Biloen, David

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n.

BE 201605085

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2012171105	A1	20-12-2012	AUCUN
EP 2336507	A1	22-06-2011	CA 2703550 A1 16-06-2011 EP 2336507 A1 22-06-2011 ES 2498066 T3 24-09-2014 US 2011138772 A1 16-06-2011



OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN65875	Date du dépôt (jour/mois/année) 02.02.2016	Date de priorité (jour/mois/année)	Demande n° BE201605085
Classification internationale des brevets (CIB) INV. G01M15/14			
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

Formulaire BE237A (feuille de couverture) (Janvier 2007)	Examineur Biloen, David
--	----------------------------

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201605085

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 internationale telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201605085

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	1-15
	Non :	Revendications	
Activité inventive	Oui :	Revendications	5, 7
	Non :	Revendications	1-4, 6, 8-15
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-15
	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

Il est fait référence au document suivant :

- D1 WO 2012/171105 A1 (C E L ENERGY RECUPERATION INC [CA]; LUSSIER CHARLES [CA]) 20 décembre 2012 (2012-12-20) cité dans la demande

La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications indépendantes 1 et 12 n'impliquant pas d'activité inventive.

Le document D1 (cité dans la demande), qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de les revendications 1 et 12, divulgue

un banc d'essai pour turbomachine avec tous les caractéristiques des revendications 1 et 12, sauf la spécification du angle α des pales entre 50° et 85° . Dans le document D1 c'est divulgué que l'angle α est variable sans donner des valeurs spécifiques.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme trouver un angle optimale pour les pales pour la récupération d'énergie du flux d'air pendant les tests de fonctionnement d'une turbomachine.

La solution proposée dans les revendications 1 et 12 de la présente demande ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive pour les motifs suivants: un valeur d l'angle d'inclinaison d'un pale entre 50° et 85° est très normale dans l'art des éoliennes, particulièrement à des vitesses de vent élevées (comme on attend pendant les essais d'un turbomachine). Pour cette raison, on peut s'attendre ces angles avec la turbine de D1 pendant les essais.

Le même raisonnement s'applique mutatis mutandis à l'objet des revendications 2-4,6,8-11 et 13-15 qui ne sont donc pas considéré comme inventive.

La combinaison des caractéristiques des revendications dépendantes 5 et 7 n'est pas comprise dans l'état de la technique et n'en découle pas de façon évidente.