

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 06.12.10.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.06.12 Bulletin 12/23.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : EUROCOPTER Société par actions
simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : ALFANO DAVID.

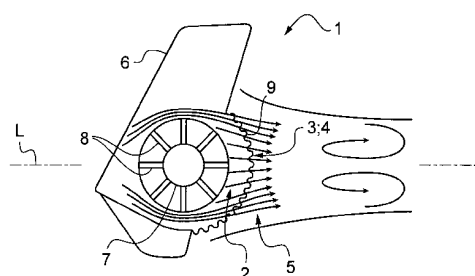
⑦③ Titulaire(s) : EUROCOPTER Société par actions sim-
plifiée.

⑦④ Mandataire(s) : GPI & ASSOCIES.

⑤④ ELEMENT DE STRUCTURE AMELIORE D'UN GIRAVION POUR DIMINUER LA TRAINEE AERODYNAMIQUE.

⑤⑦ La présente invention concerne un carénage (1) pour
un élément structurel d'un aéronef, comportant une partie
arrière (2) sensiblement orthogonale à la direction longitu-
dinale L de l'aéronef, s'étendant entre deux bords de fuite
(3,4) espacés et présentant ainsi une largeur déterminée,
ladite partie arrière (2) obturant au moins en partie le volu-
me interne délimité par le carénage (1) et générant une traî-
née aérodynamique en vol d'avancement.

Selon l'invention, la partie arrière présente au moins au
niveau des bords de fuite (3,4), une forme perturbée sur les
trajets de l'écoulement d'air (5).



«Elément de structure amélioré d'un giravion pour diminuer la
traînée aérodynamique»

La présente invention se rapporte au domaine technique général de l'aéronautique et plus précisément à la construction
5 d'éléments structurels d'aéronefs, en particulier de giravions. Ces éléments structurels, qu'il convient de différencier de surfaces portantes, sont souvent à l'origine de traînées aérodynamiques.

Lors de la conception d'aéronefs et notamment de giravions, en particulier d'hélicoptères, il est constant de vouloir réduire au
10 mieux la traînée aérodynamique des différents éléments structurels constituant l'aéronef.

La présente invention concerne plus particulièrement un rotor arrière caréné, dit Fenestron®, d'un hélicoptère, ou plus généralement un élément de structure d'une certaine épaisseur,
15 dont la forme génère une traînée aérodynamique.

A titre d'exemple, certains rotors arrières carénés de type Fenestron® comportent une partie arrière se terminant par un culot franc, par exemple une pièce s'étendant sensiblement orthogonalement à la direction d'avancement et refermant la partie
20 arrière du carénage du Fenestron. Le carénage d'un tel rotor arrière présente donc subitement en aval du culot franc, une largeur nulle. Une telle forme présente un sillage important et est responsable d'une part non négligeable de sa traînée aérodynamique. Une telle forme pénalise donc les performances
25 aérodynamiques de l'appareil en vol d'avancement.

L'écoulement de l'air, en aval du culot franc est massivement décollé de la structure et ce décollement aérodynamique, c'est-à-dire une zone de concentration de tourbillons et de turbulences relativement étendue, est à l'origine d'une importante dissipation

d'énergie ainsi que de vibrations induites par les efforts aérodynamiques.

Afin de remédier à ces inconvénients, il a été imaginé de remplacer le culot franc par une partie de carénage se terminant
5 par une forme profilée. Un tel changement de forme ne s'avère efficace vis-à-vis de la traînée que si l'épaisseur relative du carénage est inférieure à 15%.

L'épaisseur relative est la valeur du rapport entre l'épaisseur maximale de l'objet dans la direction transversale à l'écoulement,
10 sur la longueur de l'objet (dimension qu'occupe l'objet dans la direction longitudinale à l'écoulement).

Une telle épaisseur relative engendre un besoin de longueur (corde du carénage) importante, compte tenu de la largeur de carénage nécessaire pour y loger le rotor anti-couple. L'utilisation
15 d'une telle partie profilée augmente donc la masse de l'appareil. Cette augmentation de masse est en outre localisée très loin en arrière du centre de gravité de l'appareil, générant ainsi des problèmes de centrage de l'appareil. Par ailleurs, une telle partie profilée génère des problèmes de qualité de vol, notamment une
20 instabilité de route de l'appareil. Une telle instabilité de route peut ainsi résulter d'une traînée réduite en vol mais qui présente une position de décollement instable. Le battement du sillage, n'étant pas localisé au même endroit, introduit alors des oscillations naturelles auto-entretenues sur les efforts créés par la carène,
25 notamment en lacet. Le pilote peut alors ressentir en provenance de la queue de l'hélicoptère, des oscillations en lacet autour de la direction (route) qu'il a fixée.

Une telle partie profilée peut également générer une dissymétrie en vol latéral de l'appareil. En effet, plus on augmente
30 la surface latérale de la carène, plus on s'opposera au mouvement

en vol latéral. A titre d'exemple, le fait de rallonger l'arrière d'un fenestron va offrir une surface au vent plus importante en vol latéral.

On connaît également, par exemple par l'intermédiaire du document EP 0 724 691, une pale de rotor d'un giravion, comportant des reliefs aérodynamiques améliorant les caractéristiques aérodynamiques de ladite pale, en vue de favoriser l'écoulement du fluide environnant. Les reliefs sont formés notamment de vagues ménagées dans le plan général de la pale, en rehausse ou en creusement. Ces vagues réalisent des variations d'épaisseur de la pale, réparties le long de son envergure en extrados et également en intrados. Ces reliefs sont également formés par la variation de courbe de la pale suivant sa profondeur, lesdits reliefs étant agencés en dents de scie réparties le long de l'envergure de ladite pale au moins à son bord d'attaque, voire aussi à son bord de fuite. Ce document concerne donc très spécifiquement des surfaces portantes d'un giravion.

On connaît par ailleurs la publication «Near-Wake Flow Dynamics from Trailing Edge Spanwise Perturbation » de la 4th conference sur le contrôle des fluides, 23-26 June 2008, Seattle, Washington. Cette publication se rapporte à l'étude d'écoulements tridimensionnels de fluide à l'arrière d'une plaque peu épaisse soumise à des perturbations géométriques sinusoïdales périodiques dans le sens de l'envergure. Une telle plaque présente donc un bord de fuite tronqué et de forme sinusoïdale selon l'envergure, générateur d'efforts aérodynamiques. Les résultats de cette étude montrent que par comparaison à une structure de type plaque peu épaisse à bord de fuite tronqué et plat, générateur de tourbillon de von-Karman-Bernard, les perturbations sinusoïdales modifient de façon significative la structure de sillage et

influencent fortement et favorablement les tourbillons tridimensionnels de von-Karman-Bernard.

Par l'altération géométrique du culot de l'objet, on favorise la croissance des instabilités naturelles présentes dans le sillage. Les
5 tourbillons créés dans la partie de sillage très proche du culot, sont donc naturellement poussés à se dissiper plus vite grâce aux modifications géométriques qui introduisent des perturbations aérodynamiques.

Les résultats de ce document ne concernent pas des
10 éléments de structure d'un giravion présentant une certaine épaisseur. En outre, les problèmes de traînée induits par ces perturbations ne sont pas traités dans ce document.

La présente invention a pour alors objet de proposer un nouvel élément de structure d'aéronef du genre giravion,
15 notamment un hélicoptère, dont la forme permet de s'affranchir des limitations mentionnées ci-dessus, et par conséquent de réduire sa traînée aérodynamique en vol d'avancement.

Un autre objet de l'invention vise à proposer une partie de carénage pour un rotor anti-couple, dont la forme de ladite partie
20 de carénage, permet de réduire sa traînée aérodynamique en vol d'avancement.

Un autre objet de l'invention vise à proposer un Fenestron dont la forme du carénage permet de réduire sa traînée aérodynamique en vol d'avancement.

25 Les objets assignés à l'invention sont atteints à l'aide d'un carénage pour un élément structurel d'un aéronef, comportant une partie arrière sensiblement orthogonale à la direction longitudinale de l'aéronef, ladite partie arrière s'étendant entre deux bords de fuite espacés et présentant ainsi une largeur déterminée, ladite

partie arrière obturant au moins en partie le volume interne délimité par le carénage et générant une traînée aérodynamique en vol d'avancement, caractérisé en ce que la partie arrière présente au moins au niveau des bords de fuite, une forme perturbée sur les
5 trajets de l'écoulement d'air.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, la forme perturbée comporte des reliefs et des creux s'étendant sur toute la surface de la partie arrière localisée entre les bords de fuite.

10 Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, la forme en reliefs et en creux constitue des ondulations régulières en dimensions.

Selon un autre exemple de réalisation conforme à l'invention, la forme en reliefs et en creux constitue des ondulations
15 irrégulières en dimensions.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, au moins une partie des ondulations s'étend d'un bord de fuite à l'autre.

20 Selon un autre exemple de réalisation conforme à l'invention, au moins une partie des ondulations s'étend d'un bord de fuite à au moins une zone intermédiaire de la partie arrière, ladite au moins une zone intermédiaire étant localisée entre les deux bords de fuite.

25 Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, la forme perturbée comporte des protubérances le long de chaque bord de fuite.

Selon un autre exemple de réalisation conforme à l'invention, la forme perturbée comporte des cavités, le long de chaque bord de fuite.

Les objets assignés à l'invention sont également atteints à l'aide d'un élément de structure d'un aéronef comprenant un carénage tel que présenté ci-dessus.

Les objets assignés à l'invention sont également atteints à l'aide d'un rotor arrière anti-couple caréné pour hélicoptère, comportant un moyeu sur lequel sont montées des pales, un moyen d'entraînement en rotation du moyeu et des moyens de réglage du pas des pales, ledit rotor comprenant un carénage tel que présenté ci-dessus.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, le carénage comprend deux parties latérales ouvertes, sensiblement parallèles et situées de part et d'autre du moyeu, lesdites parties latérales se terminant chacune vers l'arrière par un bord de fuite, ladite partie arrière du carénage formant un culot s'étendant entre les bords de fuite.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, la partie arrière formant le culot, présente au moins une courbure dans un plan vertical et longitudinal de l'aéronef.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, le nouvel élément de structure ou le carénage peut soit présenter une forme qui intègre dès le départ des caractéristiques techniques palliant les inconvénients mentionnés ci-dessus, soit comporter des ajouts (pièces rapportées et/ou collées) par exemple sous forme de kit.

Les objets assignés à l'invention sont également atteints à l'aide d'un giravion notamment un hélicoptère, comportant un rotor arrière anti-couple caréné tel que présenté ci-dessus.

5 Le carénage conforme à l'invention présente l'avantage que sa forme, en particulier de sa partie arrière, permet de réduire la taille du décollement de l'écoulement aérodynamique moyen, en aval de l'élément de structure ou du Fenestron. On obtient ainsi, une réduction de la traînée et par conséquent une réduction de la consommation de carburant par l'aéronef.

10 En outre, le surpoids engendré par la solution conforme à l'invention, est négligeable.

Un autre avantage du carénage conforme à l'invention réside dans le fait qu'il s'agit d'une solution passive, n'introduisant aucun coût récurrent de contrôle ou de maintenance.

15 Un autre avantage du carénage conforme à l'invention réside dans le fait qu'il peut être appliqué et adapté à divers types et tailles de Fenestrons.

Un autre avantage du carénage conforme à l'invention réside dans le fait qu'il n'altère pas les qualités de vol de l'aéronef, 20 notamment pour différents points de vol, y compris le vol latéral et une forte mise en dérapage.

L'invention et ses avantages apparaîtront avec plus de détails dans le cadre de la description qui suit avec un exemple de réalisation donné à titre illustratif en référence aux figures 25 annexées qui représentent :

- la figure 1, un exemple de réalisation d'un élément de structure conforme à l'invention en vue de profil, ledit

élément de structure faisant partie d'un rotor anti-couple du genre Fenestron,

5 - la figure 2, un exemple de réalisation d'un élément de structure conforme à l'invention selon une vue en perspective, ledit élément de structure faisant partie d'un rotor anti-couple du genre Fenestron,

10 - et la figure 3, un autre exemple de réalisation d'un élément de structure conforme à l'invention selon une vue en perspective, ledit élément de structure faisant partie d'un rotor anti-couple du genre Fenestron.

Les éléments structurellement et fonctionnellement identiques, présents sur plusieurs figures distinctes sont affectés d'une seule et même référence numérique ou alphanumérique.

15 La figure 1 illustre un exemple de réalisation d'un élément de structure conforme à l'invention en vue de profil, ledit élément de structure faisant partie d'un rotor anti-couple du genre Fenestron.

20 La structure du Fenestron comprend un carénage 1, lequel comporte une partie arrière 2 sensiblement orthogonale à la direction longitudinale L de l'aéronef. La partie arrière 2 s'étend entre deux bords de fuite 3,4 espacés l'un de l'autre. Le carénage 1 présente ainsi une largeur déterminée, ladite partie arrière 2 obturant au moins en partie le volume interne délimité par le carénage 1 et générant une traînée aérodynamique en vol d'avancement.

25 La partie arrière 2 présente au moins au niveau des bords de fuite 3,4 une forme perturbée sur les trajets de l'écoulement d'air 5, matérialisés par des flèches sur la figure 1.

Le carénage 1 comporte avantageusement une dérive verticale 6 et s'étend autour d'un moyeu 7 sur lequel sont montées des pales 8 pour constituer le rotor anti-couple du genre Fenestron.

5 Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, la forme perturbée de la partie arrière 2, comporte des reliefs et des creux s'étendant sur toute la surface de la partie arrière localisée entre les bords de fuite 3 et 4.

10 La figure 2 illustre un exemple de réalisation d'un élément de structure conforme à l'invention selon une vue en perspective, ledit élément de structure faisant partie d'un rotor anti-couple du genre Fenestron.

15 Selon cet exemple de réalisation conforme à l'invention, la forme, en reliefs et en creux, constitue des ondulations 9 régulières en dimensions.

 Selon un autre exemple de réalisation conforme à l'invention, la forme en reliefs et en creux constitue des ondulations 9 irrégulières en dimensions (non représentées).

20 Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, au moins une partie des ondulations 9 s'étend d'un bord de fuite 3 à l'autre bord de fuite 4.

25 Selon un autre exemple de réalisation conforme à l'invention, non représenté, au moins une partie des ondulations 9 s'étend d'un bord de fuite 3 ou 4 à au moins une zone intermédiaire de la partie arrière 2, ladite au moins une zone intermédiaire étant localisée entre les deux bords de fuite 3 et 4.

 La figure 3 illustre un autre exemple de réalisation d'un élément de structure conforme à l'invention selon une vue en

perspective, ledit élément de structure faisant partie d'un rotor anti-couple du genre Fenestron. Dans cet exemple de réalisation, la forme perturbée comporte des protubérances 10 le long de chaque bord de fuite 3 et 4. Les protubérances 10 sont localisées
5 au voisinage de chaque bord de fuite 3 et 4 et de préférence à cheval sur les bords de fuite 3,4 et la partie arrière 2.

Dans un tel exemple de réalisation, les ondulations peuvent donc être restreintes en longueur et rester au voisinage du bord de fuite, ce qui permet de les disposer sur les partie hautes et basses
10 du culot.

Des protubérances peuvent aussi à titre d'exemple, être prévues sur toutes les arêtes apparentes.

Selon un autre exemple de réalisation conforme à l'invention, non représenté, la forme perturbée comporte des cavités, le long
15 de chaque bord de fuite 3,4 et de préférence à cheval sur les bords de fuite 3,4 et la partie arrière 2.

Le carénage 1 conforme à l'invention peut également être une partie constitutive d'un élément structurel d'un aéronef, ne constituant pas une surface portante.

20 L'invention s'applique également à un rotor arrière anti-couple caréné pour hélicoptère, comportant le moyeu 7 sur lequel sont montées les pales 8, un moyen d'entraînement en rotation du moyeu et des moyens de réglage des pales 8. Un tel rotor comprend le carénage 1 tel que présenté ci-dessus.

25 Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, le carénage 1 comprend deux partie latérales ouvertes 11 et 12, sensiblement parallèles et situées de part et d'autre du moyeu 7 (figure 2). Les parties latérales ouvertes 11 et 12 se terminent chacune vers l'arrière par un bord de fuite respectif 3 et 4 et la

partie arrière 2 du carénage 1 forme un culot franc s'étendant entre lesdits bords de fuite 3 et 4.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, la partie arrière 2 formant le culot, présente au moins une courbure
5 dans un plan vertical et longitudinal de l'aéronef.

La forme du carénage 1 conforme à l'invention permet d'exciter les instabilités des tourbillons d'air selon l'envergure de la partie arrière 2 formant le culot. Ces instabilités transverses vont accélérer la dissipation du sillage et donc réduire la taille
10 moyenne de la zone décollée. Cette réduction de la longueur de décollement moyen a pour effet de réduire la traînée aérodynamique de forme du carénage 1.

La notion de « décollement moyen » peut être définie dans la présente invention comme la longueur moyenne de la zone de
15 concentrations tourbillonnaires. Le décollement moyen est la forme du décollement qui apparaît lorsque l'on calcule ou l'on mesure le champ moyen en temps de l'écoulement. On peut par exemple mesurer les vitesses dans le sillage et on calcule leur valeur moyenne en chaque point de l'espace du sillage. On obtient alors
20 une forme de sillage moyen en temps. Pour un culot, cela peut représenter en général un ou deux gros tourbillons que l'on appelle alors décollements moyens.

Naturellement, la présente invention est sujette à de nombreuses variations quant à sa mise en œuvre. Bien que
25 plusieurs modes de réalisations aient été décrits, on comprend bien qu'il n'est pas concevable d'identifier de manière exhaustive tous les modes possibles. Il est bien sûr envisageable de remplacer un moyen décrit par un moyen équivalent sans sortir du cadre de la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Carénage (1) pour un élément structurel d'un aéronef, comportant une partie arrière (2) sensiblement orthogonale à la direction longitudinale L de l'aéronef, ladite partie arrière (2)
5 s'étendant entre deux bords de fuite (3,4) espacés et présentant ainsi une largeur déterminée, ladite partie arrière (2) obturant au moins en partie le volume interne délimité par le carénage (1) et générant une traînée aérodynamique en vol d'avancement,

caractérisé en ce que la partie arrière (2) présente au moins au
10 niveau des bords de fuite (3,4), une forme perturbée sur les trajets de l'écoulement d'air (5).

2. Carénage (1) selon la revendication 1,

caractérisé en ce que la forme perturbée comporte des reliefs et des creux s'étendant sur toute la surface de la partie arrière (2)
15 localisée entre les bords de fuite (3,4).

3. Carénage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que la forme en reliefs et en creux constitue des ondulations (9) régulières en dimensions.

20 4. Carénage (1) selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce que la forme en reliefs et en creux constitue des ondulations (9) irrégulières en dimensions.

5. Carénage (1) selon la revendication 3 ou 4,

caractérisé en ce que au moins une partie des ondulations (9)
25 s'étend d'un bord de fuite (3) à l'autre (4).

6. Carénage (1) selon la revendication 3 ou 4,

caractérisé en ce que au moins une partie des ondulations (9) s'étend d'un bord de fuite (3 ou 4) à au moins une zone intermédiaire de la partie arrière (2), ladite au moins une zone
5 intermédiaire étant localisée entre les deux bords de fuite (3,4).

7. Carénage (1) selon la revendication 1,

caractérisé en ce que la forme perturbée comporte des protubérances (10) le long de chaque bord de fuite (3,4).

8. Carénage (1) selon la revendication 1,

10 caractérisé en ce que la forme perturbée comporte des cavités le long de chaque bord de fuite (3,4).

9. Élément de structure d'un aéronef,

caractérisé en ce qu'il comprend un carénage (1) conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 8.

15 10. Rotor arrière anti-couple caréné pour hélicoptère, comportant un moyeu (7) sur lequel sont montées des pales (8), un moyen d'entraînement en rotation du moyeu (7) et des moyens de réglage des pales (8),

caractérisé en ce qu'il comprend un carénage (1) conforme à l'une
20 quelconque des revendications 1 à 8.

11. Rotor arrière anti-couple caréné selon la revendication 10,

caractérisé en ce que le carénage (1) comprend deux partie latérales ouvertes, sensiblement parallèles et situées de part et
25 d'autre du moyeu (7), lesdites parties latérales se terminant chacune vers l'arrière par un bord de fuite (3,4), ladite partie

arrière (2) du carénage (1) formant un culot s'étendant entre les bords de fuite (3,4).

12. Rotor arrière anti-couple caréné selon la revendication 11,

5 caractérisé en ce que la partie arrière (2) formant le culot, présente au moins une courbure dans un plan vertical et longitudinal de l'aéronef.

13. Giravion ou hélicoptère comportant un rotor arrière anti-couple caréné selon l'une quelconque des revendications 10 à 12.

1/1

Fig.1

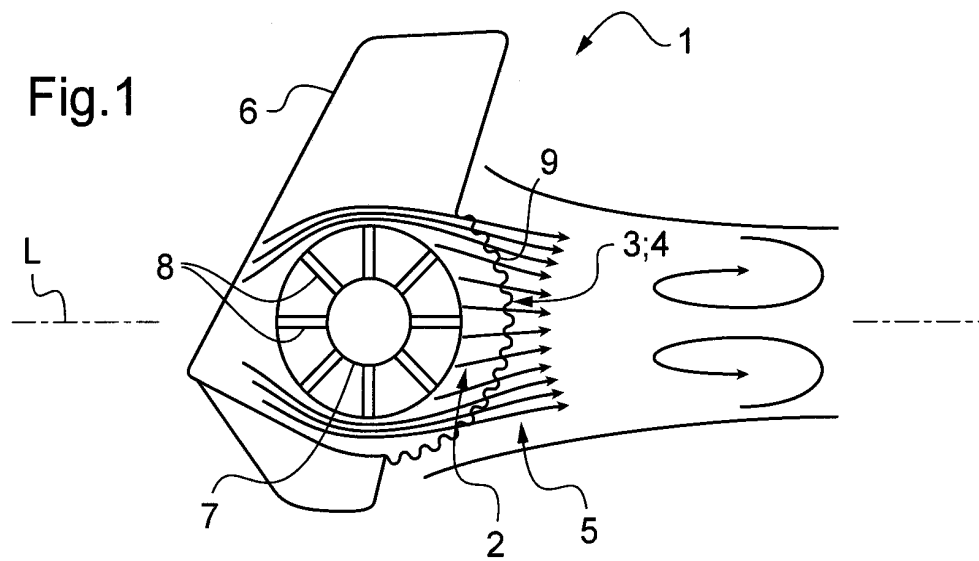


Fig.2

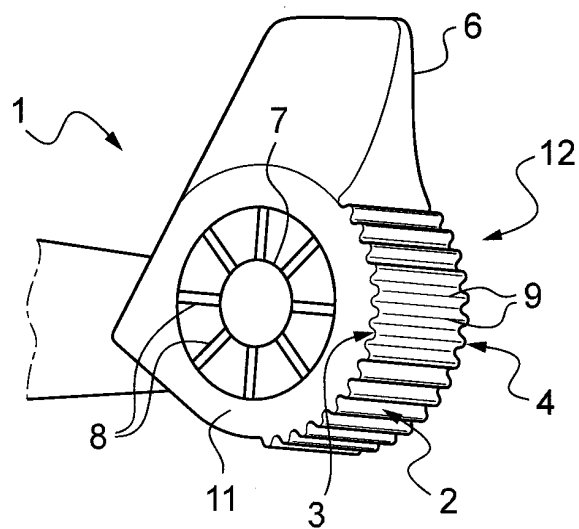
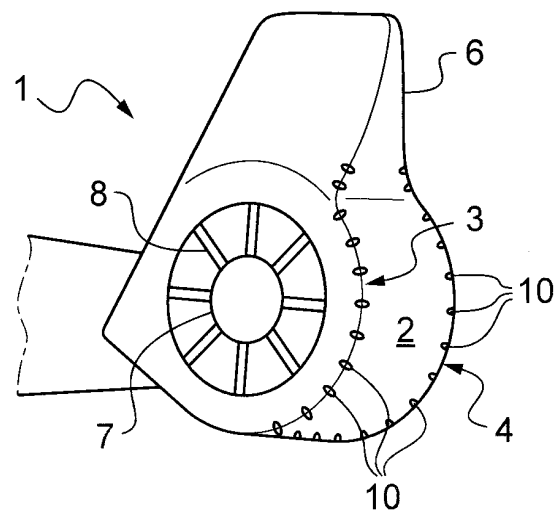


Fig.3





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 744167
FR 1004748

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	GB 577 524 A (ENEA BOSSI) 21 mai 1946 (1946-05-21)	1,7-13	B64C7/00 B64C23/06 B64C27/82
A	* page 1, ligne 72 - page 2, ligne 28; figures 1,2 *	2	
X	EP 1 527 992 A2 (PATRIA FINAVICOMP OY [FI] PATRIA AEROSTRUCTURES OY [FI]) 4 mai 2005 (2005-05-04) * alinéa [0020] - alinéa [0030]; figures 3,5,7-10 *	1-9	
A	US 6 345 791 B1 (MCCLURE PAUL D [US]) 12 février 2002 (2002-02-12) * abrégé; figures 1-5 *	1	
A	US 2008/217484 A1 (BENDER KLAUS [DE]) 11 septembre 2008 (2008-09-11) * abrégé; figure 3 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64C B64D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 juillet 2011		Kaysan, Rainer	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1004748 FA 744167

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **04-07-2011**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 577524	A	21-05-1946	AUCUN	

EP 1527992	A2	04-05-2005	AU 2004224979 A1	19-05-2005
			FI 20031595 A	04-05-2005
			US 2005230565 A1	20-10-2005

US 6345791	B1	12-02-2002	AUCUN	

US 2008217484	A1	11-09-2008	AUCUN	
