



⑫

**BREVET D'INVENTION**

**B1**

⑤④ **HELICE DE VENTILATEUR, EN PARTICULIER POUR VEHICULE AUTOMOBILE.**

②② **Date de dépôt :** 07.12.09.

③③ **Priorité :**

④③ **Date de mise à la disposition du public  
de la demande :** 10.06.11 Bulletin 11/23.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention :** 13.07.18 Bulletin 18/28.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :**

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :**

○ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** VALEO SYSTEMES THERMIQUES  
— FR.

⑦② **Inventeur(s) :** HENNER MANUEL et DEMORY  
BRUNO.

⑦③ **Titulaire(s) :** VALEO SYSTEMES THERMIQUES.

⑦④ **Mandataire(s) :** VALEO SYSTEMES THERMIQUES  
Société par actions simplifiée.

**FR 2 953 571 - B1**



RFR0538Hélice de ventilateur, en particulier pour véhicule automobile

5

L'invention se rapporte aux hélices de ventilateur.

Elle concerne plus particulièrement une hélice de ventilateur comprenant un moyeu et des pales s'étendant  
10 radialement vers l'extérieur à partir du moyeu, dans laquelle chaque pale possède un profil général, notamment en aile d'avion, avec un bord d'attaque et un bord de fuite, une fibre neutre et une corde entre le bord d'attaque et le bord de fuite.

15

Une telle hélice peut être utilisée notamment dans les équipements de véhicules automobiles, par exemple dans un groupe moto-ventilateur pour accélérer un flux d'air au travers d'un module de refroidissement comprenant un ou  
20 plusieurs échangeurs de chaleur, dont le radiateur de refroidissement du moteur du véhicule.

L'hélice est alors fixée sur un arbre d'un moteur électrique pour être entraînée en rotation.

25

Les pales de l'hélice s'étendent à partir du moyeu et leurs extrémités extérieures sont libres ou bien réunies par un anneau profilé, appelé aussi « virole ».

30 Dans l'application particulière à un groupe moto-ventilateur de véhicule automobile, l'hélice doit fonctionner dans une large plage de conditions et doit être capable de produire un débit élevé d'air avec un très faible besoin en énergie.

35

Pour satisfaire de telles conditions, les hélices sont classiquement équipées d'un faible nombre de pales

(typiquement entre 5 et 9), chaque pale ayant une corde de longueur limitée de manière à réduire le couple du ventilateur.

5 Il en résulte que de nombreux ventilateurs utilisés dans les applications pour automobiles présentent un faible rapport d'espacement géométrique en un rayon donné à partir du centre de l'hélice. Ce rapport, que l'on appelle aussi "solidité", est défini comme la longueur de corde que  
10 multiplie le nombre de pales et que divise le périmètre au rayon considéré. Ainsi, ce rapport est d'autant plus élevé que l'hélice comporte plus de pales et que les pales ont une corde plus grande.

15 Les hélices de ventilateur à faible solidité ont pour inconvénient d'être très sensibles aux conditions de fonctionnement, à la proximité d'autres composants mécaniques et aux phénomènes de recirculation d'air aux extrémités des pales.

20

Dans des conditions défavorables, l'efficacité globale chute conduisant à de mauvaises conditions de refroidissement et/ou à des besoins plus élevés en énergie pour entraîner le ventilateur à une vitesse de rotation  
25 suffisante.

Par ailleurs, dans ces ventilateurs connus, les pales de l'hélice présentent toujours un profil classique en aile d'avion, dans lequel la fibre neutre du profil présente une  
30 concavité de même sens.

L'invention a notamment pour but de surmonter les inconvénients précités.

35 Elle vise en particulier à procurer une hélice de ventilateur susceptible de fonctionner dans une large plage de conditions de fonctionnement en procurant un débit

d'écoulement élevé, et cela avec un faible besoin en énergie.

L'invention propose à cet effet, dans un premier mode de réalisation de l'invention, que la pale présente, sur une partie au moins de sa longueur, un profil conformé en forme de S aplati tel que la fibre neutre admette un point d'inflexion et présente deux concavités opposées, à savoir une concavité positive entre le bord d'attaque et le point d'inflexion et une concavité négative entre le point d'inflexion et le bord de fuite.

Ainsi chacune des lames se caractérise par une conformation spécifique du profil, sur une partie au moins de sa longueur, qui permet de maintenir la solidité à une valeur convenable sans augmenter considérablement la traînée et en conséquence le couple du ventilateur.

Ce profil aérodynamique particulier provient du fait que la fibre neutre de celui-ci admet un point d'inflexion, ce qui permet de définir deux courbures successives de sens respectifs opposés.

Grâce à ce profil particulier, on peut réaliser des hélices qui présentent un meilleur comportement et dont le fonctionnement est moins affecté par la chute d'efficacité.

Le point d'inflexion est avantageusement situé entre 20% et 80% de la longueur de la corde à compter du bord d'attaque.

On préfère cependant que le point d'inflexion soit situé plus près du bord de fuite que du bord d'attaque.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la tangente à la fibre neutre au niveau du point d'inflexion intersecte la corde en formant un angle minimal de  $4^\circ$ , de préférence de  $10$  à  $20^\circ$ .

Avantageusement, la concavité positive du profil présente une cambrure d'au moins 2% et la concavité négative du profil présente une cambrure d'au moins 2%, la cambrure  
5 étant définie comme le rapport entre la hauteur de la fibre neutre par rapport à la corde et la longueur de la corde.

Dans un second mode de réalisation de l'invention, la pale présente sur une partie au moins de sa longueur un profil  
10 conformé tel que la fibre neutre présente une concavité positive entre le bord d'attaque et un point intermédiaire et une partie généralement plane entre ce point intermédiaire et le bord de fuite.

15 Avantageusement, la tangente à la fibre neutre, notamment dans la région du point intermédiaire, intersecte la corde en formant un angle d'au moins 4°, ledit angle étant considéré à l'endroit où l'angle entre la tangente à la ligne neutre et la corde est maximal.

20 Selon une autre caractéristique de l'invention, le point intermédiaire correspond sensiblement à un point d'inflexion de la fibre neutre.

25 La partie généralement plane présente de préférence une longueur comprise entre 20% et 60% de la longueur de la corde.

Le profil conformé selon la première ou la deuxième forme  
30 de réalisation de l'invention n'est pas nécessairement présent sur toute la longueur de la pale, depuis sa racine au niveau du moyeu jusqu'à son extrémité extérieure.

Ainsi, dans une forme de réalisation préférée, la pale  
35 présente un profil évolutif qui part dudit profil conformé dans la région de la racine au niveau du moyeu et aboutit à

un profil d'aile d'avion, sans point d'inflexion de la fibre neutre, dans la région d'extrémité de la pale.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'hélice de ventilateur présente une solidité qui est d'au moins 0,5. Avantageusement, la solidité diminue depuis la racine des pales au niveau du moyeu en allant vers l'extrémité des pales.

10 Par exemple, la solidité varie d'environ 0,9 à environ 0,5 depuis la racine des pales jusqu'à l'extrémité des pales.

Dans la description détaillée qui suit, faite seulement à titre d'exemple, on se réfère aux dessins annexés, sur  
15 lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une hélice de ventilateur selon l'invention ;

20 - la figure 2 représente une section transversale développée d'une pale selon une première forme de réalisation de l'invention ;

- la figure 3 est un détail à échelle agrandie de la pale  
25 de la figure 2 dans la région du bord d'attaque ;

- la figure 4 est un détail à échelle agrandie de la pale de la figure 2 dans la région du bord de fuite ;

30 - la figure 5 représente une section transversale aplatie d'une autre pale selon la première forme de réalisation de l'invention, faisant apparaître les cambrures respectives de la concavité positive et de la concavité négative du profil ;

35

- la figure 6 représente une section transversale développée d'une pale selon une seconde forme de réalisation de l'invention ;
- 5 - la figure 7 est une vue partielle en perspective d'une hélice de ventilateur analogue à celle de la figure 1, où sont représentées trois coupes cylindriques d'une pale, respectivement dans une région proche du moyeu, dans une région intermédiaire et dans une région proche de l'anneau
- 10 de l'hélice ;
- les figures 8A, 8B et 8C montrent respectivement les sections transversales aplaties du profil de pale en correspondance des trois coupes de la figure 7 ;
- 15 - la figure 9 montre schématiquement un diagramme d'écoulement d'air entre deux pales d'une hélice de l'art antérieur ; et
- 20 - la figure 10 montre schématiquement un diagramme d'écoulement d'air entre deux pales d'une hélice selon l'invention.

On se réfère d'abord à la figure 1 qui montre une hélice 10 selon l'invention destinée à faire partie, dans l'exemple, d'un groupe moto-ventilateur d'un véhicule automobile. Cette hélice est avantageusement réalisée d'une seule pièce par moulage d'une matière plastique appropriée, par exemple d'un polyamide chargé de fibres ou de billes de verre.

30 L'hélice 10 comprend un moyeu 12, encore appelé "bol", propre à être calé sur un arbre moteur (non représenté) d'un moteur électrique pour être entraîné en rotation autour d'un axe XX suivant un sens de rotation donné.

35 A partir du moyeu 12 s'étendent radialement une pluralité de pales 14, dans l'exemple au nombre de sept. Ces pales ont une extrémité intérieure 16 (appelée encore "racine" ou



"pied") qui se rattache au moyeu 12 et une extrémité extérieure 18 qui est ici reliée à un anneau extérieur 20 (encore appelé "virole"). Toutefois, dans une variante non représentée, les extrémités extérieures 18 des pales 5 peuvent être libres. Entre les extrémités 16 et 18, s'étend une région intermédiaire 22.

Il est fait maintenant référence à la figure 2 qui montre la section transversale aplatie d'une pale 14, c'est-à-dire 10 la courbe fermée plane obtenue en coupant la pale par une surface cylindrique de révolution autour de l'axe XX de l'hélice, et en déroulant à plat cette surface cylindrique. La pale 14 présente un profil conformé ayant la forme d'un S aplati. Ce profil est délimité par une ligne intérieure 15 24 de forme incurvée et une ligne extérieure 26 de forme incurvée, ces deux lignes se rejoignant en un bord d'attaque 28 et un bord de fuite 30.

Le profil conformé adopte ici une forme caractéristique 20 avec une fibre neutre 32 qui admet un point d'inflexion 34. On rappellera que la fibre neutre correspond à une ligne moyenne qui, en première approximation, se situe à mi-distance de la ligne intérieure 24 et de la ligne extérieure 26 qui délimitent le profil. Du fait de ce point 25 d'inflexion, la fibre neutre 32 présente une inversion de courbure ou de concavité. Elle présente donc deux concavités opposées, à savoir une concavité positive  $C_1$  entre le bord d'attaque 28 et le point d'inflexion 34 et une concavité négative  $C_2$  entre le point d'inflexion 34 et 30 le bord de fuite 30. La fibre neutre 32 s'étend ainsi des deux côtés de la corde 36 qui relie le bord d'attaque 28 et le bord de fuite 30.

Comme on peut le voir sur la figure 2, le point d'inflexion 35 34 est situé entre 20 % et 80 % de la longueur L de la corde à compter du bord d'attaque. Le domaine D sur lequel se situe le point d'inflexion 34 est matérialisé par un

segment fléché sur la figure 2. Généralement, on préfère que le point d'inflexion 34 soit situé plus près du bord de fuite 30 que du bord d'attaque 28, comme c'est le cas sur la figure 2.

5

La tangente T à la fibre neutre, au niveau du point d'inflexion, intersecte la corde 36 en formant un angle A d'au moins  $4^\circ$ . De préférence, cet angle A sera compris  
10 entre  $10^\circ$  et  $20^\circ$ . Plus cet angle sera élevé et plus les concavités  $C_1$  et/ou  $C_2$  seront prononcées.

La concavité positive  $C_1$  du profil présente une cambrure d'au moins 2%, la cambrure étant définie comme le rapport  
15 entre la hauteur  $H_1$  de la fibre neutre 32 par rapport à la corde 36 et la longueur L de la corde (figure 3). Cette cambrure peut par exemple être comprise entre 4 et 8%.

De même la concavité négative  $C_2$  du profil présente une  
20 cambrure d'au moins 2%, la cambrure étant définie comme le rapport entre la hauteur  $H_2$  de la fibre neutre 32 par rapport à la corde 36 et la longueur L de la corde (figure 4). Cette cambrure peut par exemple être comprise entre 4 et 8%.

25

Dans l'exemple représenté  $H_1$  est supérieur à  $H_2$ , d'où il résulte que la cambrure de la concavité  $C_1$  est plus élevée que la cambrure de la concavité  $C_2$ .

30 La figure 5 montre un autre profil d'une pale analogue à celle de la figure 2 où les hauteurs  $H_1$  et  $H_2$  ainsi que l'angle A sont indiqués.

La figure 6 représente la section transversale aplatie  
35 d'une pale 14 selon un second mode de réalisation de l'invention qui montre un autre profil de pale qui s'apparente à celui de la première forme de réalisation

précitée. Ici, la pale présente sur une partie au moins de sa longueur un profil conformé tel que la fibre neutre 32 présente une concavité positive  $C_1$  entre le bord d'attaque 28 et un point intermédiaire 38 et une partie généralement plane P entre ce point intermédiaire 38 et le bord de fuite 30.

De façon caractéristique, la tangente T à la fibre neutre dans la région du point intermédiaire 38 intersecte la corde 36 en formant un angle B d'au moins  $4^\circ$ . Cet angle B est considéré à l'endroit où l'angle entre la tangente à la ligne neutre et la corde est maximal. Il est de préférence compris entre  $10^\circ$  et  $20^\circ$ , par exemple  $8^\circ$  et  $12^\circ$ .

Le point intermédiaire 38 correspond sensiblement à un point d'inflexion de la fibre neutre 32, situé à la jonction de la concavité positive  $C_1$  et de la partie généralement plane P.

La partie généralement plane P présente une longueur l généralement comprise entre 10 et 80%, notamment entre 20% et 60%, de la longueur L de la corde 36. Dans l'exemple de la figure 6 la longueur l correspond sensiblement à un tiers de la longueur L. Le point intermédiaire 38 est donc situé, dans l'exemple, plus près du bord de fuite 30 que du bord d'attaque 28.

Le profil conformé selon la première ou la deuxième forme de réalisation de l'invention peut être présent sur toute la longueur de la pale, ou bien seulement sur une partie seulement de cette longueur. Dans l'exemple, la pale présente un profil conformé évolutif depuis la région de la racine de la pale au niveau du moyeu jusqu'à la région d'extrémité de la pale.

35

On se réfère maintenant aux figures 7 et 8A, 8B et 8C pour décrire un exemple de profil évolutif dans le cas du

premier mode de réalisation de l'invention. La figure 7 est une vue partielle d'une hélice dont l'une des pales est coupée en trois endroits par des coupes cylindriques VIIIA, VIIIB et VIIIC, respectivement dans la région de la racine  
5 près du moyeu, dans une région intermédiaire et dans une région près de l'extrémité extérieure près de l'anneau.

Les figures 8A, 8B et 8C sont les sections transversales développées correspondantes. Elles montrent les variations  
10 du profil depuis la région de l'extrémité intérieure 16 (racine) jusqu'à la région de l'extrémité extérieure 18, en passant par la région intermédiaire 22 (figure 5B). On voit que le profil est beaucoup plus cambré dans la région de la racine (figure 8A) que dans la région extérieure (figure  
15 8C) en passant par une transition (Figure 8B).

D'autres profils de pale sont possibles du moment que le profil conformé (dans l'exemple en forme de S aplati) soit présent sur une partie au moins de la longueur de la pale.  
20 Ainsi, le profil peut passer progressivement d'une forme spécifique selon le premier ou le deuxième mode de réalisation de l'invention jusqu'à une forme classique en aile d'avion, sans inversion de courbure et sans point d'inflexion.

25

Dans le premier mode de réalisation la concavité positive se prolonge par une concavité négative, alors que dans le second mode de réalisation la concavité positive se prolonge par une partie généralement plane. Dans les deux  
30 cas la concavité positive comporte un prolongement (concavité négative ou partie généralement plane) qui s'étend jusqu'au bord de fuite et qui influe sur l'écoulement du fluide mis en mouvement par l'hélice.

35 On expliquera maintenant le fonctionnement d'une hélice selon l'invention par comparaison avec une hélice de l'art antérieur.

Il est fait d'abord référence à la figure 9 qui montre schématiquement les lignes d'écoulement d'air d'une hélice de l'art antérieur dont les pales ont un profil classique en aile d'avion, et dont la solidité (comme définie plus haut) est faible.

Comme l'explique la théorie d'Euler, pour les turbomachines, l'élévation de la pression est une fonction de la déviation de l'écoulement le long de la corde de la pale. De nombreux profils aérodynamiques ont été utilisés pour obtenir une telle déviation. Un meilleur guidage est obtenu avec une solidité élevée, c'est-à-dire avec des pales proches les unes des autres.

Par contre, dans le cas d'une faible solidité, le guidage de l'écoulement est moins efficace et on obtient des séparations d'écoulement du côté du bord d'attaque, comme le montre le schéma de la figure 9. On voit sur ce schéma que les écoulements d'air ont tendance à se séparer et à former des turbulences du côté de l'extrados E (flèches  $F_2$ ), alors que ces écoulements d'air sont bien guidés du côté de l'intrados I (flèches  $F_1$ ).

La solution classique pour éviter la formation de ces turbulences est d'augmenter la solidité, soit avec des cordes plus longues pour des profils classiques, soit avec plus de pales, ce qui augmente le couple du ventilateur. Toutefois, une telle solution n'est pas toujours compatible avec les contraintes techniques des moteurs électriques à courant continu utilisés dans les moto-ventilateurs des véhicules automobiles.

L'invention permet d'éviter de tels inconvénients grâce à l'utilisation d'un profil tel que défini précédemment.

La figure 10 montre que, du fait du profil conformé de l'invention (dans l'exemple en forme de S aplati), les lignes d'écoulement d'air  $F_1$  restent attachées, sans se séparer ni créer de turbulences comme dans le cas de la figure 9. Ces lignes sont ainsi guidées et serrées entre les pales 14. Le même résultat peut être obtenu avec un profil conformé selon le second mode de réalisation de l'invention.

- 10 Dans le cas de l'invention, la solidité est avantageusement d'au moins 0,5 et elle peut varier d'environ 0,9 à environ 0,5 depuis la racine des pales jusqu'à l'extrémité des pales. A titre de comparaison, pour une pale classique, cette solidité varie d'environ 0,7 à la racine jusqu'à 0,3 à l'extrémité. Ainsi, avec une solidité plus élevée, mais  
15 avec un profil conformé selon la première ou la deuxième forme de réalisation de l'invention, on obtient de meilleures performances sans générer de turbulences ou autres perturbations, et cela sans nécessiter un couple  
20 plus élevé.

L'invention trouve une application préférentielle aux groupes moto-ventilateurs des véhicules automobiles.

Revendications

1. Hélice de ventilateur d'un véhicule automobile comprenant un moyeu (12) et des pales (14) s'étendant  
5 radialement vers l'extérieur à partir du moyeu (12), dans laquelle chaque pale (14) possède un profil avec une fibre neutre (32) et une corde (36) s'étendant entre un bord d'attaque (28) et un bord de fuite (30) de ladite pale (14),
- 10 caractérisée en ce que la pale (14) présente sur une partie au moins de sa longueur un profil conformé en forme de S aplati tel que la fibre neutre (32) admette un point d'inflexion (34) et présente deux concavités opposées, à savoir une concavité positive ( $C_1$ ) entre le bord d'attaque  
15 (28) et le point d'inflexion (34) et une concavité négative ( $C_2$ ) entre le point d'inflexion (34) et le bord de fuite (30) et en ce que le point d'inflexion (34) est situé entre 20 % et 80% de la longueur de la corde (36) à compter du bord d'attaque (28).
- 20
2. Hélice de ventilateur selon la revendication 1, caractérisée en ce que le point d'inflexion (34) est situé plus près du bord de fuite (30) que du bord d'attaque (28).
- 25
3. Hélice de ventilateur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que la tangente (T) à la fibre neutre au niveau du point d'inflexion intersecte la corde en formant un angle (A) d'au moins  $4^\circ$ .
- 30
4. Hélice de ventilateur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la concavité positive ( $C_1$ ) du profil présente une cambrure d'au moins 2%, la cambrure étant définie comme le rapport entre la hauteur ( $H_1$ ) de la fibre neutre (32) par rapport à la corde (36) et la  
35 longueur (L) de la corde.

5. Hélice de ventilateur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la concavité négative ( $C_2$ ) du profil présente une cambrure d'au moins 2%, la cambrure étant définie comme le rapport entre la hauteur ( $H_2$ ) de la fibre neutre (32) par rapport à la corde (36) et la longueur (L) de la corde.

6. Hélice de ventilateur d'un véhicule automobile comprenant un moyeu (12) et des pales (14) s'étendant radialement vers l'extérieur à partir du moyeu (12), dans laquelle chaque pale (14) possède un profil avec une fibre neutre (32) et une corde (36) s'étendant entre un bord d'attaque (28) et un bord de fuite (30) de ladite pale (14),

15 caractérisée en ce que la pale (14) présente sur une partie au moins de sa longueur un profil conformé tel que la fibre neutre (32) présente une concavité positive ( $C_1$ ) entre le bord d'attaque (28) et un point intermédiaire (38) et une partie généralement plane (P) entre ce point intermédiaire (38) et le bord de fuite (30) et en ce que la tangente (T) à la fibre neutre intersecte la corde (36) en formant un angle (B) d'au moins  $4^\circ$ , ledit angle étant considéré à l'endroit où l'angle entre la tangente à la fibre neutre et la corde est maximal.

25

7. Hélice de ventilateur selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'angle (B) est compris entre  $8^\circ$  et  $12^\circ$ .

30 8. Hélice de ventilateur selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisée en ce que le point intermédiaire (38) correspond sensiblement à un point d'inflexion de la fibre neutre (32).

35 9. Hélice de ventilateur selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisée en ce que la partie généralement plane (P)



présente une longueur (1) comprise entre 20% et 60% de la longueur (L) de la corde (32).

10. Hélice de ventilateur selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la pale (14) présente un profil évolutif qui part dudit profil conformé dans une région au niveau du moyeu (12) et aboutit à un profil d'aile d'avion, sans point d'inflexion de la fibre neutre, dans une région d'extrémité de la pale.

10

11. Hélice de ventilateur selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle présente une solidité d'au moins 0,5, la solidité étant définie comme la longueur de corde (L) de la pale (14) que multiplie le nombre de pales et que divise le périmètre en un rayon donné.

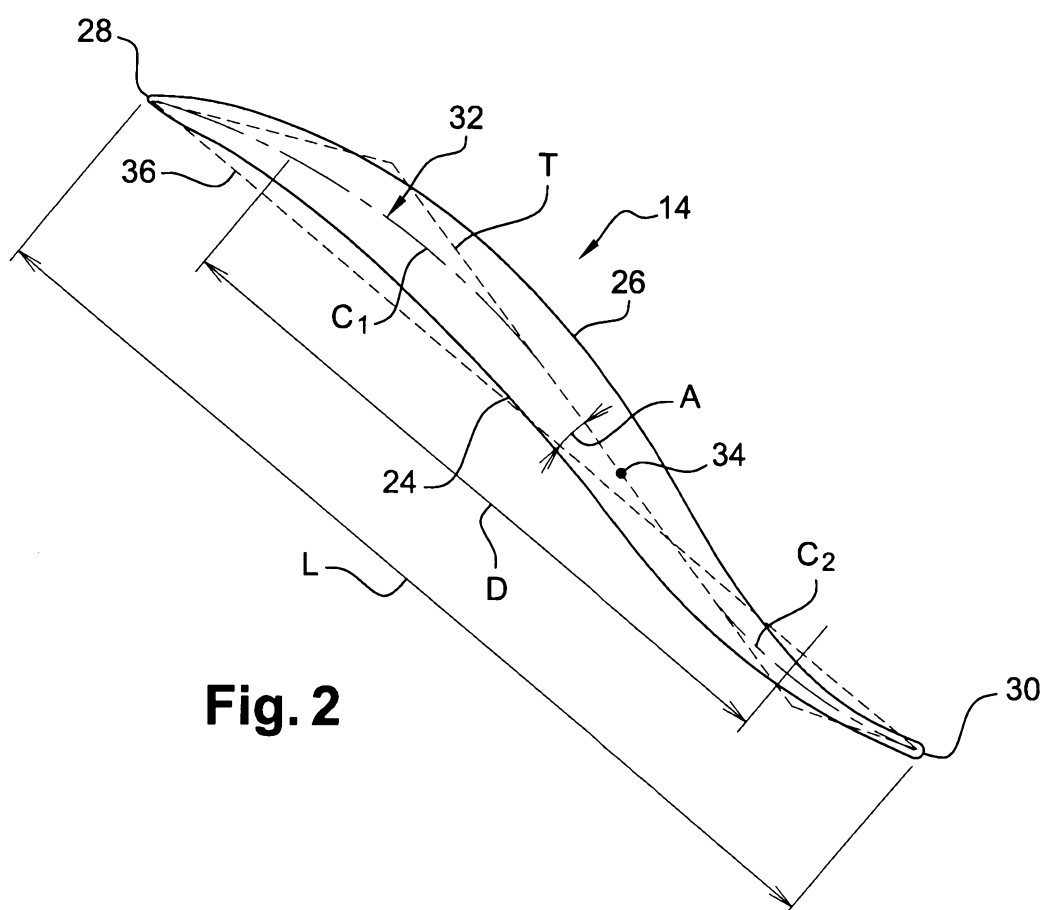
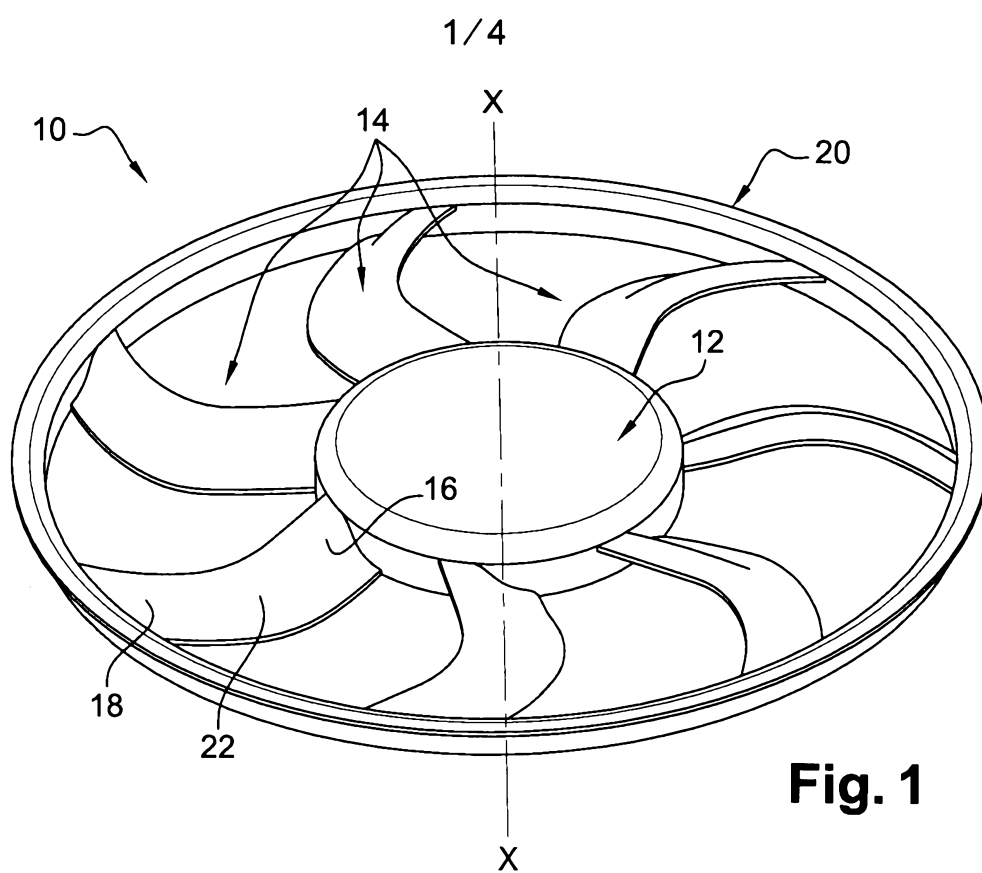
15

12. Hélice de ventilateur selon la revendication 11, caractérisée en ce que la solidité diminue depuis la racine des pales au niveau du moyeu en allant vers l'extrémité des pales.

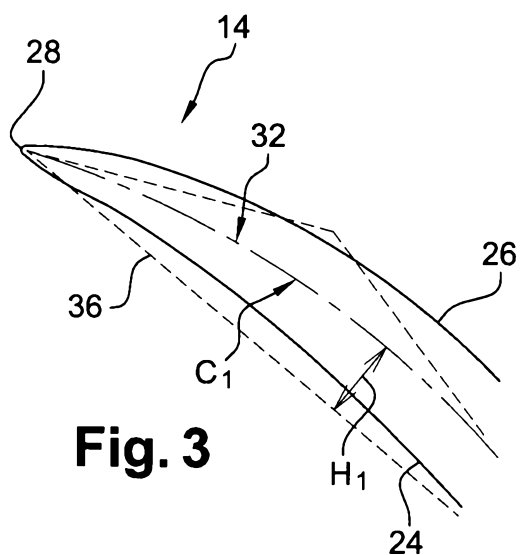
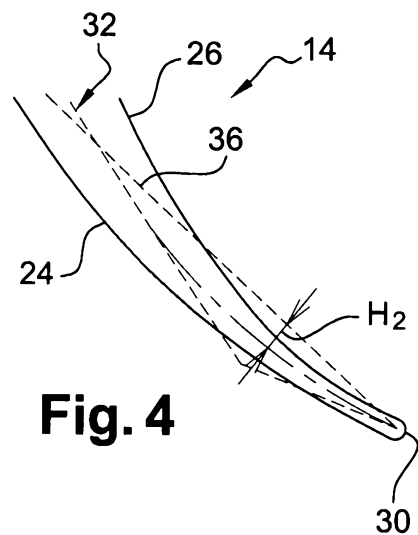
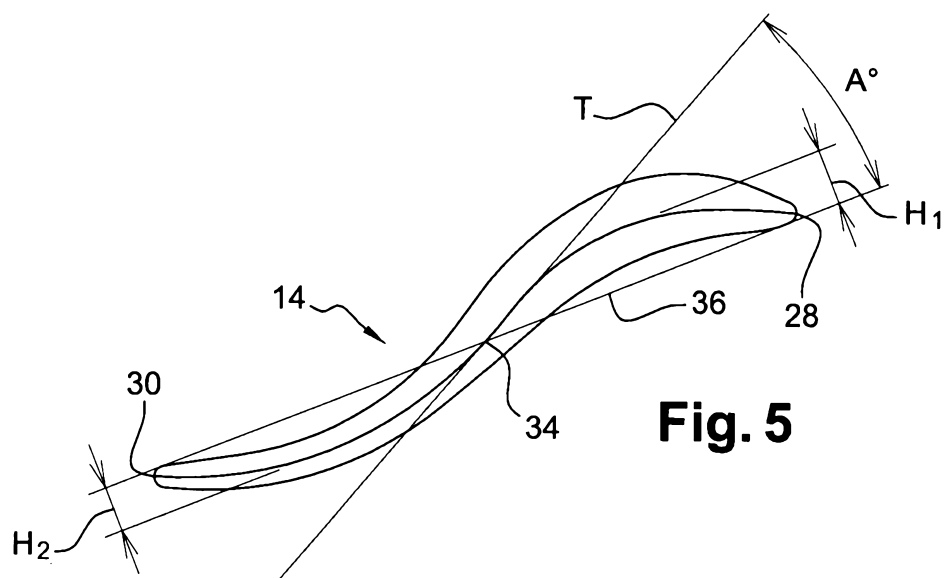
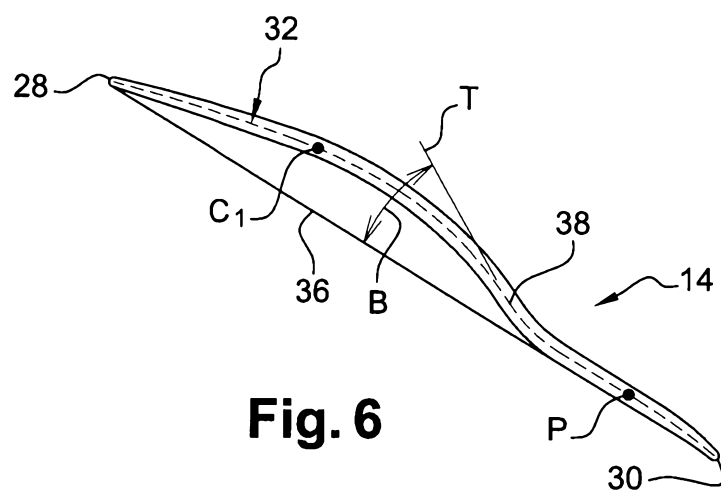
20

13. Hélice de ventilateur selon la revendication 12, caractérisée en ce que la solidité varie d'environ 0,9 à environ 0,5 depuis la racine des pales à l'extrémité des pales.

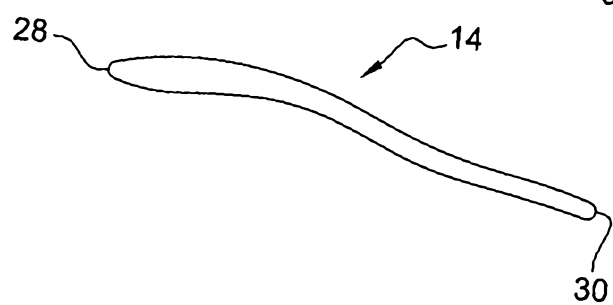
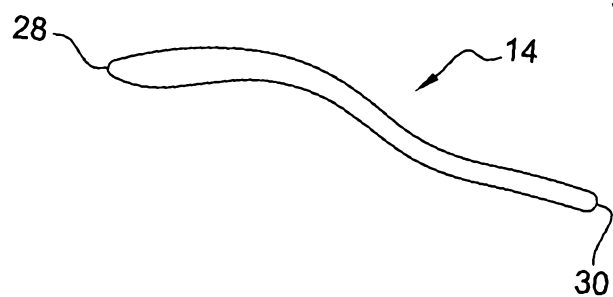
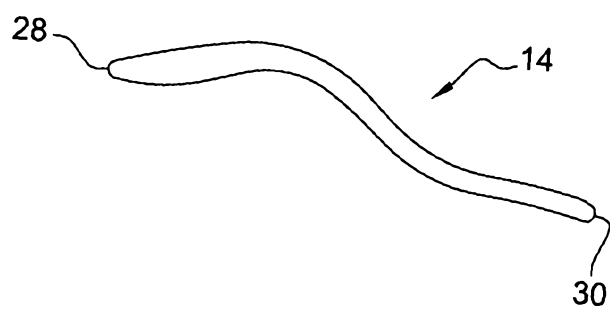
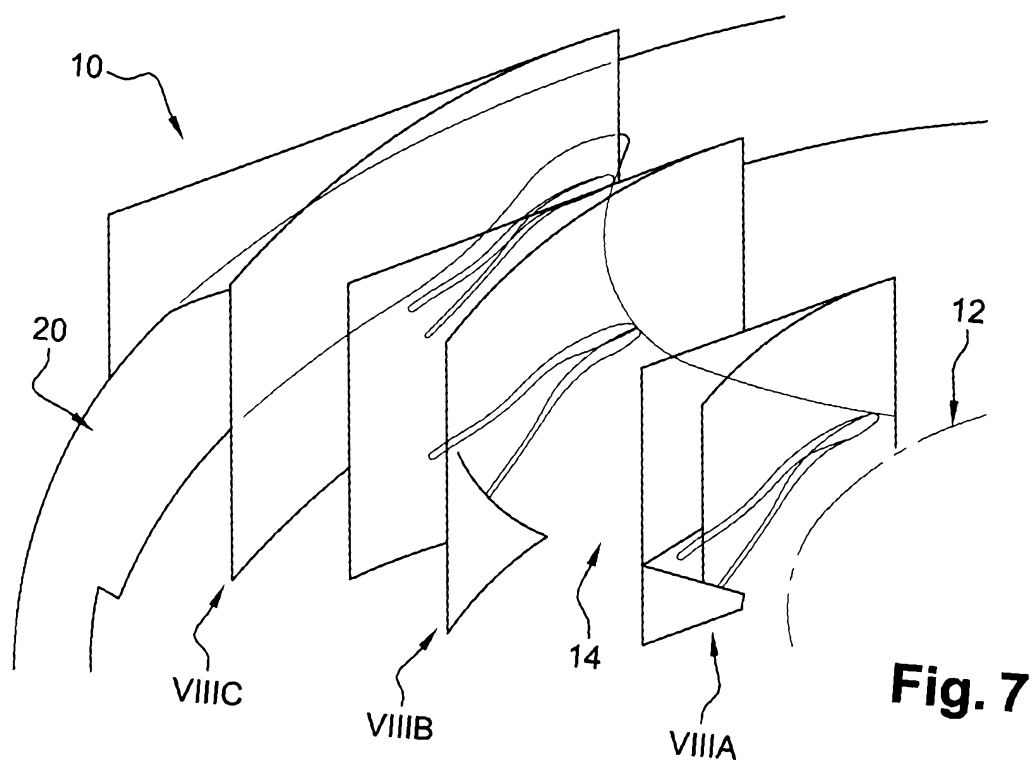
25

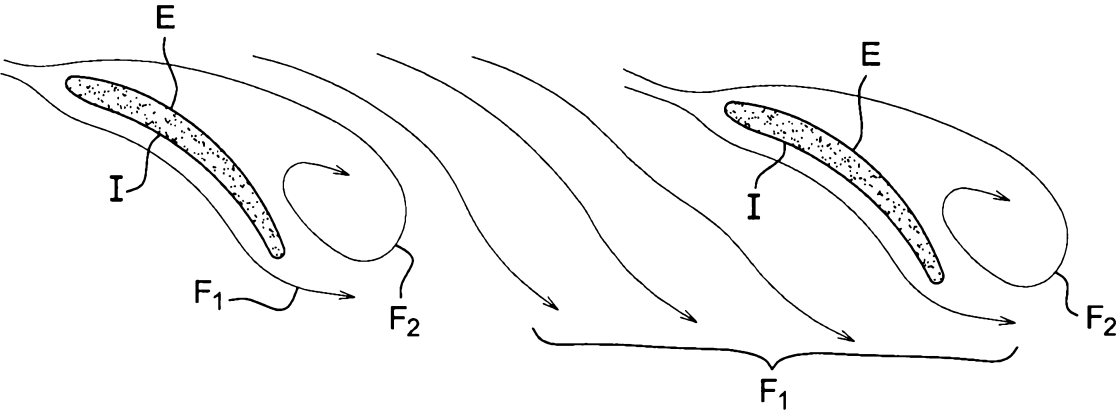


2 / 4

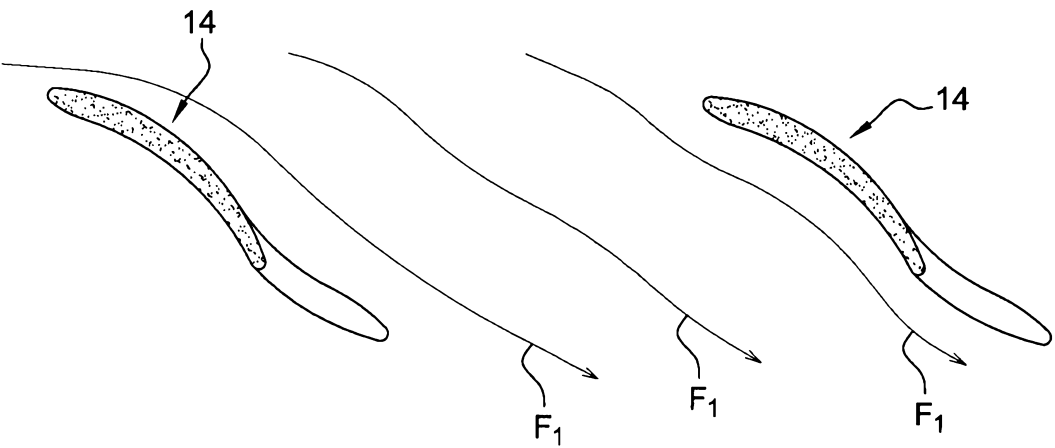
**Fig. 3****Fig. 4****Fig. 5****Fig. 6**

3/4





**Fig. 9**  
(ART ANTERIEUR)



**Fig. 10**

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

- ☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☒ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 6 116 856 A (KARADGY VIATCHESLAV G [RU] ET AL)  
12 septembre 2000 (2000-09-12)

GB 513 863 A (M W WOODS LTD; BRIAN BOWMAN DALY)  
24 octobre 1939 (1939-10-24)

US 4 915 588 A (BRACKETT STEPHEN E [CA])  
10 avril 1990 (1990-04-10)

US 4 197 057 A (HAYASHI MASA HARU [JP])  
8 avril 1980 (1980-04-08)

US 1 506 937 A (MILLER JAMES M)  
2 septembre 1924 (1924-09-02)

US 2004/227035 A1 (HUBBARD ADRIAN ALEXANDER [GB])  
18 novembre 2004 (2004-11-18)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT