

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 25674

(54)

Eolienne à ailes déformables.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). F 03 D 3/00.

(22)

Date de dépôt..... 16 octobre 1979.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 30-4-1981.

(71)

Déposant : MASSIMI Pierre, résidant en France.

(72)

Invention de : Pierre Massimi.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Boettcher,
23, rue La Boétie, 75008 Paris.

L'invention a pour objet une éolienne comprenant au moins deux ailes à profil d'aile d'avion montées sur un support qui est lui-même fixé à un arbre vertical tournant.

5 On sait que les ailes d'avion peuvent être employées de façon très efficace sur les roues exposées au vent ; elles travaillent à la fois par l'effet de la pression sur l'intrados et par l'effet de la dépression sur l'extrados. Elles procurent un couple moteur même quand le vent est faible (par exemple à la force 1 de l'échelle de Beaufort) et elles supportent les vents très forts en fournissant encore un travail utile si on en diminue l'incidence jusqu'à une faible valeur.

15 Dans une roue motrice de ce type, les ailes d'avion doivent être placées verticalement de façon à provoquer la rotation de la roue autour d'un axe vertical. Toutefois, on sait aussi qu'une roue de ce genre présente l'inconvénient que les ailes se déplacent contre le vent sur une partie importante de leur trajectoire et sont susceptibles de donner naissance à un couple antagoniste ayant pour résultat de réduire le rendement.

20 Le but principal de l'invention est d'apporter une éolienne à ailes d'avion tournant autour d'un axe vertical avec laquelle on obtienne un couple moteur sur les trois quarts de la trajectoire des ailes et un couple antagoniste nul ou extrêmement faible sur le quart restant.

30 Avec une éolienne comprenant un arbre vertical de rotation, deux disques espacés en sens vertical calés sur cet arbre, au moins deux ailes s'étendant verticalement entre le disque supérieur et le disque inférieur, on atteint le but ci-dessus, selon l'invention, en utilisant des ailes d'avion à profil déformable de type connu en soi ayant un premier arbre de déformation du profil et un second arbre de modification de l'incidence de l'aile ; chaque aile est montée entre les deux disques par le premier arbre de déformation du profil ; chacun

des deux arbres présente une partie extrême, la partie extrême du premier arbre de déformation du profil étant accouplée à un moyen de déformation du profil en fonction de la situation de l'aile sur sa trajectoire, la partie
5 extrême du second arbre de modification de l'incidence étant accouplée à un organe moteur de modification de l'incidence asservi à un détecteur de la direction du vent apparent.

10 Dans un mode de réalisation de l'invention, pour une éolienne de petite ou moyenne puissance, le moyen de déformation du profil comprend un levier fixé à l'extrémité du second arbre et s'étendant au-delà de l'aile ; au moins deux cames d'inversion sont supportées
15 en position fixe sur la trajectoire de cette extrémité du levier pour être rencontrées par ce dernier pendant la rotation. Pour la même éolienne, le détecteur de la direction du vent est une girouette montée sur le disque supérieur ; cette girouette est associée à deux contacts élec-
20 triques montés d'un côté et de l'autre et faisant partie d'un circuit électrique d'alimentation d'un moteur électrique accouplé au second arbre. De préférence, l'accouplement est réalisé à l'aide d'un ensemble roue dentée-vis sans fin.

25 Selon l'invention, pour des éoliennes de plus grosse puissance, le moyen de déformation du profil comprend un moteur accouplé au premier arbre par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'une roue dentée, la durée de rotation de ce moteur dans un sens ou dans l'autre étant prédéterminée et sa mise en marche étant comman-
30 dée par une came extérieure. Dans cette même éolienne, la girouette propre à chaque aile est remplacée par une unique girouette centrale montée au sommet de l'éolienne ; cette girouette est couplée à un anémomètre et à un calculateur qui détermine l'incidence et commande le moteur
35 électrique accouplé au second arbre.

Pour mieux faire comprendre l'invention, on donnera maintenant une description d'un exemple

de réalisation. On se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe par un plan transversal d'une aile d'avion à profil déformable, connue en soi, avec un profil dessiné en trait plein et deux profils dessinés en trait mixte,
 - la figure 2 est une vue agrandie de détail, en perspective, montrant les deux arbres de commande de l'incidence et du profil de l'aile de la figure 1,
 - la figure 3 est une vue générale en perspective d'une éolienne conforme à l'invention mais dépourvue des organes et moyens de commande de l'incidence et du profil,
 - la figure 4 est une vue partielle en perspective de l'éolienne de la figure 3 montrant les organes et moyens de commande de l'incidence et du profil d'une aile, celle-ci étant représentée partiellement seulement, pour une éolienne de petite ou moyenne puissance,
 - la figure 5 est une vue en élévation montrant en coupe par un plan radial des organes et moyens de commande de l'incidence et du profil,
 - la figure 6 est un dessin schématique montrant en vue de dessus les zones d'efficacité et d'inefficacité d'une éolienne conforme à l'invention.
- Les ailes d'avion à profil modifiable étant connues en soi, on n'en donnera pas ici une description détaillée. On rappellera seulement qu'une telle aile 1 (figure 1) comprend une partie avant rigide 2 et une partie arrière souple 3. Celle-ci peut être déformée pour présenter divers profils différents grâce à un ensemble de câbles 4 et de biellettes articulées, 5 et 6. Les câbles 4 sont fixés à une pièce 7 montée avec excentration en direction de la partie souple 3 sur un premier arbre 8 ayant un axe géométrique $x y$. Cet arbre 8 s'étend dans l'aile à la limite entre la partie avant rigide 2 et la partie arrière souple 3. Une rotation de cet arbre 8 autour de son axe $x y$ se traduit par une modification du profil de la partie arrière souple

3, dans un sens ou dans le sens opposé, de part et d'autre d'un profil neutre représenté en trait plein sur la figure 1. Ces différents profils sont connus et désignés par les références RAF 31, CLARK Y, EIFFEL 400, GOETTINGEN 545.

- 5 Deux d'entre eux sont dessinés en trait mixte sur la figure 1. L'aile prend une incurvation plus prononcée en se creusant davantage et elle a un coefficient de poussée C_z plus important pour un coefficient de traînée C_x identique ou peu modifié.

- 10 Le premier arbre 8 est monté/^{libre} en rotation dans deux plaques espacées 9 (figures 1 et 2) qui servent de paliers et qui sont solidement fixées à un second arbre 10. Celui-ci s'étend parallèlement au premier arbre 8, dans la partie avant rigide 2 ; en fait, il fait corps avec
15 cette partie avant 2. Il sert normalement au montage de l'aile 1 avec une incidence fixe donnée à cette dernière.

- Dans une éolienne conforme à l'invention, un arbre 11 destiné à être placé verticalement pendant le fonctionnement (figure 3) porte deux disques 12, 13 espacés en sens vertical. De préférence, ces disques sont évi-
20 dés pour être plus légers ; entre le disque supérieur 12 et le disque inférieur 13 sont disposées au moins deux ailes 1, de préférence en deux points diamétralement opposés.

- Selon l'invention, ainsi que le montre
25 mieux la figure 5, chaque aile 1 est montée entre les disques 12, 13 par l'intermédiaire du premier arbre 8. Les parties extrêmes de ce dernier sont tenues dans des ouvertures appropriées ménagées dans les disques 12, 13 à l'aide de coussinets 14 ou de roulements à rouleaux 15. En outre, la partie
30 extrême supérieure 8A et la partie extrême inférieure 8B sont chacune introduite respectivement dans un fourreau 16 et dans un fourreau 17. Le fourreau 16 se prolonge au-dessus du disque supérieur 12 et son extrémité est pourvue d'une roue dentée 18 associée à une vis sans fin 19. Ce fourreau
35 16 se prolonge aussi en-dessous du disque supérieur 12 et il est pourvu d'un prolongement radial 20 conçu pour être engagé avec l'extrémité supérieure du second arbre 10.

D'une manière analogue le fourreau 17 s'étend au-dessus du disque inférieur 13 et il est pourvu d'un prolongement radial 21 conçu pour être engagé avec l'extrémité inférieure du second arbre 10.

5 De cette façon, chaque aile 1 est tenue entre les disques supérieur 12 et inférieur 13 par l'intermédiaire du premier arbre 8 et le second arbre 10 peut être déplacé en pivotement autour de l'axe géométrique x y du premier arbre 8. Ceci permet de modifier l'incidence de
10 chaque aile 1 par rapport à la direction du vent. La détection de cette direction se fait au moyen d'une girouette 22 qui est supportée libre en pivotement au sommet du second arbre 10, plus exactement par la face supérieure de la roue dentée 18, et qui est associée à deux contacts électriques
15 opposés 23. Ceux-ci font partie d'un circuit électrique d'alimentation d'un moteur électrique 24 de faible puissance fixé sur le disque supérieur 12. La vis sans fin 19 est calée sur l'arbre du moteur 24. Quand la girouette 22 ferme les contacts électriques 23 d'un côté ou de l'autre, le moteur
20 24 tourne dans le sens voulu pour provoquer la rotation de la roue dentée 18 de manière à ouvrir les contacts fermés. Ainsi la partie avant rigide 2 de l'aile 1 est mise de façon continue dans le sens de la girouette 22 et donc de la direction du vent. L'arrivée du courant électrique aux con-
25 tacts 23 et au moteur 24 se fait par des fils (non représentés) qui empruntent la partie centrale creuse de l'arbre 11.

Le fourreau inférieur 17 s'étend en-dessous du disque inférieur 13 et il porte par son extrémi-
30 té inférieure une plaque 25 qui se prolonge en sens radial vers l'intérieur et vers l'extérieur de part et d'autre du fourreau 17. Du côté intérieur la plaque 25 est munie de deux butées 26, 27, espacées.

Le premier arbre 8 s'étend en-dessous
35 du fourreau 17 et de la plaque 25. A son extrémité inférieure est fixée un levier 28 dont une partie extrême 28A passe entre les butées 26, 27 ; l'extrémité opposée 28B se prolonge

ge en sens radial à l'extérieur du disque inférieur 13 et elle est pourvue d'un galet 29. Celui-ci est destiné à coopérer, pendant la rotation de l'éolienne, avec des cames fixes 30 de déformation du profil de l'aile 1. Pour que le levier 28 passe de manière franche d'une position où il est appuyé contre la butée 26 (figure 4) à la position opposée où il est appuyé contre la butée 27, il existe un ressort de rappel 31 relié d'une part à ce levier 28, d'autre part à un point 32 situé sur la médiatrice de la droite joignant les butées 26, 27.

Quand une came 30 a repoussé le levier 28, dans un sens ou dans l'autre, juste au-delà de sa position médiane, le ressort 31 tire dans le sens de l'achèvement du pivotement jusqu'à l'arrêt du mouvement par la butée opposée. Le premier arbre 8 tourne de manière correspondante autour de l'axe xy et la partie arrière souple 3 de l'aile 1 passe d'un profil au profil symétrique.

Si l'on souhaite disposer de plusieurs profils à degrés différents d'incurvation d'un côté et de l'autre du profil neutre, on prévoit plusieurs butées successives espacées 26 d'un côté et 27 de l'autre, pouvant être escamotées à volonté. Par exemple ces butées peuvent être chacune une tige mobile commandée par un électro-aimant.

Il est avantageux aussi que le point 32 auquel est attaché le ressort 31 soit situé sur une tige 33 d'un électro-aimant 34. Ce dernier est fixé sur la face supérieure de la plaque 25 et la tige 33 est recourbée vers le bas, à angle droit ; cette tige 33 est guidée dans une fente 35 prévue dans la plaque 25. Quand l'électro-aimant 34 met le ressort 31 en tension, ce ressort joue le rôle expliqué plus haut. Quand l'électro-aimant 34 détend le ressort 31 en attirant la tige 33, le levier 28 devient libre, ainsi que le premier arbre 8. Sous l'effet du vent, la partie arrière souple prend alors le profil neutre représenté en trait plein sur la figure 1.

La figure 5 montre schématiquement les différents profils d'une aile 1 au cours d'une rotation

d'un tour de l'éolienne. La direction du vent est indiquée par une flèche Fv et la rotation a lieu dans le sens indiqué par une flèche Fe. A partir d'un point A jusqu'à un point D, l'aile 1 a sa partie avant 2 mise face au vent apparent, sous l'action de la girouette 22 et du moteur 24, et sa partie arrière souple est incurvée pour offrir une bonne prise au vent du côté voulu. A partir du point B, le profil doit être inversé. Une came 30, non représentée, est installée en B, extérieurement au disque inférieur 13, pour être rencontrée par le galet 29 et afin que se produise l'inversion de l'incurvation de la partie arrière souple, comme on l'a expliqué plus haut. Après cette inversion, l'aile 1 offre encore une bonne prise au vent dans le sens voulu de la rotation, jusqu'à un point C. A partir de ce point C jusqu'à un point D, l'aile 1 entre dans une zone où elle se déplace contre le vent sans avoir aucune efficacité. Pour qu'elle offre la moindre résistance au vent, entre C et D l'aile 1 est mise à son profil neutre. Ceci se fait très facilement par la détente du ressort 31. Au point D est disposée une autre came 30 (non représentée), qui donne à l'aile 1, avec la remise en tension du ressort 31, l'incurvation souhaitable qu'elle doit avoir jusqu'au point B.

Sur cette figure 6, les flèches f indiquent la direction du vent apparent pour un vent Fv de 5 m/s et une vitesse de rotation de 60 t/mn.

L'alimentation en courant électrique de l'électro-aimant 34 peut se faire aussi par la partie centrale creuse de l'arbre 11 ; à partir de celui-ci, les fils peuvent suivre le disque inférieur 13 et la plaque 25. Le fonctionnement de l'électro-aimant 34, ou d'un autre électro-aimant qui commanderait l'effacement ou la sortie des butées 26, 27, comme expliqué plus haut, peut être commandé par l'intermédiaire d'une ou plusieurs bagues appropriées calées sur l'arbre 11.

On notera que l'invention n'impose pas le nombre des ailes 1 que l'on peut monter sur une éolienne. Le plus souvent deux ailes diamétralement opposées sont

suffisantes pour donner sur l'arbre 11 un couple moteur relativement fort et régulier, même par vent plutôt faible, mais plusieurs ailes 1 peuvent être montées comme on l'a expliqué entre les deux disques 12, 13.

- 5 Dans des éoliennes de forte puissance, on peut employer des moyens et des organes appropriés à cette puissance mais équivalents par leurs résultats à ceux que l'on a décrit plus haut pour la commande du premier
- 10 arbre de déformation du profil et du second arbre de modification de l'incidence. Par exemple, si le levier 28 ne peut avoir la résistance voulue, il est possible de le remplacer par un moteur électrique accouplé à la partie extrême du premier arbre 8 par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'une roue dentée. La mise en marche de ce moteur peut être
- 15 provoquée par la came 30 coopérant avec un interrupteur ; la durée de sa rotation pour la réalisation d'un changement de profil peut être imposée par la même came 30 ou par une minuterie. De même, par simplification, chaque girouette 23 associée individuellement à chaque aile 1 peut être rem-
- 20 placée par une unique girouette centrale montée au sommet de l'éolienne et couplée à un anémomètre et à un calculateur. Celui-ci peut calculer la correction d'incidence à apporter à chaque aile et commander la rotation voulue de chaque moteur 24.

REVENDEICATIONS

1) Eolienne comprenant un arbre vertical de rotation, deux disques espacés en sens vertical calés sur cet arbre, au moins deux ailes s'étendant verticalement entre le disque supérieur et le disque inférieur, caracté-
5 risée en ce que les ailes (1) sont des ailes d'avion à profil déformable comprenant un premier arbre (8) ayant un axe géométrique (xy) de déformation du profil par lequel les ailes sont montées entre le disque inférieur et le dis-
10 que supérieur, un second arbre (10) monté pivotant autour de l'axe (xy) du premier arbre (8) et servant à la modification de l'incidence de l'aile, le premier arbre (8) de déformation du profil ayant une partie extrême par laquelle il est accouplé à un moyen de déformation du profil en fonction
15 de la situation de l'aile sur sa trajectoire, le second arbre (10) de modification de l'incidence de l'aile ayant une partie extrême par laquelle il est accouplé à un organe moteur asservi à un détecteur de la direction du vent apparent.

20 2) Eolienne selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen de déformation du profil comprend au moins une came fixe (30) supportée à l'extérieur de l'éolienne pour commander la déformation du profil.

3) Eolienne selon la revendication 2,
25 caractérisée en ce que la came fixe ou chaque came fixe (30) coopère avec un levier (28) de déformation du profil fixé à une partie extrême du premier arbre (8) et pouvant occuper au moins deux positions distinctes définies par deux butées (26, 27) sous l'effet d'un ressort sous tension (31), chacune
30 de ces positions correspondant à un profil déterminé de l'aile (1).

4) Eolienne selon la revendication 2, caractérisée en ce que la came fixe ou chaque came fixe (30) coopère avec un interrupteur associé à un moteur électrique

accouplé au premier arbre (8) par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'une roue dentée.

5) Eolienne selon la revendication 3, caractérisée en ce que le ressort (31) est attaché entre
5 le levier (28) et une tige (33) déplaçable le long de la médiatrice de la droite joignant les butées (26, 27) entre une position de mise en tension du ressort (31) et une position de détente de ce ressort.

6) Eolienne selon la revendication 1,
10 caractérisée en ce que l'organe moteur de modification de l'incidence de chaque aile (1) est un moteur électrique (24) monté sur un disque de l'éolienne et accouplé par l'intermédiaire d'une vis sans fin (19) et d'une roue dentée
15 (18) au second arbre (10), ce dernier étant engagé par ses extrémités avec les prolongements radiaux (20, 21) de deux fourreaux (16, 17) disposés autour des parties extrêmes du premier arbre (8) montées dans les disques supérieur et inférieur (12, 13), l'un de ces fourreaux (16) étant calé en rotation avec la roue dentée (18).

20 7) Eolienne selon la revendication 6, caractérisée en ce que le moteur électrique (24) associé à chaque aile (1) pour la modification de l'incidence de celle-ci est asservi pour son fonctionnement à une girouette
25 (22) montée libre en pivotement au sommet du second arbre (10) et associée à deux contacts électriques opposés (23) commandant l'alimentation électrique du moteur (24).

8) Eolienne selon la revendication 6, caractérisée en ce que le moteur électrique (24) associé à
30 chaque aile (1) pour la modification de l'incidence de celle-ci est asservi pour son fonctionnement à une unique girouette centrale montée au sommet de l'éolienne et couplée avec un anémomètre et un calculateur apte à calculer la correction d'incidence à apporter à chaque aile (1).

Pl. 1/3

Fig:1

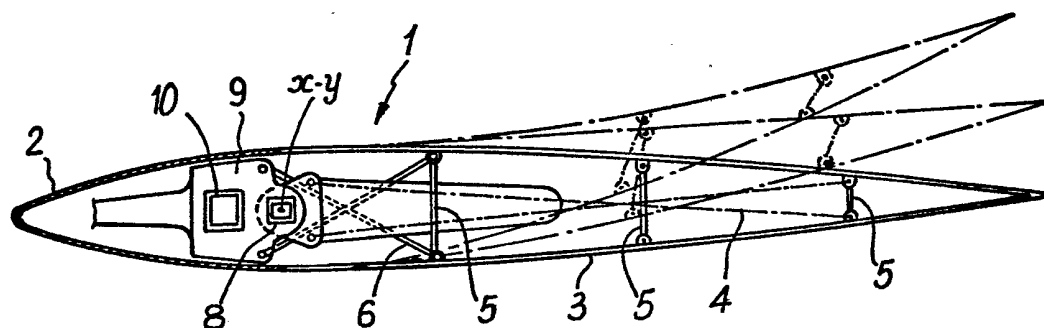


Fig:2

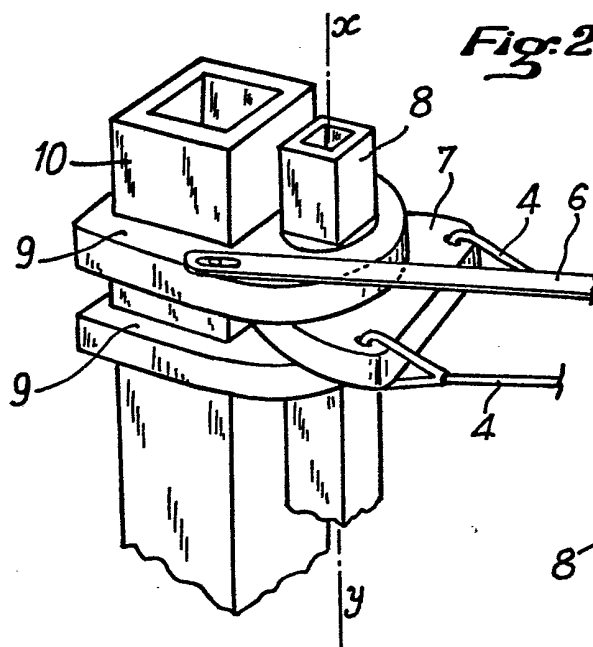


Fig:3

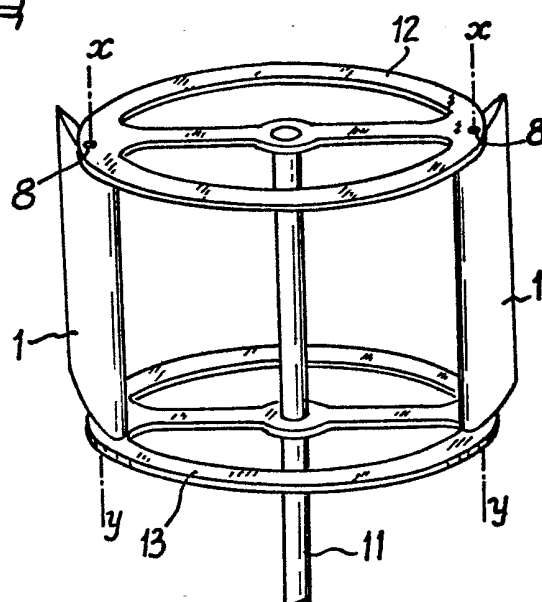


Fig:5

