



CONFÉDÉRATION SUISSE  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **718 292 A1**

(51) Int. Cl.: *F03D* *1/06* (2006.01)  
*F03D* *7/02* (2006.01)

**Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00090/21

(71) Requérant:  
Hubert Monnin, Rue du Haut-Fourneau 29  
2800 Delémont (CH)

(22) Date de dépôt: 29.01.2021

(43) Demande publiée: 29.07.2022

(72) Inventeur(s):  
Hubert Monnin, 2800 Delémont (CH)

(54) **Eolienne axiale à pales profilées issues de l'expérience de la marine à voile.**

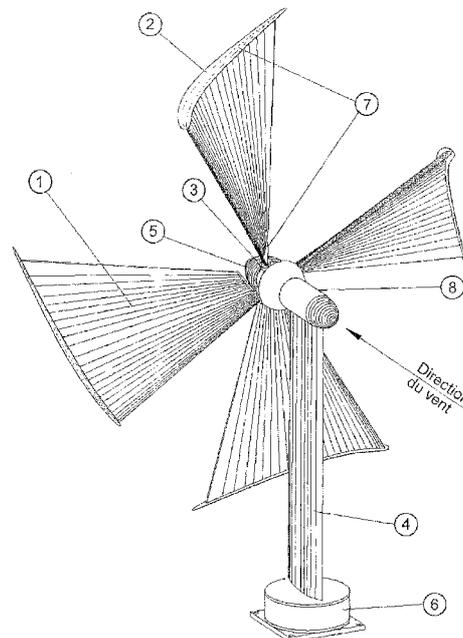
(57) L'invention veut adapter les connaissances de la marine à voile à la récupération de l'énergie éolienne, pour mieux l'utiliser comme énergie mécanique ou la convertir en électricité.

L'éolienne est dotée de pales profilées rigides (1), trapézoïdales, carrées, triangulaires ou autre, avec un profil semblable à une voile de bateau.

L'invention va permettre une réduction des dimensions, des contraintes mécaniques, des nuisances et des coûts.

La rotation est relativement lente et silencieuse et permet aux aviateurs et oiseaux de repérer les dangers plus aisément.

Elle peut être auto-orientable grâce à la position du rotor et des pales sous le vent du mât (4).



## Description

- [0001] L'éolienne axiale à pales à profil rigide, semblable aux voiles de voilier, a un fonctionnement rotatif et reçoit le vent dans la direction de son axe de rotation et sert à récupérer l'énergie du vent pour l'utiliser comme énergie mécanique ou la convertir en électricité.
- [0002] Le but de l'éolienne est de récupérer le plus possible d'énergie disponible dans la surface projetée de l'éolienne.
- [0003] Les éoliennes axiales en fonction actuellement ont une surface propre ne représentant qu'une petite partie de la surface projetée capable de récupérer l'énergie du vent.
- [0004] Pour récupérer une grande quantité d'énergie, elles sont devenues géantes et de ce fait très fragiles et onéreuses à la construction et à l'entretien.
- [0005] La plupart des pales utilisées actuellement ont été conçues pour produire une sustentation à haute vitesse et pas pour la récupération de l'énergie du vent, comme le sont les voiles des bateaux. Le principe utilisé actuellement est majoritairement calqué sur le principe de l'hélice ou d'ailes d'avion.
- [0006] Le rendement actuel est bien insuffisant par rapport à l'énergie disponible dans la surface projetée du rotor.
- [0007] L'hélice d'avion est conçue pour créer un flux à partir d'une énergie limitée.
- [0008] Une éolienne, au contraire, doit absorber le maximum de l'énergie d'un flux disponible.
- [0009] La portance de la pale est insuffisamment bien orientée et optimisée pour maximiser l'absorption de l'énergie disponible.
- [0010] Le fonctionnement est bruyant du fait d'un écoulement du flux d'air non laminaire, qui est la cause d'un mauvais rendement.
- [0011] Le vent capté par les voiles d'un voilier n'émet pas de son audible lors d'un écoulement laminaire issu d'un bon réglage.
- [0012] Les marins utilisent depuis des millénaires l'énergie du vent, sans formules compliquées, bien avant que l'aviation soit une réalité.
- [0013] Ils ont compris et expérimenté que, plus on a de surface totale de voiles, y compris avec une multitude de voiles, plus la puissance disponible est élevée.
- [0014] La vitesse de déplacement du navire n'a pas influence sur le principe.
- [0015] Elle est la conséquence du mode de conversion de l'énergie récupérée, (surface de voilure, liquide, coque et appendices)
- [0016] Ils ont de surcroît optimisé la forme et l'orientation des voiles pour en tirer le maximum dans des conditions données.
- [0017] Depuis les conceptions anciennes aux plus récentes, le profil de base qui est le plus performant est un profil concave, avec une profondeur et une position du creux choisis en fonction des performances voulues et en fonction de la force du vent.
- [0018] Pour y arriver, l'éolienne possède un rotor avec carénage aérodynamique (5) dans le prolongement d'une nacelle en ogive (8). Il est équipé de plusieurs pales rigides (1), trapézoïdales, carrées, triangulaires ou autre, avec un profil semblable aux voiles des bateaux.
- [0019] La fixation des pales sur l'axe du rotor est rotative au moyen d'un axe pour chaque pale.
- [0020] L'axe de rotation des pales est perpendiculaire à l'axe du rotor.
- [0021] La position de l'axe de pale a été déterminée dynamiquement, par rapport au profil choisi, pour que l'effort de rotation de la pale sur elle-même, induit par le vent, soit le plus faible possible.
- [0022] Les pales sont soit fixes mais réglables, ou dynamiquement orientées par rapport à l'axe du vent par une assistance mécanique ou électromécanique.
- [0023] Les pales sont équilibrées statiquement ou dynamiquement entre elles par un dispositif mécanique quelconque, par exemple un jeu d'engrenages, de biellettes (3).
- [0024] Ce dispositif les rends solidaires entre elles de sorte que l'angle d'incidence (9) est le même pour toutes et la tendance à tourner autour de son axe par gravité est compensée par la ou les pales opposées.
- [0025] Un angle de vrillage (10) entre les extrémités de la pale (7) compense les différences d'angle d'incidence (9) provoquées par les différences de vitesse relative du vent.
- [0026] A l'état pivotées, les unes contre les autres, elles peuvent se recouvrir partiellement.
- [0027] La surface totale des pales peut être supérieure à la surface projetée du rotor.
- [0028] Les propriétés aérodynamiques de l'éolienne sont optimisées à la manière du réglage des voiles d'un voilier, pour obtenir un rendement maximum de l'énergie récupérable.

## CH 718 292 A1

- [0029] Une interaction entre les pales est profitable car l'écoulement laminaire du flux est favorisé (comme c'est le cas sur les voiliers disposant de plusieurs voiles).
- [0030] Leur orientation, angle d'incidence (9), par rapport à l'axe du vent, qui correspond à l'axe du rotor, est optimal environ vers 20° suivant le profil et la forme choisie (d'après les usages sur les voiliers), augmenté de l'angle du vent apparent.
- [0031] De cette manière, l'orientation de la force résultante de chaque pale est très proche du plan de rotation du rotor, soit perpendiculairement à son axe, limitant l'effort sur le mât dans l'axe du rotor. Il est souhaitable de tout faire pour qu'il le reste.
- [0032] En cas de réglage dynamique, leur orientation se fait de telle sorte que leur angle d'incidence par rapport au vent apparent reste constant pour obtenir toujours le rendement maximum.
- [0033] Il sera nécessaire de limiter la vitesse de rotation en cas de vent forts.
- [0034] On y parvient par une augmentation de la charge, un freinage ou une limitation ou réduction de l'angle d'incidence.
- [0035] Le flux d'air doit s'écouler de manière laminaire tant sur leur extrados que leur intrados.
- [0036] En cas de choix de pales fixes, l'augmentation de la vitesse de rotation sera limitée par le décrochage du profil dans le flux d'air.
- [0037] Pour convertir le couple énorme généré et limiter la vitesse de rotation, on utilisera de préférence un variateur de vitesse, par exemple à courroie trapézoïdale.
- [0038] Le variateur pourra être commandé par la pression sur le rotor dans la direction de son axe de rotation, qui sera coulissant, en compression d'un ressort progressif conçu en fonction des caractéristiques du rotor ou par une assistance électronique et électromécanique.
- [0039] Il pourra aussi être actionné mécaniquement par la force centrifuge du rotor, appliquée sur la poulie secondaire du variateur.
- [0040] Plus le vent forcé, plus le rapport du variateur augmentera, faisant tourner la génératrice de plus en plus vite en chargeant progressivement le rotor et tendant à diminuer ainsi sa vitesse de rotation pour la maintenir à un niveau quasi constant.
- [0041] Par un vent léger, le rapport sera petit, entre le rotor et la génératrice, permettant au rotor de tourner facilement et facilitant le démarrage. Le rapport le plus petit sera la position de repos.
- [0042] En cas d'utilisation d'une boîte à vitesse fixe, ou en plus du variateur on peut envisager une cascade de génératrices ou d'étages de stators et rotors couplés de manière progressive ou une génératrice à puissance variable, permettant de charger ou décharger le rotor pour contrôler sa vitesse de rotation.
- [0043] Le fonctionnement du rotor est plus avantageux sous le vent du mât (4) qui le porte car il s'oriente beaucoup plus facilement et de manière autonome.
- [0044] Il est souhaitable de freiner et amortir ce mouvement de rotation.
- [0045] Un mât (4) tournant solidairement avec le rotor a l'avantage de pouvoir être construit de manière profilée et sa section peut être réduite et est beaucoup plus rigide dans l'axe de l'effort (mât-aile sur les voiliers).
- [0046] Cela permet un écoulement sans obstacle du flux d'air au bord de fuite des pales.
- [0047] Si un mât de section ronde est choisi, on fixera un carénage profilé, solidaire du rotor, qui évitera des turbulences entre le mât et les pales.
- [0048] Un socle (6) doit permettre l'équilibrage statique indispensable du mât avec son rotor (mise de niveau).
- [0049] Deux prototypes réalisés disposaient d'un rotor de 52 et 32 cm de diamètre.
- [0050] Ils ont été testés avec des mesures par „frein de Prony“ et un système de soufflerie.
- [0051] Un angle de calage (9) le plus favorable a été constaté pendant les tests, appliqué à la base du profil.
- [0052] Le vrillage (10) est choisi en fonction des dimensions de l'éolienne.
- [0053] Les tests des prototypes effectués ont donné une augmentation de puissance d'environ 1,5 fois en passant de 2 à 3 ainsi que de 3 à 4 pales. En résumé, environ 3 fois plus de puissance pour le double de surface de pales.
- [0054] Lors des tests du prototype, la puissance a commencé de diminuer à partir de 5 pales, probablement en raison de la petite taille du prototype et de l'espace limité entre les pales (similitude aux voiliers de petite taille)
- [0055] La surface disponible pour capter l'énergie peut être énorme et, suivant le nombre et les dimensions de pales choisies, peut dépasser la circonférence du rotor.
- [0056] Cela permet de diminuer notablement le diamètre de rotation de l'éolienne.

[0057] Plus le vent est fort, plus le couple de rotation augmente sans pour autant que la vitesse de rotation ne doive devenir excessive.

[0058] Suivant les options de construction, aucune énergie n'est nécessaire à son fonctionnement qui est totalement autonome.

[0059] L'éolienne démarre très facilement, seule, avec très peu de vent.

[0060] Elle nécessite peu d'entretien.

[0061] Peu d'usure car les forces centrifuges et les vitesses de rotation sont limitées.

[0062] Pour les mêmes raisons, la construction est facilitée par des exigences mécaniques réduites

[0063] La visibilité par les aviateurs et les oiseaux est meilleure et le danger de collision diminué.

- Fig. 1.            Perspective.
- Fig. 2.            Vue côté gauche
- Fig. 3.            Vue arrière droit.
- Fig. 4.            Vue arrière.
- Fig. 5.            Vue de détail rotor et carénage.
- Fig. 6.            Graphique de tests.

#### Revendications

1. L'utilisation de pales profilées rigides (1), trapézoïdales, carrées, triangulaires ou autre, avec un profil semblable à une voile de bateau
2. L'épaulement (2) en bout de pale pour limiter la fuite du flux due à la force centrifuge et limiter les pertes dues au vortex.
3. Le lien mécanique (3) assurant l'équilibrage des pales entre elles.
4. Le mât profilé (4) ou caréné pour favoriser l'écoulement laminaire du flux d'air entre le mât et les pales.
5. Le carénage profilé (5) qui prolonge le rotor pour favoriser l'écoulement laminaire du flux d'air derrière l'éolienne et limiter les perturbations.
6. Le socle stable (6) permettant la rotation et une mise de niveau du mât.
7. La conversion du couple par un variateur de vitesse ou une cascade de génératrices ou d'étages de stators et rotors couplés de manière progressive ou une génératrice à puissance variable.
8. L'asservissement du variateur à la pression du flux sur le rotor ou à la force centrifuge du rotor.
9. Le positionnement de l'axe de pale déterminé dynamiquement.

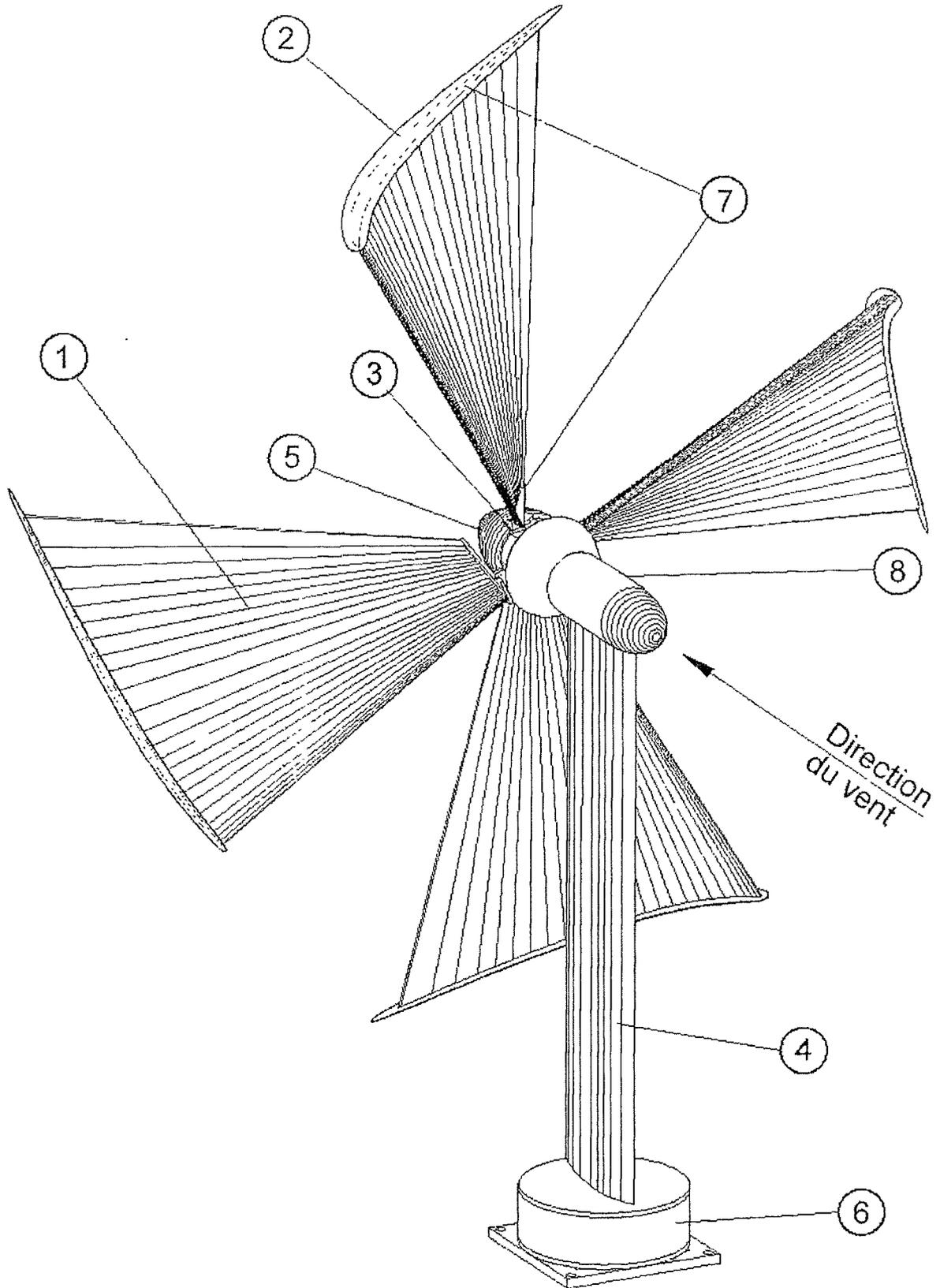


Fig. 1. Perspective.

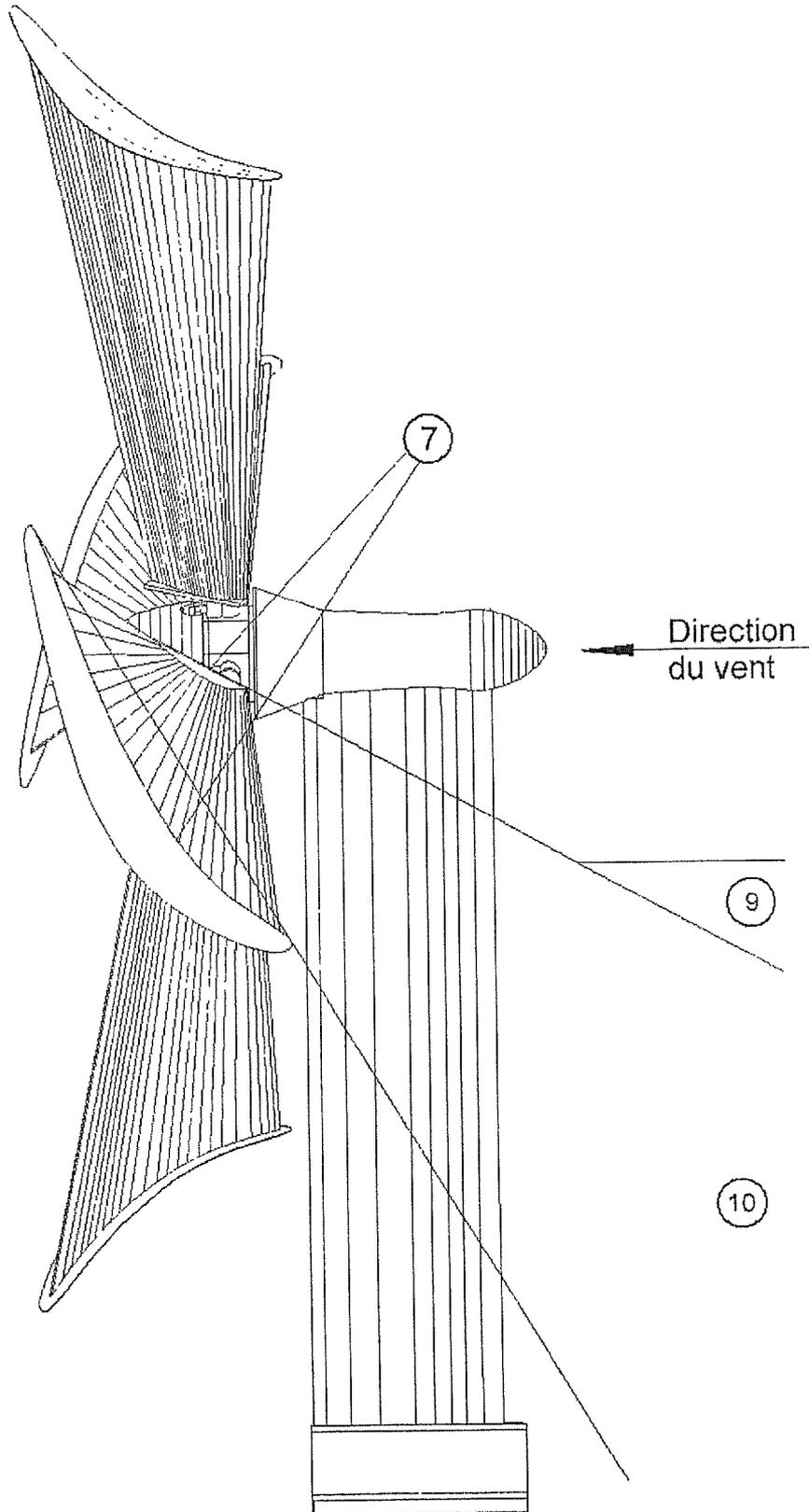


Fig. 2. Vue côté gauche.

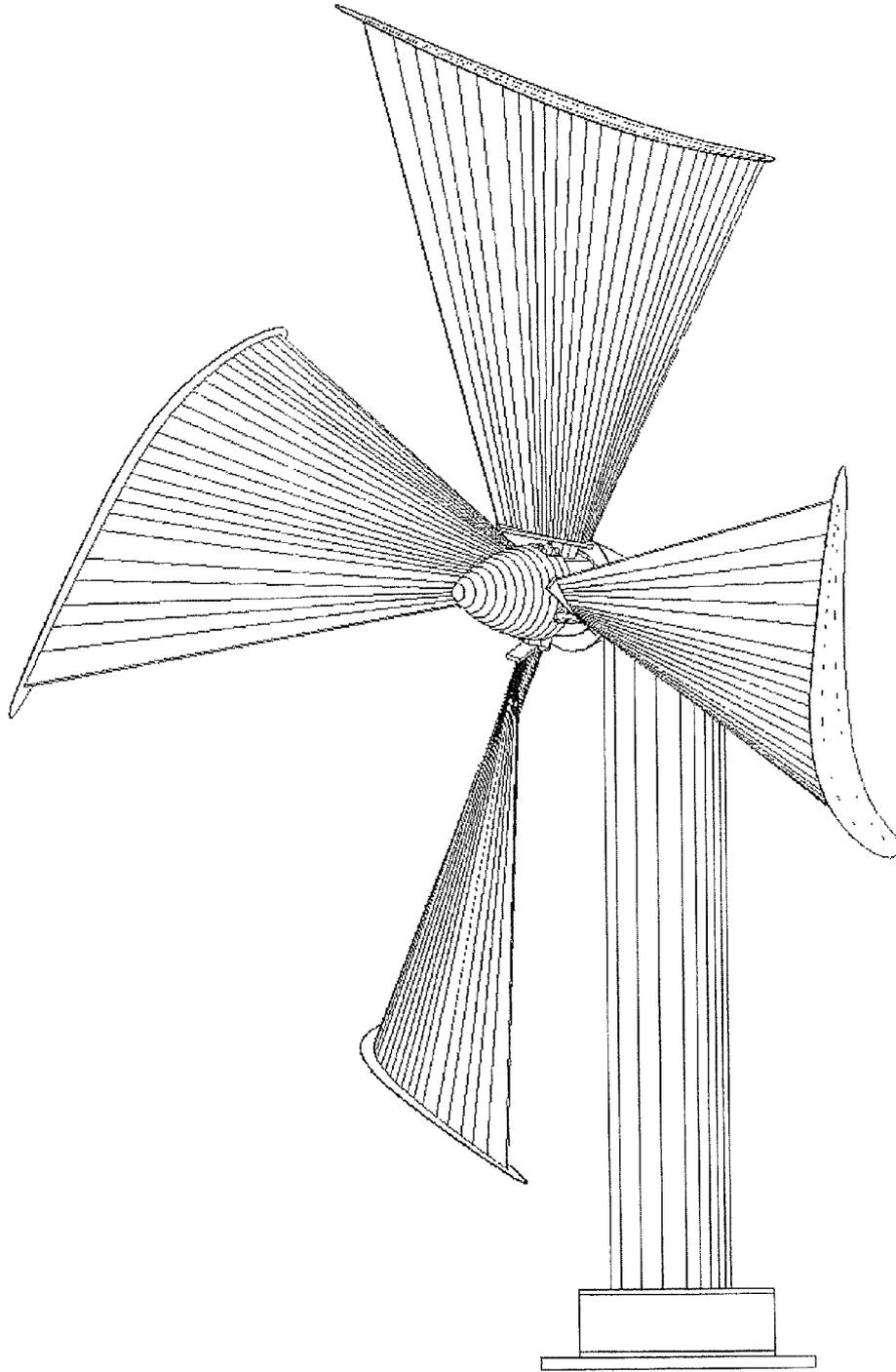


Fig. 3. Vue arrière droit.

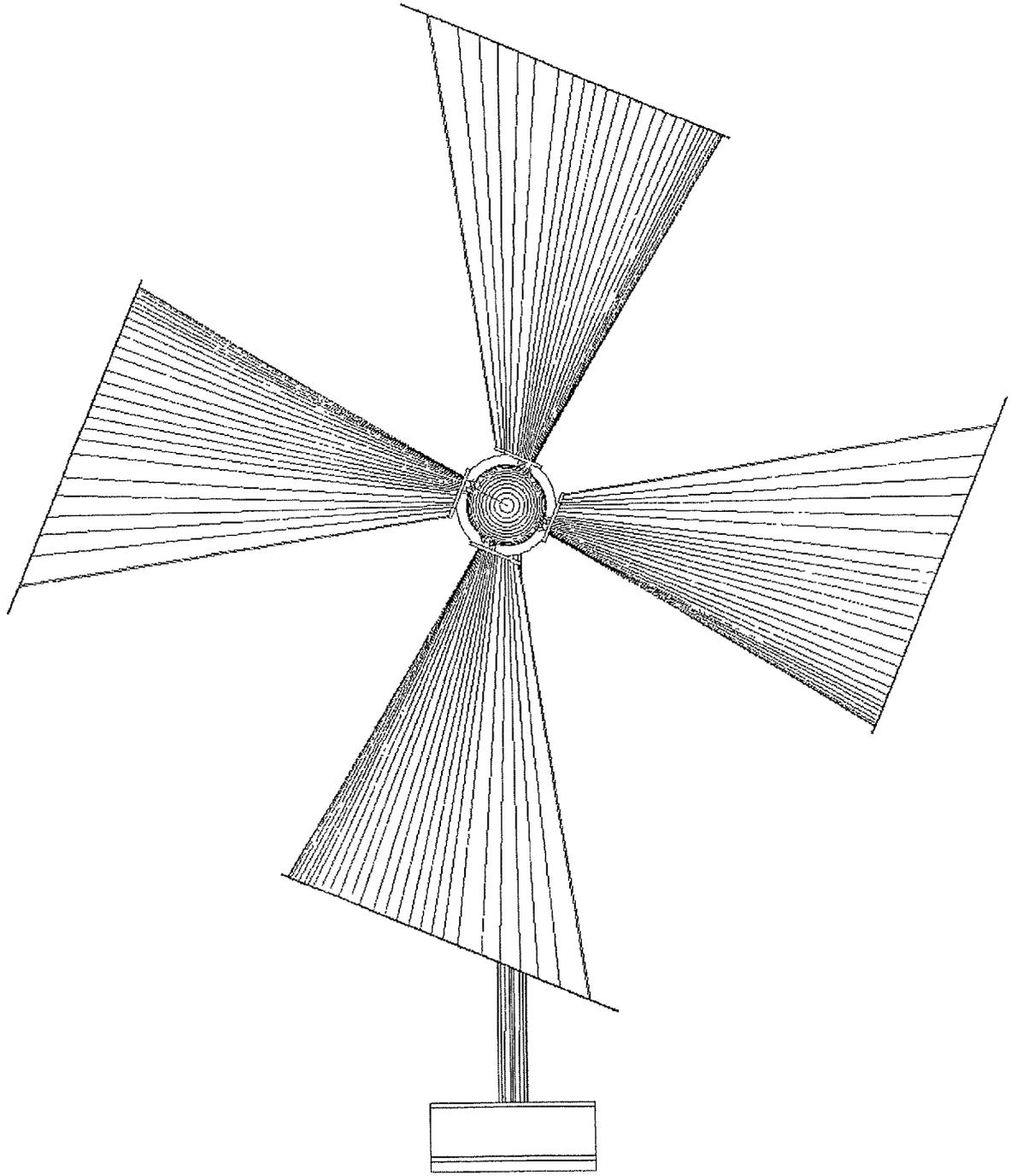


Fig. 4. Vue arrière.

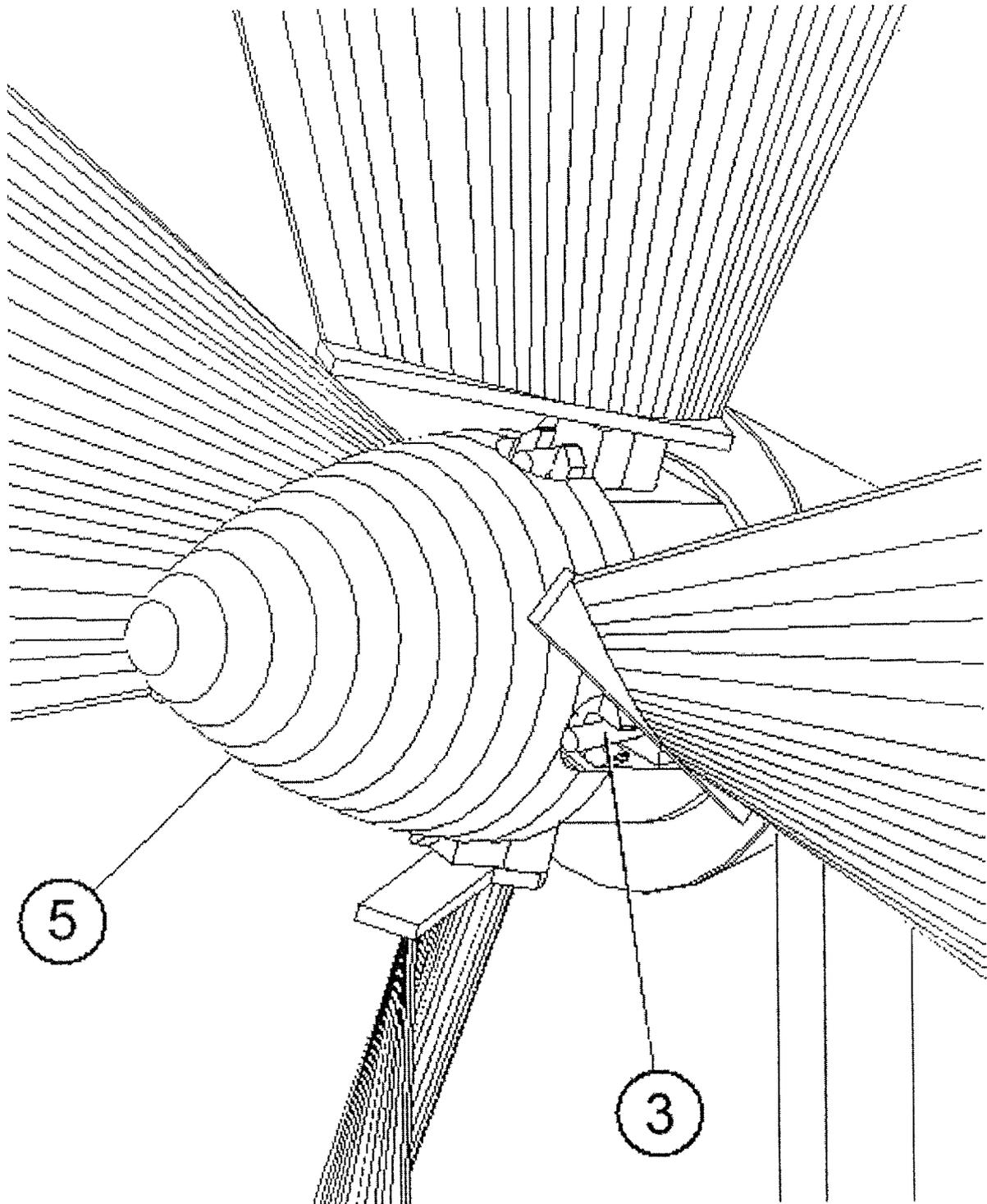


Fig. 5. Vue de détail rotor et carénage.

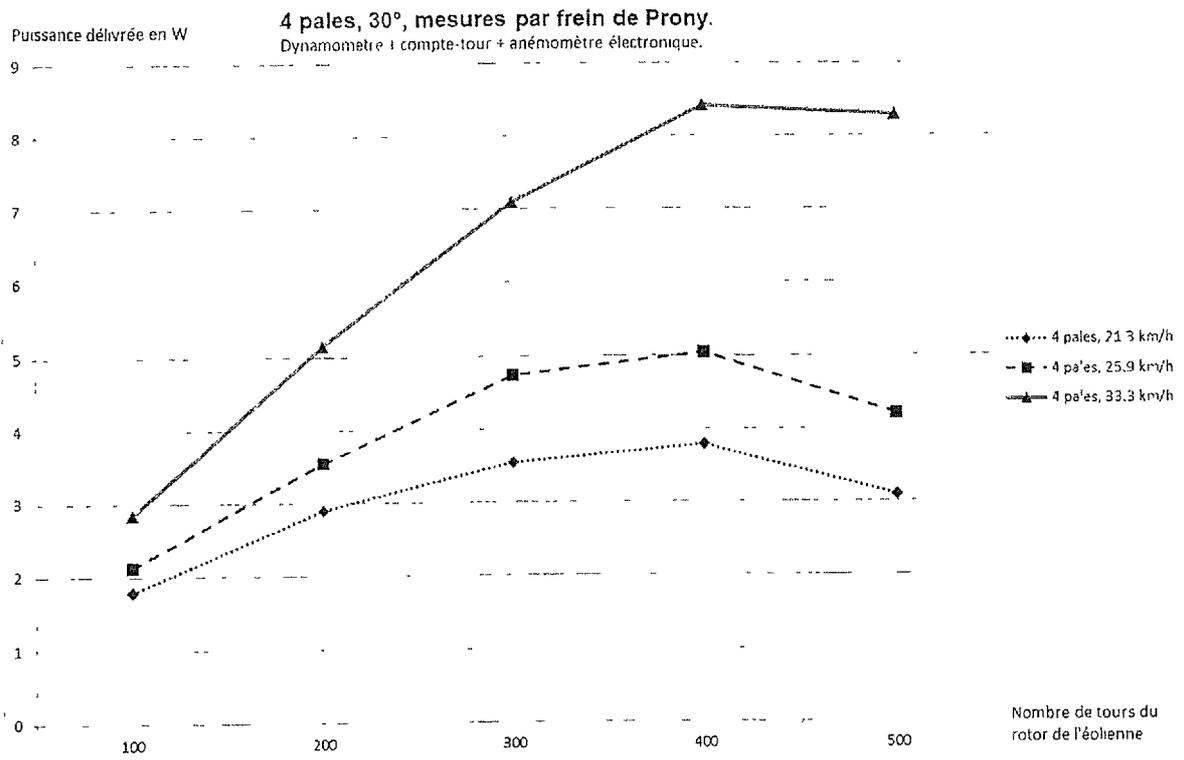


Fig. 6. Graphique de tests.

**RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF À LA  
DEMANDE DE BREVET SUISSE**

Numéro de la demande: CH00090/21

**Classification de la demande (CIB):**  
**F03D1/06, F03D7/02****Domaines recherchés (CIB):**  
**F03D****DOCUMENTS PERTINENTS:**

(référence du document, catégorie, revendications concernées, indications des parties significatives (\*))

- 1 US2014271183 A1 (BARBER GERALD L [US]) 18.09.2014  
 Catégorie: **X**                      Revendications: **1, 3, 6, 7**  
 Catégorie: **Y**                      Revendications: **2, 4, 5**  
 \* [0006] - [0011]; [0029] - [0031]; [0035] - [0039]; [0044]; figures 1, 4, 5 \*
  
- 2 WO2010123850 A1 (BARBER GERALD L [US]) 28.10.2010  
 Catégorie: **X**                      Revendications: **1, 6, 7, 9**  
 \* [0009] - [0010]; [0029] - [0032]; [0048]; figures 1, 2 \*
  
- 3 DE102008046672 A1 (BUCKEL KONRAD [DE]) 11.03.2010  
 Catégorie: **X**                      Revendications: **1, 3, 7 - 9**  
 \* [0004] - [0005]; figures 1 - 3; revendications 1 - 3 \*
  
- 4 US10443569 B1 (FINNELL ALFRED [US]) 15.10.2019  
 Catégorie: **X**                      Revendications: **1, 7, 8**  
 Catégorie: **A**                      Revendications: **2, 3**  
 \* colonne 2, lignes 31 - 67; colonne 8, ligne 17 - colonne 10, ligne 4; colonne 10, lignes 46 - 62; colonne 11, lignes 14 - 35; figures 1 - 11, 17 - 19 \*
  
- 5 WO2013040600 A1 (PHASE ENERGY SYSTEMS INC 3 [US]; AGTUCA PETE [US])  
 21.03.2013  
 Catégorie: **Y**                      Revendications: **2**  
 Catégorie: **A**                      Revendications: **8**  
 \* page 4, lignes 6 - 16; page 8, ligne 9 - page 9, ligne 7; page 9, ligne 28 - page 10, ligne 29; page 11, lignes 11 - 18; figures 1 - 3, 18 - 19, revendications 1 - 3 \*
  
- 6 FR1133949 A (ATELIERS ET CHANTIERS DE FRANCE) 03.04.1957  
 Catégorie: **Y**                      Revendications: **4**  
 Catégorie: **A**                      Revendications: **5**  
 \* page 1, colonne gauche, lignes 1 - 7, 31 - 34; page 2 colonne gauche ligne 18 - colonne droite, ligne 19; figures 1 - 2 \*
  
- 7 DE102008052473 A1 (KREFT GUNTER [DE]) 22.04.2010  
 Catégorie: **Y**                      Revendications: **5**  
 \* [0015]; [0030] - [0034]; figure 1 \*
  
- 8 US2010172759 A1 08.07.2010  
 Catégorie: **A**                      Revendications: **1 - 3, 8, 9**  
 \* [0043]; [0050]; figures 4 - 6, 20 \*

**CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS:**

X:	remettent en question, à eux seuls, la nouveauté et/ou l'activité inventive	D:	ont été fournis par le demandeur avec la demande de brevet
Y:	remettent en question, à l'appui d'un document de la même catégorie, l'activité inventive	T:	théories et principes sur lesquels se fonde l'invention
A:	définissent l'état général de la technique sans avoir de pertinence particulière pour la nouveauté et l'activité inventive	E:	documents de brevets dont la date de dépôt ou de priorité se situe avant la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche mais qui ont été publiés seulement après cette date
O:	divulgation non écrite	L:	documents cités pour d'autres raisons
P:	ont été publiés entre la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche et la date de priorité revendiquée	&:	membre de la même famille de brevets; document correspondant

La recherche se base sur la version des revendications déposée initialement. Une nouvelle version des revendications déposée ultérieurement (art. 51 al. 2 OBI) n'est pas prise en considération.

Le présent rapport de recherche a été établi pour les revendications, pour lesquelles les taxes requises ont été payées.

<b>Recherche effectuée par:</b>	Georg Klein
<b>Autorité de recherche, lieu:</b>	Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle, Berne
<b>Fin de la recherche:</b>	05.05.2021

**TABLEAU DES FAMILLES DES BREVETS CITÉS**

Les membres de la famille sont mentionnés conformément à la base de données de l'Office européen des brevets. L'Office européen des brevets et l'Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle ne garantissent pas ces données. Celles-ci sont fournies uniquement à titre d'information.

<b>US2014271183 A1</b>	18.09.2014	US2014271183 A1	18.09.2014
<b>WO2010123850 A1</b>	28.10.2010	WO2010123850 A1	28.10.2010
		US2010264663 A1	21.10.2010
		US8174142 B2	08.05.2012
<b>DE102008046672 A1</b>	11.03.2010	DE102008046672 A1	11.03.2010
<b>US10443569 B1</b>	15.10.2019	US10443569 B1	15.10.2019
<b>WO2013040600 A1</b>	21.03.2013	WO2013040600 A1	21.03.2013
		US2013183160 A1	18.07.2013
		US9447690 B2	20.09.2016
<b>FR1133949 A</b>	03.04.1957	FR1133949 A	03.04.1957
<b>DE102008052473 A1</b>	22.04.2010	DE102008052473 A1	22.04.2010
		DE102008052473 B4	04.07.2013
<b>US2010172759 A1</b>	08.07.2010	US2010172759 A1	08.07.2010