

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
03 mai 2018 (03.05.2018)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/078283 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
F03D 5/00 (2006.01) *A63H 27/08* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/052939
- (22) Date de dépôt international :
24 octobre 2017 (24.10.2017)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1660569 31 octobre 2016 (31.10.2016) FR
- (71) Déposant : INSTITUT POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE [FR/FR] ; 46 Avenue Félix Viallet, 38000 GRENOBLE (FR).
- (72) Inventeur : LOZANO, Rogelio ; 2 Rue de Miribel, 38000 GRENOBLE (FR).
- (74) Mandataire : CABINET BEAUMONT ; 1 Rue Champollion, 38000 GRENOBLE (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,

(54) Title: AIRBORNE DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF AEROPORTE

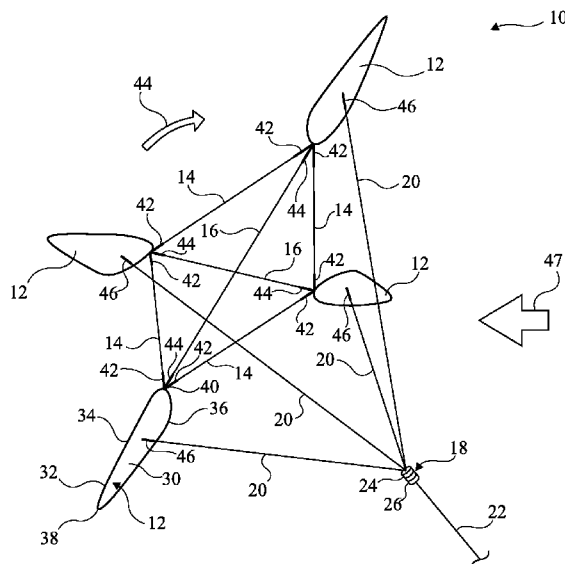


Fig 1

(57) Abstract: The invention relates to an airborne device (10) comprising at least three airfoils (12) and a linking device (18), the airfoils being connected together by first cables (14, 16), each airfoil further being connected to the linking device (18) by a second cable (20), the linking device being connected to a third cable (22) intended for being connected to a base (46, 48), the first, second and third cables being tensioned when the airborne device is placed in the wind, the device further comprising, for each airfoil, at least one first rigid lever element (42) connected to at least one of the first cables and connected to the airfoil by a first electromechanical linking system (53) having at least one degree of rotational freedom and designed for modifying the orientation of the first lever element relative to the airfoil.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif aéroporté (10) comprenant au moins trois ailes portantes (12) et un dispositif de liaison (18), les ailes étant reliées entre elles par des premiers câbles (14, 16), chaque aile étant, en outre, reliée au dispositif de liaison (18) par un deuxième câble (20), le dispositif de liaison étant relié à un troisième câble (22) destiné à être relié à une base (46, 48), les premiers, deuxièmes et troisièmes câbles étant tendus lorsque le dispositif aéroporté est mis au vent, le dispositif comprenant, en outre, pour chaque aile au moins un premier élément de levier (42) rigide relié à au moins l'un des premiers câbles et relié à l'aile par un premier système de liaison électromécanique (53) ayant au moins un degré de liberté en rotation et adapté à modifier l'orientation du premier élément de levier par rapport à l'aile.



WO 2018/078283 A1

KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

DISPOSITIF AEROPORTE

La présente demande de brevet revendique la priorité de la demande de brevet français FR16/60569 qui sera considérée comme faisant partie intégrante de la présente description.

Domaine

5 La présente demande concerne un dispositif aéroporté pour la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique.

Exposé de l'art antérieur

10 Les dispositifs aéroportés utilisés pour la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique comprennent généralement un cerf-volant ou un aérostat. Un avantage est que de tels dispositifs aéroportés peuvent être utilisés à des altitudes élevées où les vents sont généralement plus puissants et/ou plus réguliers qu'à des altitudes plus faibles.

15 Le dispositif aéroporté peut être utilisé pour la traction d'un véhicule, par exemple un bateau. Le dispositif aéroporté peut être utilisé pour entraîner un générateur électrique. Le générateur électrique peut être porté par le dispositif aéroporté ou être situé au sol. Le dispositif aéroporté
20 forme alors une éolienne aéroportée qui permet la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique.

La demande de brevet WO2016/012695 décrit un dispositif aéroporté comprenant au moins trois ailes portantes et un dispositif de liaison. Les ailes sont reliées entre elles par des premiers câbles flexibles. Chaque aile est, en outre, reliée au
5 dispositif de liaison par un deuxième câble flexible. Le dispositif de liaison est relié à une base au sol par un troisième câble. Les premiers, deuxièmes et troisième câbles sont tendus lorsque le dispositif aéroporté est mis au vent.

Un avantage d'un tel dispositif aéroporté est que le
10 dispositif peut présenter un poids réduit et des dimensions réduites lorsque les ailes ne sont pas déployées, ce qui en facilite le transport tandis que, en fonctionnement, les ailes peuvent être amenées à grande distance les unes des autres de façon à décrire un cercle externe de diamètre élevé, égal ou
15 supérieur au cercle externe décrit par les pales d'une éolienne classique.

Un inconvénient d'un tel dispositif aéroporté est qu'il peut être difficile de commander de façon précise les orientations des ailes en fonctionnement.

20 Résumé

Un objet d'un mode de réalisation vise à pallier tout ou partie des inconvénients des dispositifs aéroportés décrits précédemment utilisés pour la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique.

25 Un autre objet d'un mode de réalisation est que le dispositif aéroporté a une structure simple.

Un autre objet d'un mode de réalisation est que l'orientation en fonctionnement de chaque aile du dispositif aéroporté peut être commandée de façon simple.

30 Ainsi, un mode de réalisation prévoit un dispositif aéroporté comprenant au moins trois ailes portantes et un dispositif de liaison, les ailes étant reliées entre elles par des premiers câbles destinés à travailler seulement en traction, chaque aile étant, en outre, reliée au dispositif de liaison par
35 un deuxième câble destiné à travailler seulement en traction, le

dispositif de liaison étant relié à un troisième câble destiné à être relié à une base, les premiers, deuxièmes et troisième câbles étant tendus lorsque le dispositif aéroporté est mis au vent, le dispositif comprenant, en outre, pour chaque aile au moins un premier élément de levier rigide relié à au moins l'un des premiers câbles et relié à l'aile par un premier système de liaison électromécanique ayant au moins un degré de liberté en rotation et adapté à modifier l'orientation du premier élément de levier par rapport à l'aile.

5
10 Selon un mode de réalisation, le premier système de liaison électromécanique a au moins deux degrés de liberté en rotation.

15 Selon un mode de réalisation, le premier système de liaison électromécanique a au moins deux degrés de liberté en rotation selon des axes perpendiculaires à 10 % près.

Selon un mode de réalisation, le premier élément de levier comprend au moins une première portion tubulaire comprenant des première et deuxième extrémités opposées, l'un des premiers câbles étant relié à la première extrémité.

20 Selon un mode de réalisation, le premier élément de levier comprend au moins une deuxième portion tubulaire ayant des troisième et quatrième extrémités, un autre des premiers câbles étant relié à la troisième extrémité, les première et deuxième portions tubulaires étant jointives aux deuxième et quatrième extrémités, inclinées l'une par rapport à l'autre et reliées au premier système de liaison électromécanique aux deuxième et quatrième extrémités.

25 Selon un mode de réalisation, la première portion tubulaire est rectiligne, un autre des premiers câbles étant relié à la deuxième extrémité, la première portion tubulaire étant reliée en partie centrale au premier système de liaison électromécanique.

30 Selon un mode de réalisation, le dispositif aéroporté comprend, en outre, pour chaque aile, au moins un deuxième élément de levier rigide relié à l'un des deuxièmes câbles et relié à
35

l'aile par un deuxième système de liaison électromécanique ayant au moins un degré de liberté en rotation et adapté à modifier l'orientation du deuxième élément de levier par rapport à l'aile.

5 Selon un mode de réalisation, le deuxième système de liaison électromécanique a au moins deux degrés de liberté en rotation.

Selon un mode de réalisation, le deuxième système de liaison électromécanique a au moins deux degrés de liberté en rotation selon des axes perpendiculaires à 10 % près.

10 Selon un mode de réalisation, le dispositif aéroporté ne comprend pas d'armature rigide reliant les ailes entre elles et destinée à être soumise, en outre, à des efforts autres que des efforts de traction.

15 Selon un mode de réalisation, chaque aile est reliée à au moins deux autres ailes par au moins deux premiers câbles.

20 Selon un mode de réalisation, le dispositif aéroporté comprend au moins deux paires d'ailes, les deux ailes de chaque paire étant reliées entre elles par l'un des premiers câbles, chaque aile de chaque paire étant reliée à au moins l'une des ailes de l'autre paire par un autre des premiers câbles.

Selon un mode de réalisation, l'envergure de chaque aile est comprise entre 5 m et 50 m.

25 Selon un mode de réalisation, au moins l'une des ailes comprend un extradors relié à un intrados par un bord d'attaque, un bord de fuite et des premier et deuxième bords latéraux et le premier élément de levier est relié au bord latéral de l'aile le plus à l'intérieur du dispositif aéroporté lorsque le dispositif aéroporté est mis au vent.

30 Selon un mode de réalisation, le deuxième élément de levier est relié à l'intrados de l'aile.

Selon un mode de réalisation, les premiers, deuxièmes et troisième câbles sont des câbles flexibles.

Brève description des dessins

35 Ces caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres, seront exposés en détail dans la description suivante de modes de

réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 est une vue en perspective, partielle et schématique, d'un mode de réalisation d'un dispositif aéroporté ;

5 la figure 2 est une vue de dessus, partielle et schématique, d'un mode de réalisation d'une aile du dispositif aéroporté représenté en figure 1 ;

les figures 3 et 4 sont respectivement une vue en perspective et une vue en coupe, partielles et schématiques, d'une partie du dispositif aéroporté de la figure 1 illustrant un mode de réalisation d'un élément de levier ;

la figure 5 est une vue en perspective, partielle et schématique, d'une partie du dispositif aéroporté de la figure 1 illustrant un autre mode de réalisation d'un élément de levier ;

15 les figures 6A, 6B et 6C sont des vues de côté, partielles et schématiques, de modes de réalisation de l'agencement des câbles entre deux éléments de levier tels que représentés en figure 5 ;

la figure 7 est une vue en perspective, partielle et schématique, d'une partie du dispositif aéroporté de la figure 1 illustrant un mode de réalisation d'un autre élément de levier ;

la figure 8 est une vue de côté, partielle et schématique, de deux ailes du dispositif aéroporté de la figure 1 illustrant la commande de l'orientation des ailes ;

25 la figure 9 est vue en perspective avec coupe partielle d'une aile illustrant un mode de réalisation d'un système de commande de l'inclinaison de l'élément de levier représenté en figure 3 ;

les figures 10A et 10B sont des vues en perspective plus détaillées, selon deux directions opposées, d'un mode de réalisation du système de commande représenté en figure 9 ;

la figure 11 est vue en perspective avec coupe partielle d'une aile illustrant un mode de réalisation d'un système de commande de l'inclinaison de l'élément de levier représenté en figure 7 ;

35

les figures 12 et 13 sont respectivement une vue en perspective et une vue de face, partielles et schématiques, d'un autre mode de réalisation d'une aile du dispositif aéroporté représenté en figure 1 ;

5 la figure 14 est une vue de dessus, partielle et schématique, d'un autre mode de réalisation d'une aile du dispositif aéroporté représenté en figure 1 ;

les figures 15 et 16 sont des vues avec coupe, partielles et schématiques, de modes de réalisation d'un câble du dispositif aéroporté représenté en figure 1 ;

10 la figure 17 est une vue en perspective, partielle et schématique, d'un système de génération d'électricité comprenant le dispositif aéroporté représenté en figure 1 ; et

la figure 18 est une vue en perspective, partielle et schématique, d'un système de transport comprenant le dispositif aéroporté représenté en figure 1.

Description détaillée

De mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références dans les différentes figures. Par souci de clarté, seuls les éléments utiles à la compréhension des modes de réalisation décrits ont été représentés et sont détaillés. Sauf précision contraire, les expressions "approximativement", "sensiblement", et "de l'ordre de" signifient à 10 % près, de préférence à 5 % près.

25 Dans la suite de la description, on appelle diamètre moyen du câble le diamètre du cercle inscrit dans la section droite du câble. Lorsque la section droite du câble est circulaire, le diamètre moyen du câble correspond au diamètre de la section droite du câble. Lorsque la section droite du câble est profilée, le diamètre moyen du câble correspond au diamètre du cercle inscrit dans le profil, et est sensiblement égal à l'épaisseur du profil.

La figure 1 représente un mode de réalisation d'un dispositif aéroporté 10. Le dispositif aéroporté 10 comprend au moins trois ailes, par exemple de trois à huit ailes 12. De

35

préférence, le dispositif aéroporté comprend au moins quatre ailes 12. De façon avantageuse, le dispositif aéroporté 10 comprend un nombre pair d'ailes 12. Les ailes 12 sont reliées entre elles par des câbles ou poutres 14, 16 destinés à travailler seulement en traction en fonctionnement. Selon un mode de réalisation, les câbles 14, 16 sont des câbles flexibles. Un câble flexible est un câble qui, sous l'action d'une force extérieure, peut se déformer, notamment se plier, sans se casser ou se déchirer. Le rayon de courbure minimal qui peut être appliqué au câble sans entraîner de déformation irréversible peut dépendre du diamètre du câble. De façon générale, un rayon de courbure supérieur ou égal à 3 m peut être appliqué au câble sans entraîner de déformation irréversible. Pour un câble ayant un diamètre moyen supérieur ou égal à 1,5 cm, un rayon de courbure supérieur ou égal à 1 m peut être appliqué au câble sans entraîner de déformation irréversible. Pour un câble ayant un diamètre moyen supérieur ou égal à 3 mm, un rayon de courbure supérieur ou égal à 30 cm peut être appliqué au câble sans entraîner de déformation irréversible. Il n'y a pas d'armature de liaison soumise à des efforts autres que des efforts de traction reliant les ailes 12 entre elles. A titre d'exemple, dans le cas où le dispositif aéroporté 10 comprend quatre ailes 12, chaque aile 12 est reliée à chaque aile adjacente par un câble flexible 14 et est reliée à l'aile opposée par un câble flexible 16. En outre, chaque aile 12 est reliée à un dispositif de liaison 18 par un câble flexible 20. Le dispositif de liaison 18 est relié à un système d'ancrage, non représenté, par un câble flexible 22. Selon l'application envisagée, le système d'ancrage peut être au sol, sur une bouée, ou sur un navire. Selon un mode de réalisation, le dispositif de liaison 18 comprend une première partie 24 à laquelle sont fixés les câbles 20 et reliée à une deuxième partie 26 à laquelle est fixé le câble 22. La première partie 24 est adaptée à pivoter par rapport à la deuxième partie 26 autour de l'axe du câble 22. Le dispositif de liaison 18 peut correspondre à un émerillon.

Chaque aile 12 correspond à une aile portante comprenant un intrados 30 relié à un extradados 32 par un bord d'attaque 34, un bord de fuite 36, un bord latéral extérieur 38, orienté vers l'extérieur du dispositif 10, et un bord latéral intérieur 40, orienté vers l'intérieur du dispositif 10. Chaque aile 12 peut correspondre à une aile profilée, par exemple selon un profil NACA.

Selon un mode de réalisation, le dispositif 10 comprend, pour chaque aile 12 et pour chaque câble 14, un élément de levier 42 reliant l'aile 12 au câble 14. Le dispositif 10 comprend, en outre, pour chaque aile 12, un élément de levier 44 reliant l'aile 12 au câble 16 lorsque le câble 16 est présent. Le dispositif 10 comprend, en outre, pour chaque aile 12, un élément de levier 46 reliant l'aile 12 au câble 20. Selon un mode de réalisation, pour chaque aile 12, les éléments de levier 42 qui relient l'aile 20 aux câbles 14 sont confondus et forment un élément de levier 42 monobloc. Chaque aile 12 comprend, en outre, des moyens, non visibles en figure 1, pour modifier l'inclinaison de chaque élément de levier 42, 44 et 46 par rapport à l'aile 12.

Chaque élément de levier 42, 44 et 46 est monté sur l'aile 12 par un système de liaison électromécanique non visible en figure 1. Selon un mode de réalisation, chaque élément de levier 42, 44 et 46 est monté sur l'aile 12 par un système de liaison électromécanique à au moins un degré de liberté en rotation, de préférence par un système de liaison électromécanique à au moins deux degrés de liberté en rotation. Le système de liaison électromécanique peut ne pas présenter de degré de liberté en translation ou bien présenter également au moins un degré de liberté en translation.

Chaque élément de levier 42, 44 et 46 peut avoir la forme générale d'un tube éventuellement rectiligne, une extrémité du tube étant reliée à l'aile 12 et le câble associé s'étendant depuis l'extrémité opposée du tube.

Selon un mode de réalisation, chaque câble 14, 16 ou 20 est fixé à une extrémité à l'élément de levier 42, 44 et 46

correspondant. A titre de variante, pour au moins l'un des câbles 14, 16 ou 20, l'élément de levier correspondant 42, 44 et 46 est traversé par une ouverture cylindrique dans laquelle s'étend le câble associé, l'extrémité du câble pouvant alors être fixée à
5 une pièce contenue dans l'aile 12.

Pour chaque aile 12, les éléments de levier 42 et 44 sont de préférence reliés sensiblement en un même point du bord latéral intérieur 40 de l'aile 12. En outre, pour chaque aile 12, l'élément de levier 46 est de préférence relié à l'aile 12 en un
10 point de l'intrados 30 à distance du bord d'attaque 34, du bord de fuite, du bord latéral extérieur 38 et du bord latéral intérieur 40. A titre de variante, l'élément de levier 46 peut être relié au bord latéral intérieur 40.

Le fonctionnement du dispositif aéroporté 10 est le
15 suivant. Sous l'action du vent, représenté schématiquement par la flèche 47, les ailes 12 se déplacent sous l'effet des forces de portance. Les forces centrifuges tendent à écarter les ailes 12 radialement, de sorte que les câbles 14 et 16 sont tendus en permanence. Un mouvement de rotation des ailes 12 est alors
20 obtenu, ce qui est représenté en figure 1 par la flèche 48. Les efforts de portance exercés sur chaque aile 12 se traduisent par une traction des câbles 20, et donc par une traction sur le câble 22. On obtient ainsi une conversion de l'énergie cinétique du vent 47 en énergie mécanique de traction du câble 22. Les ailes 12 du
25 dispositif aéroporté 10 tournent à la manière des pales d'une éolienne au sol. Le présent mode de réalisation est basé sur le fait que, pour une éolienne classique au sol, les parties des pales, qui en fonctionnement sont le plus efficaces pour capter l'énergie cinétique du vent, sont situées près des extrémités
30 libres des pales, là où le couple d'entraînement dû au vent est le plus élevé. Les ailes 12 sont donc situées dans les zones utiles où le couple d'entraînement dû au vent 47 est le plus important et les câbles 14, 16, 20 sont situés dans les zones où le couple d'entraînement dû au vent 47 est réduit. De ce fait, la
35 surface décrite par les ailes 12 au cours de leur mouvement peut

être importante alors que le dispositif aéroporté a une structure simple et une masse réduite.

De préférence, le diamètre maximal en fonctionnement du dispositif aéroporté 10 est compris entre 20 m et 200 m, de
5 préférence entre 100 m et 150 m. Le poids du dispositif aéroporté 10, sans compter le câble 22, peut être compris entre 20 kg et 20 tonnes. La vitesse de rotation en fonctionnement des ailes peut être comprise entre 1,5 et 200 tours par minute.

Au cours de la rotation des ailes 12, les inclinaisons
10 des éléments de levier 42, 44 et/ou 46 peuvent être modifiées. Il en résulte une modification des efforts exercés sur les câbles 14, 16 et/ou 20, ce qui entraîne une modification des positions et orientations relatives des ailes 12 les unes par rapport aux autres.

L'utilisation des éléments de leviers 42 et 44 permet
15 de façon avantageuse que, pour chaque aile 12, les câbles 14, 16 appliquent sur l'aile 12 une force globale de traction selon un axe qui coupe sensiblement le centre de gravité de l'aile 12. Ceci permet d'améliorer les performances aérodynamiques de l'aile 12
20 par rapport à une aile pour laquelle une modification de l'orientation de l'aile est obtenue seulement par des ailerons prévus sur l'aile. En effet, dans ce dernier cas, il peut résulter de l'actionnement des ailerons que les câbles 14, 16 appliquent sur l'aile 12 une force globale de traction selon un axe qui ne
25 coupe pas le centre de gravité de l'aile 12, ce qui génère un couple tendant à aligner l'aile 12 avec l'axe de la force globale de traction des câbles. Il en résulte que les ailerons doivent être actionnés en permanence pour maintenir une orientation modifiée de l'aile, ce qui est moins performant d'un point de vue
30 aérodynamique.

La figure 2 est une vue schématique d'un mode de réalisation de l'une des ailes 12 du dispositif aéroporté 10 représenté en figure 1. Chaque aile 12 du dispositif aéroporté 10 peut avoir sensiblement la structure représentée en figure 4.
35 L'aile 12 forme une enceinte partiellement creuse et on a

représenté de façon schématique en figure 4 plusieurs éléments disposés dans le volume interne de l'aile 12. L'aile 12 est, par exemple, réalisée en matériaux composites. Les câbles 14, 16, 20 peuvent être réalisés en fibres synthétiques, notamment le produit commercialisé sous l'appellation kevlar. Chaque câble 14, 16, 20 a un diamètre moyen compris entre 3 mm et 15 cm. Les éléments de levier 42, 44, 46 peuvent être réalisés en fibres synthétiques, par exemple en fibres de carbone ou en kevlar.

Dans la suite de la description, on appelle axe longitudinal D de l'aile un axe perpendiculaire aux deux plans parallèles les plus éloignés dont l'un est tangent au bord latéral extérieur 38 et l'autre est tangent au bord latéral intérieur 40. L'envergure E de l'aile 12 est la distance entre ces plans. L'envergure E est comprise entre 5 m et 50 m, de préférence entre 25 m et 35 m. Par ailleurs, on appelle axe transversal T de l'aile un axe dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal D et qui s'étend entre le bord d'attaque avant et le bord d'attaque arrière de l'aile. La corde de l'aile 12, mesurée dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal D, peut ne pas être constante le long de l'axe D. Selon un mode de réalisation, la corde augmente depuis le bord latéral intérieur 40 jusqu'à une corde maximale puis diminue jusqu'au bord latéral extérieur 38. La corde maximale est comprise entre 0,25 m et 5 m, de préférence entre 1,25 m et 3,5 m. La corde maximale est située sensiblement entre 10 % et 45 %, de préférence entre 15 % et 30 %, de l'envergure depuis le bord latéral intérieur 40. A 50 % de l'envergure depuis le bord latéral intérieur 40, le rapport entre la corde et la corde maximale est compris entre 60 % et 100 %, de préférence entre 70 % et 90 %. L'épaisseur maximale entre l'extrados et l'intrados est comprise entre 7 % et 25 % de la valeur de la corde à cet endroit, de préférence entre 8 % et 15 % de la valeur de la corde à cet endroit. L'aile 12 peut comprendre un vrillage, c'est-à-dire que l'angle entre la corde et un plan de référence, ou angle de calage, peut varier le long de l'axe D.

L'aile 12 comprend :

un module de commande 50, comprenant par exemple un processeur ;

des capteurs 52, reliés au module de commande 50, par exemple un capteur de vitesse, un capteur de position de l'aile, par exemple un système de localisation GPS (acronyme anglais pour
5 Global Positioning System), des gyroscopes, des accéléromètres, un tube de Pitot, des magnétomètres et un baromètre ;

des systèmes de liaison électromécaniques 53, 54, 55, 56, chaque système 53, 54, 55, 56 étant commandé par le module de
10 commande 50 et étant relié à l'un des éléments de levier 42, 44, 46 ;

au moins un aileron mobile de bord de fuite, deux ailerons mobiles 57, 58 étant représentés en figure 4 ;

un module de communication à distance 59 relié au module
15 de commande 50 ; et

une batterie d'accumulateurs 60 pour l'alimentation du module de commande 50, des systèmes d'entraînement 53, 54, 55, 56 et des moteurs d'actionnement des ailerons 57, 58.

A titre de variante, la batterie 60 peut être remplacée
20 par un générateur électrique. A titre de variante, l'énergie électrique pour l'alimentation du module de commande 50, des moteurs 53, 54, 55, 56 d'actionnement des éléments de levier 42, 44, 46 et des moteurs d'actionnement des ailerons 57, 58 peut être amenée à chaque aile via les câbles 20 et 22.

25 Chaque système d'entraînement 53, 54, 55, 56 est adapté à modifier l'inclinaison de l'élément de levier correspondant 42, 44, 46 par rapport à l'aile 12.

Selon un mode de réalisation, le module de commande 50 de chaque aile 12 est adapté à échanger des signaux à distance,
30 par l'intermédiaire du module de communication 59, avec les modules de commande 50 des autres ailes 12, par exemple selon un procédé de transmission à distance de données du type à haute fréquence. Le module de commande 50 de chaque aile 12 peut, en outre, être adapté à échanger des signaux à distance, par

l'intermédiaire du module de communication 59, avec une station au sol.

La commande de l'incidence et/ou du roulis de chaque aile 12 est réalisée par le module de commande 50 en modifiant l'inclinaison des ailerons 57, 58 et en modifiant l'inclinaison des éléments de levier 42, 44, 46, les câbles 14, 16, 20 restant tendus en fonctionnement entre les ailes 12 ou entre les ailes 12 et le dispositif de liaison 18. Selon un mode de réalisation, l'incidence de chaque aile 12 peut être modifiée de façon cyclique au cours d'une révolution de l'aile 12. Selon un autre mode de réalisation, dans le cas où le dispositif aéroporté 10 est relié à un générateur électrique 46, le fonctionnement du générateur électrique 46 peut comprendre une alternance de premières et deuxièmes phases. Dans chaque première phase, les incidences des ailes 12 sont commandées pour augmenter les efforts de traction exercés par le dispositif aéroporté 10, le dispositif aéroporté 10 s'éloignant du générateur électrique 46. Dans chaque deuxième phase, les incidences des ailes 12 sont commandées pour réduire les efforts de traction exercés par le dispositif aéroporté 10 sur le câble 22 de façon à pouvoir rapprocher le dispositif aéroporté 10 du générateur 46 en dépensant un minimum d'énergie.

Selon un mode de réalisation, les ailerons 57, 58 peuvent ne pas être présents. La commande de l'incidence et/ou du roulis de chaque aile 12 est alors réalisée par le module de commande 50 en modifiant seulement l'inclinaison des éléments de levier 42, 44, 46. La présence des ailerons 57, 58 peut néanmoins être avantageuse. En effet, ils peuvent permettre d'obtenir une modification rapide de l'incidence et/ou du roulis des ailes 12.

Les figures 3 et 4 sont respectivement une vue en perspective et une vue en coupe, partielles et schématiques, d'une partie du dispositif aéroporté 10 représenté sur les figures 1 et 2 et illustrant un mode de réalisation de l'élément de levier 42

Dans le présent mode de réalisation, l'élément de levier 42 a une forme générale en "V" comprenant deux branches 61 et 62, par exemple de forme tubulaires et rectilignes, jointives à une

extrémité 64 reliée au bord latéral intérieur 40 de l'aile 12 par le système de liaison électromécanique 53. Selon un mode de réalisation, l'angle entre les deux branches 61 et 62 est compris entre 66° et 150° , et dépend notamment du nombre d'ailes 12. La
5 longueur de chaque branche 61, 62 peut être comprise entre 50 cm et 5 m.

Le système de liaison électromécanique 53 comprend au moins deux degrés de liberté en rotation selon des axes AR1 et AR2. L'un des câbles 14 est relié à l'extrémité de la branche 61
10 opposée au système de liaison électromécanique 53 et l'autre câble 14 est relié à l'extrémité de la branche 62 opposée au système de liaison électromécanique 53. Comme cela est représenté en figure 4, dans le présent mode de réalisation, l'un des câbles 14 est fixé dans la branche 62 à l'extrémité de la branche 62 opposée au
15 un système de liaison électromécanique 53 et l'autre câble 14 peut coulisser dans la branche 61, l'extrémité du câble 14 étant relié à un actionneur 67 contenu dans l'aile 12. L'actionneur 67 est adapté à modifier la longueur de la portion tendue du câble 14 à l'extérieur de l'aile 12. Selon un autre mode de réalisation,
20 chaque câble 14 est fixé à l'extrémité de la branche 61, 62 correspondante. La portion tendue du câble 14 à l'extérieur de l'aile 12 est alors constante.

Selon un mode de réalisation, les axes de rotation AR1 et AR2 sont sensiblement perpendiculaires. L'axe AR1 peut être
25 parallèle à l'axe transversal T de l'aile 12. L'axe de rotation AR2 peut être parallèle à l'axe longitudinal D de l'aile 12. L'aile 12 contient des systèmes d'entraînement, non visibles sur les figures 3 et 4, adaptés à faire pivoter indépendamment l'élément de levier 42 autour de l'axe AR1 et autour de l'axe AR2.

30 La figure 5 est une vue en perspective, partielle et schématique, d'une partie du dispositif aéroporté 10 représenté sur les figures 1 et 2 et illustrant un autre mode de réalisation de l'élément de levier 42.

Dans le présent mode de réalisation, l'élément de levier
35 42 a la forme générale d'un tube rectiligne relié, sensiblement

en partie centrale, au bord latéral intérieur 40 de l'aile 12 par un système de liaison électromécanique 56. Selon un mode de réalisation, la longueur du tube est comprise entre 50 cm et 3 m. Le système de liaison électromécanique 56 comprend au moins deux
5 degrés de liberté en rotation selon les axes AR1 et AR2 décrits précédemment. Dans le présent mode de réalisation, la liaison entre l'aile 12 et une aile 12 adjacente est réalisée par des premier et deuxième câbles 14, un premier câble 14 relié à une première extrémité du tube 42 et un deuxième câble 14 relié à la
10 deuxième extrémité du tube 42. A chaque extrémité du tube sont donc reliés au moins deux câbles 14 qui s'étendent vers deux ailes 12 différentes.

Dans les modes de réalisation décrit précédemment en relation avec les figures 3 et 5, un pivotement de l'élément de levier 42 autour de l'axe AR1 entraîne par réaction une
15 modification des efforts exercés par les câbles 14 sur l'élément de levier 42 et donc du couple exercé par l'élément de levier 42 sur l'aile 12 autour de l'axe AR1. Ceci entraîne une modification de l'angle d'inclinaison de l'axe longitudinal D de l'aile 12 par rapport à un plan de référence, par exemple un plan passant par le centre de masse de toutes les ailes, et appelé par la suite angle de roulis de l'aile 12. En outre, un pivotement de l'élément de levier 42 autour de l'axe AR2 entraîne par réaction une
20 modification des efforts exercés par les câbles 14 sur l'élément de levier 42 et donc du couple exercé par l'élément de levier 42 sur l'aile 12 autour de l'axe AR2. Ceci entraîne une modification de l'angle d'inclinaison de l'axe transversal T de l'aile 12 par rapport au plan de référence, appelé par la suite angle de tangage de l'aile 12.

30 Les figures 6A, 6B et 6C représentent, de façon partielle et schématique, des modes de réalisation de l'agencement des câbles 14 entre des premier et deuxième éléments de levier 12 du type représentés en figure 5. En figure 6A, les câbles 14 sont sensiblement parallèles. En figure 6B, pour chaque élément de levier 42, les deux câbles 14 reliés aux deux extrémités de
35

l'élément de levier 42 se rejoignent pour former un câble unique 14'. L'agencement de la figure 6B permet de réduire le couple induit par l'inclinaison du premier élément de levier 42 sur le deuxième élément de levier 42, et réciproquement, par rapport à
5 l'agencement représenté en figure 6A. En figure 6C, les deux câbles 14 reliés aux deux extrémités du premier élément de levier 42 sont fixés en partie centrale du deuxième élément de levier 42 et les deux câbles 14 reliés aux deux extrémités du deuxième élément de levier 42 sont fixés en partie centrale du premier
10 élément de levier 42. L'agencement de la figure 6C permet de façon avantageuse de supprimer sensiblement le couple induit par l'inclinaison du premier élément de levier 42 sur le deuxième élément de levier 42 et réciproquement.

La figure 7 est une vue en perspective, partielle et
15 schématique, d'une partie du dispositif aéroporté 10 représenté sur les figures 1 et 2 et illustrant un mode de réalisation de l'élément de levier 46.

Dans le présent mode de réalisation, l'élément de levier 46 a une forme générale de tube rectiligne reliée à une extrémité
20 à l'intrados 30 de l'aile 12 par une liaison 70. La liaison 70 comprend au moins deux degrés de liberté en rotation selon des axes AR3 et AR4. Le câble 20 est relié à l'extrémité de l'élément de levier 46 opposée à la liaison 70. Selon un mode de réalisation, le câble 20 est fixé à l'extrémité de l'élément de levier 46. A
25 titre de variante, le câble 20 peut coulisser dans l'élément de levier 46.

Selon un mode de réalisation, les axes de rotation AR3 et AR4 sont sensiblement perpendiculaires. L'axe AR3 peut être parallèle à l'axe transversal T de l'aile 12. L'axe de rotation
30 AR4 peut être parallèle à l'axe longitudinal D de l'aile 12. L'aile 12 contient des systèmes d'entraînement, non visibles en figure 3, adaptés à faire pivoter indépendamment l'élément de levier 46 autour de l'axe AR3 et autour de l'axe AR4. Selon un mode de réalisation, la longueur de l'élément de levier 46 est
35 comprise entre 50 cm et 5 m.

Un pivotement de l'élément de levier 46 autour de l'axe AR3 entraîne par réaction une modification des efforts exercés par le câble 20 sur l'élément de levier 46 et donc du couple exercé par l'élément de levier 46 sur l'aile 12 autour de l'axe AR3. Ceci entraîne une modification de l'angle de roulis de l'aile 12. En outre, un pivotement de l'élément de levier 46 autour de l'axe AR4 entraîne par réaction une modification des efforts exercés par le câble 20 sur l'élément de levier 46 et donc du couple exercé par l'élément de levier 46 sur l'aile 12 autour de l'axe AR4. Ceci entraîne une modification de l'angle de tangage de l'aile 12.

La figure 8 est une vue de côté, partielle et schématique, de deux ailes 12 du dispositif aéroporté 10 illustrant un mode de réalisation de la commande de l'angle de roulis des ailes 12 en fonctionnement. L'angle de roulis de chaque aile 12 par rapport au plan de référence Pref est commandé en fixant les angles R1 de rotation de chaque élément de levier 42 autour de l'axe AR1 et les angles R3 de rotation de chaque élément de levier 46 autour de l'axe AR3.

La figure 9 est vue en perspective avec coupe partielle d'une aile 12 dans laquelle on a représenté par un schéma cinématique un mode de réalisation du système de liaison électromécanique 53 entraînant l'élément de levier 42. Dans le présent mode de réalisation, le système de liaison électromécanique 53 comprend un premier moteur M1 dont le carter 74 est fixé à l'armature de l'aile 12 et adapté à entraîner un arbre 76 en rotation autour de l'axe AR2. Le système de liaison électromécanique 53 comprend, en outre, un deuxième moteur M2 dont le carter 78 est fixé à l'arbre de rotation 76 par un dispositif de renvoi rigide 80 et adapté à entraîner un arbre 82 en rotation autour de l'axe AR1. L'élément de levier 42 est fixé à l'arbre 82 sensiblement à l'intersection de l'arbre 82 avec l'axe AR2.

Les figures 10A et 10B sont des vues en perspective plus détaillées, selon deux directions opposées, d'un mode de réalisation du système de liaison électromécanique 53 représenté

en figure 9. Le moteur M1 est fixé par un premier élément de bâti 84 à l'aile 12 (l'aile 12 n'étant pas représentée en figure 10B). Le dispositif de renvoi rigide 80 comprend une pièce 86 en forme de U dont une branche est fixée à l'arbre 76 du premier moteur M1. L'autre branche de la pièce 86 est montée pivotante, par l'intermédiaire d'un palier 88, sur un arbre 90 solidaire d'un deuxième élément de bâti 92 fixé à l'aile 12. Le deuxième moteur M2 est fixé à la pièce 86, par exemple par des vis 94, de façon que l'arbre de rotation 82 coupe l'axe AR2. La connexion du deuxième moteur M2 avec le module de commande 50 peut être réalisé par une nappe flexible 96.

La figure 11 est vue en perspective avec coupe partielle d'une aile 12 dans laquelle on a représenté par un schéma cinématique un mode de réalisation du système de liaison électromécanique 56 de l'élément de levier 46. Dans le présent mode de réalisation, le système de liaison électromécanique 56 comprend un premier moteur M3 dont le carter 98 est fixé à l'armature de l'aile 12 et adapté à entraîner un arbre 99 en rotation autour de l'axe AR3. Le système de liaison électromécanique 56 comprend, en outre, un deuxième moteur M4 dont le carter 100 est relié à l'arbre de rotation 99 par une liaison pivotante 101 autour d'un axe parallèle à l'axe AR4. Le moteur M4 est adapté à entraîner un arbre 102 en rotation. L'arbre 102 entraîne en rotation une vis sans fin d'une liaison hélicoïdale 103. L'élément mobile en translation de la liaison hélicoïdale 103 est relié, par l'intermédiaire d'une liaison pivotante 104, d'axe parallèle à l'axe AR4 à une extrémité de l'élément de levier 46. L'élément de levier 46 est par ailleurs relié par une liaison pivotante 106 d'axe AR4 à l'arbre 76 du premier moteur M1. La liaison pivotante 106 est situé sensiblement sur l'axe AR3.

A titre de variante, le système d'actionnement 53 de l'élément de levier 42 peut également avoir la structure du système d'actionnement 56 représenté en figure 11. En outre, le système d'actionnement 54 de l'élément de levier 44 peut avoir la

structure du système d'actionnement 53 ou du système d'actionnement 56 décrite précédemment.

Les figures 12 et 13 représentent un autre mode de réalisation de l'aile 12 dans lequel l'aile 12 comprend, en outre, deux dérives 110 qui peuvent comprendre chacune un volet mobile 112. La première dérive 110 se projette en saillie depuis l'extrados 32 et la deuxième dérive 110 se projette depuis l'intrados 30. L'actionnement du volet mobile 112 de chaque dérive 110 est commandé par le module de commande 50. L'actionnement du volet mobile 112 permet notamment de commander la position latérale du dispositif aéroporté 10 par rapport au vent 47.

Chaque aile 12 peut être munie d'un système de propulsion. Avant le lancement du dispositif aéroporté 10, les ailes 12 peuvent être disposées sur un support. Le système de propulsion de chaque aile 12 peut être actionné. Ceci entraîne la mise en tension des câbles 14, 16 et la mise en rotation des ailes 12. Sous l'action des efforts de portance, le dispositif aéroporté 10 s'élève dans les airs. Dès que le dispositif aéroporté 10 est exposé à un vent suffisant pour assurer le maintien en altitude et en rotation du dispositif aéroporté 10, les systèmes de propulsion des ailes 12 peuvent être désactivés. Les systèmes de propulsion peuvent, en outre, être actionnés en vol, alors que le dispositif aéroporté 10 est à son altitude de fonctionnement, lorsque la puissance du vent 47 n'est pas suffisante pour maintenir le dispositif aéroporté 10 à cette altitude.

Dans le cas où la portion tendue des câbles 14 et 16 entre les ailes 12 peut être modifiée, lorsque le dispositif aéroporté 10 est élevé du sol jusqu'à une altitude de fonctionnement, les parties tendues des câbles 14, 16, 20 entre les ailes 12 ou entre les ailes 12 et le dispositif de liaison 18 peuvent initialement être réduites pour diminuer l'encombrement du dispositif aéroporté 10.

La figure 14 représente un mode de réalisation de l'aile 12 dans lequel le système de propulsion de l'aile comprend une hélice motorisée 120 qui se projette depuis le bord d'attaque 34

de l'aile vers l'avant de l'aile selon le sens de rotation de l'aile 12 en fonctionnement. L'hélice motorisée 120 peut être commandée par le module de commande 50 ou peut être commandée à distance depuis une station au sol. Un avantage de l'utilisation
5 d'une hélice motorisée est qu'elle permet, en outre, de déplacer le centre de gravité de l'aile 12 vers l'avant selon le sens de rotation de l'aile 12 en fonctionnement. Ceci peut être avantageux pour améliorer la stabilité de l'aile. Selon un mode de réalisation, l'hélice 120 peut être amovible et repliée, au moins
10 en partie, dans l'aile 12 lorsqu'elle n'est pas utilisée. A titre de variante, le système de propulsion peut comprendre un moteur à réaction, notamment un moteur-fusée ou un système de propulsion à air comprimé.

Chaque aile 12 peut, en outre, comprendre un train
15 d'atterrissage, non représenté, qui permet les déplacements de l'aile 12 au sol. Le train d'atterrissage peut être amovible de façon à être replié, au moins en partie, dans l'aile 12 lorsqu'il n'est pas utilisé.

La figure 15 représente un mode de réalisation dans
20 lequel chaque câble 14, 16, 20 ou 22 ou au moins l'un des câbles 14, 16, 20 ou 22 a une section profilée comprenant un bord d'attaque 122 et un bord de fuite 124 amincie. Ceci permet notamment de réduire la traînée du câble. De façon analogue, chaque élément de levier 42, 44, 46 peut avoir une section profilée
25 comprenant un bord d'attaque et un bord de fuite amincie. Ceci permet notamment de réduire la traînée de l'élément de levier.

La figure 16 représente un mode de réalisation dans
lequel chaque câble 14, 16, 20 ou 22 ou au moins l'un des câbles
30 14, 16 ou 30 comprend, en outre, un noyau 126 contenu dans une enveloppe profilée 128. Le noyau 126 peut être dans un premier matériau et l'enveloppe 128 peut être dans un deuxième matériau, la masse volumique du premier matériau étant supérieure à la masse volumique du deuxième matériau. Ceci permet de rapprocher le centre de gravité du câble vers le bord d'attaque et d'améliorer
35 ainsi la stabilité aérodynamique du câble.

La figure 17 représente un mode de réalisation d'un système de production d'électricité 130 dans lequel le câble 22 du dispositif aéroporté 10 est relié à un générateur électrique 132. A titre de variante, chaque aile 12 peut comprendre un
5 générateur électrique comprenant une turbine entraînée lors du déplacement de l'aile 12. L'énergie électrique produite peut alors être transmise au sol par les câbles 20 et 22.

La figure 18 représente un mode de réalisation d'un système de transport 140 dans lequel le câble 22 du dispositif
10 aéroporté 10 est relié à un véhicule 132, dans le présent exemple un navire. Le dispositif aéroporté 10 est alors utilisé comme moyen de traction du véhicule 142.

Divers modes de réalisation avec diverses variantes ont été décrits ci-dessus. On note que l'homme de l'art peut combiner
15 divers éléments de ces divers modes de réalisation et variantes sans faire preuve d'activité inventive. En particulier, le dispositif aéroporté 10 peut à la fois comprendre un système de propulsion, tel que l'hélice 120 représentée en figure 14, des câbles 14, 16, 20 profilés comme cela est représenté aux figures
20 15 et 16 et un train d'atterrissage.

REVENDICATIONS

1. Dispositif aéroporté (10) comprenant au moins trois ailes portantes (12) et un dispositif de liaison (18), les ailes étant reliées entre elles par des premiers câbles (14, 16) destinés à travailler seulement en traction, chaque aile étant,
5 en outre, reliée au dispositif de liaison (18) par un deuxième câble (20) destiné à travailler seulement en traction, le dispositif de liaison étant relié à un troisième câble (22) destiné à être relié à une base (46, 48), les premiers, deuxièmes et troisième câbles étant tendus lorsque le dispositif aéroporté
10 est mis au vent, le dispositif comprenant, en outre, pour chaque aile au moins un premier élément de levier (42) rigide relié à au moins l'un des premiers câbles et relié à l'aile par un premier système de liaison électromécanique (53) ayant au moins un degré de liberté en rotation et adapté à modifier l'orientation du
15 premier élément de levier par rapport à l'aile.

2. Dispositif aéroporté selon la revendication 1, dans lequel le premier système de liaison électromécanique (53) a au moins deux degrés de liberté en rotation.

3. Dispositif aéroporté selon la revendication 2, dans
20 lequel le premier système de liaison électromécanique (53) a au moins deux degrés de liberté en rotation selon des axes (AR1, AR2) perpendiculaires à 10 % près.

4. Dispositif aéroporté selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le premier élément de levier
25 (42) comprend au moins une première portion tubulaire (61) comprenant des première et deuxième extrémités opposées, l'un des premiers câbles (14) étant relié à la première extrémité.

5. Dispositif aéroporté selon la revendication 4, dans lequel le premier élément de levier (42) comprend au moins une
30 deuxième portion tubulaire (62) ayant des troisième et quatrième extrémités, un autre des premiers câbles (14) étant relié à la troisième extrémité, les première et deuxième portions tubulaires étant jointives aux deuxième et quatrième extrémités, inclinées l'une par rapport à l'autre et reliées au premier système de

liaison électromécanique (53) aux deuxième et quatrième extrémités.

6. Dispositif aéroporté selon la revendication 4, dans lequel la première portion tubulaire est rectiligne, un autre des premiers câbles (14) étant relié à la deuxième extrémité, la première portion tubulaire étant reliée en partie centrale au premier système de liaison électromécanique (53).

7. Dispositif aéroporté selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant, en outre, pour chaque aile (12), au moins un deuxième élément de levier rigide (46) relié à l'un des deuxième câbles (20) et relié à l'aile par un deuxième système de liaison électromécanique (56) ayant au moins un degré de liberté en rotation et adapté à modifier l'orientation du deuxième élément de levier par rapport à l'aile.

8. Dispositif aéroporté selon la revendication 7, dans lequel le deuxième système de liaison électromécanique (56) a au moins deux degrés de liberté en rotation.

9. Dispositif aéroporté selon la revendication 8, dans lequel le deuxième système de liaison électromécanique (56) a au moins deux degrés de liberté en rotation selon des axes (AR3, AR4) perpendiculaires à 10 % près.

10. Dispositif aéroporté selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, ne comprenant pas d'armature rigide reliant les ailes (12) entre elles et destinée à être soumise, en outre, à des efforts autres que des efforts de traction.

11. Dispositif aéroporté selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel chaque aile (12) est reliée à au moins deux autres ailes par au moins deux premiers câbles (14, 16).

12. Dispositif aéroporté selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant au moins deux paires d'ailes (12), les deux ailes de chaque paire étant reliées entre elles par l'un des premiers câbles (16), chaque aile de chaque paire étant reliée à au moins l'une des ailes de l'autre paire par un autre des premiers câbles (14).

13. Dispositif aéroporté selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel l'envergure de chaque aile (12) est comprise entre 5 m et 50 m.

5 14. Dispositif aéroporté selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel au moins l'une des ailes (12) comprend un extradados (32) relié à un intrados (30) par un bord d'attaque (34), un bord de fuite (36) et des premier et deuxième bords latéraux (38, 40) et dans lequel le premier élément de levier (42 ; 44) est relié au bord latéral (40) de l'aile (12) le plus à l'intérieur du dispositif aéroporté lorsque le dispositif
10 aéroporté est mis au vent.

15 15. Dispositif aéroporté selon la revendication 14 dans son rattachement à la revendication 7, dans lequel le deuxième élément de levier (46) est relié à l'intrados (30) de l'aile.

16. Dispositif aéroporté selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel les premiers, deuxièmes et troisième câbles (14, 16, 20, 22) sont des câbles flexibles.

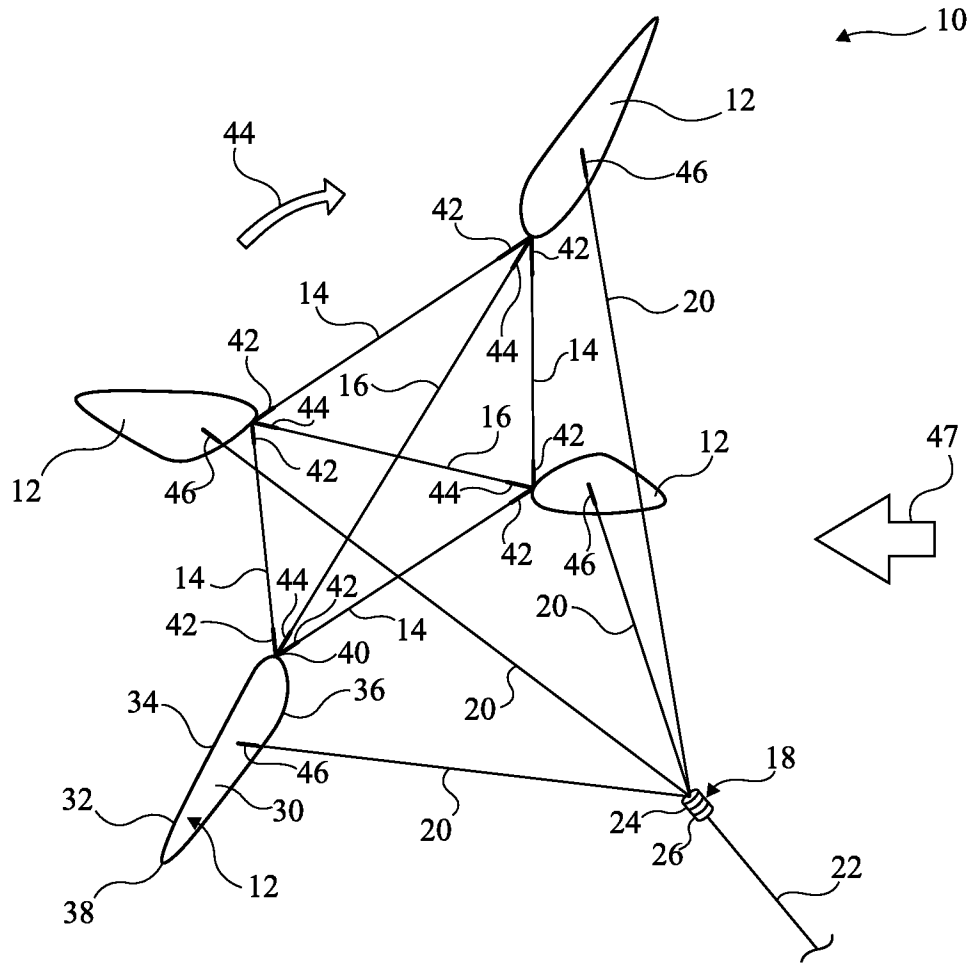


Fig 1

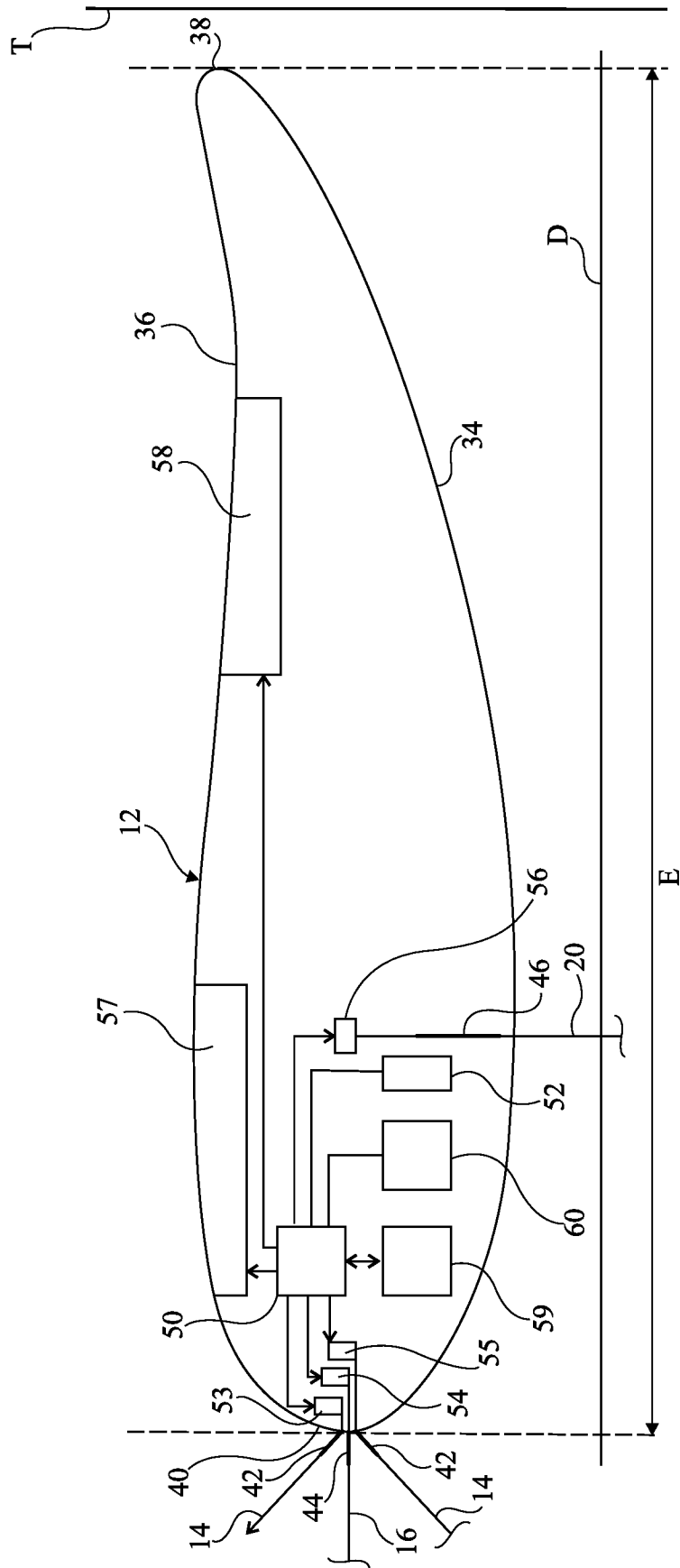


Fig 2

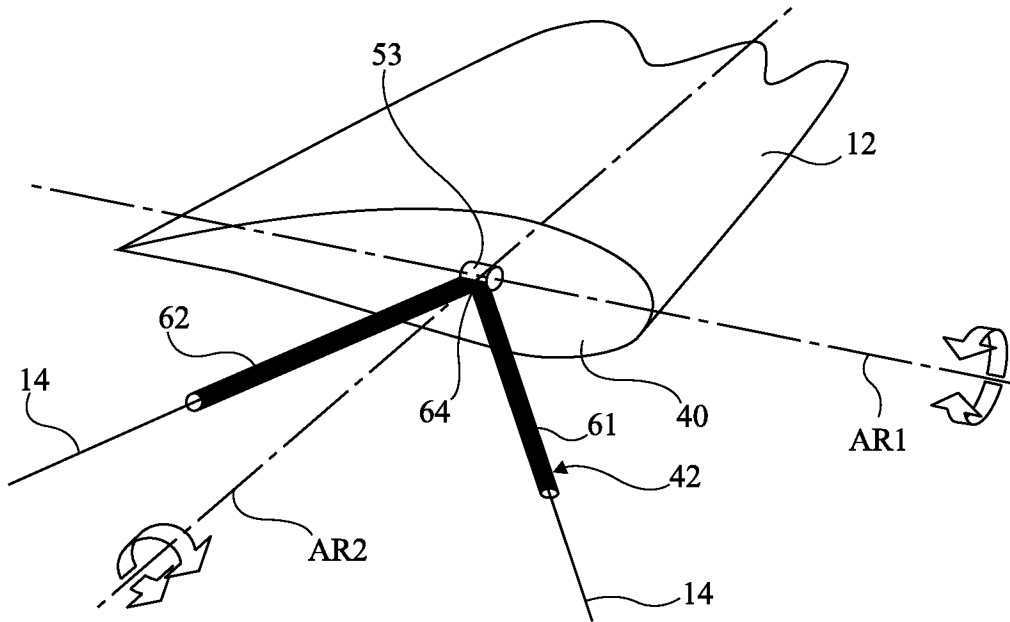


Fig 3

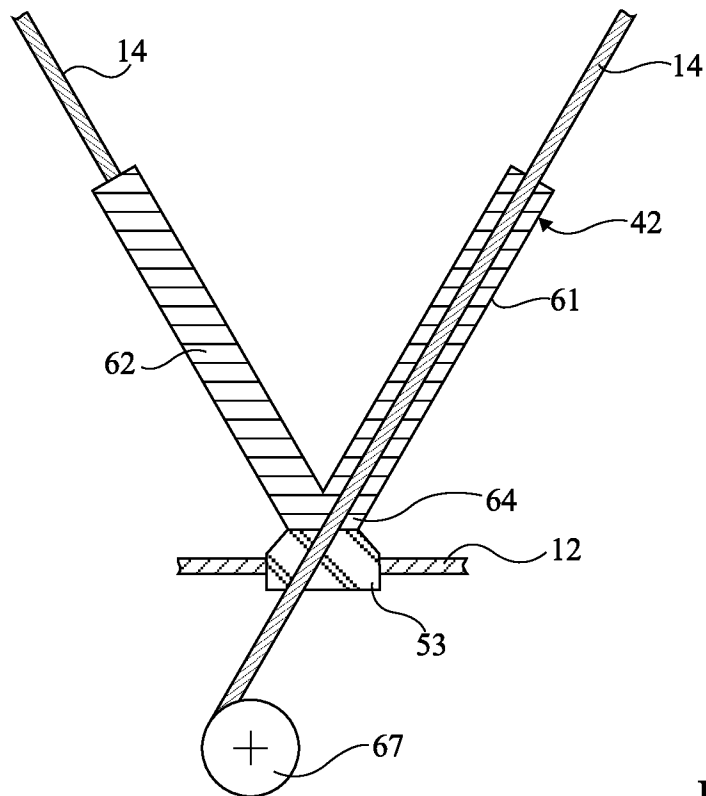


Fig 4

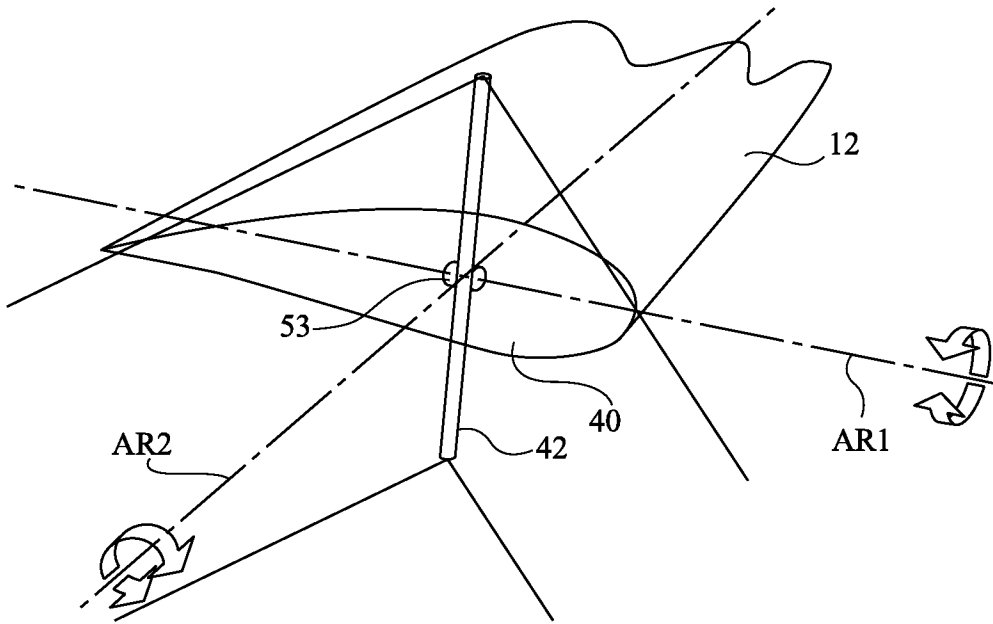


Fig 5

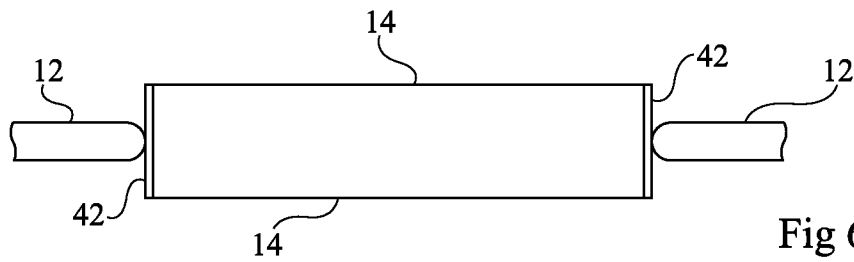


Fig 6A

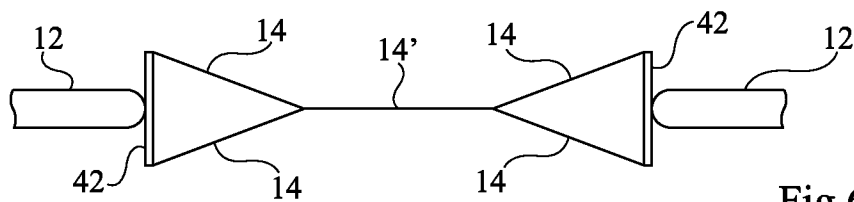


Fig 6B

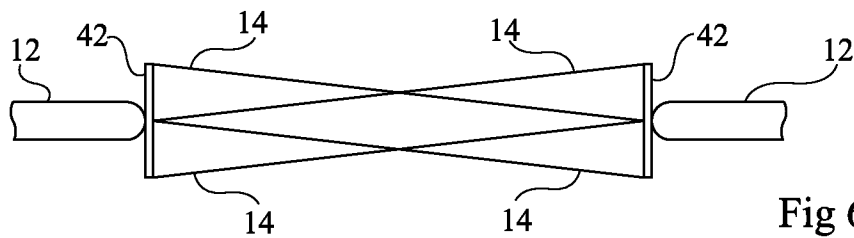


Fig 6C

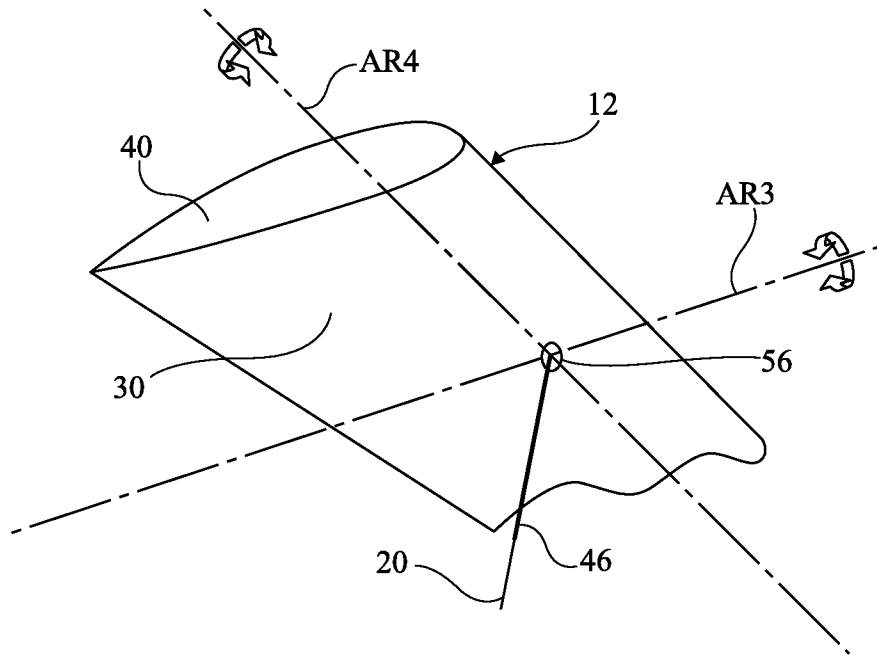


Fig 7

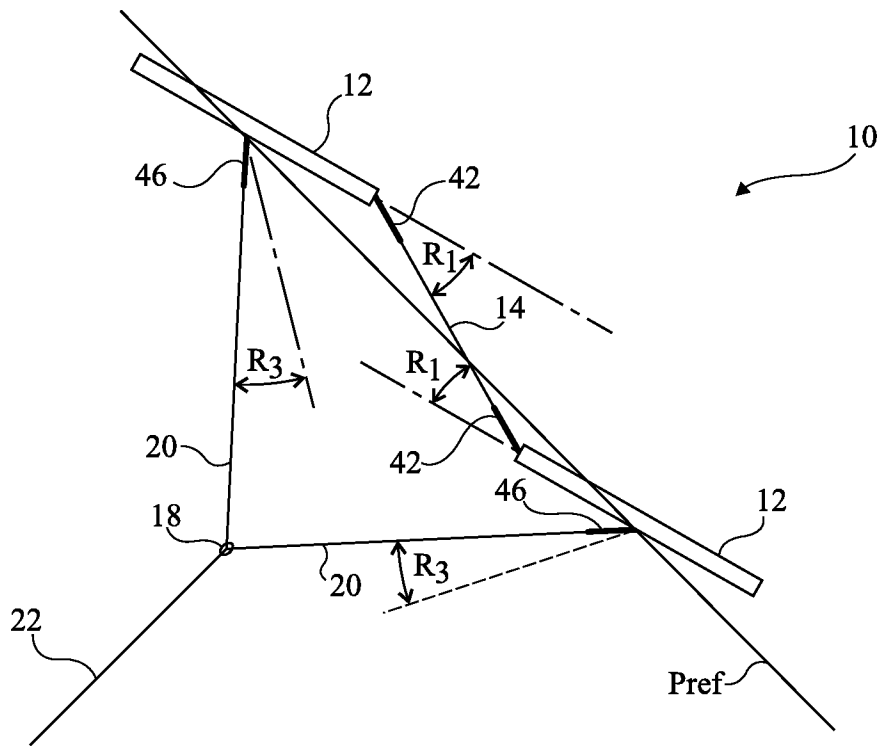


Fig 8

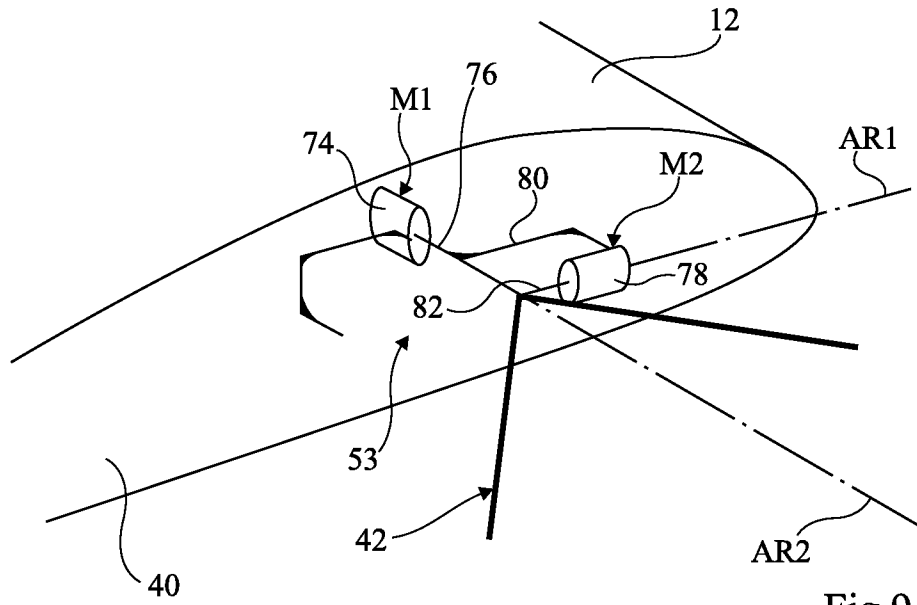


Fig 9

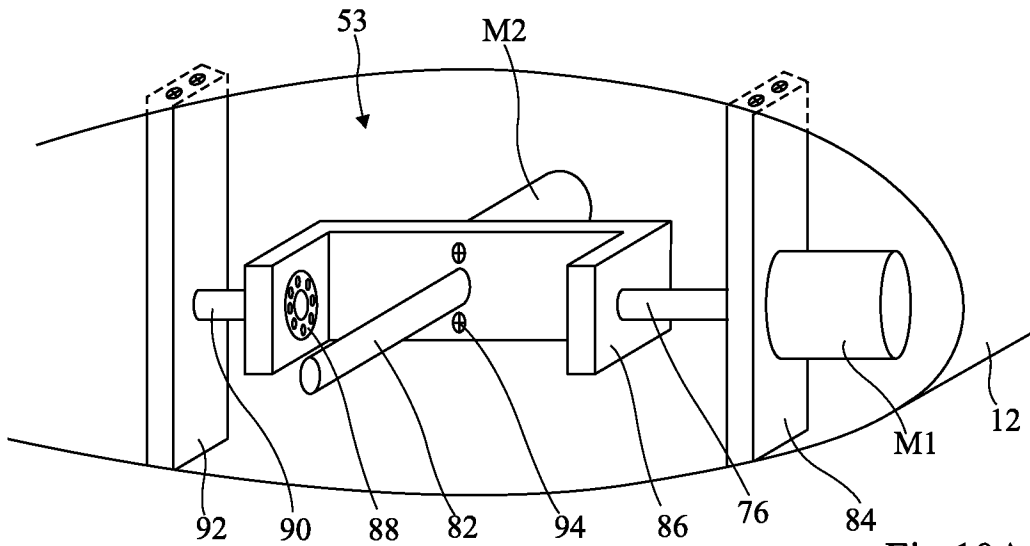


Fig 10A

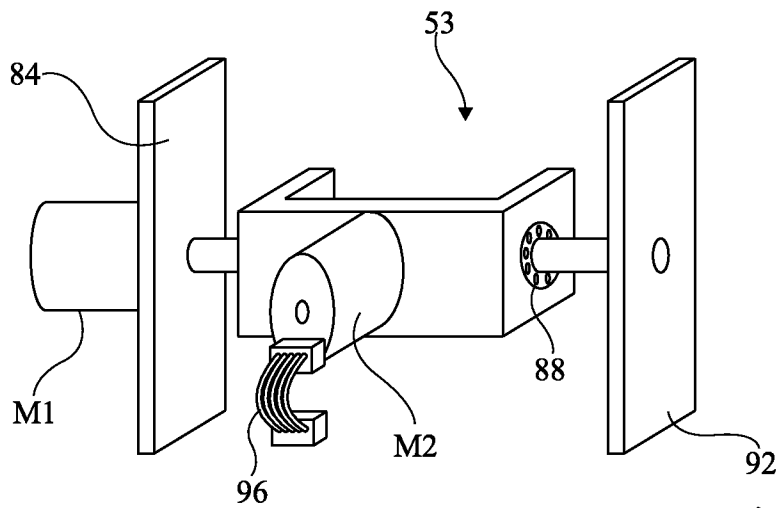


Fig 10B

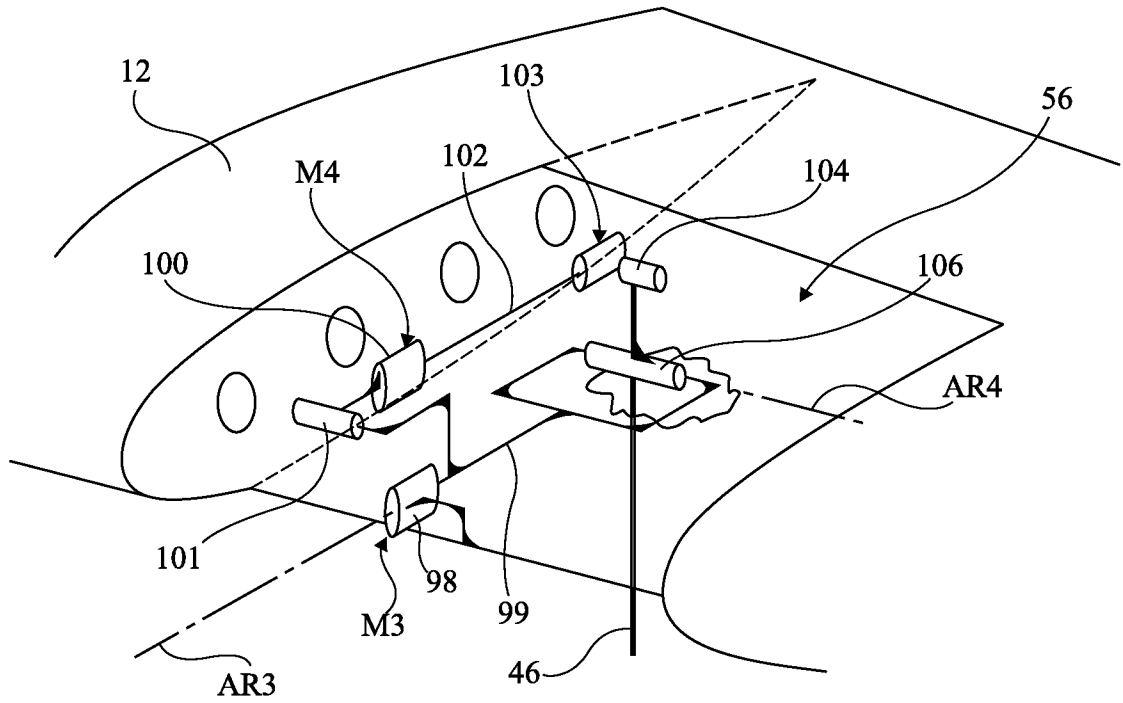


Fig 11

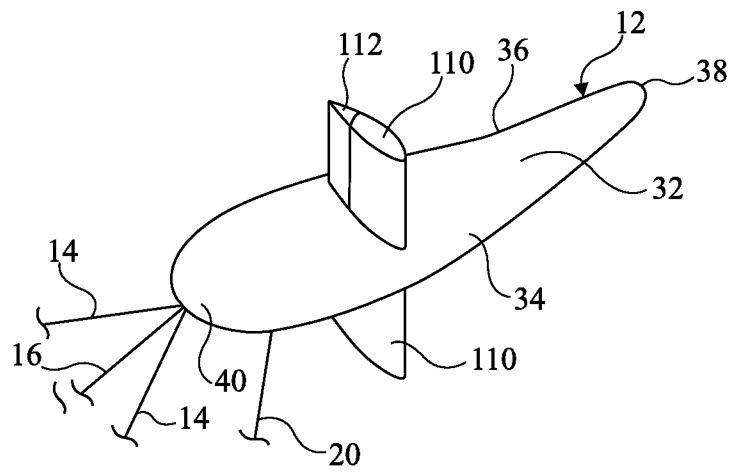


Fig 12

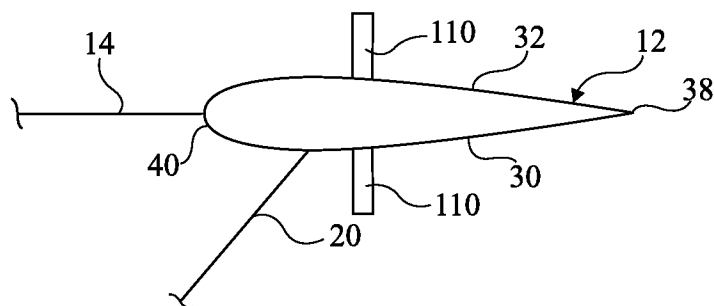


Fig 13

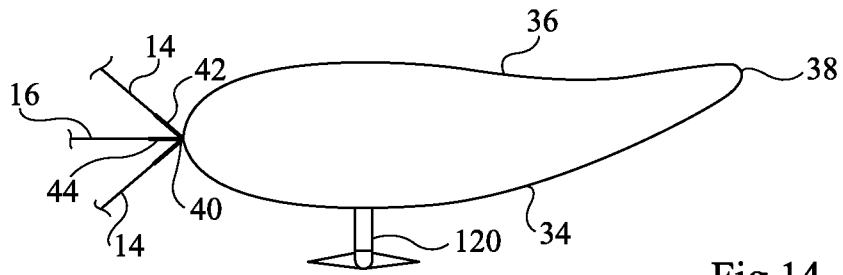


Fig 14

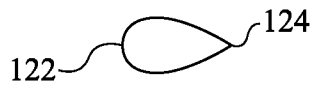


Fig 15

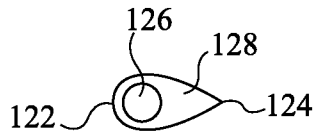


Fig 16

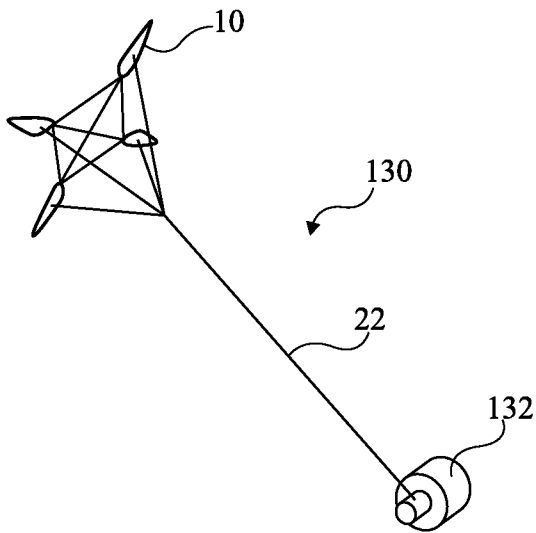


Fig 17

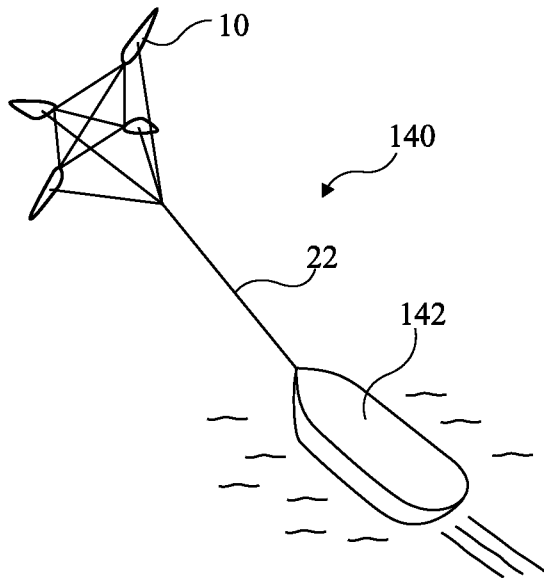


Fig 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/052939

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F03D5/00 A63H27/08
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F03D A63H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 3 023 876 A1 (INST POLYTECHNIQUE GRENoble [FR]) 22 January 2016 (2016-01-22) page 5, line 1 - line 24; figures 1,4 page 2, line 24 - page 3, line 17 page 7, line 15 - line 24 page 9, line 31 - page 10, line 19 -----	1-16
Y	US 2015/225080 A1 (BORMANN ALEXANDER [DE] ET AL) 13 August 2015 (2015-08-13) paragraph [0022]; figure 6 paragraph [0031] -----	1-16
A	WO 2011/087541 A2 (CALVERLEY GRANT [US]) 21 July 2011 (2011-07-21) page 55, paragraph 2 - page 56, paragraph 3; figure 8 -----	3
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 January 2018	29/01/2018

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Tack, Gaël
--	--------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/052939

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/151678 A1 (GOLDSTEIN LEONID [US]) 10 October 2013 (2013-10-10) page 14, paragraph 1 - page 15, paragraph 1; figure 1	1-16
A	----- US 2013/134261 A1 (GOLDSTEIN LEONID [US]) 30 May 2013 (2013-05-30) paragraph [0130]; figure 21B -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/052939

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
FR 3023876	A1	22-01-2016	CN 106715897 A	24-05-2017
			EP 3172435 A1	31-05-2017
			FR 3023876 A1	22-01-2016
			US 2017210467 A1	27-07-2017
			WO 2016012695 A1	28-01-2016

US 2015225080	A1	13-08-2015	CN 104838133 A	12-08-2015
			DK 2895740 T3	27-02-2017
			EP 2895740 A1	22-07-2015
			ES 2616439 T3	13-06-2017
			HR P20170239 T1	07-04-2017
			PL 2895740 T3	31-05-2017
			PT 2895740 T	14-02-2017
			US 2015225080 A1	13-08-2015
			WO 2014040747 A1	20-03-2014

WO 2011087541	A2	21-07-2011	AU 2010341784 A1	12-01-2012
			CA 2763225 A1	21-07-2011
			CN 102439298 A	02-05-2012
			EA 201171465 A1	30-05-2012
			EG 26645 A	23-04-2014
			EP 2491244 A2	29-08-2012
			IL 216531 A	31-08-2014
			JP 5896329 B2	30-03-2016
			JP 6198017 B2	20-09-2017
			JP 2013508218 A	07-03-2013
			JP 2015145233 A	13-08-2015
			KR 20120073158 A	04-07-2012
			NZ 596886 A	25-07-2014
			US 2011266809 A1	03-11-2011
			US 2016208777 A1	21-07-2016
			US 2016208778 A1	21-07-2016
			US 2016208779 A1	21-07-2016
			US 2016208780 A1	21-07-2016
			WO 2011087541 A2	21-07-2011

WO 2013151678	A1	10-10-2013	US 2015008678 A1	08-01-2015
			WO 2013151678 A1	10-10-2013

US 2013134261	A1	30-05-2013	US 2013134261 A1	30-05-2013
			WO 2013081938 A1	06-06-2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052939

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F03D5/00 A63H27/08 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F03D A63H		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 3 023 876 A1 (INST POLYTECHNIQUE GRENoble [FR]) 22 janvier 2016 (2016-01-22) page 5, ligne 1 - ligne 24; figures 1,4 page 2, ligne 24 - page 3, ligne 17 page 7, ligne 15 - ligne 24 page 9, ligne 31 - page 10, ligne 19 -----	1-16
Y	US 2015/225080 A1 (BORMANN ALEXANDER [DE] ET AL) 13 août 2015 (2015-08-13) alinéa [0022]; figure 6 alinéa [0031] -----	1-16
A	WO 2011/087541 A2 (CALVERLEY GRANT [US]) 21 juillet 2011 (2011-07-21) page 55, alinéa 2 - page 56, alinéa 3; figure 8 ----- -/--	3
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 19 janvier 2018	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 29/01/2018	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Tack, Gaël	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2013/151678 A1 (GOLDSTEIN LEONID [US]) 10 octobre 2013 (2013-10-10) page 14, alinéa 1 - page 15, alinéa 1; figure 1 -----	1-16
A	US 2013/134261 A1 (GOLDSTEIN LEONID [US]) 30 mai 2013 (2013-05-30) alinéa [0130]; figure 21B -----	1-16

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052939

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3023876	A1	22-01-2016	CN 106715897 A	24-05-2017
			EP 3172435 A1	31-05-2017
			FR 3023876 A1	22-01-2016
			US 2017210467 A1	27-07-2017
			WO 2016012695 A1	28-01-2016

US 2015225080	A1	13-08-2015	CN 104838133 A	12-08-2015
			DK 2895740 T3	27-02-2017
			EP 2895740 A1	22-07-2015
			ES 2616439 T3	13-06-2017
			HR P20170239 T1	07-04-2017
			PL 2895740 T3	31-05-2017
			PT 2895740 T	14-02-2017
			US 2015225080 A1	13-08-2015
			WO 2014040747 A1	20-03-2014

WO 2011087541	A2	21-07-2011	AU 2010341784 A1	12-01-2012
			CA 2763225 A1	21-07-2011
			CN 102439298 A	02-05-2012
			EA 201171465 A1	30-05-2012
			EG 26645 A	23-04-2014
			EP 2491244 A2	29-08-2012
			IL 216531 A	31-08-2014
			JP 5896329 B2	30-03-2016
			JP 6198017 B2	20-09-2017
			JP 2013508218 A	07-03-2013
			JP 2015145233 A	13-08-2015
			KR 20120073158 A	04-07-2012
			NZ 596886 A	25-07-2014
			US 2011266809 A1	03-11-2011
			US 2016208777 A1	21-07-2016
			US 2016208778 A1	21-07-2016
			US 2016208779 A1	21-07-2016
US 2016208780 A1	21-07-2016			
WO 2011087541 A2	21-07-2011			

WO 2013151678	A1	10-10-2013	US 2015008678 A1	08-01-2015
			WO 2013151678 A1	10-10-2013

US 2013134261	A1	30-05-2013	US 2013134261 A1	30-05-2013
			WO 2013081938 A1	06-06-2013
