

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 05.08.14.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 12.02.16 Bulletin 16/06.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : GUICHERD DOMINIQUE MICHEL — FR.

72 Inventeur(s) : GUICHERD DOMINIQUE MICHEL.

73 Titulaire(s) : GUICHERD DOMINIQUE MICHEL.

74 Mandataire(s) : GUICHERD DOMINIQUE.

54 DISPOSITIF DE PROPULSION POUR AERONEF.

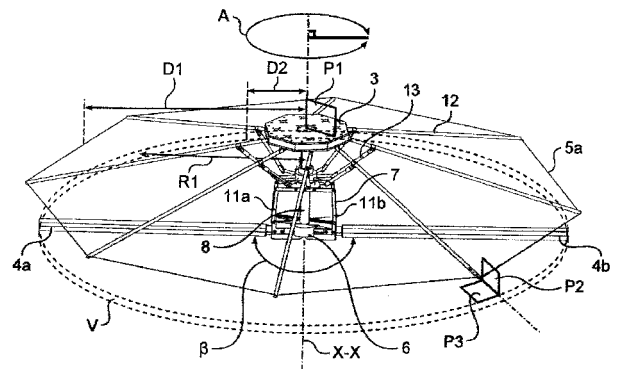
57 Dispositif de propulsion (1) pour aéronef (2), comprenant:

- une structure de support (3);
- une hélice (4) comportant plusieurs pales (4a, 4b);
- une structure de protection (5) pour protéger au moins une portion de l'hélice lors de sa rotation.

Le dispositif de propulsion (1) est agencé pour adopter sélectivement des configurations déployée et repliée,

- dans la configuration déployée les pales (4a, 4b) de l'hélice (4) occupent, un volume d'encombrement annulaire (V), ce volume d'encombrement présentant un rayon maximum d'encombrement (R1) et une portion (5a) de la structure de protection (5) s'étendant à l'extérieur dudit volume d'encombrement (V), à une distance (D1) qui est supérieure audit rayon (R1), cette portion de la structure de protection (5a) s'étendant sur un secteur angulaire (A) d'au moins 120° d'angle; et

- dans la configuration repliée, les pales (4a, 4b) de l'hélice (4) s'étendent le long de l'axe de rotation (X-X) de l'hélice, la portion (5a) étant alors éloignée de l'axe de rotation (XX) d'une distance inférieure (D2) audit rayon (R1).



ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

L'invention concerne le domaine des dispositifs pour la propulsion d'aéronef.

En particulier l'invention concerne un dispositif de propulsion pour aéronef, comprenant :

- 5 – une structure de support ;
- une hélice comportant plusieurs pales disposées régulièrement autour d'un axe de rotation de l'hélice;
- une structure de protection reliée à la structure de support pour protéger au moins une portion de l'hélice lors de sa rotation autour de l'axe de rotation et par rapport aux
- 10 structures de support et de protection.

Ce dispositif permet de propulser un aéronef par entraînement de l'hélice en rotation tout en créant une protection destinée à réduire le risque de contact accidentel d'un élément de l'environnement avec l'hélice.

Un tel dispositif peut présenter une résistance à l'air qui pénalise le

15 déplacement de l'aéronef.

OBJET DE L'INVENTION

Un objet de l'invention est de trouver un dispositif de propulsion d'aéronef permettant une réduction de la traînée dans l'air au moins dans certaines phases du vol de l'aéronef.

20

RESUME DE L'INVENTION

Pour cela, il est proposé selon l'invention, un dispositif de propulsion pour aéronef du type précédemment défini et essentiellement caractérisé en ce qu'il est agencé pour adopter sélectivement une configuration déployée et une configuration repliée.

25 Ce dispositif de propulsion selon l'invention est tel que :

- dans la configuration déployée les pales de l'hélice occupent lors d'une rotation complète de l'hélice, un volume d'encombrement annulaire par rapport à l'axe de rotation, ce volume d'encombrement présentant un rayon maximum d'encombrement mesuré depuis ledit axe de rotation et une portion de la structure de protection s'étendant à
- 30 l'extérieur dudit volume d'encombrement, à une distance de l'axe de rotation qui est supérieure audit rayon maximum d'encombrement, cette portion de la structure de protection s'étendant sur un secteur angulaire autour de l'axe de rotation d'au moins 120° d'angle ; et

– dans la configuration repliée les pales de l'hélice s'étendent le long dudit axe de rotation de l'hélice, ladite portion de la structure de protection étant alors éloignée de l'axe de rotation d'une distance inférieure audit rayon maximum d'encombrement.

Le dispositif de propulsion selon l'invention, est placé en configuration
5 déployée lorsque l'on souhaite propulser l'aéronef. Dans cette configuration déployée une portion de la structure de protection vient s'étendre à l'extérieur du volume d'encombrement annulaire pour former un obstacle limitant le risque d'entrer en contact avec l'extrémité des pales de l'hélice sur un secteur angulaire d'au moins 120° et préférentiellement de 360°, c'est à dire qu'il s'étend le long de toute la périphérie du
10 volume d'encombrement maximum de l'hélice.

A contrario, lorsque l'on souhaite voler avec l'aéronef, sans assistance de l'hélice, le dispositif de propulsion selon l'invention est placé dans sa configuration repliée dans laquelle la traînée aérodynamique de l'hélice et de la structure de protection est limitée en rapprochant les pales de l'hélice et la portion de structure de protection vis-à-vis
15 de l'axe de rotation. Ce rapprochement est réalisé :

– en étendant les pales de l'hélice le long de l'axe de rotation d'hélice, les pales de l'hélice étant alors préférentiellement sensiblement parallèles à l'axe de rotation de l'hélice; et

– en positionnant la portion de structure de protection à une distance maximale
20 d'éloignement de l'axe de rotation qui est strictement inférieure au rayon maximum d'encombrement de l'hélice mesuré lorsque le dispositif est en configuration déployée.

Le volume d'encombrement annulaire est le volume total successivement occupé par l'hélice lorsqu'elle fait une rotation complète autour de l'axe de rotation.

Le rayon maximum d'encombrement est la distance mesurée entre l'axe de
25 rotation et le bout de la pale la plus longue de toutes les pales de l'hélice.

Dans un mode de réalisation de l'invention, en configuration déployée, la portion de la structure de protection est périphérique du volume d'encombrement maximum de l'hélice, c'est-à-dire qu'elle s'étend dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation de l'hélice, les pales de l'hélice s'étendant dans ce même plan aussi appelé un
30 plan d'hélice P3.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, en configuration déployée, la portion de structure de protection peut être disposée en amont du plan d'hélice P3, une partie de cette portion de structure de protection pouvant s'étendre dans ce plan d'hélice P3.

Cette notion d'amont est définie par rapport à l'écoulement d'air autour de l'aéronef en déplacement.

Pour la compréhension de l'invention, le secteur angulaire autour de l'axe de rotation est mesuré en observant le secteur angulaire autour de l'axe de rotation qui est occupé par la portion de la structure de protection lorsqu'elle est observée selon une direction parallèle à l'axe de rotation. Ainsi positionnée, la portion de la structure de protection limite le risque de collision entre l'hélice en rotation et d'autres éléments de l'aéronef tels que des sangles ou des suspentes.

Idéalement, la structure de support présente un plan de symétrie de la structure support et la structure de protection présente aussi un plan de symétrie de la structure de protection, l'axe de rotation d'hélice s'étendant dans chacun de ces plans de symétrie, ainsi ces structures sont symétriques autour de l'axe de rotation, ce qui favorise la compacité du dispositif de propulsion selon l'invention.

Idéalement, en configuration déployée, les pales de l'hélice s'étendent dans un même plan d'hélice perpendiculaire audit axe de rotation d'hélice.

L'invention concerne également un aéronef, de type paramoteur, comportant un dispositif de propulsion selon l'un quelconque des mode de réalisation du dispositif selon l'invention, cet aéronef comportant une voile attachée par des suspentes à la structure de support, la structure de protection étant placée entre les pales de l'hélice et les suspentes au moins lorsque le dispositif est placé en configuration déployée.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- 25 – la figure 1 illustre un aéronef équipé du dispositif de propulsion selon l'invention placé dans sa configuration déployée ;
- la figure 2 illustre le dispositif de propulsion selon l'invention en configuration repliée, pour des raisons de clarté une partie seulement de la structure de protection est représentée ;
- 30 – la figure 2a illustre un détail de la figure 2 où l'on voit la liaison mécanique entre la structure de support, la structure de protection du dispositif de propulsion selon l'invention ;

– la figure 3 est une vue en perspective du dispositif de propulsion selon l'invention placé en configuration déployée, pour des raisons de clarté une partie seulement de la structure de protection est représentée ;

– la figure 3a illustre un détail de la figure 3 où l'on voit la liaison mécanique entre la structure de support et la structure de protection du dispositif de propulsion selon l'invention placé en configuration déployée ;

– la figure 4 est une vue partielle de face du dispositif de propulsion selon l'invention placé en configuration déployée ;

– la figure 5 est une vue partielle d'arrière du dispositif de propulsion selon l'invention placé en configuration déployée.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

Comme indiqué précédemment, l'invention concerne un dispositif 1 pour la propulsion d'un aéronef 2.

Dans le cas présent, comme illustré à la figure 1, l'aéronef 2 est un paramoteur 20. Ce paramoteur 20 comporte une voile 21 attachée par des suspentes 22 à une structure de support 3 qui appartient au dispositif de propulsion 1. Le dispositif de propulsion comporte aussi :

– une hélice 4 à plusieurs pales 4a, 4b articulées les unes par rapport aux autres et disposées régulièrement autour d'un axe de rotation X-X de l'hélice 4 ;

– une structure de protection 5 reliée à la structure de support 3 pour protéger au moins une portion de l'hélice lors de sa rotation autour de l'axe de rotation X-X par rapport aux structures de support 3 et de protection 5.

Ce dispositif de propulsion 1 adopte sélectivement une configuration déployée visible aux figures 1, 3, 3a, 4 et 5 et une configuration repliée visibles aux figures 2 et 2a. Comme on le voit en particulier sur la figure 3, lorsque le dispositif de propulsion est en configuration déployée, les pales 4a, 4b de l'hélice 4 occupent lors d'une rotation complète de l'hélice 4, un volume d'encombrement annulaire V par rapport à l'axe de rotation X-X. Ce volume d'encombrement présente un rayon maximum d'encombrement R1 mesuré depuis ledit axe de rotation X-X. Dans cette configuration déployée, une portion 5a de la structure de protection 5 s'étend à l'extérieur du volume d'encombrement V et à une distance D1 de l'axe de rotation X-X qui est supérieure audit rayon maximum d'encombrement R1, cette portion 5a s'étendant également sur un secteur angulaire A autour de l'axe de rotation X-X d'au moins 120° d'angle. En l'occurrence, dans l'exemple de la figure 3, ce secteur angulaire est de 360° car la portion 5a de structure de protection

s'étend tout autour de l'axe X-X et à une distance D1 qui est toujours supérieure au rayon R1 de l'hélice en rotation. Dans cette configuration déployée, la structure de protection 5 est placée entre des pales 4a, 4b de l'hélice et les suspentes 22, ce qui limite le risque que les suspentes 22 ne puissent entrer en contact avec les extrémités des pales 4a, 4b.

5 Préférentiellement, la structure de protection 5 comporte une surface 15 ajourée, telle un filet, Au moins lorsque le dispositif de propulsion est en configuration déployée, cette surface ajourée 15 s'étend d'un côté de l'hélice 4 et autour de l'axe de rotation X-X pour d'une part autoriser le passage d'air au travers de la surface ajourée 15 en direction de l'hélice 4 et pour d'autre part interdire le passage au travers de la surface / structure
10 ajourée 15 d'objets présentant une section supérieure à une section prédéterminée (maille du filet).

Dans la configuration repliée, les pales 4a, 4b de l'hélice 4 s'étendent le long dudit axe de rotation X-X de l'hélice et la portion 5a de la structure de protection 5 est alors éloignée de l'axe de rotation X-X, d'une distance inférieure D2 audit rayon maximum
15 d'encombrement R1 de l'hélice en rotation.

Ainsi, lorsque le dispositif de propulsion n'est plus utilisé pour propulser, il est placé en configuration repliée et les pales sont alors parallèles à l'axe de rotation, la portion 5a de la structure de protection 5 est rapprochée de l'axe X-X d'une distance minimale D2 qui est inférieure à la distance minimale D1. En rapprochant les extrémités
20 des pales d'hélice et la portion 5a de l'axe X-X, on limite la traînée dans l'air. L'aéronef peut alors être piloté en vol en utilisant au mieux les courants ascensionnels puisque le dispositif de propulsion et l'hélice sont repliés. Le vol est également plus silencieux, ce qui procure un confort de vol supérieur.

Lorsque le pilote souhaite à nouveau propulser l'aéronef à l'aide du dispositif
25 de propulsion, il lui suffit alors de le placer en configuration déployée et d'entraîner la rotation de l'hélice selon son axe X-X. Comme la portion 5a s'étend tout autour de l'axe X-X et à une distance minimale D1 supérieure au rayon R1 de l'hélice en rotation, la propulsion de l'aéronef se passe dans des conditions sécurisées en limitant le risque que les suspentes 22 ne se prennent dans les pales 4a, 4b.

30 Comme on le voit en particulier sur les figures 2 et 2a, les pales 4a, 4b sont articulées par rapport à une pièce d'articulation 6 de pales montée à rotation selon l'axe de rotation X-X d'hélice 4.

Chacune des pales 4a, 4b est articulée par rapport à la pièce d'articulation 6 selon un axe d'articulation Y-Y propre à cette pale.

Chacun des axes d'articulation des pales Y-Y s'étend dans un plan P3 (visible à la figure 3) perpendiculaire à l'axe de rotation X-X de l'hélice 4. La structure de protection 5 est liée mécaniquement aux pales 4a, 4b de l'hélice 4 via des moyens de liaison 7 entre la structure de protection 5 et les pales 4a, 4b. Ces moyens de liaison 7 sont agencés de manière que la mise en rotation de l'hélice 4 autour de l'axe de rotation X-X de l'hélice 4 entraîne le passage du dispositif 1 de sa configuration repliée à sa configuration déployée.

De même, ces moyens de liaison 7 entre la structure de protection 5 et les pales 4a, 4b sont agencés de manière que l'arrêt de rotation de l'hélice 4 autour de l'axe de rotation X-X autorise le passage du dispositif 1 de sa configuration déployée à sa configuration repliée.

Préférentiellement, les pales 4a, 4b et les moyens de liaison 7 entre la structure de protection 5 et ces pales 4a, 4b sont agencés de manière que lors de la mise en rotation de l'hélice au-delà d'une vitesse de rotation prédéterminée, toutes les pales 4a, 4b pivotent autour de leurs articulations respectives Y-Y par rapport à la pièce d'articulation 6 et ces pivotements des pales 4a, 4b commandent une déformation progressive de la structure de protection 5 pour la forcer à s'écarter radialement autour de l'axe de rotation X-X de l'hélice 4.

En d'autres termes, les pales 4a, 4b de l'hélice 4 sont articulées par rapport à la pièce d'articulation 6 de manière que:

– lors de la mise en rotation de l'hélice 4 par rapport à l'axe de rotation X-X, au-delà d'une vitesse de rotation prédéterminée, les pales 4a, 4b subissent respectivement des forces centrifuges suffisamment importantes pour faire passer le dispositif 1 de sa configuration repliée vers sa configuration déployée; et que

– lors de l'arrêt de la rotation de l'hélice 4, les pales 4a, 4b autorisent alors le passage du dispositif 1 de sa configuration déployée vers sa configuration repliée, éventuellement ce passage pouvant être accéléré par un ressort de rappel du dispositif 1 de sa configuration déployée vers sa configuration repliée.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, le dispositif de propulsion peut aussi comporter des moyens de blocage agencés pour sélectivement bloquer le dispositif 1 dans sa configuration déployée ou autoriser le passage du dispositif 1 de sa configuration déployée à sa configuration repliée.

Ces moyens de blocage peuvent être commandés par le pilote de l'aéronef. Dans ce mode particulier de réalisation, pour que le dispositif de propulsion 1 puisse

passer de sa configuration déployée vers sa configuration repliée, il faut que deux conditions soient simultanément réunies :

- que la rotation de l'hélice 4 soit arrêtée ; et
- que les moyens de blocage soient actionnés pour autoriser le passage du

5 dispositif 1 de sa configuration déployée vers sa configuration repliée.

Si l'une au moins de ces conditions n'est pas réunie alors le dispositif 1 reste bloqué dans sa configuration déployée. Ce mode de réalisation peut présenter un intérêt pour permettre à l'utilisateur de l'aéronef 2 de maintenir la configuration déployée même si l'hélice 4 n'est plus en rotation. Ceci peut être utile pour protéger l'hélice lors du transport
10 du dispositif de propulsion hélice arrêtée.

Préférentiellement, l'hélice 4 est portée par un arbre d'entraînement 8 d'hélice, cet arbre 8 est monté à rotation selon l'axe de rotation X-X de l'hélice pour pivoter avec l'hélice 4 selon cet axe de rotation X-X.

La structure de protection 5 comporte en outre une première pièce annulaire 9
15 coaxiale de cet arbre d'entraînement 8 de l'hélice 4 et traversée par cet arbre d'entraînement 8 d'hélice 4. Cette première pièce annulaire 9 est coulissante le long de l'arbre d'entraînement 8 pour être sélectivement rapprochée ou éloignée de la structure de support 3 et cette première pièce 9 est indépendante à rotation par rapport à l'arbre d'entraînement 8 de l'hélice.

20 La structure de protection 5 comporte aussi une seconde pièce annulaire 10 assujettie à rotation avec l'hélice 4 autour de l'axe de rotation d'hélice X-X et avec l'arbre d'entraînement 8 d'hélice 4, cette seconde pièce annulaire 10 étant agencée pour pouvoir coulisser le long de l'arbre d'entraînement 8 d'hélice 4.

25 Cette seconde pièce annulaire 10 est liée aux pales 4a, 4b de l'hélice via des biellettes de commande 11a, 11b du coulisement de cette seconde pièce 10 le long de l'arbre 8. Cette seconde pièce annulaire 10 est libre de pivoter par rapport à la première pièce annulaire 9 selon l'axe de rotation d'hélice X-X. Ces première et seconde pièces annulaires 9, 10 sont liées, entre elles, en translation le long dudit axe de rotation 8.

Les biellettes 11a, 11b sont agencées de manière que :

30 - lors du passage du dispositif 1 de sa configuration repliée à sa configuration déployée, les pales 4a, 4b de l'hélice 4 forcent les première et seconde pièces annulaires 9, 10 à se rapprocher de la structure de support 3 par coulisement de ces première et seconde pièces annulaires 9, 10 le long dudit axe de rotation X-X ; et que

– lors du passage du dispositif de sa configuration déployée à sa configuration repliée, les pales de l'hélice 4a, 4b forcent la seconde pièce annulaire 10 et éventuellement la première pièce annulaire 9 à s'éloigner de la structure de support 3 par coulisement de ces première et seconde pièces annulaires 9, 10 le long dudit axe de rotation X-X.

En d'autres termes, lorsque les pales 4a, 4b de l'hélice 4 s'écartent l'une de l'autre, l'angle B formé entre ces pales 4a, 4b va en augmentant et elles poussent les bielles 11a, 11b qui à leur tour forcent le coulisement des première et seconde pièces annulaires 9, 10, vers la structure de support 3 par coulisement le long de l'axe de rotation X-X et autour de l'arbre 8. Ainsi lorsque l'arbre d'entraînement 8 d'hélice 4 est mis en rotation, les forces centrifuges qui apparaissent sur les pales 4a, 4b forcent ces pales à s'écarter l'une de l'autre et à rapprocher les première et seconde pièces annulaires 9, 10 de la structure de support 3. La mise en rotation de l'arbre 8 force ainsi le passage du dispositif de sa configuration repliée vers sa configuration déployée.

Ce passage est en outre forcé par les efforts de poussée aérodynamique exercés par chacune des pales 4a, 4b de l'hélice en rotation. Pour un aéronef de type para-moteur, on constate que l'hélice 4 en rotation peut exercer un effort de poussée supérieur à 10 000 Newtons, ce qui force le dispositif 1 à rester en configuration déployée tant que l'hélice est utilisée pour propulser.

Comme on le voit sur la figure 3, dans cette configuration déployée, l'angle B formé entre les pales 4a, 4b est de 180°, ces pales s'étendant alors dans un même plan de pales P3 perpendiculaire à l'axe X-X.

A contrario, lorsque les pales 4a, 4b de l'hélice 4 se rapprochent l'une de l'autre, l'angle B formé entre ces pales va en diminuant et elles tirent les bielles 11a, 11b de manière à forcer le coulisement de la seconde pièce annulaire 10, en l'écartant de la structure de support 3 par coulisement le long de l'axe de rotation X-X et autour de l'arbre 8.

Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, les première et seconde pièces annulaires 9, 10 peuvent être en appui l'une contre l'autre via un roulement à butée axiale. Ce roulement peut soit être agencé pour interdire l'écartement relatif entre ces première et seconde pièces annulaires 9, 10, soit pour l'autoriser. Lorsque la rotation de l'arbre 8 d'entraînement 8 d'hélice ralentie, les forces centrifuges diminuent et les pales 4a, 4b de l'hélice ont tendance à se rapprocher l'une de l'autre :

– sous l'effet de la poussée exercée sur les pales 4a, 4b par le flux d'air s'écoulant autour du dispositif en déplacement dans l'air ; et/ou

– sous l'effet de la poussée exercée sur la structure de protection 5 par le flux d'air s'écoulant autour du dispositif en déplacement dans l'air ; et/ou

5 – sous l'effet d'un ressort de rappel du dispositif 1 de sa configuration déployée vers sa configuration repliée.

Les pales 4a, 4b écartent alors la seconde pièce annulaire 10 de la structure de support 3. Dans le cas où ces pièces annulaires 9, 10 sont liées entre elles via le roulement interdisant leur écartement, alors les pales 4a, 4b écartent simultanément ces
10 pièces 9, 10 vis-à-vis de la structure de support 3.

L'arrêt de la rotation de l'arbre 8 alors que le dispositif 1 se déplace dans l'air, force ainsi le passage du dispositif 1 de sa configuration déployée vers sa configuration repliée.

Comme on le voit sur la figure 2, dans la configuration repliée, l'angle B formé
15 entre les pales 4a, 4b est inférieur à 180° et est préférentiellement inférieur à 5° et préférentiellement égal à 0° , ces pales s'étendant alors sensiblement parallèlement à l'axe X-X.

Dans l'autre cas où le roulement autorise l'écartement des pièces annulaires 9, 10 l'une par rapport à l'autre, alors les pales 4a, 4b écartent uniquement la seconde
20 pièce annulaire vis-à-vis de la structure support, la première pièce annulaire étant libre de rester en position par rapport à la structure de support 3. Ce dernier mode autorise de replier l'hélice tout en maintenant le dispositif de propulsion déployé. Ceci peut être utile lorsque le pilote souhaite uniquement replier l'hélice et interdire le pliage de la structure de propulsion par exemple en utilisant ledit moyen de blocage.

25 Comme on le voit sur les figures 1 à 5, la structure de protection 5 comporte :

– une pluralité de tiges d'une première sorte 12, chacune articulée par rapport à la structure de support 3 ; et

– une pluralité de tiges d'une seconde sorte 13, chacune articulée à une extrémité avec la première pièce annulaire 9 et articulée à une autre extrémité avec une tige
30 correspondante appartenant à la pluralité de tiges de la première sorte 12.

La portion 5a de la structure de protection 5 est portée par les tiges de la première sorte 12.

En d'autres termes, chaque tige de la première sorte 12 est articulée par rapport à une tige correspondante, de la seconde sorte 13, pour former un couple de tiges

12, 13 articulées des première et seconde sortes 12, 13. Les tiges de la première sorte 12 sont articulées sur la structure de support 3 et les tiges de la seconde sorte 13 sont articulées sur la première pièce annulaire 9. Comme on le voit en particulier sur les figures 4 et 5, chaque couple de tiges articulées des première et seconde sortes 12, 13 est apte à se déplacer uniquement dans un plan qui lui est propre. Chacun de ces plans est un plan radial P2 par rapport à l'axe de rotation X-X de l'hélice 4 et fixe en rotation par rapport à la première pièce annulaire 9.

Lorsque la première pièce annulaire 9 est rapprochée de la structure de support 3 par coulissement le long de l'axe de rotation X-X, elle pousse sur les tiges de la seconde sorte 13 qui poussent alors les tiges de la première sorte 12 qui ont tendance à pivoter par rapport à la structure de support 3 et à ainsi écarter la portion 5a de la structure de protection 5 vis-à-vis de l'axe de rotation X-X de l'hélice.

A contrario, lorsque la première pièce annulaire 9 est écartée de la structure de support 3 par coulissement le long de l'axe de rotation X-X, elle tire sur les tiges de la seconde sorte 13 qui tirent alors les tiges de la première sorte 12 qui ont tendance à pivoter par rapport à la structure de support 3 et à rapprocher la portion 5a de la structure de protection 5 vis-à-vis de l'axe de rotation X-X de l'hélice.

La structure de protection 5 a la forme d'un parapluie dont le mat est tournant et constitué par l'arbre d'entraînement 8 de l'hélice, les baleines étant constituées par les tiges de la première sorte 12.

La surface ajourée 15 de type filet, est constituée d'une pluralité de liens souples 16, chacun des ces liens souples 16 s'étendant entre des tiges de la première sorte 12 qui le porte. Chacun de ces liens 16 s'étend entre deux tiges de la première sorte 12 à distance de l'axe X-X et est sensiblement perpendiculaire à un plan radial de l'axe X-X. Ainsi, les liens 16 forment une structure filaire fermée entourant l'axe X-X, à la manière d'une pluralité de polygones concentriques dont les angles sont situés sur les tiges de la première sorte 12 qui portent la structure ajourée 15.

Cette structure ajourée 15 est telle que lorsque le dispositif 1 est en configuration déployée, la structure ajourée 15 a la forme d'un filet tendu par les tiges de la première sorte 12. Préférentiellement, cette structure ajourée est également formée de manière que lorsque le dispositif 1 est en configuration déployée, cette structure ajourée soit tendue par la portion 5a de structure de protection s'étendant sur le secteur angulaire A autour de l'axe de rotation X-X.

Ce filet peut être conformé en toile d'araignée s'étendant tout autour de l'axe de rotation X-X, entre la structure de support 3 et ladite portion 5a de structure de protection.

5 Idéalement, cette structure ajourée 15 est attachée à chacune des tiges de la première sorte 12 et à la portion 5a de la structure de protection qui est périphérique du volume d'encombrement V annulaire occupé par les pales 4a, 4b de l'hélice 4 du dispositif de propulsion 1 en configuration déployée.

10 Idéalement, la portion 5a de structure de protection 5 qui est portée par les tiges de la première sorte 12 est agencée pour être tendue, lorsque le dispositif 1 est en configuration déployée. Cette tension de la portion 5a résulte de l'écartement des tiges 12 vis-à-vis de l'axe X-X forcé par les pales 4a, 4b en rotation. On augmente ainsi la rigidité de l'ensemble constitué par les tiges des première et seconde sorte 12, 13 et par la structure de protection 5.

15 Typiquement, cette portion 5a est constituée par un câble qui se tend progressivement lors du passage du dispositif de propulsion de sa configuration repliée à sa configuration déployée.

20 Comme on le voit sur la figure 2, la portion 5a peut être contrainte élastiquement par des moyens élastiques intrinsèques ou extrinsèques à cette portion 5a pour que la portion 5a ait tendance à rester éloignée des pales 4a, 4b lorsque le dispositif de propulsion 1 est en configuration repliée. La portion 5a élastique forme un contour en pétale éloigné des pales 4a, 4b. On évite ainsi le contact entre la portion 5a et les pales 4a, 4b. Comme on le voit aussi sur les figures 1 et 2, la structure ajourée peut aussi comprendre des liens radiaux attachés d'une part à la structure support 3 et d'autre part à la portion 5a, ces liens radiaux souples sont des fils ou câbles du filet s'étendant respectivement entre les tiges 12. Les liens 16 sont attachés aux liens radiaux pour définir une maille de la surface ajourée.

Enfin, comme visible en particulier aux figures 1 et 4, le dispositif de propulsion 1 comprend :

- 30
- une couronne dentée 17 d'entraînement à rotation de l'hélice 4 autour de l'axe de rotation X-X ;
 - une pluralité de pignons 18 chacun engrené avec la couronne dentée 17 ; et
 - une pluralité de moteurs 19 (uniquement représentés sur la figure 1), chacun de ces moteurs 19 étant agencé pour entraîner l'un des pignons 18 de la pluralité de pignons qui lui correspond.

Certains au moins de ces moteurs 19 sont des moteurs électriques reliés à une commande des moteurs comportant une source d'énergie électrique telle qu'une batterie ou une pile à combustible. L'usage des moteurs électriques 19 permet de limiter les nuisances sonores dans l'environnement de l'aéronef tout en améliorant le confort de vol.

L'avantage d'entraîner l'arbre 8 et l'hélice avec plusieurs moteurs électriques est que l'on peut utiliser des moteurs de faible puissance motrice et donc de faible poids comparé à la puissance et au poids que l'on aurait si l'on utilisait un seul moteur pour entraîner l'arbre 8. Par ailleurs, ce mode de réalisation permet de sécuriser la fonction de motricité et cela même si un ou éventuellement plusieurs des moteurs tombent en panne.

La structure de support 3 est préférentiellement symétrique de part et d'autre d'un plan radial P1 qui est radial à l'axe X-X.

De même la structure de protection 5 est préférentiellement symétrique de part et d'autre d'un autre plan radial P2 qui est aussi radial à l'axe X-X.

Pour des raisons de facilité de rangement du dispositif de propulsion, certaines au moins des tiges de la première sorte 12, peuvent être en plusieurs parties articulées entre elles ou démontables les unes par rapport aux autres ou télescopiques.

De même, l'hélice peut être démontable et un ou plusieurs logements complémentaires peuvent être prévus dans le support 3 pour y loger les pales de l'hélice démontée.

Enfin un sac peut être prévu pour y ranger le dispositif de propulsion selon l'invention lorsqu'il est démonté.

REVENDICATIONS

1) Dispositif de propulsion (1) pour aéronef (2), comprenant :

– une structure de support (3) ;

5 – une hélice (4) comportant plusieurs pales (4a, 4b) disposées régulièrement autour d'un axe de rotation (X-X) de l'hélice (4) ;

– une structure de protection (5) reliée à la structure de support (3) pour protéger au moins une portion de l'hélice lors de sa rotation autour de l'axe de rotation (X-X) et par rapport aux structures de support (3) et de protection (5), caractérisé en ce que le
10 dispositif de propulsion (1) est agencé pour adopter sélectivement des configurations déployée et repliée,

ce dispositif de propulsion (1) étant tel que :

- dans la configuration déployée les pales (4a, 4b) de l'hélice (4) occupent lors d'une rotation complète de l'hélice (4), un volume d'encombrement annulaire (V) par
15 rapport à l'axe de rotation (X-X), ce volume d'encombrement présentant un rayon maximum d'encombrement (R1) mesuré depuis ledit axe de rotation (X-X) et une portion de la structure de protection (5a) s'étendant à l'extérieur dudit volume d'encombrement (V), à une distance (D1) de l'axe de rotation (X-X) qui est supérieure audit rayon maximum d'encombrement (R1), cette portion de la
20 structure de protection (5a) s'étendant sur un secteur angulaire (A) autour de l'axe de rotation d'au moins 120° d'angle ; et
- dans la configuration repliée les pales (4a, 4b) de l'hélice (4) s'étendent le long dudit axe de rotation (X-X) de l'hélice, ladite portion de la structure de protection (5a) étant alors éloignée de l'axe de rotation (X-X) d'une distance inférieure (D2)
25 audit rayon maximum d'encombrement (R1).

2) Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les pales (4a, 4b) sont articulées par rapport à une pièce d'articulation (6) de pales montée à rotation selon l'axe de rotation (X-X) d'hélice (4), chacune des pales (4a, 4b) étant articulée par rapport à la pièce
30 d'articulation (6) selon un axe d'articulation (Y-Y) propre à la pale, chacun des axes d'articulation des pales (Y-Y) s'étendant dans un plan (P3) perpendiculaire à l'axe de rotation (X-X) de l'hélice (4), la structure de protection (5) est liée mécaniquement aux pales (4a, 4b) de l'hélice (4) via des moyens de liaison (7) entre la structure de protection (5) et les pales (4a, 4b), ces moyens de liaison (7) entre la structure de protection (5) et

les pales (4a, 4b) étant agencés de manière que la mise en rotation de l'hélice (4) autour de l'axe de rotation (X-X) de l'hélice (4) entraîne le passage du dispositif (1) de sa configuration repliée à sa configuration déployée.

- 5 3) Dispositif selon la revendication 2, dans lequel ces moyens de liaison (7) entre la structure de protection (5) et les pales (4a, 4b) sont agencés de manière que l'arrêt de rotation de l'hélice (4) autour de l'axe de rotation (X-X) de l'hélice (4) autorise le passage du dispositif (1) de sa configuration déployée à sa configuration repliée.
- 10 4) Dispositif de propulsion selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, dans lequel les pales (4a, 4b) et les moyens de liaison (7) entre la structure de protection (5) et ces pales (4a, 4b) sont agencés de manière que lors de la mise en rotation de l'hélice au-delà d'une vitesse de rotation prédéterminée, toutes les pales (4a, 4b) pivotent autour de leurs articulations respectives (Y-Y) par rapport à la pièce d'articulation (6) et ces pivotements
15 des pales (4a, 4b) commandent une déformation progressive de la structure de protection (5) pour la forcer à s'écarter radialement autour de l'axe de rotation (X-X) de l'hélice (4).
- 5) Dispositif de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre des moyens de blocage agencés pour sélectivement bloquer le
20 dispositif (1) dans sa configuration déployée ou autoriser le passage du dispositif (1) de sa configuration déployée à sa configuration repliée.
- 6) Dispositif de propulsion selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'hélice (4) est portée par un arbre d'entraînement (8) d'hélice, cet arbre (8) étant
25 monté à rotation selon l'axe de rotation (X-X) de l'hélice pour pivoter avec l'hélice (4) selon cet axe de rotation (X-X), la structure de protection (5) comportant en outre :
- une première pièce annulaire (9) coaxiale de cet arbre d'entraînement (8) de l'hélice (4) et traversée par cet arbre d'entraînement (8) d'hélice (4) et, cette première pièce annulaire (9) étant coulissante le long de l'arbre d'entraînement (8) pour être
30 sélectivement rapprochée ou éloignée de la structure de support (3) et cette première pièce (9) étant indépendante à rotation par rapport à l'arbre d'entraînement (8) de l'hélice,
 - une seconde pièce annulaire (10) assujettie à rotation avec l'hélice (4) autour de l'axe de rotation d'hélice (X-X) et avec l'arbre d'entraînement (8) d'hélice (4), cette seconde pièce annulaire (10) étant agencée pour pouvoir coulisser le long de l'arbre

d'entraînement (8) d'hélice (4), cette seconde pièce annulaire (10) étant liée aux pales (4a, 4b) de l'hélice via des biellettes de commande (11a, 11b) du coulisement de cette seconde pièce (10) le long de l'arbre (8), cette seconde pièce annulaire (10) étant libre de pivoter par rapport à la première pièce annulaire (9) et selon l'axe de rotation d'hélice (X-X), ces première et seconde pièces annulaires (9, 10) étant liées en translation le long dudit axe de rotation (8) ;

5
10
15

- les biellettes (11a, 11b) étant agencées de manière que lors du passage du dispositif (1) de sa configuration repliée à sa configuration déployée, les pales (4a, 4b) de l'hélice (4) forcent les première et seconde pièces annulaires (9, 10) à se rapprocher de la structure de support (3) par coulisement de ces première et seconde pièces annulaires (9, 10) le long dudit axe de rotation (X-X) et que lors du passage du dispositif de sa configuration déployée à sa configuration repliée, les pales de l'hélice (4a, 4b) forcent la seconde pièce annulaire (10) et éventuellement la première pièce annulaire (9) à s'éloigner de la structure de support (3) par coulisement de ces première et seconde pièces annulaires (9, 10) le long dudit axe de rotation (X-X).

7) Dispositif de propulsion (1) selon la revendication 6, dans lequel la structure de protection (5) comporte en outre :

20
25

- une pluralité de tiges d'une première sorte (12), chacune articulée par rapport à la structure de support (3) ; et
- une pluralité de tiges d'une seconde sorte (13), chacune articulée à une extrémité avec la première pièce annulaire (9) et articulée à une autre extrémité avec une tige correspondante appartenant à la pluralité de tiges de la première sorte (12) ; et
- la portion (5a) de la structure de protection (5) étant portée par les tiges de la première sorte (12).

8) Dispositif de propulsion selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la portion (5a) de la structure de protection (5) s'étendant sur un secteur angulaire (A) de 360° d'angle autour de l'axe de rotation (X-X) d'hélice.

30

9) Dispositif de propulsion selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la structure de protection (5) comporte une surface (15) ajourée s'étendant d'un côté de l'hélice (4) et autour de l'axe de rotation (X-X) de l'hélice pour d'une part autoriser le passage d'air au travers de la surface ajourée (15) en direction de l'hélice (4) et d'autre

part interdire le passage au travers de la surface ajourée (15) d'objets présentant une section supérieure à une section prédéterminée.

5 10) Dispositif de propulsion selon l'une quelconque des revendications précédentes combinée aux revendications 7 et 9, dans lequel la surface ajourée (15) est constituée d'une pluralité de liens souples (16), chacun des ces liens souples (16) s'étendant entre des tiges de la première sorte (12) qui le porte.

10 11) Dispositif de propulsion selon l'une quelconque des revendications précédentes combinée aux revendications 7 et 9, dans lequel la surface ajourée (15) est portée par les tiges de la première sorte (12), cette structure ajourée (15) étant telle que lorsque le dispositif (1) est en configuration déployée, la structure ajourée (15) a la forme d'un filet tendu par les tiges de la première sorte (12) et préférentiellement par la portion (5a) de structure de protection s'étendant sur le secteur angulaire (A) autour de l'axe de rotation
15 (X-X).

12) Dispositif de propulsion selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une couronne dentée (17) d'entraînement à rotation de l'hélice (4) autour de l'axe de rotation (X-X) de l'hélice 4 et une pluralité de pignons (18) chacun
20 engrené avec la couronne dentée (17) et une pluralité de moteurs (19), chacun de ces moteurs (19) étant agencé pour entraîner l'un des pignons (18) de la pluralité de pignons qui lui correspond.

13) Dispositif selon la revendication 12, dans lequel certains au moins des moteurs (19)
25 de la pluralité de moteurs sont des moteurs électriques reliés à une commande des moteurs comportant une source d'énergie électrique telle qu'une batterie ou une pile à combustible.

14) Aéronef (2), de type para-moteur (20), comportant un dispositif de propulsion (1) selon
30 l'une quelconque des revendications précédentes et comportant une voile (21) attachée par des suspentes (22) à la structure de support (3), la structure de protection (5) étant placée entre les pales (4a, 4b) de l'hélice et les suspentes (22) au moins lorsque le dispositif (1) est placé en configuration déployée.

1/4

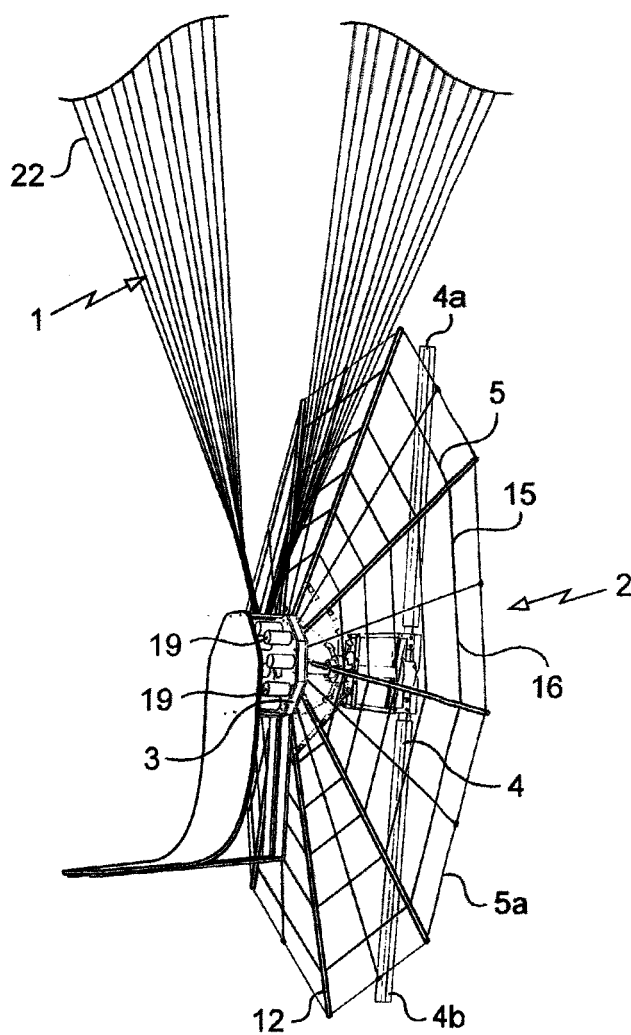
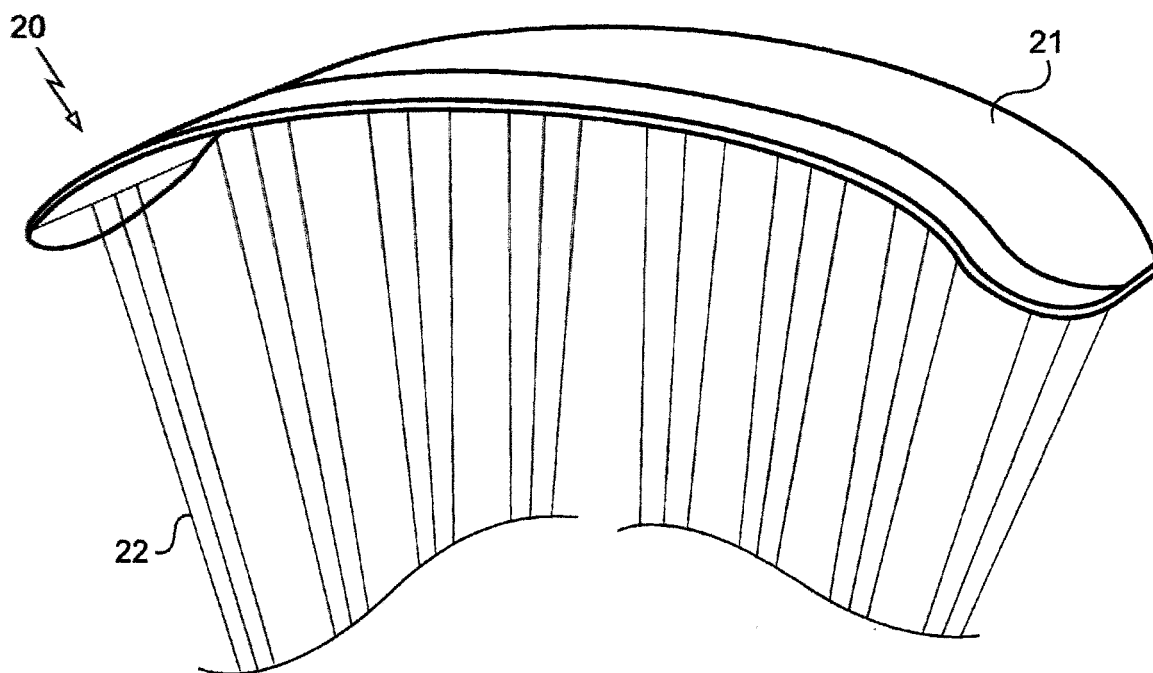


Fig. 1

2/4

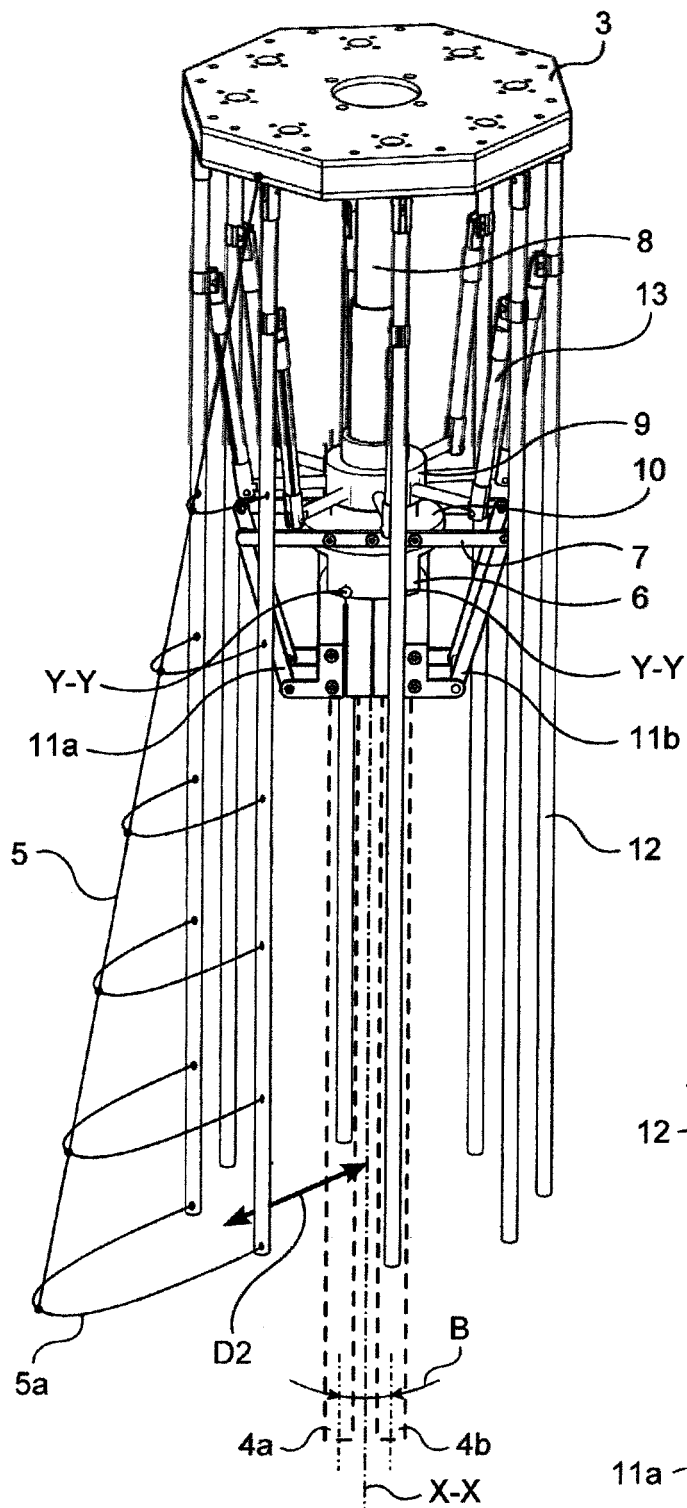


Fig. 2

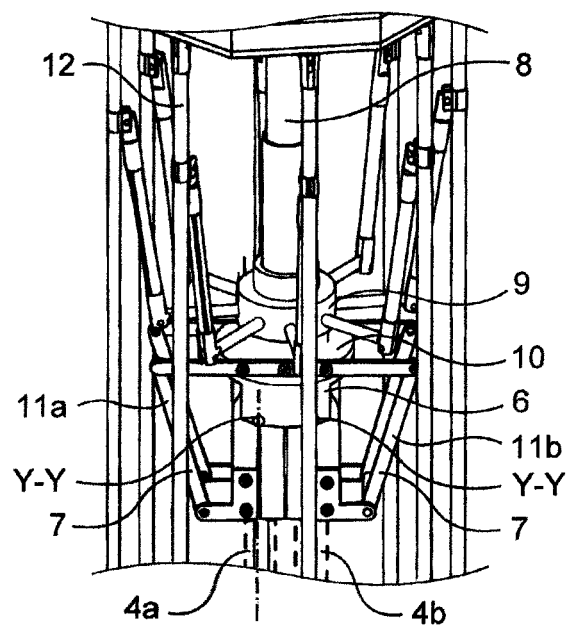


Fig. 2a

4/4

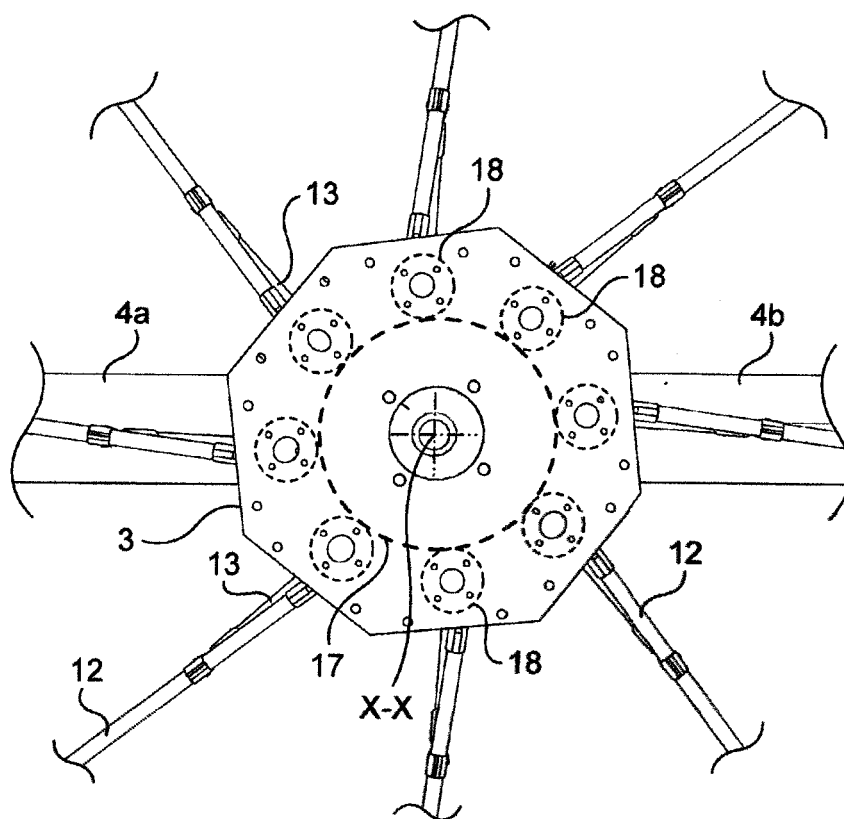


Fig. 4

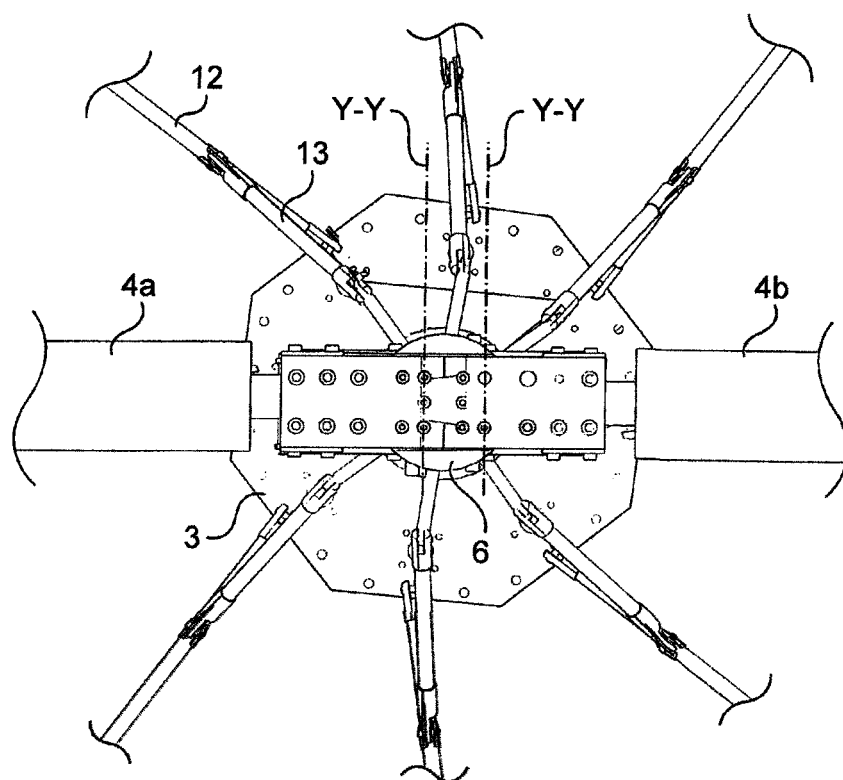


Fig. 5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 798487
FR 1401810

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	GB 2 467 137 A (SWEET-ESCOTT RUPERT JOHN BICKHAM [GB]) 28 juillet 2010 (2010-07-28) * page 2, ligne 20 - ligne 24; figures 1-3 *	1-14	B64C11/00 B64C31/036 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B64C
A	FR 2 943 622 A3 (LECOULTRE ANDRE [CH]) 1 octobre 2010 (2010-10-01) * le document en entier *	1-14	
A	DE 10 2010 001223 A1 (DITTMAR HARRI [DE]; DITTMAR JUERGEN [DE]; KISTLER MANFRED [DE]; WEHRLI) 28 juillet 2011 (2011-07-28) * page 2, alinéa 23; figures 1-3 *	1-14	
A	WO 2014/055044 A1 (SVEC MIROSLAV [SK]) 10 avril 2014 (2014-04-10) * le document en entier *	1-14	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 avril 2015		Hofmann, Udo	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1401810 FA 798487**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **13-04-2015**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2467137	A	28-07-2010	AUCUN	

FR 2943622	A3	01-10-2010	CH 700620 A2	30-09-2010
			FR 2943622 A3	01-10-2010
			WO 2010111800 A1	07-10-2010

DE 102010001223	A1	28-07-2011	AUCUN	

WO 2014055044	A1	10-04-2014	AUCUN	
