

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 478 574

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 05228

(54) **Système de retenue d'une pale de rotor d'avion à aile rotative.**

(51) **Classification internationale (Int. Cl. ³). B 64 C 27/39.**

(22) **Date de dépôt..... 16 mars 1981.**

(33) (32) (31) **Priorité revendiquée : EUA, 24 mars 1980, n° 133 015.**

(41) **Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 39 du 25-9-1981.**

(71) **Déposant : Société dite : BARRY WRIGHT CORP., résidant aux EUA.**

(72) **Invention de : Robert R. Peterson.**

(73) **Titulaire : Idem (71)**

(74) **Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.**

La présente invention se rapporte généralement à un avion à aile rotative, et plus particulièrement à un système de retenue d'une pale de rotor adapté à une utilisation dans un avion à aile rotative comme des
5 hélicoptères et des types autogyres.

Le nombre de pales que l'on a utilisé sur des rotors d'avion à aile rotative peut ne comporter qu'une seule pale à contrepoids ou autant de pales qu'une conception particulière peut le nécessiter, le plus
10 couramment entre deux et cinq pales. Les divers types de rotors comprennent les rotors articulés, les rotors à moyeu "semi-rigide" ou flottant, les rotors totalement "rigides", et les rotors à articulation flexible.

Les rotors articulés, type auquel se rapporte la
15 présente invention, sont généralement ceux où chaque pale est fixée au moyeu du rotor par un système de retenue comprenant des connexions pivotantes séparées pour chaque mouvement souhaité. Par exemple, dans un système de rotor totalement articulé typique, trois connexions séparées sont
20 prévues de façon que chaque pale puisse (1) pivoter autour d'un axe horizontal dans et hors du plan de rotation afin de produire un mouvement de "battement", (2) pivoter autour d'un axe vertical par rapport aux autres pales dans le plan de rotation afin de produire un mouvement "d'avance-retard",
25 et (3) tourner autour d'un axe dirigé radialement dans le plan de rotation afin de produire un mouvement de "tangage" ou "empenage". Ces connexions selon l'art antérieur contiennent souvent des paliers à rouleaux de précision pour permettre un mouvement pivotant de la pale autour
30 des axes d'avance-retard et de battement et la rotation autour de l'axe de tangage ou d'empenage. Simultanément, chacune de ces connexions doit restreindre un mouvement de la pale contre des forces centrifuges qui y sont imposées pour la rotation du système du rotor. La nécessité d'un
35 entretien constant ainsi que de la lubrification des paliers à rouleaux de précision ainsi que la combinaison des charges et des mouvements peuvent produire une rupture prématurée

de ces connexions.

En conséquence, les personnes étudiant les systèmes de rotor ont tourné leur attention vers des paliers en élastomère comprenant des couches alternantes et liées de matériaux rigide et élastomère pour surmonter les inconvénients de ces paliers à rouleaux de précision. Des exemples de telles conceptions sont indiqués et décrits dans les brevets U.S. N°s 3 556 673, 3 764 230, 3 778 189, 3.782 854, 3 790 302, 3 804 552, 3 862 812, 3 932 059, 3 942 910, 4 028 001, 4 028 002, 4 063 787, 4 141 664 et les références qui y sont citées. Ces types de paliers sont caractérisés par leur capacité de résister à de fortes charges de compression perpendiculaires aux couches, sans renflement excessif de l'élastomère, tandis que celui-ci est capable de subir un mouvement dû à une torsion et/ou au cisaillement. Les paliers en élastomère ne nécessitent pas non plus de lubrification, et par conséquent n'ont pas besoin de l'entretien constant que nécessitent les paliers à rouleaux de précision.

Dans la conception d'un système de retenue d'une pale de rotor utilisant des paliers en élastomère, de nombreux facteurs sont traditionnellement considérés. En plus de la conception des paliers pour retenir la pale contre la force centrifuge qui y est imposée pendant la rotation du moyeu du rotor et pour tenir compte des divers mouvements de la pale par rapport à ce moyeu, il faut également considérer, sans limitation, la fatigue des paliers dans ces conditions de charge et de mouvement, le poids et la dimension des paliers ainsi que les interconnexions de structure, le taux d'élasticité des paliers dans divers modes, et la capacité du système de retenue à supporter les charges de cisaillement de la pale. En conséquence, la conception traditionnelle des systèmes de retenue de pale de rotor utilisant des paliers en élastomère est telle que tout mouvement du rotor est entravé par tous les paliers. Par exemple, dans la conception illustrée et décrite dans le brevet U.S. N° 3 790 302, les paliers sont

- étudiés pour produire une contrainte distribuée de moment. Plus particulièrement, tout mouvement de la pale et de son moyen de serrage est retenu par une combinaison des divers paliers représentés. Pour cette raison, des paliers
- 5 sphériques sont typiquement utilisés dans de telles conceptions. En prévoyant des conceptions d'une contrainte de moment distribué, bien que la conception puisse être moins sensible à la fatigue, on rencontre plusieurs inconvénients. D'une part, comme chaque palier tient
- 10 compte de plus d'un type de mouvement, il faut apporter des sacrifices à la conception de chaque palier dans la retenue d'un mouvement afin de tenir compte de la retenue d'un autre mouvement. Par exemple, dans le brevet U.S. N° 3 862 812 est révélée une conception pour une tête de
- 15 rotor en élastomère totalement articulé utilisant un palier sphérique pour tenir compte, dans un élément de palier, du battement, de l'avance-retard et du tangage. Dans d'autres conceptions est utilisé un palier séparé de
- 20 poussée supportant une partie du mouvement de tangage et l'avance-retard et le battement sont toujours supportés par une seule section de palier sphérique. La section sphérique est typiquement assez grande parce qu'elle doit tenir compte à la fois du battement, de l'avance-retard
- 25 et d'une partie du tangage. Par ailleurs, en déterminant un palier de façon qu'il tienne compte de différents types de mouvements, on sacrifie une partie de l'espace ou de la durée de vie du palier, car on ne peut étudier le système en tenant compte des deux.
- 30 Certains de ces systèmes présentent un autre inconvénient parce que, du fait de la nature de la conception, il est nécessaire d'incorporer, dans la conception, des mécanismes de pliage des pales qui sont des mécanismes lourds et complexes des têtes de rotor à plusieurs pales.
- 35 Par exemple, on peut voir le brevet U.S. N° 4 028 001.

La présente invention a par conséquent pour objet de surmonter ou de réduire sensiblement les problèmes inhérents à l'art antérieur.

La présente invention a pour autre objet un palier en élastomère séparé pour chacun des trois mouvements angulaires dans une tête de rotor totalement articulé .

La présente invention a pour autre objet la
5 conception d'un ensemble d'une tête de rotor totalement articulé , où chaque palier en élastomère est étudié pour être déterminé pour tenir compte d'un seul mouvement angulaire autour de son axe, permettant une durée maximum de vie avec une dimension et un poids minimum.

10 La présente invention a pour autre objet un système de retenue d'une pale donnant une conception moins coûteuse, où chaque palier en élastomère est indépendant de tout le système et peut être remplacé sur un concept modulaire, ce qui réduit encore le prix.

15 La présente invention a encore pour autre objet un palier séparé pour chacun des trois mouvements angulaires dans une tête de rotor totalement articulé, avec le palier en élastomère de pivotement d'avance-retard conçu pour permettre aux pales d'être pliées, pour garer, éliminant
20 ainsi les mécanismes complexes et lourds selon l'art antérieur de pliage des têtes à plusieurs pales.

Les objectifs ci-dessus et d'autres encore sont atteints par un système de retenue de pale à utiliser dans une tête de rotor totalement articulé d'un avion à aile
25 rotative, le système comprenant un palier en élastomère séparé pour chacun des trois mouvements angulaires. Dans le système préféré, tous les mouvements sont retenus par de simples paliers non-sphériques.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts,
30 caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention
35 et dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'une vue de dessus du plan de rotation du type de tête de rotor totalement

articulé auquel se rapporte la présente invention;

- la figure 2 est une vue en coupe transversale du système de retenue de la pale de la figure 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention;

5 - la figure 3 est une vue en coupe transversale faite suivant la ligne 3-3 de la figure 2;

- la figure 4 est une vue en coupe transversale partielle faite suivant la ligne 4-4 de la figure 2 (avec une rotation de 90°);

10 - la figure 5 est une vue en coupe transversale d'un système de retenue d'une pale de la figure 1, selon un second mode de réalisation de l'invention;

- la figure 6 est une vue en coupe transversale d'un système de retenue d'une pale de la figure 1 selon
15 un troisième mode de réalisation de la présente invention;

- la figure 7 est une vue en coupe transversale d'un système de retenue d'une pale selon la figure 1, selon un quatrième mode de réalisation de l'invention;

- la figure 8 est une vue en coupe transversale
20 d'un système de retenue d'une pale de la figure 1 selon un cinquième mode de réalisation de l'invention;

- la figure 9 est une vue en coupe transversale d'un système de retenue d'une pale de la figure 1 selon un sixième mode de réalisation de l'invention; et

25 - la figure 10 est une vue en coupe transversale d'un système de retenue d'une pale de la figure 1 selon un septième mode de réalisation de l'invention.

Sur les dessins, les mêmes repères sont utilisés pour indiquer des pièces semblables.

30 En se référant aux dessins, la présente invention est particulièrement adaptée à une utilisation avec un type d'ensemble de tête de rotor totalement articulé qui est schématiquement représenté et généralement désigné en 10 sur la figure 1. L'ensemble 10 est illustré comme
35 un système de rotor à trois pales bien que le nombre de pales puisse varier. En général, l'ensemble 10 comprend une tête de rotor 12 rotative autour d'un axe central 14,

des pales 16 (une seule étant représentée sur la figure 1), un système de retenue 18 de la pale pour relier chaque pale à la tête 12 afin que chaque pale 16 soit rotative autour de l'axe central 14, un mécanisme de contrôle du tangage 20 et un moyen d'amortissement mécanique 22.

Le système de retenue 18 relie généralement une pale 16 à la tête de rotor 12. En particulier, le système 18 comprend un accouplement 24 pour relier le système à la tête 12 et un accouplement généralement indiqué en 26 pour relier le système à la pale 16. L'accouplement 24 est d'un type permettant à la pale 16 de pivoter autour de l'axe de battement 28 dans et hors du plan de rotation et de l'axe d'avance-retard 30, ce dernier étant orthogonal à l'axe de battement 28 et au plan de rotation et par conséquent perpendiculaire au plan représenté sur la figure 1. L'accouplement 24 est illustré comme un joint universel du type "cardan simple", et ainsi les axes 28 et 30 se coupent. Alternativement, l'accouplement 24 peut comprendre des articulations séparées et décalées pour définir des axes décalés de battement et d'avance-retard. La pale 16 illustrée comporte un arbre 32 qui est monté par rapport à l'accouplement 26 et ainsi au système de retenue 18 afin que la pale puisse tourner au moins sur une étendue limitée autour de l'axe 34 de tangage ou d'empannage. L'axe de tangage 34 est orthogonal et coupe chacun des axes de battement et d'avance-retard, que l'accouplement 24 soit étudié de façon que ces derniers axes se coupent ou non. En général, comme on le sait bien, le mécanisme 20 de contrôle du tangage contrôle le tangage de la pale 16 en faisant tourner celle-ci autour du l'axe 34 tandis qu'elle tourne autour de l'axe central 14, tandis que le moyen d'amortissement 22 empêche une résonance de se produire. Le système 18 qui vient d'être décrit est indiqué dans "Introduction to Helicopter Analysis and Design" de Dr. Henry R. Velkoff, Professeur d'Ingénierie Mécanique à l'Université de l'Etat de Ohio, Etats-Unis d'Amérique, pages 15 et 16.

Selon la présente invention, le système de retenue 18 est pourvu de : (1) un moyen formant palier en élastomère pour supporter en cisaillement sensiblement tout le mouvement de battement de la pale 16 autour de l'axe de battement 28; (2) un moyen formant palier en élastomère d'avance-retard séparé du moyen formant palier de battement pour supporter, en cisaillement, sensiblement tout le mouvement d'avance-retard de la pale 16 autour de l'axe 30 d'avance-retard; et (3) un moyen formant palier de tangage et de poussée, séparé des moyens formant paliers de battement et d'avance-retard, pour supporter en cisaillement sensiblement tout le mouvement de tangage de la pale 16 autour de l'axe de tangage 34. Tous les moyens formant paliers en élastomère supportent des charges centrifuges produites par la rotation de la pale 16 autour de l'axe central 14, sensiblement totalement en compression. En concevant le système de retenue 18 de cette façon, chaque moyen formant palier en élastomère peut être conçu de façon optimale et déterminé pour supporter le mouvement respectif en cisaillement, offrant un plus grand contrôle et permettant ainsi d'obtenir une meilleure conception aérodynamique tout en obtenant les bénéfices des paliers en élastomère.

En se référant aux figures 2 à 10 des dessins, comme cela est préférable, tous les modes de réalisation représentés sont pourvus de paliers non-sphériques, et on utilise de préférence en particulier des unités formant paliers en élastomère de couches alternantes et liées en matériaux élastomère et non-extensible (comme du caoutchouc et du métal, respectivement), l'unité formant palier ayant une construction géométrique simple, telle que cylindrique, tronconique ou plate, ou toute combinaison de ces formes, ces unités sont donc peu coûteuses et peuvent facilement être fabriquées et remplacées sur une base modulaire. De préférence, les unités formant paliers de battement et d'avance-retard sont au moins partiellement du type cylindrique tandis que le palier de tangage est soit du type cylindrique, tronconique, plat ou une combinaison de

deux ou plusieurs de ces types.

En se référant aux figures 2 à 4, le mode de réalisation représenté comprend généralement un système de retenue 40A d'une pale de rotor pour relier la tête de rotor 12 et la pale 16. Plus particulièrement, la tête de rotor 12 comprend une fourche 42, cette dernière ayant deux protubérances 44. Les protubérances 44 comprennent des ouvertures respectives 46, disposées coaxialement l'une par rapport à l'autre, ainsi qu'à l'axe d'avance-retard 30.

La pale 16 comprend un arbre 32 qui se termine par une extrémité d'accouplement 48. Cette dernière a de préférence la forme d'une section cylindrique et creuse 50, dont l'extrémité interne est pourvue d'une bride 52 annulaire et s'étendant radialement vers l'intérieur (formée, par exemple, par une plaque annulaire 51 avantageusement reliée à la section 50 par des boulons 53) qui définit (1) un épaulement annulaire 54 sur le côté externe de la bride et (2) une ouverture 56 de diamètre réduit. L'extrémité externe de la section 50 s'effile comme une partie conique 58, jusqu'à l'arbre 32 de la pale 16.

Le système de retenue 40A de la figure 2 comprend un arbre 60 d'appui de la charge, dont l'axe central est aligné avec l'axe de tangage 34 quand il est bien relié à la pale comme cela est illustré. L'arbre 60 a, au moins en sa partie centrale traversant l'ouverture 56, une dimension en coupe transversale inférieure à la dimension en coupe transversale minimum de l'ouverture 56, ainsi cet arbre s'adapte facilement et peut avoir un mouvement limité dans l'ouverture. L'arbre 60 a, à son extrémité externe, une bride annulaire externe 62 s'étendant radialement (formée, par exemple, comme cela est illustré, en fixant une bague annulaire sur l'extrémité filetée de l'arbre 60) disposée afin de définir un épaulement annulaire 64 faisant face à l'épaulement 54 de la bride 52, et dans la section 50 de la pale 16 à son extrémité interne, une fourche 66 pour connexion à l'organe d'accouplement 68.

La bride 62 est de préférence dimensionnée de façon à avoir une dimension radiale maximum plus grande que celle de l'ouverture 56 et plus petite que les dimensions externes de la cavité cylindrique et creuse formée par la section 50. La fourche 66 (que l'on peut mieux voir sur la figure 4) comprend deux protubérances 70 ayant des ouvertures respectives 72 coaxialement alignées l'une avec l'autre et avec l'axe de battement 28.

L'organe d'accouplement 68 est de préférence du type formant, avec les fourches 42 et 66, un accouplement universel à cardan simple. En conséquence, l'organe 68 est une traverse ayant une barre verticale 74 pouvant être montée à ses extrémités opposées dans les ouvertures 46 coaxialement avec l'axe d'avance-retard 30 et une barre horizontale 76 intégralement jointe à la barre 74 et pouvant être montée à ses extrémités opposées dans les ouvertures 72 coaxialement avec l'axe de battement 28. Les parties des barres 74 et 76 disposées dans les ouvertures respectives 46 et 72, ainsi que celles-ci, sont de préférence de coupe transversale cylindrique, le diamètre en coupe transversale de chaque partie d'une barre étant suffisamment plus petit que l'ouverture respective afin de recevoir en relation d'ajustement serré, une unité formant palier cylindrique 78. Chaque unité 78 a un axe de révolution aligné avec les axes respectifs de battement et d'avance-retard et elle comprend des couches alternantes et liées 80 et 82, respectivement, en un matériau élastomère et un matériau non-extensible, la conception de chaque unité, comme le nombre de couches, le duromètre du matériau élastomère de chaque couche, l'épaisseur de chaque couche et autres, dépendant des charges et mouvements particuliers attendus. En particulier, les unités d'appui 78A montées dans les deux ouvertures 46 sont de préférence identiques l'une à l'autre et sont de façon optimale, conçues pour retenir le mouvement de la pale 16 autour de l'axe d'avance-retard 30 en supportant ce mouvement en cisaillement. D'une façon analogue, les unités 78B montées dans les deux

ouvertures 72 sont de préférence identiques l'une à l'autre et sont de façon optimale conçues pour retenir le mouvement de la pale 16 autour de l'axe de battement 28 et porter ce mouvement en cisaillement . On notera que l'unité 78A n'est sensiblement pas affectée par le mouvement de battement tandis que l'unité 78B n'est sensiblement pas affectée par le mouvement d'avance-retard.

Le mouvement de tangage, c'est-à-dire la rotation de la pale 16 autour de l'axe 34, est permis par l'unité formant palier 84A qui relie la pale 16 à l'arbre 60. Plus particulièrement, dans le mode de réalisation de la figure 2, l'unité 84A comprend des couches alternées et collées annulaires et plates 86 et 88, respectivement en matériaux élastomère et non-extensible, ayant chacune un axe de révolution coaxialement aligné avec l'autre, ainsi qu'avec l'axe 34 et qui sont disposées entre l'épaule 54 de la bride 52 et l'épaule 64 de la bride 62 de l'arbre 60 en y étant fixées de façon appropriée (par exemple, au moyen de boulons 83). L'unité 84A est conçue de façon optimale pour supporter en cisaillement tout le mouvement de tangage de la pale 16 autour de l'axe 32, tout en étant sensiblement non affectée par tout mouvement d'avance-retard ou de battement.

Toutes les unités 78A, 78B et 84A supportent également en compression toutes les charges de poussée créées par les forces centrifuges résultant de la rotation de la pale 16 autour de l'axe central 14. Ainsi, chacune des unités 78A, 78B et 84A formant paliers de battement, d'avance-retard et de tangage, respectivement, peut être conçue de façon optimale pour le mouvement respectif tout en supportant les charges de compression résultant de la poussée.

Le mode de réalisation de la figure 5 est identique à celui de la figure 2 à l'exception que le système de retenue 40B d'une pale est modifié en remplaçant l'unité formant palier annulaire et plate 84A de tangage par une combinaison d'une unité annulaire plate et cylindrique 84B.

L'unité combinée 84B contient généralement des couches alternées et collées 90 et 92 , respectivement, en matériaux élastomère et non-extensible, chaque couche ayant une partie cylindrique et une partie formant bride annulaire
5 dirigée radialement vers l'extérieur, à l'extrémité externe de l'unité. Les parties cylindriques des couches, généralement indiquées en 96, empêchent un mouvement relatif important entre les axes centraux de l'arbre 60 et de l'arbre 32. Les parties cylindriques 96 sont fixées dans
10 une ouverture 56 entre l'arbre 60 et le bord interne de la bride 52 de la section 50 de la pale 16, tandis que les parties formant brides, généralement indiquées en 94, des couches de l'unité 84B, sont fixées entre l'épaule 54 de la bride 52 de la section 50 et l'épaule 64 formé
15 par la bride 62 de l'arbre 60. L'unité 84B peut être maintenue en place par tout moyen approprié, comme des boulons 98, ces derniers traversant la bride 62 et étant fixés aux parties formant brides 94 de l'unité formant palier. Les couches de l'unité combinée 84B ont un axe de
20 révolution qui est coaxial avec l'axe de tangage 34, ainsi les couches (les deux parties 94 et 96) supportent en cisaillement sensiblement tout le mouvement de la pale 16 autour de l'axe 34 de tangage, tandis que les parties annulaires plates 94 des couches supportent en compression
25 la poussée résultant des forces centrifuges tandis que la pale 16 tourne autour de l'axe central 14.

En se référant à la figure 6, le mode de réalisation qui y est représenté est une modification de celui de la figure 2. En particulier, le système 40C de retenue d'une
30 pale est identique au système 40A à l'exception que l'arbre 60 est pourvu , à l'extérieur, d'une extension d'arbre venant de matière 100, tandis que la partie conique 58 est pourvue d'un contre-alésage 102 pour recevoir l'extrémité de l'extension 100. Le diamètre interne du
35 contre-alésage 102 est plus grand que le diamètre externe de l'extension 100, ainsi une unité formant palier de tangage en élastomère cylindrique supplémentaire 104 peut

être disposée très serrée dans le contre-alésage 102
autour de l'extension 100 coaxialement avec l'axe de
tangage 34. L'unité 104 se compose de préférence de couches
cylindriques alternantes et collées en matériaux élastomère
5 et non-extensible ayant un axe de révolution aligné avec
l'axe 34. Les deux unités 84A et 104 sont adaptées à
supporter, en cisaillement, tout le mouvement de tangage
tandis que l'unité 104 empêche également tout mouvement
relatif appréciable entre l'axe de l'arbre 32 et l'axe
10 central de l'arbre 60 et de l'extension 100. De plus, du
fait de la plus forte résistance à la compression qu'au
cisaillement, tout mouvement d'avance-retard ou de battement
sera toujours sensiblement supporté en cisaillement par
les unités formant paliers respectifs 78A et 78B, respec-
15 tivement.

En se référant au système de retenue 40D illustré
sur la figure 7, il est modifié par rapport à celui de la
figure 6 parce qu'une unité formant palier 84D tronconique
remplace l'unité formant palier annulaire et plat 84A.
20 Le sommet de l'unité 84D est relié vers l'intérieur, à
l'épaulement 54 de la bride 52 de la section 50 et la
base de l'unité 84D est reliée vers l'extérieur à
l'épaulement 64 de la bride 62 de l'arbre 60, par tout
moyen approprié comme des boulons 98 traversant les brides
25 respectives et maintenant l'unité. L'unité conique 84D
comprend généralement des couches alternées et collées de
forme tronconique en matériaux élastomère et non-extensible
ayant un axe commun de révolution, en alignement avec
l'axe de tangage 34. L'unité 84D supporte ainsi en cisail-
30 lement sensiblement tout le mouvement de la pale 16 autour
de son axe de tangage 34. L'unité 84D supporte également
en compression les charges de poussée résultant des
forces centrifuges tandis que la pale 16 tourne autour de
l'axe central 14.

35 Sur la figure 8, le mode de réalisation de la
figure 7 est modifié en remplaçant l'unité formant palier
cylindrique de tangage 104 par une unité formant palier

tronconique 106. Plus particulièrement, une bride interne supplémentaire dirigée radialement vers l'intérieur 108 (définissant une ouverture 110 de diamètre réduit et un épaulement annulaire 112 à son côté externe), est prévue dans la section creuse 50 de la pale 16 et l'extension 100 de l'arbre traverse l'ouverture 110 et est pourvue d'une bride supplémentaire 114 annulaire et dirigée radialement vers l'extérieur, à son extrémité externe, qui définit un épaulement 116 faisant face à l'épaulement 112 de la bride 108. L'unité tronconique 106 est fixée par tout moyen approprié comme des boulons 98, entre et aux épaulements 112 et 116, la base de l'unité étant adjacente à l'épaulement 112 et son sommet à l'épaulement 116. L'axe central de révolution défini par l'unité tronconique 106 est coaxial avec l'axe de tangage 34. Les deux unités tronconiques 84D et 106 portent en cisaillement sensiblement tout le mouvement de rotation de la pale 16 autour de l'axe de tangage 34 tandis qu'elles portent toutes deux en compression la poussée attribuée aux forces centrifuges tandis que la pale 16 tourne autour de l'axe central 14. L'angle conique interne de l'unité 84D est opposé à celui de l'unité 106, ainsi, dans le plan, des réactions de moment ne provoquent pas de charge le long de l'axe de l'arbre 60.

Bien que l'unité conique 84D des figures 7 et 8 soit illustrée sur ces deux figures comme étant orientée avec son sommet faisant face vers l'intérieur, et que l'unité 106 de la figure 8 soit illustrée comme étant orientée avec son sommet faisant face vers l'extérieur, ces unités peuvent être inversées. Ainsi, l'unité conique 84D des figures 7 et 8 peut être orientée avec son sommet tourné vers l'extérieur et le sommet de l'unité 106 de la figure 8 peut être orienté avec son sommet tourné vers l'intérieur.

Les figures 2 à 8 montrent des modes de réalisation où diverses unités formant paliers de poussée et radial (c'est-à-dire les unités formant paliers de tangage 84A, 84B,

84D, l'unité cylindrique 104 et l'unité tronconique 106) sont utilisées. En plus des modifications décrites et illustrées, d'autres modifications peuvent être apportées sans s'écarter du cadre de l'invention. De plus, des variations peuvent être apportées aux unités formant paliers de battement et d'avance-retard. Par exemple, comme on peut le voir sur la figure 9, le système de retenue 40F d'une pale est identique au système 40A de la figure 2, à l'exception qu'une unité formant palier cylindrique et annulaire plat combinée 118 remplace chacune des unités formant paliers cylindriques de battement 78A et/ou chacune des unités formant paliers cylindriques d'avance-retard 78B. En particulier, chaque unité combinée 118 comprend généralement des couches alternées et collées 120 et 122, respectivement en matériaux élastomère et non-extensible, chaque couche ayant une partie cylindrique et une partie formant bride annulaire dirigée radialement vers l'extérieur à la position radiale la plus externe à partir de l'intersection des axes de battement et d'avance-retard. Les parties cylindriques, généralement indiquées en 124, des couches de l'unité formant palier sont fixées dans les ouvertures 46 et/ou les ouvertures 72 tandis que les parties annulaires et plates, généralement indiquées en 126, des couches des unités formant paliers sont placées adjacentes à la surface radialement externe des protubérances respectives 44 et 70. Les couches de l'unité combinée ont un axe central qui est coaxial avec les axes respectifs de battement et d'avance-retard, ainsi les couches particulières des parties cylindriques 124 et des parties annulaires et plates 126 reçoivent, en cisaillement, sensiblement tout le mouvement de la pale 16 autour des axes correspondants de battement et d'avance-retard 28 et 30.

Alternativement, le système de retenue peut être modifié comme cela est représenté sur la figure 10 en 40 G. En particulier, dans le système de retenue 40A de la figure 2, on utilise un organe d'accouplement 68 du type à joint de

cardan simple , où les axes de battement et d'avance-retard sont mutuellement orthogonaux l'un à l'autre ainsi qu'à l'axe de tangage 34. Alternativement, l'organe d'accouplement peut être configuré comme cela est représenté sur la figure 10, les barres 74A et 76A de traverse étant décalées l'une de l'autre et les axes de battement et d'avance-retard étant décalés l'un de l'autre le long de l'axe de tangage 34.

La présente invention a été décrite selon les divers modes de réalisation représentés sur les figures 2 à 10. La configuration particulière du système de retenue dépendra des nécessités particulières devant être remplies. Cependant, en prévoyant une unité formant palier en élastomère non-sphérique séparée pour chacun des trois mouvements angulaires correspondants dans une tête de rotor totalement articulée , chaque unité peut être conçue de façon optimale et cependant de façon peu coûteuse pour le mouvement particulier donnant le meilleur contrôle, la meilleure durée de vie avec une dimension et un poids minimum, et peut être remplacée sur un concept modulaire, ce qui réduit encore le prix. Par ailleurs, en utilisant de simples unités formant paliers non-sphériques, les pales peuvent être facilement rendues pliables, pour garer et stocker, éliminant ainsi les mécanismes complexes et lourds de pliage des têtes à plusieurs pales selon l'art antérieur. En particulier, à titre d'exemple, comme cela est représenté sur la figure 10, la barre verticale 74A peut être retirée, permettant à la pale 16 de tourner autour de l'axe de battement 28 jusqu'à sa position repliée.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

R E V E N D I C A T I O N S

1.- Système de retenue d'une pale de rotor dans une tête de rotor totalement articulé d'un avion à aile rotative du type ayant une tête de rotor rotative autour d'un axe central et au moins une pale, ledit système reliant ladite tête à ladite pale, caractérisé en ce qu'il comprend:
un moyen de retenue comprenant (1) un moyen formant palier en élastomère de battement (78B) pour porter, en cisaillement, tout le mouvement de battement de ladite pale autour de son axe de battement, (2) un moyen formant palier d'avance-retard en élastomère (78A), séparé dudit moyen formant palier de battement, pour porter en cisaillement sensiblement tout le mouvement d'avance-retard de ladite pale autour de son axe d'avance-retard, et (3) un moyen formant palier de tangage en élastomère (84A), séparé desdits moyens formant paliers de battement et d'avance-retard, pour porter en cisaillement sensiblement tout le mouvement de tangage de ladite pale autour de son axe de tangage; tous lesdits moyens formant paliers en élastomère portant des forces centrifuges produites par la rotation de ladite pale (16) autour de l'axe central (14), sensiblement totalement en compression.

2.- Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque moyen formant palier précité comprend une unité formant palier non-sphérique de couches alternées en matériaux élastomère et non-extensible.

3.- Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'axe de battement précité (28) , l'axe d'avance-retard précité (30) et l'axe de tangage précité (34) sont mutuellement orthogonaux les uns aux autres, se coupant en un point tel que le moyen formant palier de battement (78B) et le moyen formant palier d'avance-retard (78A) forment un accouplement universel entre la tête de rotor précitée et ledit système.

4.- système selon la revendication 2, caractérisé

en ce que l'axe de battement précité et l'axe d'avance-retard précité sont orthogonaux à l'axe de tangage précité et décalés l'un de l'autre.

5 5.- Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen formant palier de battement (78B) précité et le moyen formant palier d'avance-retard (78A) précité comprennent chacun deux unités formant paliers en élastomère cylindriques, chaque unité ayant un axe de révolution aligné avec l'axe correspondant de battement
10 ou d'avance-retard.

6.- Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen formant palier de battement précité et le moyen formant palier d'avance-retard précité comprennent chacun deux unités formant paliers cylindriques et
15 annulaires et plats combinées, chacune desdites unités ayant un axe de révolution aligné avec celui des axes de battement et d'avance-retard correspondants.

7.- Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen formant palier de tangage en élastomère
20 comprend une unité formant palier annulaire et plat (84A) de couches annulaires plates et alternées (86, 88) de matériaux élastomère et non-extensible, lesdites couches ayant un axe de révolution coïncidant avec l'axe de tangage.

25 8.- Système selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un arbre (60) portant les charges et un organe d'accouplement (24) pour relier une extrémité dudit arbre à la tête de rotor précitée, la pale (16) précitée comprenant une partie extrême creuse
30 (50) à une extrémité, ayant une bride annulaire dirigée radialement vers l'intérieur (52) définissant une ouverture (56) à ladite extrémité et un premier épaulement annulaire (54) dans ladite partie extrême creuse, ledit arbre traversant ladite ouverture et ayant une bride annulaire et
35 dirigée radialement vers l'extérieur (62) définissant un second épaulement annulaire (64) à l'extérieur et faisant face audit premier épaulement, le moyen formant palier de

tangage étant relié audit arbre et à ladite pale entre lesdits premier et second épaulement annulaires.

5 9.- Système selon l'une quelconque des revendications 2 ou 8, caractérisé en ce que le moyen formant palier en élastomère de tangage précité comprend une unité formant palier cylindrique et plate et annulaire combinée (84B) de couches alternées (90, 92) en matériaux élastomère et non-extensible, lesdites couches ayant un axe de révolution aligné avec l'axe de tangage et comprennent une partie
10 cylindrique (96) et une partie annulaire et plate (94) de façon que lesdites parties portent en cisaillement, le mouvement de ladite pale autour de l'axe de tangage, et ladite partie cylindrique porte en compression les charges centrifuges.

15 10.- Système selon l'une quelconque des revendications 2 ou 8, caractérisé en ce que le moyen formant palier en élastomère de tangage (84D) comprend au moins une unité formant palier tronconique ayant un axe de révolution coïncidant avec l'axe de tangage.

20 11.- Système selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'unité tronconique (84D) précité comprend des couches tronconiques alternées en matériaux élastomère et non extensible, et comprend un sommet et une base, ladite unité reliant ledit système à la pale, ledit sommet étant
25 vers l'intérieur.

12.- Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que le moyen formant palier de tangage comprend une seconde unité formant palier (104) pour accouplement de la pale précité audit système.

30 13.- Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'arbre précité comporte une extension (100) vers l'extérieur de la bride annulaire et dirigée radialement vers l'extérieur précité, et en ce que le moyen formant palier de tangage comprend une seconde unité formant palier
35 (104) pour relier ladite extension de l'arbre à la pale précité.

14.- Système selon l'une quelconque des revendications

11 ou 13, caractérisé en ce que la seconde unité formant palier précité comprend des couches cylindriques et alternées de matériaux élastomère et non-extensible, lesdites couches ayant un axe de révolution coïncidant avec l'axe de tangage afin de porter, en cisaillement, le mouvement de la pale autour dudit axe de tangage.

15 15.- Système selon la revendication 12, caractérisé en ce que la seconde unité formant palier précitée est une unité tronconique (106) comprenant des couches alternées
10 de matériaux élastomère et non-extensible, lesdites couches ayant un axe de révolution coïncidant avec l'axe de tangage, ladite unité tronconique ayant une extrémité formant sommet et une extrémité formant base, ledit sommet étant vers l'extérieur par rapport à ladite base.

15 16.- Système selon la revendication 13, caractérisé en ce que la partie creuse (50) précitée de la pale précitée comporte une seconde bride annulaire dirigée radialement vers l'intérieur (108) qui est radialement espacée vers l'extérieur de la première bride annulaire dirigée radialement vers l'intérieur, et qui définit une seconde ouverture
20 (110) et un troisième épaulement annulaire (112) dans ladite partie extrême creuse, l'extension précité de l'arbre traversant ladite seconde ouverture et ayant une seconde bride annulaire et s'étendant radialement vers l'extérieur
25 (114) définissant un quatrième épaulement annulaire (116) à l'extérieur et faisant face audit troisième épaulement annulaire, ainsi ladite seconde unité formant palier est reliée entre lesdits troisième et quatrième épaulements.

17.- Système selon la revendication 16, caractérisé
30 en ce que la seconde unité formant palier précité est une unité tronconique (106) comprenant des couches alternées de matériaux élastomère et non-extensible et ayant une extrémité formant sommet et une extrémité formant base, ladite extrémité formant sommet étant vers l'extérieur par
35 rapport à ladite extrémité formant base.

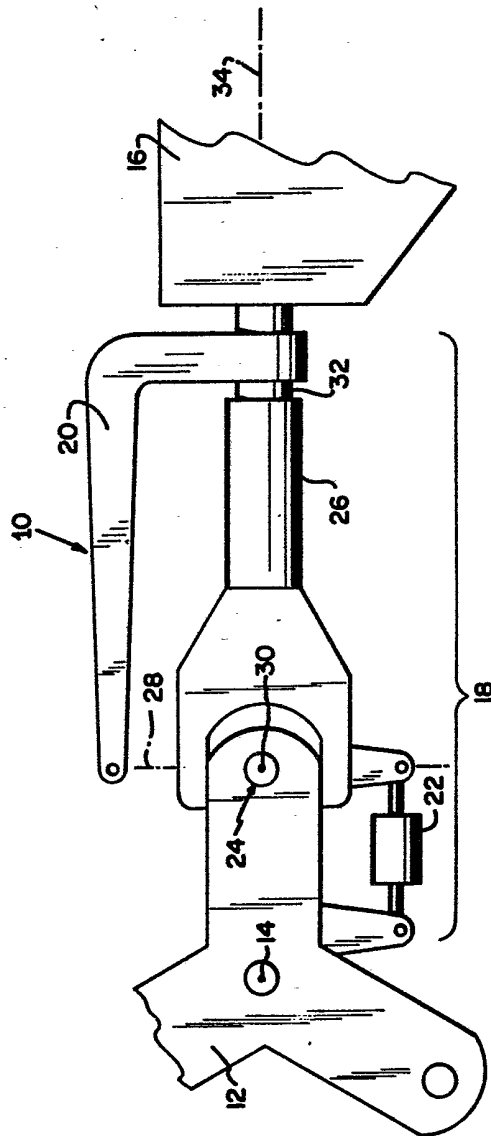


FIG. 1

