

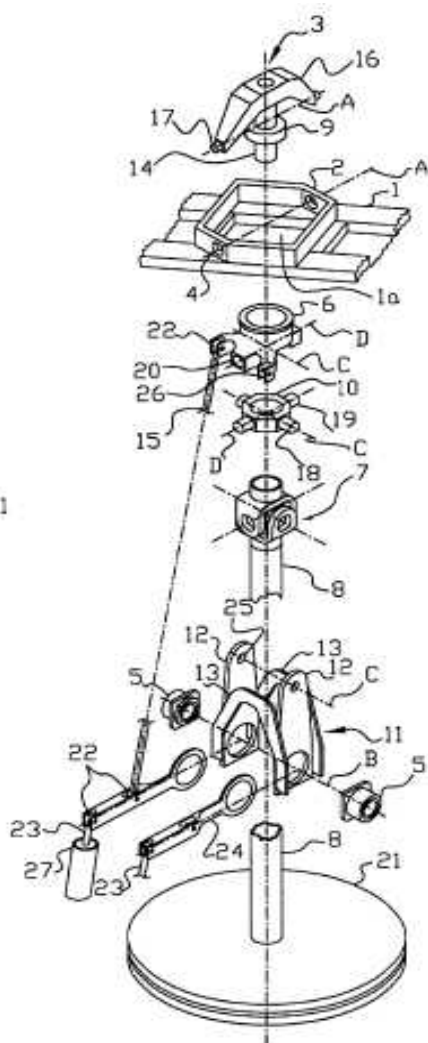
## **TETE ROTOR POUR AERONEF A VOILURE TOURNANTE**

*Traduction et adaptation française à contrôler par « Carter aviation »*

### **RESUME**

Un ensemble rotor à poutre flexible pour aéronef se compose :

Fig. 1 – Vue isométrique éclatée de la tête rotor objet de l'invention (pour mécanisme de commande de pas collectif non représenté, voir brevet « pale »).



- d'un longeron rotor (1) avec axe de rotation en battement (A) et avec évidement pour le passage de l'axe de rotation (8) rotor ;
- d'une broche (3) fixée sur l'axe de rotation rotor (8) et permettant via l'axe (A) le battement du longeron rotor ; l'axe de battement (A) est au-dessus du longeron rotor ;
- d'une monture (6) à double bascule (C, D) solidaire de l'aéronef ; la double bascule située à hauteur de l'évidement (1a) dans le longeron rotor (1) permet le basculement en roulis (D - gauche, droite) et en tangage (C - avant, arrière) en fonction de l'action du pilote sur le manche ; les deux axes de bascule (C, D) sont situés dans le même plan sous l'axe de battement (A) et au-dessus d'un cardan (7) ;
- d'un pylône (11) support de la monture (6) à double bascule, également solidaire de l'aéronef, pouvant basculer en tangage par rapport au fuselage pour absorber les vibrations causées par le mouvement en avant de l'aéronef ;
- d'un cardan (7), à hauteur du bas du pylône, assurant la liaison mécanique entre la poulie de pré-lancement (21) et le fuseau (16) portant en battement le longeron rotor (1) ;
- d'une paire de bras (24) actionnant en tangage (C) la monture (6) à double bascule ;
- d'une paire de tiges poussoirs (15) assurant la liaison entre les bras (24) et la monture (6) à double bascule.

Le pylône, la monture à double bascule, les tiges poussoirs et les bras forment un parallélogramme qui permet à la monture à double bascule de se déplacer automatiquement en avant et en arrière pour absorber les vibrations sans changer l'inclinaison en tangage de la tête rotor.

## **DOMAINE TECHNIQUE**

L'invention porte sur une tête rotor améliorée destinée à un aéronef à voilure tournante.

### **ETAT DE L'ART**

La technologie de base concernant la tête rotor a été développée dans les années 1930 pour les autogires. Les premières têtes consistaient en une broche inclinable où les axes de rotation commandaient la direction de la portance. La broche inclinable est le type le plus simple de tête rotor mais à cette époque il n'existe pas de moyens de réduire la distance existant en virage entre les verticales passant par le centre de portance et le centre de gravité rotor.

Cette distance importante est la cause de vibrations qui sont ressenties par le pilote lorsque le rotor se met à battre.

Le brevet US No 4,115,031 décrit en détail une tête rotor à axe de battement surbaissé. Cette méthode qui place l'axe de battement contre le centre de gravité rotor réduit les vibrations de battement ressenties par le pilote.

Aucune des techniques anciennes utilisées n'essaye de réduire la distance existant en virage entre les verticales passant par le centre de portance et le centre de gravité rotor. Elles ne permettent donc pas d'utiliser une broche inclinable sur des aéronefs lourds à cause d'un effort au manche trop important à réaliser par le pilote.

C'est pour cette raison majeure que les hélicoptères modernes utilisent une tête rotor de type plateau oscillant pour changer cycliquement le pas des pales ; ce dispositif ne nécessite pas un effort trop importante au manche.

Le brevet US No 5,304,036 décrit un contrôle continu de pas collectif pour un rotor bipale à battement d'autogire. Dès 1939, l'autogire Kellett XR-3 utilise ce contrôle continu de pas collectif. Son rotor est à 3 pales, comme tous ceux de l'époque.

En 1947, le brevet US No 2,421,364 décrit plusieurs commandes automatiques de pas collectif. Le brevet US No 2,265,366 déposé en 1941 montre clairement que tout le monde sait que le pas des pales rotor doit pouvoir être ajustable en vol.

En fin de compte, tous les hélicoptères ont une commande de pas collectif et beaucoup d'entre eux ont des rotors à deux pales.

### **EXPOSE DE L'INVENTION**

En conséquence, les objectifs de l'invention sont les suivants :

- améliorer la tête rotor (simplicité et légèreté) et la rendre utilisable aussi bien sur autogire que sur hélicoptère ;
- proposer une tête rotor du type « à broche » caractérisée par peu de vibrations induites et par une commande douce au manche même sur les aéronefs lourds ;
- monter la tête sur pylône articulé pour isoler l'aéronef des vibrations avant et arrière sans nuire à la précision du manche ;
- la tête rotor permet les décollages verticaux (pré-lancement du rotor à grande vitesse avec un pas rotor nul puis augmentation du pas rotor pour décoller) et les atterrissages verticaux (contrôle continu du pas collectif).

## DESCRIPTION DES DESSINS

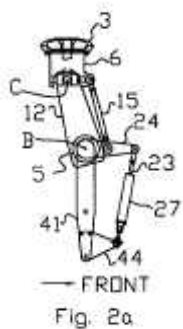


Fig. 2a – Vue de côté des liaisons du parallélogramme de la tête rotor de la Fig. 1  
 Le pylône (12) est incliné de  $15^\circ$  (position moyenne ; débattement total possible de  $30^\circ$ ) vers l'arrière et la broche (3) porteuse du longeron rotor est horizontale à  $0^\circ$ .

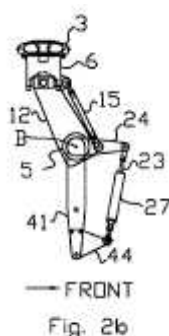


Fig. 2b – Vue de côté des liaisons du parallélogramme de la Fig. 2a  
 Pylône (12) incliné de  $27^\circ$  vers l'arrière et broche (3) porteuse du longeron rotor est toujours à  $0^\circ$ .  
 Si une traînée supplémentaire momentanée est appliquée sur le rotor, elle fait s'incliner le pylône de  $15^\circ$  à  $27^\circ$  ; les tiges (15) maintiennent la monture (6) à double bascule (C, D) horizontale tandis que les paliers élastomères (5) freinent le mouvement.  
 Tant que l'axe de battement (A) est dans le même plan que les axes (C, D), les cylindres (27) ne sont pas sollicités par les bras (24).

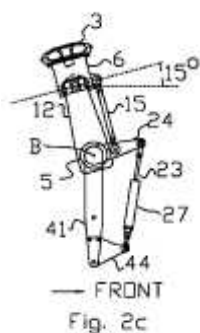


Fig. 2c – Vue de côté des liaisons du parallélogramme de la Fig. 2a  
 Pylône (12) est incliné de  $15^\circ$  vers l'arrière et broche (3) porteuse du longeron rotor est incliné vers l'arrière de  $15^\circ$ .  
 Si le pilote agit sur le manche pour incliner en arrière la broche (3), par exemple de  $15^\circ$  par rapport à la position présentée sur la Fig. 2a, la tige 15 est sollicitée par le parallélogramme lève le bras (24) qui fait sortir la tige (23) du cylindre (27).

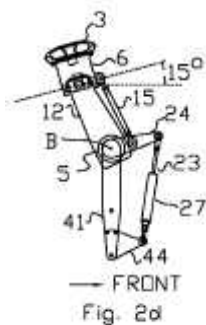


Fig. 2d – Vue de côté des liaisons du parallélogramme de la Fig. 2a  
 Le pylône (12) est incliné de  $27^\circ$  vers l'arrière et la broche (3) porteuse du longeron rotor est incliné vers l'arrière de  $15^\circ$ .  
 Si une traînée supplémentaire momentanée est appliquée sur le rotor, elle fait s'incliner le pylône (12) en arrière sans que l'inclinaison de  $15^\circ$  initialisée par le pilote ne bouge.  
 Les paliers en élastomère (5) absorbent les vibrations avant et arrière.



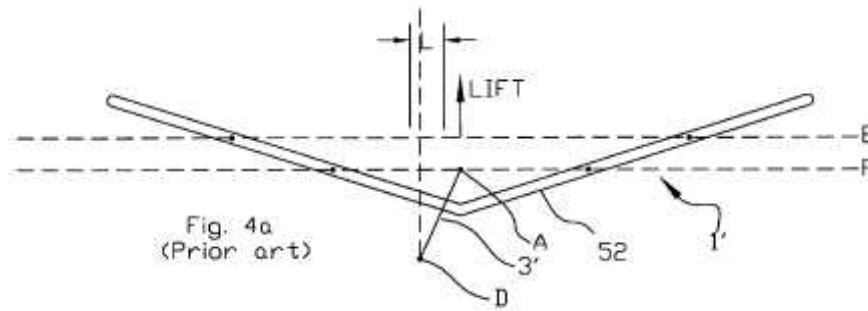


Fig. 4a – Tête rotor ancienne technique – Pilote commence à virer à droite (action vers la droite sur le manche qui fait pivoter à droite l'axe (D) de roulis)

La portance L se trouve sur le plan E que décrit le centre de portance des pales à conicité moyenne. L'axe de battement (A) du rotor est dans le plan F que décrit le centre de gravité des pales à conicité moyenne.

L'écartement entre l'axe de battement (A) du rotor porté par la broche (3) et l'axe de roulis (D) porté par la monture à double bascule est important. Plus cet écartement est grand, plus le moment à vaincre au manche par le pilote sera important.

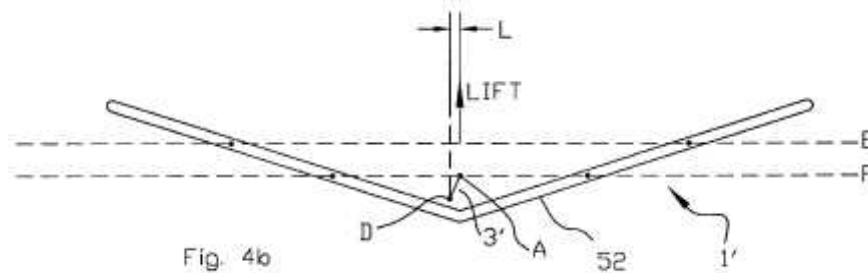


Fig. 4b – Tête rotor objet du brevet – Pilote commence à virer à droite (action vers la droite sur le manche qui fait pivoter à droite l'axe (D) de roulis)

L'écartement entre l'axe de battement (A) du rotor porté par la broche (3) et l'axe de roulis (D) porté par la monture à double bascule est minimale. Le moment à vaincre au manche par le pilote sera plus faible que dans le cas précédent ; il doit cependant continuer à exister pour que le pilote puisse se rendre compte au manche de sa mise en virage.

La distance optimum entre l'axe (D) et l'axe (A) doit être inférieure à 1% du rayon du rotor (4,2 cm pour une pale rotor de 4,2 m).

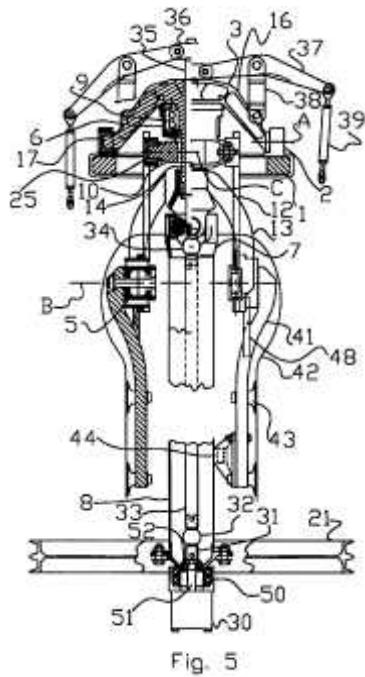


Fig. 5 – Vue de face (partie gauche en coupe) de la tête rotor

La tête rotor est retenue par 2 pylône (41) reliés au fuselage (42) par écrous (43). 2 paliers en élastomère (5) relient les 2 plaques en pylône (12) aux 2 bras support (41).

Les 2 plaques en pylône (12) pivotent en avant et en arrière sur les 2 paliers en élastomère (5). 2 plaques d'arrêt (13) solidaires des 2 plaques en pylône limitent le débattement du fuseau à double bascule (6)

2 arrêteurs de pylône (48) reliés aux 2 plaques en pylône (12) limitent le mouvement du pylône lorsqu'ils viennent au contact des 2 bras support (41).

Le fuseau à double bascule (10) est relié aux 2 plaques en pylône par l'axe en tangage C et à la monture (6) à double bascule par l'axe en roulis D. Le mécanisme de commande de pas collectif se compose du cylindre hydraulique (30), de la tige (51), du palier (52), de la tige (31), du cardan (32), de la tige (33), du cardan (34), et de la tige (35) qui sort du fuseau (3) au sommet du rotor. La tige (35) soulève le T (36) du pas collectif relié aux bras (37) portés par les supports (38). Les bras (37) actionnent le pas collectif des pales du rotor via les tiges (39).

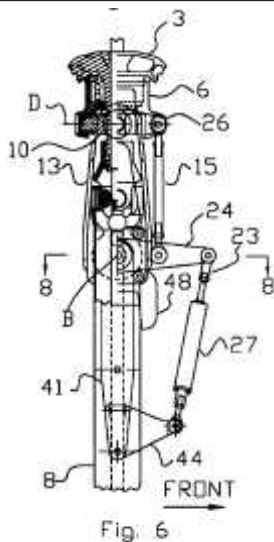


Fig. 6 – Vue de côté (partie gauche en coupe) de la tête rotor

Chaque pylône (41) est relié au fuselage par 2 écrous.

Un bras fixe (44) attaché à chaque pylône (41) est relié au bras passif (24) du parallélogramme par un cylindre hydraulique (27). Ce cylindre hydraulique amorti le mouvement en tangage causés par les vibrations.

Le double parallélogramme d'amortissement en tangage, fixé sur l'aéronef, se compose des bras passifs (24), des tiges (15), de l'articulation en tangage sur l'axe (26) et des plaques en pylône (12) avec leurs plaques d'arrêt (15).

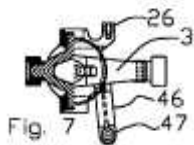


Fig. 7 – Vue de dessus (partie gauche en coupe) de la tête rotor

Un arrêt (47) au bout d'un bras d'arrêt (46) est fixé à l'arrière du fuseau (3) porteur du longeron rotor. Il empêche le rotor de trop battre en arrière.

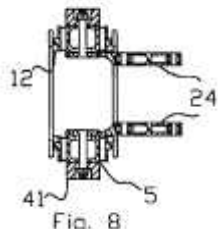


Fig. 8 – Coupe de la partie fixe de la tête rotor, au niveau des bras (24)

Les 2 paliers en élastomère (5) permettent le pivotement en tangage des 2 plaques en pylône (12) sur lesquelles sont fixées les 2 bras passifs (24), à l'intérieur des 2 pylônes (41) fixés sur l'aéronef.

### VOCABULAIRE TECHNIQUE

accordingly	en conséquence	rotor hub	moyeu rotor
beam	poutre	rotor spar	longeron rotor
disclosure of invention	exposé de l'invention	shaft	tringle
elastomer bearing	palier élastomère	spindle yoke	arbre d'accouplement
further	davantage	teeter	bascule
pitch control	tangage	teetering axis	axes basculant
preclude	empêcher	tilting spindle	fuseau inclinable
prior art yet	ancienne technique	underslung teetering rotor	rotor basculant surbaissé
push rod	tige poussoir		