

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 80 06577**

---

⑮ Pale à hautes performances pour rotor d'hélicoptère.

⑯ Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). B 64 C 11/18, 27/46.

⑰ Date de dépôt..... 25 mars 1980.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée :

㉒ Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 40 du 2-10-1981.

---

㉓ Déposant : Société anonyme dite : SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE,  
résidant en France.

㉔ Invention de : René Louis Mouille, Jacques René Gallot et Jean-Marc Emile Pouradier.

㉕ Titulaire : *Idem* ㉓

㉖ Mandataire : Propi Conseils,  
23, rue de Léninegrad, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte aux voilures tournantes d'aéronef et, plus particulièrement, concerne une pale à hautes performances pour rotor d'hélicoptère.

5 On sait qu'une pale de rotor d'hélicoptère fonctionne essentiellement selon deux positions au cours de son trajet circulaire.

10 Il est considéré, en effet, une position avançante où la pale venant de l'arrière de l'appareil décrit vers l'avant un arc de cercle de 180 degrés et une position reculante où la pale continuant son mouvement vient retrouver après une rotation complète de 360 degrés son emplacement initial de départ.

15 On sait également que les phénomènes aérodynamiques rencontrés au cours du fonctionnement diffèrent selon la position de la pale.

20 Ainsi, la pale avançante est soumise à son extrémité à des effets de compressibilité de l'air qui provoquent, par exemple, pour une certaine combinaison de la vitesse d'avancement de l'appareil avec la vitesse de rotation du rotor, une augmentation rapide de la traînée, tandis que la pale reculante est, du fait de son calage aérodynamique élevé, sujette au décrochage.

25 Pour remédier à ces inconvénients et augmenter le domaine d'utilisation des hélicoptères, il est connu, par exemple, de réduire l'épaisseur relative maximale du profil d'extrémité et de choisir pour l'ensemble des pales du rotor, un vrillage et un réglage du pas, tendant à diminuer le calage aérodynamique de la partie active de la pale reculante.

Une autre solution, laquelle peut être combinée avec les solutions précédentes, est de définir une famille de profils particulièrement bien adaptés pour d'une part, permettre l'obtention en bout de pale d'un Mach de divergence de traînée,  $Md_x$ , le plus grand possible, et d'autre part, assurer pour la pale reculante, une répartition de pression évitant l'apparition prématurée de la perte de portance.

Dans la demande de brevet français N°79 20454 du 10 août 1979, la Demanderesse a décrit un profil de pale pour voilure tournante d'aéronef, capable de très hautes performances à la fois en vol stationnaire, en vol à grande vitesse et en évolutions.

La géométrie de ce profil, marquée notamment par la présence d'un rayon de bord d'attaque particulier, d'un point de courbure minimale à l'intrados, et d'une manière générale par une évolution inédite de la courbure autour dudit profil, confère notamment à ce dernier une valeur remarquable pour le Mach de divergence de traînée, ainsi qu'une grande finesse.

De plus, grâce à l'application de lois géométriques simples de transformation, ledit profil permet de définir, selon l'envergure de la pale et notamment dans la zone d'extrémité, d'autres profils susceptibles de répondre aux exigences des divers types de fonctionnement aérodynamique.

Cependant, ces définitions isolées de profils ne peuvent prendre en considération tous les effets aérodynamiques provenant des interactions d'une part, entre les différents profils le long de l'envergure, d'autre part, entre les pales durant leur rotation.

En effet, la conception d'un profil, considéré comme indéformable lors de son étude, diffère notablement de la conception d'une pale déformable, évoluant dans des écoulements tourbillonnaires.

5 L'objet de la présente invention est donc de définir une pale pour rotor d'hélicoptère capable de très hautes performances en position avançante comme en position reculante.

10 Cette pale, définie par l'évolution et l'adaptation le long de son envergure des profils aérodynamiques cités précédemment et, plus précisément, par l'évolution du vrillage et de l'épaisseur relative maximale desdits profils, permet notamment d'obtenir de remarquables performances à grande vitesse sous forte charge.

15 Outre le compromis optimal réalisé pour le fonctionnement relatif des profils le long de la surface active de la pale, la zone d'implanture située près du rotor permet d'obtenir un effet bénéfique sur la traînée, ainsi que sur les efforts mécaniques agissant au niveau du dispositif d'attache de la pale au moyeu du rotor.

20 Dans ce but, selon l'invention, une pale à hautes performances pour rotor d'hélicoptère, comprenant un profil d'extrémité disposé perpendiculairement au bord d'attaque de la pale et un profil d'implanture placé entre ledit profil d'extrémité et les attaches de la pale au moyeu du rotor, ledit profil d'extrémité et ledit profil d'implanture délimitant selon la majeure partie de l'envergure de la pale, une surface aérodynamique engendrée par des profils de corde essentiellement constante et  
25  
30 présentant notamment chacun, d'une part, un rayon de courbure maximale  $R_0$  au bord d'attaque défini approximativement par l'expression  $R_0 = 1,7 C. e_{\max}^2$ , dans

laquelle C représente la corde et  $e_{\max}$  l'épaisseur relative maximale du profil considéré, d'autre part, un point de courbure minimale positionné à l'intrados à une distance du bord d'attaque environ égale à 20 % de la longueur de la corde dudit profil considéré, lesdits profils de ladite surface aérodynamique ayant par ailleurs à partir du profil d'extrémité et vers le profil d'implanture, un vrillage aérodynamique augmentant linéairement et sensiblement jusqu'à la section de pale où est défini ledit profil d'implanture, ledit vrillage étant ensuite inversé pour devenir nul aux attaches de la pale, est caractérisée en ce que l'angle de vrillage formé par la corde de portance nulle d'un profil de ladite surface aérodynamique et un plan de référence passant par le milieu des attaches de la pale au moyeu du rotor est pour le profil d'extrémité au plus égale à 0,3 degré.

Ainsi, grâce notamment à cette limite supérieure de vrillage entre les deux parties extrêmes de la pale et l'utilisation conjointe d'un vrillage linéaire croissant entre le profil d'extrémité et le profil d'implanture, l'invention permet de définir pour une famille de profils, une pale à très haut rendement propulsif et porteur.

De préférence, la différence entre l'angle de vrillage du profil d'implanture et l'angle de vrillage du profil d'extrémité est au moins égale à  $6^\circ$  et au plus égale à  $8^\circ$ , la distance séparant ledit profil d'extrémité dudit profil d'implanture étant au moins égale à 70 % de la longueur de la pale.

Par ailleurs, pour optimiser la portance de la pale sans augmentation excessive de la traînée, il est

avantageux que l'épaisseur relative maximale du profil d'implanture soit au moins égale à 9 % et au plus égale à 13 % de la longueur de la corde dudit profil d'implanture, et que ladite épaisseur relative maximale soit conservée constante, vers le profil d'extrémité, sur une distance au moins égale à 52 % de la longueur de l'envergure de la pale.

De même, pour optimiser la traînée, notamment vers l'extrémité de la pale, en assurant une portance satisfaisante et une excellente tenue structurale, il est avantageux, d'une part, que l'épaisseur relative maximale du profil d'extrémité soit au moins égale à 6 % et au plus égale à 9 % de la longueur de la corde du profil d'extrémité, d'autre part, que sur une distance au plus égale à 30 % de la longueur de l'envergure de la pale, l'épaisseur relative maximale des profils de la surface aérodynamique croisse linéairement depuis ledit profil d'extrémité, où l'épaisseur relative maximale est minimale, jusqu'à la section de pale où l'épaisseur relative maximale devient constante et maximale.

Selon une forme préférentielle de réalisation, une pale à hautes performances pour rotor d'hélicoptère, comprenant un profil d'extrémité disposé perpendiculairement au bord d'attaque de la pale et un profil d'implanture placé entre ledit profil d'extrémité et ledit profil d'implanture délimitant selon la majeure partie de l'envergure de la pale, une surface aérodynamique engendrée par des profils de corde essentiellement constante et présentant notamment chacun, d'une part, un rayon de courbure maximale  $R_0$  au bord d'attaque défini approximativement par l'expression  $R_0 = 1,7 C \cdot e_{\max}^2$ , dans laquelle  $C$  représente la corde et  $e_{\max}$  l'épaisseur relative maximale du profil considéré,

d'autre part, un point de courbure minimale positionné à l'intrados à une distance du bord d'attaque environ égale à 20 % de la longueur de la corde dudit profil considéré, lesdits profils de ladite surface aérodynamique ayant par ailleurs à partir du profil d'extrémité et vers le profil d'implanture, un vrillage aérodynamique augmentant linéairement et sensiblement jusqu'à la section de pale où est défini ledit profil d'implanture, ledit vrillage étant ensuite inversé pour devenir nul aux attaches de la pale, est caractérisée en ce que l'angle de vrillage formé par la corde de portance nulle d'un profil de ladite surface aérodynamique et un plan de référence passant par le milieu des attaches de la pale au moyeu du rotor est pour le profil d'extrémité approximativement égal à 0,2 degré, ledit profil d'extrémité ayant de plus, d'une part, une épaisseur relativement maximale environ égale à 7 % de la longueur de sa corde, d'autre part, une différence de vrillage par rapport au profil d'implanture environ égale à 7°, la distance séparant ledit profil d'extrémité dudit profil d'implanture étant par ailleurs environ égale à 80 % de la longueur de l'envergure de la pale, et en ce que l'épaisseur relative maximale du profil d'implanture est environ égale à 12 % de la longueur de sa corde, ladite épaisseur relative étant considérée constante sur une distance environ égale à 57 % de la longueur de la pale pour décroître ensuite linéairement vers le profil d'extrémité.

Ainsi, toute voilure tournante d'aéronef comportant au moins deux pales et caractérisée en ce qu'au moins une partie de chacune desdites pales est définie par des profils aérodynamiques présentant les évolutions d'angle de vrillage et d'épaisseur relative maximale telles que spécifiées précédemment, permet de réaliser dans les

principaux domaines de vol, et notamment pour le vol d'avancement rapide, de remarquables performances.

5 La description qui va suivre, en regard des dessins annexés, fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 représente une vue simplifiée en perspective d'une pale selon l'invention.

10 La figure 2 montre, selon la flèche F de la figure 1, une vue schématique de l'attache de la pale au moyeu du rotor.

La figure 3 définit le calage aérodynamique d'un profil de la pale selon l'invention.

La figure 4 montre une vue en plan simplifiée de la pale selon l'invention.

15 La figure 5 indique, par rapport à un axe de référence OY, l'évolution en envergure de l'angle de vrillage aérodynamique des profils de la pale selon l'invention.

20 La figure 6 indique, par rapport à un axe de référence OZ, l'évolution en envergure de l'épaisseur relative maximale des profils de la pale selon l'invention.

25 Comme montré par la figure 1, une pale selon l'invention est fixée au moyeu du rotor 2 d'un hélicoptère, par l'intermédiaire d'un dispositif d'attache 3. Dans un but de simplification de l'exposé, le rotor et son moyeu, lesquels ne font pas partie de l'objet de l'invention, sont seulement représentés schématiquement par l'axe du rotor 4 et par des éléments d'attache



supérieure 5 et inférieure 6 du moyeu.

La pale, dont la corde est essentiellement constante selon la majeure partie de la longueur de son envergure  $L$ , comporte entre son profil d'extrémité 7 et son  
5 profil d'emplanture 8, une surface aérodynamique 9 limitée vers l'avant par une ligne de bord d'attaque 10 et vers l'arrière, par une ligne de bord de fuite 11.

Le profil d'extrémité 7, situé à une distance  $R$  de l'axe de rotor 4, c'est-à-dire sur le rayon extérieur  $R$  du  
10 disque rotor 12, est de préférence placé perpendiculairement au bord d'attaque de la pale 10, tandis que le profil d'emplanture 8, placé entre ledit profil d'extrémité et les attaches de la pale 3 au moyeu du rotor 2, est situé à une distance  $L_1$  dudit profil d'extrémité.

15 A partir du profil d'extrémité et jusqu'au profil d'emplanture, la surface aérodynamique 9 est engendrée par des profils présentant notamment, comme l'indique la figure 3, un rayon de courbure maximale  $R_0$  au bord d'attaque et un point de courbure minimale à l'intrados  
20  $f$ , positionné à une distance du bord d'attaque environ égale à 20 % de la longueur de la corde  $C$ .

Conformément aux définitions mathématiques données dans la demande de brevet français N°79 20454 de la Demande-  
resse, lesquelles déterminent complètement le contour  
25 d'un profil, le rayon  $R_0$  est défini approximativement par l'expression  $R_0 = 1,7 C \cdot e_{\max}^2$  dans laquelle  $C$  représente la corde et  $e_{\max}$  l'épaisseur relative maximale du profil considéré dans l'intervalle d'enver-  
gure  $L_1$ .

30 Le fonctionnement aérodynamique de la pale dépend notamment du calage en incidence ou vrillage des profils

le long de son envergure.

Les figures 2 et 3 montrent comment est défini le calage  
aérodynamique d'un profil de la surface 9 par rapport  
à un plan de référence P passant par le milieu des  
5 attaches 3 de la pale au moyeu du  
rotor . L'incidence aérodynamique d'un profil  
peut être en effet définie par un angle  $\theta$  compris entre  
la corde de portance nulle  $C_0$  du profil considéré et le  
plan P de référence cité précédemment.

10 Pour permettre aux profils de la surface aérodynamique 9  
d'engendrer des répartitions de pression stables à tous les  
régimes de vol en évitant, notamment, dans la zone de  
bord d'attaque de l'extrémité de la pale l'apparition de  
pics de survitesse élevés à front raide, l'angle de vril-  
15 lage aérodynamique augmente linéairement à partir du  
profil d'extrémité 7 et vers le profil d'emplanture 8.

De plus, dans le but d'optimiser pour lesdits profils cette  
évolution de l'angle de vrillage, la différence entre  
l'angle de vrillage  $\theta_2$  du profil d'emplanture et l'angle  
20 de vrillage  $\theta_1$  du profil d'extrémité est au moins égale  
à  $6^\circ$  et au plus égale à  $8^\circ$  , pour une distance  $L_1$  sépa-  
rant ces deux profils, au moins égale à 70 % de la lon-  
gueur L de la pale, comprise comme l'indique, par exemple  
la figure 4, entre le profil 7 et les attaches 3.

25 Comme indiqué figure 5, l'angle de vrillage aérodyna-  
mique en envergure, laquelle est repérée par rapport à  
un axe de référence OY placé au niveau du profil d'extré-  
mité et perpendiculaire au plan de référence P, croît  
linéairement depuis la valeur  $\theta_1$  jusqu'à la valeur  $\theta_2$   
30 du profil d'emplanture, pour ensuite être inversé et  
devenir nul aux attaches 3 de la pale.

Cette inversion de l'angle de vrillage dans une zone d'emplanture de longueur égale à la différence entre d'une part, la longueur de la pale et d'autre part, la longueur  $L_1$  de la surface aérodynamique délimitée par les profilés d'extrémité et d'emplanture, permet  
5 notamment, grâce au calage aérodynamique avantageux du profil d'extrémité 7 par rapport aux attaches 3, lequel est au plus égal à 0,3 degré, l'obtention d'effets bénéfiques sur l'aérodynamisme et les solli-  
10 citations mécaniques rencontrés dans cette zone.

Par exemple, l'inversion du vrillage favorise la diminution de la traînée de la pale dans la zone d'emplanture, et principalement lorsque la pale est en position avançante. De plus, lors de l'utilisation dans le  
15 moyeu rotor d'une butée sphérique (non représentée) travaillant par déformation de matériaux élastiques et destinée, notamment, à assurer la variation de pas, l'inversion du vrillage permet un fonctionnement quasi-symétrique de la butée autour de sa position de repos,  
20 c'est-à-dire au niveau du plan P, ce qui assure une durée de vie accrue pour l'ensemble du rotor.

L'évolution de l'épaisseur relative maximale des profils, le long de l'envergure de la surface aérodynamique, joue également un rôle essentiel sur les caractéristiques  
25 aérodynamiques de la pale.

Par exemple, en vol de manoeuvre, la distribution des épaisseurs doit permettre l'obtention d'un coefficient de portance élevé sans pour autant produire, en vol d'avancement rapide, un coefficient de traînée important.

30 De plus, en vol stationnaire, il est nécessaire d'avoir une grande finesse pour réaliser un haut rendement de sustentation.

Comme montré par les figures 3 et 6, l'évolution de l'épaisseur relative maximale,  $e_{\max}$ , des profils dans l'intervalle  $L_1$  séparant le profil d'extrémité du profil d'emplanture, est repérée à l'aide d'un axe de référence OZ placé, à titre d'exemple, au niveau du profil d'extrémité.

La figure 6 montre, plus précisément, que sur une distance  $L_2$  l'épaisseur relative maximale est constante du profil d'emplanture vers le profil d'extrémité, en étant au moins égale à une valeur  $e_2$  ou au plus égale à une valeur  $e_1$ .

Pour permettre en effet aux profils situés dans l'intervalle  $L_2$  de créer, en combinaison avec le vrillage aérodynamique, des écoulements susceptibles d'engendrer des répartitions de pression déterminant, notamment, une grande portance et une haute finesse, l'épaisseur relative maximale du profil d'emplanture est avantageusement au moins égale à une valeur  $e_2$  de 9 %, et au plus égale à une valeur  $e_1$  de 13 % de la longueur de sa corde, ces valeurs étant conservées constantes sur au moins 52 % de la longueur de l'envergure  $L$  de la pale, c'est-à-dire dans tout l'intervalle  $L_2$ .

Par ailleurs, dans le but d'augmenter progressivement vers le profil d'extrémité la valeur du Mach de divergence de traînée, ainsi que la finesse des profils, l'épaisseur relative maximale dudit profil d'extrémité est au moins égale à une valeur  $e_4$  de 6 % et au plus égale à une valeur  $e_3$  de 9 % de la longueur de sa corde. Comme le montre la figure 6, les valeurs  $e_4$  et  $e_3$  augmentent linéairement sur une longueur d'envergure  $L_3$ , jusqu'à la section de pale S où l'épaisseur relative maximale devient égale à l'une des valeurs  $e_2$  ou  $e_1$ , c'est-à-dire jusqu'au moment où l'épaisseur relative maximale des profils devient constante et

maximale.

Avantageusement, la distance  $L_3$  est prise au plus égale à 30 % de la longueur de l'envergure  $L$ , de la pale.

5 Selon une forme préférentielle de réalisation, l'utilisation conjointe d'une part, de profils présentant notamment un rayon  $R_0$  de bord d'attaque et un point de courbure minimale à l'intrados tels que spécifiés précédemment, d'autre part, d'une loi de vrillage et d'une distribution d'épaisseurs relatives maximales  
10 particulières pour ces profils, permet d'obtenir une optimisation géométrique de la pale, notamment pour le vol à grande vitesse sous forte charge.

Selon cette forme préférentielle, l'angle de vrillage formé par la corde de portance nulle du profil d'extré-  
15 mité avec le plan de référence passant par le milieu des attaches de la pale au moyeu du rotor, est approximativement égal à 0,2 degré, ledit profil d'extrémité ayant de plus, d'une part, une épaisseur relative maximale environ égale à 7 % de la longueur de sa corde,  
20 d'autre part, une différence de vrillage par rapport au profil d'implanture environ égale à 7°, la distance séparant ledit profil d'extrémité dudit profil d'implanture étant par ailleurs environ égale à 80 % de la longueur de l'envergure  $L$ , de la pale.

25 De plus, dans cette réalisation préférentielle, l'épaisseur relative maximale du profil d'implanture est prise égale à 12 % de la longueur de sa corde, ladite épaisseur étant conservée constante sur une distance environ égale à 57 % de la longueur  $L$  de la pale, pour décroître  
30 ensuite linéairement vers le profil d'extrémité.

Des essais comparatifs effectués pour un appareil équipé

d'une part, de pales présentant essentiellement les caractéristiques de l'invention, d'autre part, d'un rotor classique utilisant pour ses pales les profils NACA 0012, ont révélé de remarquables résultats.

- 5 Par exemple, la comparaison des efficacités sustentatrices montre que la pale, objet de l'invention, permet à iso-puissance un accroissement de 5 à 8 % de la charge utile de l'hélicoptère.

- 10 De plus, il a été constaté un gain important sur la consommation kilométrique en croisière économique, ainsi qu'une finesse accrue et un excellent niveau vibratoire.

- 15 Ces résultats traduisent une excellente adaptation des profils le long de l'envergure de la pale, notamment de l'évolution du vrillage et des épaisseurs relatives maximales desdits profils, permettant à l'invention de trouver des applications dans tous les types de voilure tournante d'aéronef, par exemple, d'hélicoptères.

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

1.- Pale à hautes performances pour rotor d'hélicoptère, comprenant un profil d'extrémité disposé perpendiculairement au bord d'attaque de la pale et un profil d'emplanture placé entre ledit profil d'extrémité et les attaches de la pale au moyeu du rotor, ledit profil d'extrémité et ledit profil d'emplanture délimitant, selon la majeure partie de l'envergure de la pale, une surface aérodynamique engendrée par des profils de corde essentiellement constante et présentant notamment chacun, d'une part, un rayon de courbure maximale  $R_0$  au bord d'attaque défini approximativement par l'expression  $R_0 = 1,7 C. e_{\max}^2$ , dans laquelle C représente la corde et  $e_{\max}$  l'épaisseur relative maximale du profil considéré, d'autre part, un point de courbure minimale positionné à l'intrados à une distance du bord d'attaque environ égale à 20 % de la longueur de la corde dudit profil considéré, lesdits profils de ladite surface aérodynamique ayant par ailleurs à partir du profil d'extrémité et vers le profil d'emplanture, un vrillage aérodynamique augmentant linéairement et sensiblement jusqu'à la section de pale où est défini ledit profil d'emplanture, ledit vrillage étant ensuite inversé pour devenir nul aux attaches de la pale, caractérisée en ce que l'angle de vrillage formé par la corde de portance nulle d'un profil de ladite surface aérodynamique et un plan de référence passant par le milieu des attaches de la pale au moyeu du rotor est pour le profil d'extrémité au plus égal à 0,3 degré.

2.- Pale selon la revendication 1, caractérisée en ce que la différence entre l'angle de vrillage du profil d'emplanture et l'angle de vrillage du profil d'extrémité est au moins égale à 6° et au plus égale à 8°,

la distance séparant ledit profil d'extrémité dudit profil d'implanture étant au moins égale à 70 % de la longueur de la pale.

3.- Pale selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'épaisseur relative maximale du profil d'implanture est au moins égale à 9 % et au plus égale à 13 % de la longueur de la corde dudit profil d'implanture, et en ce que ladite épaisseur relative maximale est conservée constante, vers le profil d'extrémité, sur une distance au moins égale à 52 % de la longueur de l'envergure de la pale.

4.- Pale selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'épaisseur relative maximale du profil d'extrémité est au moins égale à 6 % et au plus égale à 9 % de la longueur de la corde dudit profil d'extrémité.

5.- Pale selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que sur une distance au plus égale à 30 % de la longueur de l'envergure de la pale, l'épaisseur relative maximale des profils de la surface aérodynamique croît linéairement depuis le profil d'extrémité, où l'épaisseur relative maximale est minimale, jusqu'à la section de la pale où l'épaisseur relative maximale devient constante et maximale.

6.- Pale à hautes performances pour rotor d'hélicoptère comprenant un profil d'extrémité disposé perpendiculairement au bord d'attaque de la pale et un profil d'implanture placé entre ledit profil d'extrémité et les attaches de la pale au moyeu du rotor, ledit profil d'extrémité et ledit profil d'implanture délimitant selon la majeure partie de l'envergure de la pale, une surface aérodynamique engendrée par des profils de corde essen-



tiellement constante et présentant notamment chacun, d'une part, un rayon de courbure maximale  $R_0$  au bord d'attaque défini approximativement par l'expression  $R_0 = 1,7 C e_{\max}^2$  dans laquelle  $C$  représente la corde et  $e_{\max}$  l'épaisseur relative maximale du profil considéré, d'autre part, un point de courbure minimale positionné à l'intrados à une distance du bord d'attaque environ égale à 20 % de la longueur de la corde dudit profil considéré, lesdits profils de ladite surface aérodynamique ayant par ailleurs à partir du profil d'extrémité et vers le profil d'emplanture, un vrillage aérodynamique augmentant linéairement et sensiblement jusqu'à la section de pale où est défini ledit profil d'emplanture, ledit vrillage étant ensuite inversé pour devenir nul aux attaches de la pale, caractérisée en ce que l'angle de vrillage formé par la corde de portance nulle d'un profil de ladite surface aérodynamique et un plan de référence passant par le milieu des attaches de la pale au moyeu du rotor est pour le profil d'extrémité approximativement égal à 0,2 degré ledit profil d'extrémité ayant de plus, d'une part, une épaisseur relative maximale environ égale à 7 % de la longueur de sa corde, d'autre part, une différence de vrillage par rapport au profil d'emplanture environ égale à 7°, la distance séparant ledit profil d'extrémité dudit profil d'emplanture étant par ailleurs environ égale à 80 % de la longueur de l'envergure de la pale, et en ce que l'épaisseur relative maximale du profil d'emplanture est environ égale à 12 % de la longueur de sa corde, ladite épaisseur relative étant conservée constante sur une distance environ égale à 57 % de la longueur de la pale pour décroître ensuite linéairement vers le profil d'extrémité.

7.- Voilure tournante d'aéronef comportant au moins deux pales, caractérisée en ce qu'au moins une partie de

chacune desdites pales est définie par des profils aérodynamiques, présentant les évolutions d'angle de vrillage et d'épaisseur relative maximale telles que spécifiées sous l'une des revendications 1 à 5 ou sous la revendication 6.

5

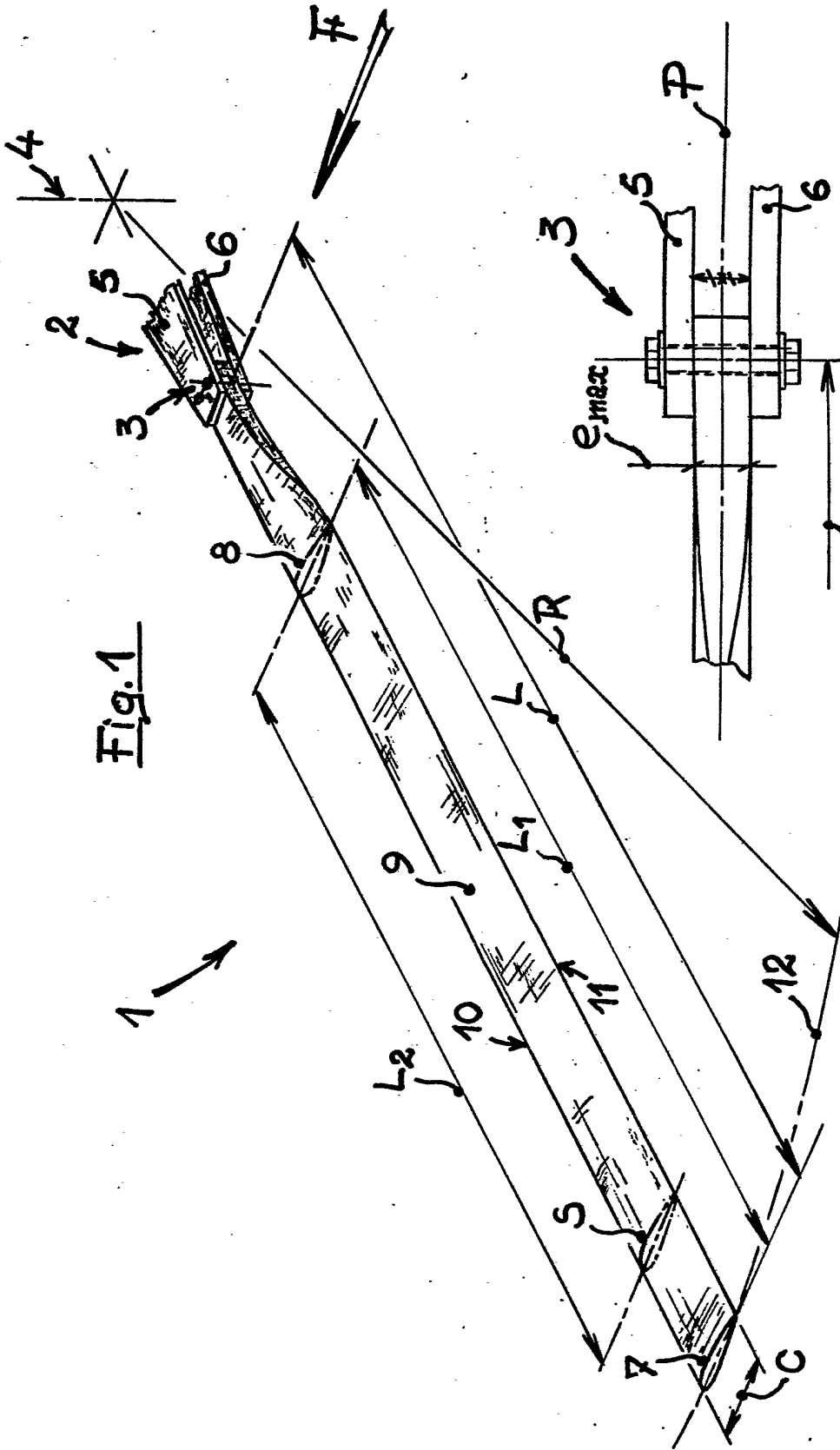


Fig. 1

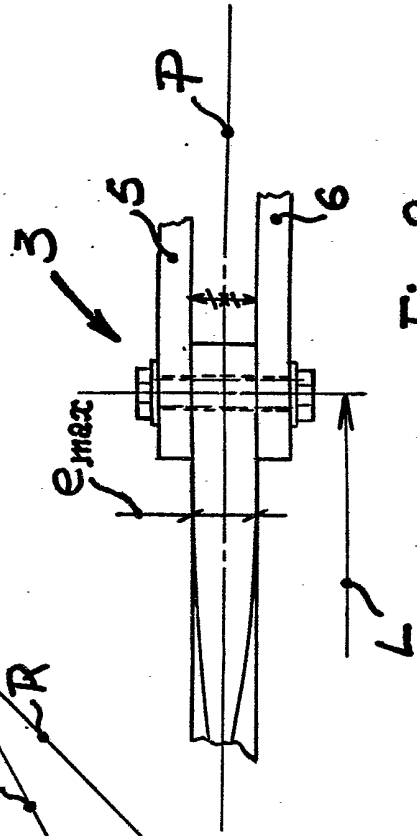


Fig. 2

Fig. 3

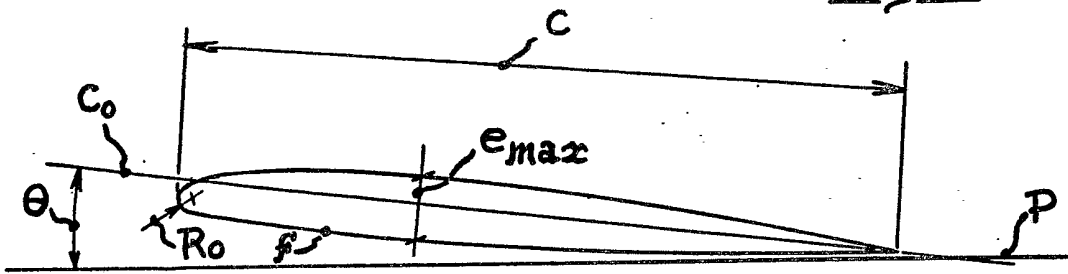


Fig. 4

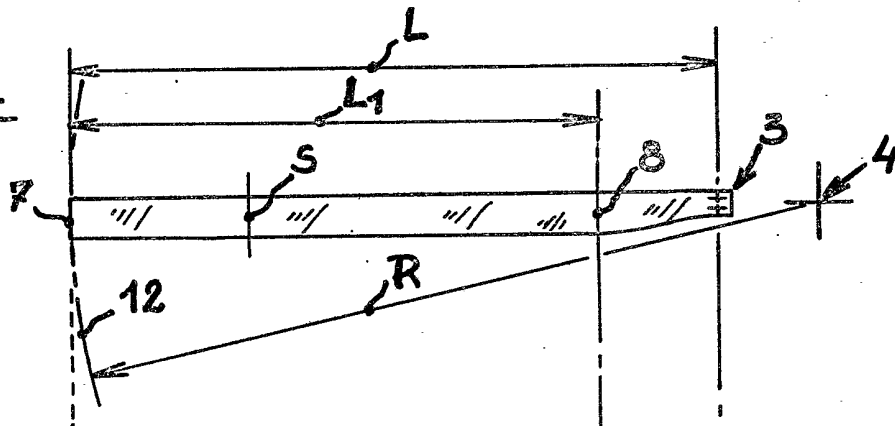


Fig. 5

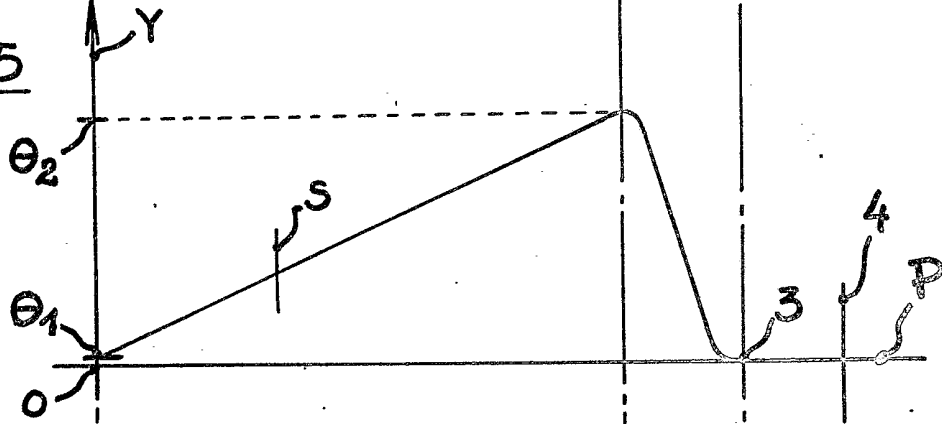


Fig. 6

