

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

VI. — Marine et navigation.

N° 549.628

4. — AÉROSTATION, AVIATION.

Procédé et appareil pour transports aériens.

M. NIKOLA TESLA résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 1^{er} avril 1922, à 11^h 50^m, à Paris.

Délivré le 24 novembre 1922. — Publié le 15 février 1923.

(Demande de brevet déposée en Angleterre le 4 avril 1921. — Déclaration du déposant.)

L'utilisation de l'aéroplane comme moyen de transport est matériellement restreint, et son utilisation commerciale est gravement compromise par suite de l'inaptitude du mécanisme à s'élever et à descendre facilement. 5
Cela provient de ce que la force ascensionnelle ne peut être produite que par un mouvement de translation plus ou moins rapide de plans ou d'ailes. Dans l'état actuel des expériences 10
la vitesse minimum nécessaire à l'ascension et à l'atterrissage est une fraction considérable de la vitesse de plein vol et les principes de l'appareil ne sont pas susceptibles dans cet ordre d'idées, d'un grand progrès sans sacrifier 15
quelques uns des dispositifs désirables.

Pour cette raison, des plans de très grande surface, des sections d'ailes de grande puissance d'élévation, des déflecteurs du courant de glissement du propulseur ou d'autres 20
moyens analogues qui pourraient être d'un grand secours dans ces opérations, n'apportent pas le remède cherché. Cette grande vitesse obligatoire qui met en péril la vie et la propriété, rend nécessaire d'équiper l'appareil 25
avec des moyens spéciaux et de procurer les facilités nécessaires au départ et à l'arrivée du voyage, toutes choses qui imposent de nombreux inconvénients et des difficultés d'une nature sérieuse, et il est devenu si impérieux 30
de s'affranchir de telles sujétions pour l'aéroplane que les experts s'accordent pour carac-

tériser le problème comme un des plus pressants et des plus importants, et sa solution pratique est impatiemment attendue par ceux qui sont intéressés au développement de cet art aussi bien que par le public en général. 35

Plusieurs tentatives ont été faites dans ce but, basées pour la plupart, sur l'emploi de moyens indépendants dans le but exprès de faciliter le départ et l'atterrissage à chaque 40
voyage, mais l'efficacité des moyens proposés n'est pas encore démontrée d'une façon concluante et, en outre, ils sont discutables, au point de vue de construction ou autres, à tel point que les constructeurs d'appareils com- 45
merciaux ne les ont pas considérés comme d'une valeur suffisante pour permettre d'abandonner ceux qu'on emploie actuellement.

Plus récemment l'attention des professionnels s'est tournée vers l'hélicoptère qui ne possède pas de plans comme organes distinctifs 50
de sustentation et, qui est supposé capable d'opérer à la fois le déplacement vertical et horizontal par les seuls moyens du propulseur. Cependant quoique cette idée soit déjà an- 55
cienne et que de nombreux experts se soient consacrés à chercher à obtenir des résultats par différents moyens, le succès n'a pas encore été obtenu. Évidemment cela est dû à l'im- 60
perfection des engins employés et peut être aussi à certaines caractéristiques du système insoupçonnées jusqu'ici, et à des erreurs dans

Prix du fascicule : 1 franc.

la théorie acceptée de son fonctionnement qu'il est nécessaire d'élucider pour faire comprendre le sujet.

La perspective d'une machine volante de cette sorte apparait séduisante au premier abord avant tout, parce que cela rend possible le transport de grandes charges avec une dépense d'énergie relativement petite.

Cela découle directement des lois fondamentales de propulsion fluide, posées par W. T. M. Rankine, il y a plus de cinquante ans, d'après lesquelles la poussée est égale à la somme intégrale des produits des masses par les vitesses des particules d'air projetées et dont l'équation s'exprime par :

$$T = \varepsilon (mv)$$

et d'autre part l'énergie cinétique de l'air mis en mouvement est :

$$E = \varepsilon \left(\frac{1}{2} m v^2 \right)$$

De ces équations il résulte évidemment qu'une grande poussée peut être obtenue avec une force comparativement petite, simplement en augmentant la compacité de la masse des particules d'air et en réduisant leur vitesse.

En prenant un cas particulier pour exemple :

Si la poussée dans des conditions données, est de 5 kilogs par cheval, alors un accroissement centuplé de la masse d'air, accompagné d'une réduction de un dixième de sa vitesse effective produira une force de 50 kilogs, par cheval. Mais le gain considérable qui semble ainsi obtenu ne signifie pas grand chose en aviation, pour cette raison qu'une grande vitesse de transport est généralement un besoin essentiel qui ne peut être réalisé qu'en propulsant l'air à grande vitesse et cela implique évidemment une poussée relativement faible.

Une autre qualité généralement attribuée à l'hélicoptère est une grande stabilité, qui est, apparemment, une conséquence logique de la place du centre de gravité et de pression. On verra néanmoins que contrairement à cette opinion prévalente, l'appareil lorsqu'il se meut dans toute autre direction que le sens vertical est dans un équilibre facilement instable, et a, le plus souvent une tendance prononcée à osciller. Il est vrai, d'ailleurs que quand l'axe du propulseur est vertical et que quand l'air ambiant est tranquille, la machine est stable jusqu'à un certain point, mais si

elle est ballottée, même légèrement, ou si l'atmosphère ambiante devient agitée, tel n'est plus longtemps le cas.

Pour expliquer ceci et d'autres particularités, si l'on suppose un hélicoptère en équilibre dans une atmosphère calme et à une certaine hauteur, la poussée axiale T égalant juste le poids, et si l'on imagine que l'axe du propulseur est incliné de façon à former un angle α avec l'horizontale, le changement de position aura un double effet : la poussée verticale sera diminuée jusqu'à

$$T_v = T \sin \alpha$$

et en même temps, il se produira une poussée horizontale :

$$T_h = T \cos \alpha,$$

Sous l'action de la pesanteur non contrebalancée la machine tombera en suivant une courbe jusqu'à un niveau inférieur, et si l'inclinaison du propulseur, ainsi que sa vitesse de rotation, restant constantes durant la descente les forces T , T_v et T_h seront continuellement accrues en proportion de la densité de l'air, jusqu'à ce que la composante verticale T_v de la poussée axiale T devienne égale à l'attraction de la pesanteur. L'étendue de la chute sera réglée par l'inclinaison de l'axe du propulseur et pour un angle donné, elle sera théoriquement la même quelle que soit la hauteur à laquelle l'évènement se produit.

Pour donner une idée de sa grandeur, on supposera que les hauteurs des couches supérieures et inférieures mesurées du niveau de la mer soient respectivement h_1 et h_2 et d_1 et d_2 les densités correspondantes de l'air et $H = 8.138$ mètres la hauteur de l'atmosphère uniforme, alors comme conséquence de la loi de Boyle on aura la relation suivante :

$$h_1 - h_2 = H \log_e \frac{d_2}{d_1} \quad 90$$

Il est évident que

$$\frac{T}{T_v} = \frac{T}{T \sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha} \text{ doit être égale à } \frac{d_2}{d_1}$$

afin que la composante verticale de la poussée axiale dans la couche inférieure de l'air supporte exactement le poids d'où

$$h_1 - h_2 = H \log_e \frac{1}{\sin \alpha}$$

En prenant le cas particulier pour lequel l'angle $\alpha = 60^\circ$

$$\text{alors} = \frac{1}{\sin 60^\circ} \frac{1}{0.866} = 1.1547$$

et

$$h_1 - h_2 = 8138 \times \log_e \times 1^{\circ}.1547 = 1170^m.$$

En réalité la chute sera beaucoup plus grande, car la machine en atteignant la couche inférieure avec une grande vitesse par rapport au milieu aura encore sa vitesse de descente accélérée sur la trajectoire courbe et l'énergie cinétique dans le sens vertical possédée par la masse en mouvement doit être annulée avant que la chute soit arrêtée dans une couche d'air encore plus dense. En ce point la poussée vers le haut excédera beaucoup la poussée opposée exercée par le poids et l'appareil s'élèvera avec une vitesse d'abord croissante, puis diminuante à une hauteur qui peut approcher la hauteur primitive. De là il descendra à nouveau et ainsi de suite, ces oscillations étant répétées pendant le vol en avant et les excursions au dessus et au dessous de la ligne horizontale principale iront en diminuant graduellement d'amplitude. Après un laps de temps déterminé par de nombreuses influences, les excursions cesseront complètement et la trajectoire décrite deviendra rectiligne. Mais cela est presque impossible comme on peut le voir facilement en attirant l'attention sur une autre propriété curieuse de l'hélicoptère.

Dans la progression l'axe du propulseur a été supposé se mouvoir toujours parallèlement à lui-même et ce résultat pourrait être atteint en employant un aileron réglable. Toutefois avec ce genre de connections on remarquera qu'un tel dispositif n'agira pas à la manière d'un gouvernail venant complètement en jeu seulement par intervalles et accomplissant ses fonctions économiquement, mais qu'il absorbera constamment de l'énergie, ce qui viendra encore augmenter les autres désavantages de l'hélicoptère.

Si l'on suppose que la machine possède un certain degré de liberté, ce qui est le cas normal, on observera en premier lieu que les ailes du propulseur constituant elles mêmes des plans développant une poussée de réaction, la pression sur l'aile conductrice inférieure étant plus grande que celle exercée sur l'aile supérieure en raison de la compression de l'air par le corps de la machine et de son augmentation de densité dans cette région.

Cette poussée tendant à diminuer, l'angle α variera évidemment pendant une révolution,

étant maximum dans la position où la ligne de symétrie des deux ailes du propulseur et la ligne de vol sont dans un plan vertical et minimum dans la position à angle droit par rapport à la première. Néanmoins lorsque la vitesse horizontale est grande la poussée peut être considérable et suffisante pour vaincre rapidement l'inertie et les résistances gyroscopiques d'autant plus facilement que le même effet est produit par l'aile supérieure qui est située dans une région où les conditions se rapprochent le plus de la normale.

De plus cet effet perturbateur participe à la qualité régénératrice, la force croissant comme l'angle diminue à partir d'un maximum pour $\alpha = 45^\circ$. Lorsque l'axe est incliné de plus en plus, l'effort vertical de sustentation du propulseur diminue d'une force correspondante et la machine tombera avec une vitesse croissant rapidement excédant finalement la vitesse horizontale lorsque la réaction des ailes sera dirigée vers le haut de façon à augmenter l'angle α et en conséquence à faire que la machine s'élève plus haut. Des oscillations périodiques accompagnées de montées et de descentes seront produites et elles peuvent prendre une telle amplitude que la machine sera retournée et plongera vers la terre.

Quelques experts estiment que l'hélicoptère à cause de la plus petite résistance de son corps est capable d'une plus grande vitesse que l'aéroplane. Cette conclusion est erronée et contraire aux lois de la propulsion. On doit se rappeler que dans le premier type, la puissance motrice étant la même, une plus grande masse d'air doit être mise en mouvement avec une vitesse plus petite que dans le dernier, par conséquent elle doit être inférieure en vitesse. Mais lors même que l'air serait refoulé dans la direction de l'axe de l'hélice avec la même vitesse V dans les deux cas, tandis que l'aéroplane peut presque atteindre cette vitesse, l'hélicoptère ne pourra jamais dépasser la composante horizontale $V \cos \alpha$ qui dans les conditions théoriques de fonctionnement les plus économiques serait seulement $0,7 V$ et cela resterait vrai quelque soit la réduction de la résistance.

Une autre défectuosité très sérieuse de ce genre de machine volante, au point de vue pratique, provient de son incapacité à se soutenir dans l'air en cas de panne du moteur,

car la projection des surfaces des ailes du propulseur est incapable de réduire la vitesse de la chute pour éviter un désastre et cela crée un empêchement presque fatal à son usage commercial.

Il résulte des faits exposés qui sont ignorés dans les publications techniques traitant ces questions que la solution pratique du problème doit être recherchée dans une autre voie.

L'invention pourvoit à la présente nécessité d'une manière simple sans se départir radicalement de la construction ordinaire et sans abandonner les dispositifs importants et elle procure des avantages très sérieux pour le développement de cette industrie. Pour la mise à exécution on préfère employer comme moteur la turbine décrite dans le brevet français Tesla n° 421.543 et on emploie des dispositifs qui automatiquement ou à la volonté du pilote mettent la machine en état de fonctionner comme hélicoptère ou aéroplane.

Les perfectionnements de l'invention vont être décrits avec référence aux dessins annexés dans lesquels la fig. 1 montre la machine dans sa position de départ ou d'atterrissage et la fig. 2 en vol horizontal. La fig. 3 est une vue en plan de la machine avec le plan supérieur en partie enlevé.

L'appareil comprend deux plans ou ailes 1-1 rigidement réunis ensemble. Leur longueur et leur écartement peut être tel qu'ils forment presque un carré, dans le but d'avoir un appareil compact. Dans le même but la queue est supprimée ou s'il en est fait usage on devra pouvoir la rétracter. Les moteurs 2-2, dans le cas présent des turbines décrites dans le brevet Tesla dont il a été question plus haut, ainsi que les autres parties de l'appareil moteur sont installées en concordance avec les centres de gravité et de pression et il est fait usage des organes ordinaires de contrôle. De plus on peut incorporer dans la machine divers systèmes de stabilisation connus. Au repos les plans sont verticaux, ou sensiblement verticaux et également l'arbre qui actionne le propulseur ou hélice 3 et cette hélice à une force, une grandeur et un pas qui lui permettent d'élever le poids total de l'appareil avec le moteur tournant à une vitesse plus grande que lorsqu'il propulse la machine horizontalement. La force motrice est transmise

à l'arbre par les turbines au moyen d'engrenages convenables. Les sièges 4-4-4 pour les pilotes et les passagers sont suspendus sur des axes ou tourillons 5-5 qui leur permettent de tourner d'un angle d'environ 90° et on a prévu des ressorts et des tampons pour limiter leur déplacement à la valeur de cet angle. Les dispositifs ordinaires pour les commandes latérales et en direction 6, 6-7, 7 et 8, 8 sont mis à la portée du pilote au moyen de connexions mécaniques qui lui permettent de les commander à la main ou au pied quelque soit la position de son siège. Au départ, une force suffisante étant appliquée par des moyens de contrôle à sa main, la machine s'élève verticalement dans l'air à la hauteur désirée lorsqu'on la fait graduellement incliner en manipulant les systèmes élévateurs et elle marche alors comme un aéroplane, la charge étant transportée du propulseur aux ailes au fur et à mesure que l'angle d'inclinaison diminue et que la vitesse s'accroît dans la direction horizontale. A la descente la vitesse d'avancement peut être réduite et la machine est tournée à angle droit, elle agit alors comme un hélicoptère et le propulseur supportant toute la charge. Le type de turbine que le demandeur du brevet a indiqué et qu'il juge préférable est un moteur de grande légèreté et de grande activité et il convient exceptionnellement à ce genre de travail pour lequel les moteurs ordinaires d'aviation ne sont pas appropriés. Ce moteur est capable de porter une grande surcharge et il peut tourner sans danger à une vitesse excessive, de telle façon qu'au départ et à l'atterrissage la force nécessaire peut être fournie par les moteurs bien que moins efficacement que dans leurs conditions normales de travail. Des dispositifs particuliers de contrôle peuvent être prévus si c'est nécessaire pour augmenter la production de force dans ces opérations. En raison de son extrême simplicité l'appareil moteur est d'un fonctionnement très sûr. La montée et la descente peuvent être effectuées avec les plans dans la position verticale ou de la manière employée avec les aéroplanes du type ordinaire. Dans ce but, en plus des roues 9, 9 et 10, 10, il est fait usage de roues 11-11, ces dernières étant montées à l'extrémité avant sous le plan inférieur de telle façon que lorsque la machine repose sur le sol ou

un plan horizontal, l'arbre du propulseur aura l'inclinaison désirée estimée la plus convenable pour s'élever à la manière d'un aéroplane. Une telle machine à la fois hélicoptère et aéroplane construite et fonctionnant comme on vient de le décrire réunit les avantages de ces deux types d'appareils et paraît bien appropriée pour la réalisation d'une machine petite, compacte, excessivement rapide et offrant encore une grande sécurité pour les usages commerciaux.

RÉSUMÉ.

L'invention a pour objet :

- 1° Une machine volante combinée de façon à pouvoir s'élever au départ dans une direction sensiblement verticale par ses moyens de propulsion, ensuite la dite machine bascule de façon à prendre la position convenable pour un vol latéral pendant lequel elle est supportée par un ou plusieurs plans et ensuite elle bascule à nouveau pour reprendre sa position de départ et pour effectuer l'atterrissage étant retenue dans sa descente par le propulseur.
- 2° Cette machine comporte deux châssis

de roues à angle droit l'un par rapport à l'autre.

3° Les deux châssis sont combinés de telle façon qu'une même paire de roues sert à la fois pour les deux châssis.

4° L'aéroplane hélicoptère de l'invention est combiné de telle façon qu'il monte et descend comme un hélicoptère avec les plans de ses ailes sensiblement verticaux à l'aide d'une seule ou de plusieurs hélices qui dans cette position se trouvent au-dessus du centre de gravité de la machine et lorsque la machine en vol est supportée par ses plans, les plans des ailes et les axes des hélices sont maintenus rigidement dans les mêmes positions relatives.

5° Le montage des sièges sur des tourillons autour desquels ils peuvent basculer.

6° L'application à l'aéroplane hélicoptère de la turbine décrite dans le brevet français Tesla du 17 octobre 1910, n° 421.543, pour servir de moteur primaire des hélices.

NIKOLA TESLA.

Par procuration :

Louis TAILFER.

