

(Photographie de « L'Aéronautique »).

Vue trois-quarts avant du clinogyre ODIER-BESSIÈRE; on notera l'effilement des pales de l'hélice sustentatrice.

### Le clinogyre Odier-Bessière

Nous avons déjà analysé trois brevets français de la Société d'Exploitation des Brevets et Procédés Bessière :

- 694 619 (28 avril 1930). — *Aéroplane à descente verticale ralentie* (n° 155, p. 115);
- 694 704 (30 avril 1930). — *Perfectionnements apportés aux aéroplanes à descente verticale ralentie* (n° 155, p. 115);
- 698 126 (17 juin 1930). — *Avion à voilure mixte* (n° 157, p. 180).

Le premier est principalement relatif aux formes et positions à donner à une voilure tournante et à une voilure fixe pour éviter les interactions défavorables à la portance aux différents angles de vol. Le deuxième précise certains points de détail du brevet précédent et couvre d'autre part deux idées nouvelles, qui ne sont d'ailleurs pas appliquées dans le clinogyre actuel. Le troisième, enfin, nous livre quelques réflexions de M. Bessière sur la technique du clinogyre et sa stabilité; il contient en outre la coupe de principe d'un moyeu à rotule pour hélice sustentatrice bipale.

Nous ne reviendrons pas sur ces éléments, supposés connus de nos lecteurs.

#### DESCRIPTION SUCCINCTE DU CLINOGYRE.

Le prototype est constitué par un Caudron C. 193, appareil à aile basse cantilever, de 11<sup>m</sup>, 50 d'envergure, auquel on a ajouté une voilure tournante à quatre pales, de 6<sup>m</sup> de diamètre. Cette voilure peut osciller sur deux

rotules, au sommet d'un mât de 1<sup>m</sup> de haut environ, légèrement incliné vers la droite. Le mât est monté sur deux robustes traverses du fuselage et maintenu par quatre haubans à sa partie supérieure.

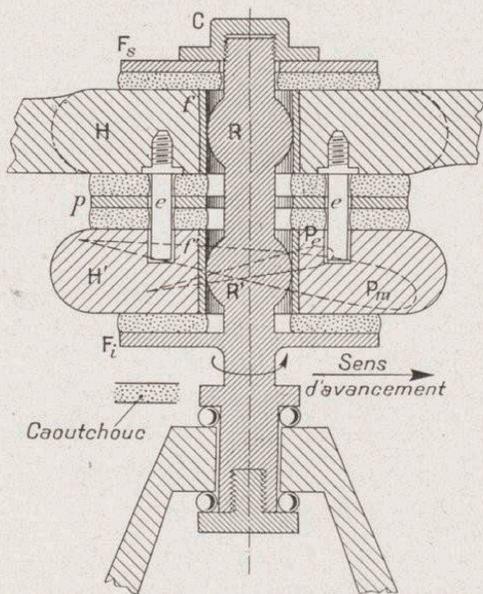
Chaque pale est réalisée en deux sortes de bois : spruce au-dessus et noyer au-dessous. La forme en plan (trapèze très effilé à bout arrondi) et les diverses sections sont combinées pour obtenir un solide d'égale résistance à la flexion. Épaisseur de chaque hélice au moyeu, 70<sup>mm</sup> environ. Incidence : au voisinage du centre,  $-3^{\circ}$ , à l'extrémité,  $+2^{\circ}$ .

*Le moyeu.* — Il ne nous a pas été communiqué de coupe du moyeu à 4 pales, mais celle-ci semble assez facile à reconstituer, d'après le brevet auquel nous faisons allusion plus haut. L'essai ci-

contre doit correspondre, sinon aux cotes respectives des diverses pièces, du moins à leur agencement général.

H et H' représentent les deux hélices sustentatrices calées à  $90^{\circ}$ . Chacune d'elles comporte en son centre une fourrure métallique  $f$  et  $f'$ ; ces fourrures enserrment les rotules R et R' de l'arbre vertical; les hélices peuvent donc, sans autre contrainte au moyeu que celle résultant du rappel par des tampons de caoutchouc, fléchir et se tordre pendant leur rotation.

Des ergots  $e$  assurent la constance du calage à  $90^{\circ}$  des deux hélices; ils sont, par exemple, solidaires par vissage de l'hélice H et pénètrent, avec le jeu



Rotor à 4 pales du clinogyre.  
Coupe possible du moyeu (interprétation de l'auteur).

nécessaire aux mouvements relatifs de petite amplitude des deux hélices, dans des alvéoles de  $H'$ .

Sur le flasque inférieur  $F_i$  de l'arbre porte-hélice seraient donc enfilés successivement : une rondelle de caoutchouc, l'hélice  $H'$ , une plaquette d'acier  $p$  entre deux rondelles de caoutchouc, l'hélice  $H$ , une rondelle de caoutchouc et enfin le flasque supérieur  $F_s$ . L'ensemble est serré entre les deux flasques par un chapeau vissé  $C$ .

Les sens de rotation et d'avancement étant ceux qu'indiquent les flèches,  $P_m$  et  $P_e$  représentent les profils de la pale avançante, respectivement près du moyeu et près de l'extrémité. On voit que  $P_m$  a une incidence négative et  $P_e$  une incidence positive.

#### ÉLÉMENTS DE L'AÉRODYNAMIQUE DU CLINOGYRE.

La *clinogyration* (rotation due à l'évolution des calages angulaires des profils le long de la pale) s'oppose, dans l'esprit de MM. Bessière et Odier, à l'autorotation.

*Autorotation.* — Supposons qu'un moulinet, dont les pales sont calées à l'angle  $\alpha$ , soit entraîné en rotation dans le sens  $S$  par un vent perpendiculaire au disque balayé. Si le pas tend graduellement vers 0, la vitesse de rotation croît; à la limite, lorsque le pas est nul, le moulinet étant alors parfaitement plan, on constate que la rotation continue.

Si les pales avaient été calées initialement à l'angle  $-\alpha$ , le moulinet aurait démarré dans le sens  $-S$ ; à la limite, pour le pas nul, la rotation aurait continué dans ce sens.

Ce sont là des phénomènes d'autorotation. La seule condition pour que le mouvement soit entretenu par le courant d'air, est que le régime de lancement soit assez élevé. La vitesse d'autorotation est proportionnelle à celle du vent et son sens est celui du lancement.

*Clinogyration.* — On a vu que, dans un rotor « clino-

gyre », les pales sont tordues de manière que l'incidence, négative près du moyeu, devienne positive aux extrémités. Plaçons un tel rotor dans un vent perpendiculaire à son plan moyen. La portion des pales voisine du moyeu, par exemple, travaillera en moulinet récepteur et obligera l'ensemble à tourner; l'extrémité des pales fonctionnera alors comme une hélice, et soufflera contre le vent.

Ainsi, dans le cas d'une chute verticale, le vent relatif, qui est naturellement dirigé de bas en haut, produit au bout des pales un vent dirigé de haut en bas qui doit ralentir la descente.

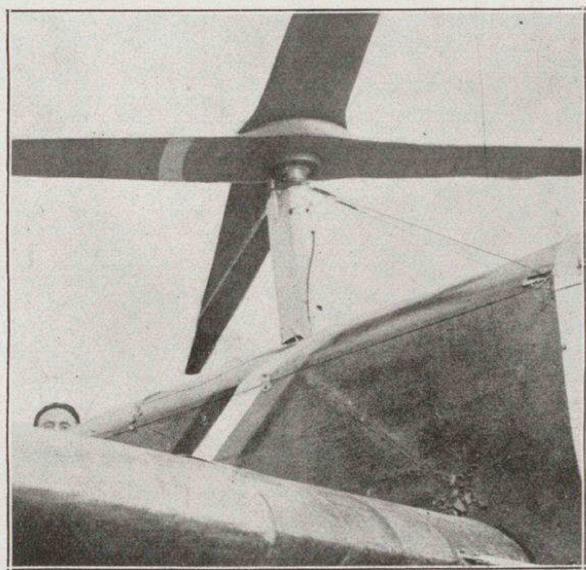
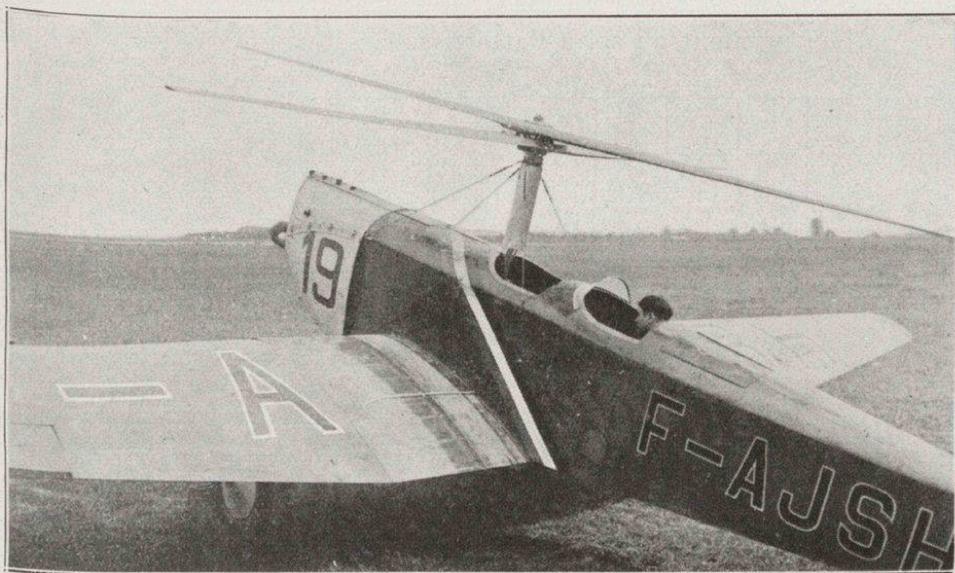
On pourrait évidemment réaliser le contraire, les extrémités travaillant en réceptrices et la portion centrale soufflant contre le vent. C'est une question de calage des profils le long de l'envergure <sup>(1)</sup>.

A l'opposé de l'autorotation, la clinogyration ne s'effectue que dans un sens; si on lance un rotor clinogyre exposé au vent en sens rétrograde, il s'arrête et, comme un moulinet dont les pales sont uniformément calées à l'angle  $\alpha$ , il repart en sens direct.

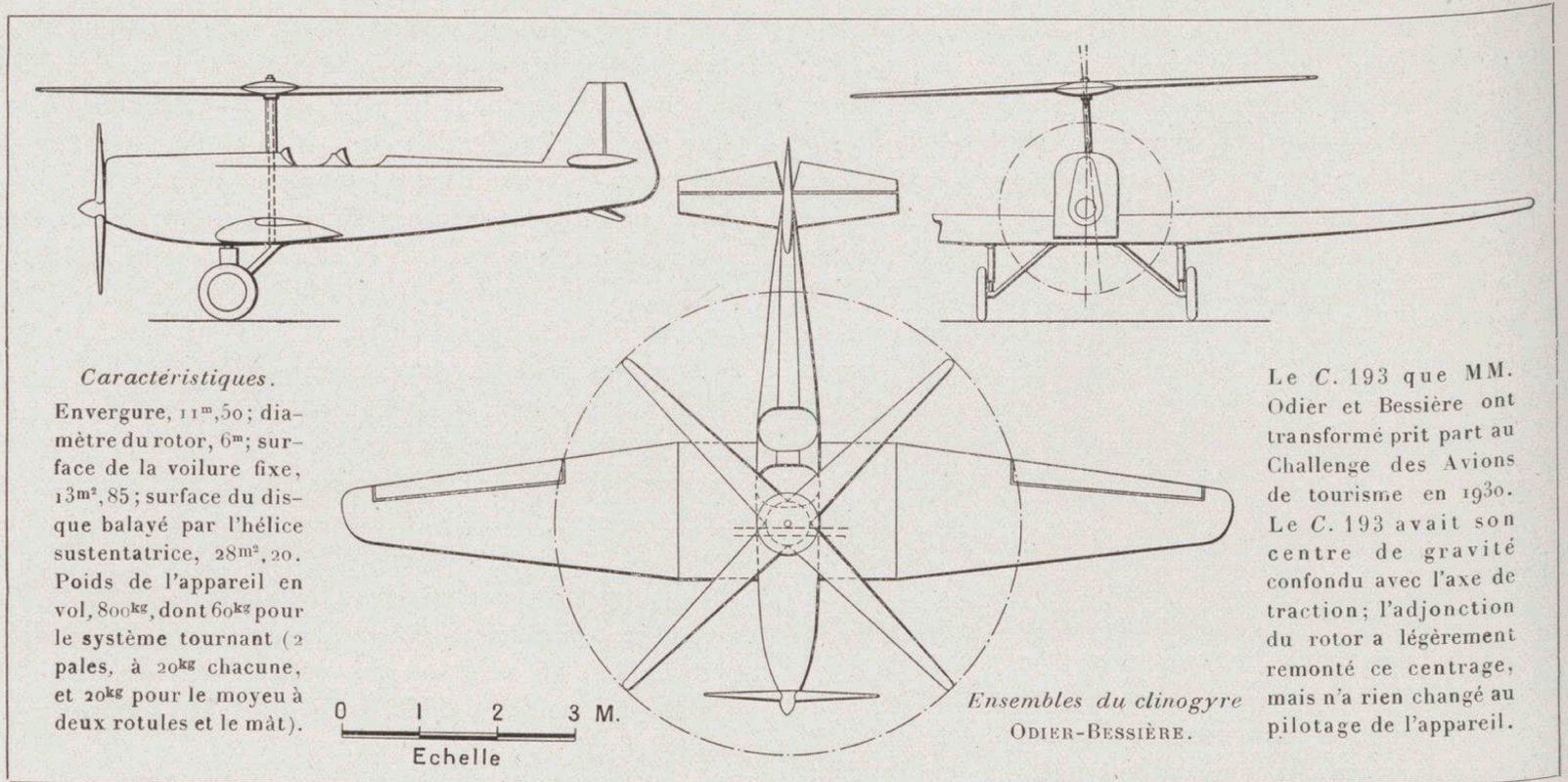


Ces notions, précisées dans le cas d'un vent perpendiculaire au disque balayé, sont plus difficiles à saisir lorsque le plan de rotation devient parallèle au vent, ou lorsqu'il ne fait plus qu'un angle faible avec ce dernier.

<sup>(1)</sup> On doit même pouvoir rendre ce rotor insensible au vent, en constituant chaque pale de deux portions aérodynamiquement équivalentes. Il suffirait de compenser, par rapport à la zone de pas nul, d'une part les formes en plan en fonction de la distance à cette zone, et, d'autre part, les incidences correspondantes. Il serait alors curieux de voir si, pour un régime de lancement donné, un tel rotor « clinogyre » à la limite pourrait, tel un disque-secteur de M. Riabouchinsky, être entretenu en « autorotation ». Théoriquement, cela ne semble pas impossible puisque la portion de pas nul pourrait entrer en autorotation.



(Photographies de « L'Aéronautique »).  
A gauche, vue trois-quarts arrière du clinogyre ODIER-BESSIÈRE; à droite, détail du montage du moyeu sur le mât vertical.



Le C. 193 que MM. Odier et Bessière ont transformé prit part au Challenge des Avions de tourisme en 1930. Le C. 193 avait son centre de gravité confondu avec l'axe de traction; l'adjonction du rotor a légèrement remonté ce centrage, mais n'a rien changé au pilotage de l'appareil.

On sait que, dans le cas d'attaque oblique du vent, l'autorotation continue. Il en est de même pour la clinogyration et, en définitive, le centre du rotor se comporte toujours en moulinet récepteur, tandis que le bout des pales travaille en hélicoptère (porteur).

D'après M. Bessière, la voilure clinogyre est donc « active », à l'encontre des voilures en autorotation pure qui sont « passives ». Elle est, par conséquent, plus efficace que ces dernières et ne nécessiterait pas des rotors aussi grands pour le même effet.

**POLAIRE DU CLINOGYRE.**

La polaire du clinogyre soude, en quelque sorte, les polaires d'une voilure fixe et d'une voilure mobile. Sur le document ci-contre, la polaire du Caudron C. 193 est représentée en trait interrompu; pour celle du clinogyre Odier-Bessière, — obtenue par des essais en vraie grandeur au chariot aérodynamique — le rapport des échelles est de 1 à 5 (au lieu du 1 à 10 habituel). Les  $R_z$  et  $R_x$  figurés sont les forces (poussée et traînée) ramenées à

la vitesse de 1 m/sec. On voit que la polaire s'étire considérablement aux grands angles et qu'elle semble atteindre un maximum très aplati vers 25°. Les  $C_z$  maximum sont dans le rapport de 1,2 à 3 soit de 1 à 2,5; la finesse du clinogyre complet est de 9. On estime qu'aux grands angles (vers 9°) le rotor et l'aile fixe portent chacun la moitié du poids de l'avion, alors que, jusqu'à 3° d'incidence, le rotor ne supporte pas plus du quart du poids total.



La vitesse maximum du C. 193 (180 kmh environ) est certainement diminuée par l'adjonction d'une voilure tournante, mais sa vitesse minimum descend à 40 kmh; la pente limite de planement en air calme est de 45°, et le roulement au sol à l'atterrissage est de l'ordre de 20<sup>m</sup> à 25<sup>m</sup> (maximum, 35<sup>m</sup>).

Le rotor atteint rapidement le régime de 300 t/m au cours de la prise de terrain pour l'envol, et il se maintient en vol aux environs de 400 t/m, ce qui représente une vitesse linéaire à la périphérie de 125 m/sec, lorsque le centre du rotor est supposé fixe. P. L.

