

clinaison, le centre de poussée P' se trouve sur la verticale du centre de gravité, l'aéronat ne pourra plus se redresser automatiquement. Il se retrouvera placé dans les mêmes conditions que l'aéronat muni d'une suspension de nacelle non rigide. Les mêmes causes tendront à augmenter son inclinaison et à provoquer la rupture successive des câbles de suspente.

Si l'enveloppe se dégonflait encore davantage, le centre de poussée P' pourrait se trouver sur la gauche de la verticale passant par le centre de gravité et, dans ce cas, il se produirait un couple de déviation qui tendrait à placer le grand axe de l'aéronat vertical, l'avant en haut, l'arrière en bas.

Il est inutile d'insister sur les dangers pouvant résulter de cette cause.

Il est donc très important que l'enveloppe reste constamment gonflée. Nous savons qu'on obtient ce résultat à l'aide du *ballonnet*.

Le ballonnet, dont nous connaissons le rôle important au point de vue de la stabilité d'altitude, joue donc, au point de vue de la stabilité longitudinale, un rôle aussi essentiel.

Ce ballonnet B (Fig. 251), en effet, gonflé plus ou moins, empêche, dans le cas où l'aéronat se trouve dans une position inclinée, l'arrière de l'enveloppe de devenir flasque.

La résistance de l'air ne peut, d'abord, s'exercer, de la sorte, avec une action plus vive sur cette enveloppe et aider à son renversement. En outre, le volume de gaz restant dans l'enveloppe se trouve mieux réparti que dans le cas que nous venons d'examiner.

Lorsque le gaz perdu a un volume égal à celui du ballonnet, celui-ci étant complètement gonflé rétablit l'équilibre, car il est établi de façon que, par suite de la répartition du gaz à l'intérieur de l'enveloppe, le centre de poussée ne se déplace pas.

On aura donc, dans le cas d'une inclinaison de l'aéronat et en supposant la liaison de la nacelle rigide, un *couple redresseur* pour le ramener à sa position horizontale.

Si le volume de gaz perdu est plus faible, le ballonnet ne sera qu'en partie gonflé pour compenser cette perte. Le gaz se portant toujours à la partie la plus haute,

si l'aéronat occupe une position inclinée (Fig. 251), la partie C du ballonnet B contiendra seule de l'air. Le volume d'air ainsi introduit dans l'enveloppe n'occupe pas une position symétrique par rapport au centre de poussée, de sorte qu'il y aura un plus grand volume de gaz à l'avant qu'à l'arrière. Le centre

de poussée, dans ce cas, se déplacera vers l'avant, mais, évidemment, d'une quantité bien moindre que si l'enveloppe était flasque à l'arrière. Le *couple redresseur* diminuera de valeur, mais, néanmoins, il sera positif et assurera la stabilité longitudinale de l'aéronat.

En réalité, le ballonnet n'assure pas une stabilité longitudinale parfaite et rapide de l'aéronat, parce qu'il n'est généralement pas entièrement gonflé, mais l'instabilité qui en résulte ne peut être rapportée qu'à un volume maximum égal au volume du ballonnet.

L'instabilité se trouve ainsi réduite dans des limites assez étroites et le renversement de l'enveloppe n'est pas à craindre.

Cependant, dans le but de diminuer en-

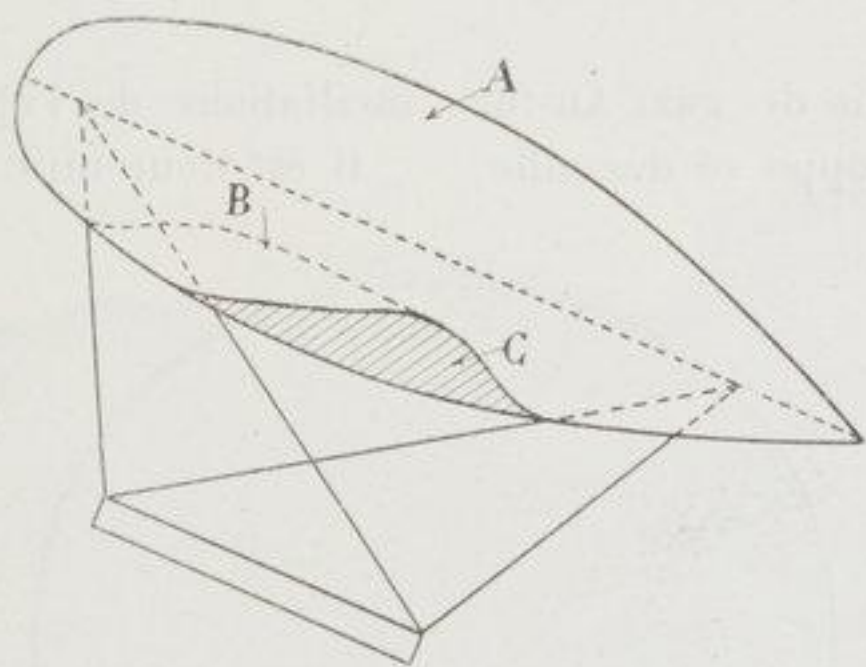


Fig. 251. — Rôle du ballonnet sans cloison dans la stabilité longitudinale d'un aéronat.

core davantage la valeur de cette instabilité, le colonel Renard a constitué le ballonnet en plusieurs compartiments indépendants les uns des autres.

Le ballonnet comporte des cloisons ainsi que nous l'avons déjà indiqué précédemment (Fig. 239). Ces cloisons souples et l'enveloppe formant la paroi du ballonnet peuvent s'appliquer, intérieurement, contre l'enveloppe de l'aéronat, lorsque celle-ci

est complètement remplie de gaz. Au fur et à mesure que l'enveloppe se dégonfle, on introduit de l'air dans les compartiments du ballonnet (Fig. 252). Lorsque, comme dans le cas examiné plus haut, la perte du gaz est telle que le ballonnet B est incomplètement rempli, le volume d'air introduit dans ce ballonnet est partagé entre les trois compartiments C, D et E.

Si l'aéronat s'incline, le gaz tendra à gagner la partie supérieure de l'enveloppe. Le volume d'air F, G, H contenu dans chacun des compartiments sera déplacé en sens inverse, mais on comprend que ce déplacement dans chaque compartiment aura une amplitude bien plus réduite que le déplacement d'air qui s'effectue dans le ballonnet ne comportant aucune cloison. Le mouvement de tangage se trouvera, de

la sorte, diminué, car il convient de considérer que pendant l'oscillation soit vers le haut, soit vers le bas de l'enveloppe, le

volume d'air contenu dans le ballonnet se porte tantôt à l'avant, tantôt à l'arrière, par suite de la pression du gaz. Ce mouvement de va-et-vient ne peut qu'entretenir le tangage, comme le ferait un poids se déplaçant alternativement vers l'avant ou vers l'arrière, en suivant les

oscillations de l'appareil.

Il est donc utile de réduire à la fois le volume d'air pouvant créer cette perturbation et de diminuer l'amplitude de son déplacement pour éviter ces sortes de *pulsations* provenant du ballonnet. Le ballonnet cloisonné répond à ces conditions qui ont pour résultat d'assurer une plus grande stabilité longitudinale à l'aéronat.

D'autres causes peuvent provoquer l'instabilité longitudinale et contribuer à entretenir le mouvement de tangage quand il est commencé ou à augmenter l'amplitude des oscillations.

Comme dans le ballonnet, mais pour des causes différentes, il peut se produire dans l'enveloppe des *pulsations* dues au déplacement du gaz.

Quoique l'enveloppe soit remplie de gaz,

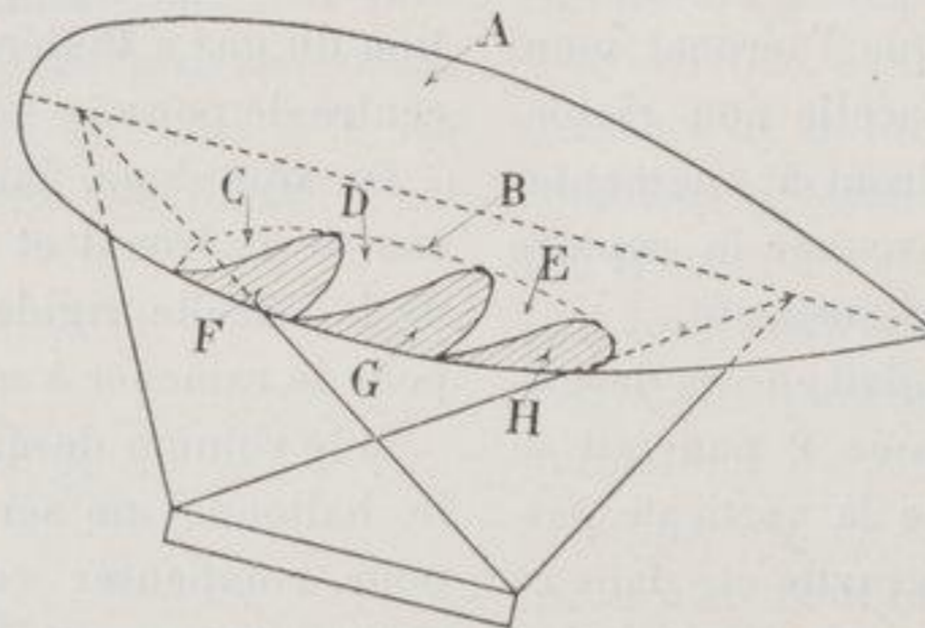


Fig. 252. — Rôle du ballonnet à cloisons dans la stabilité longitudinale d'un aéronat.

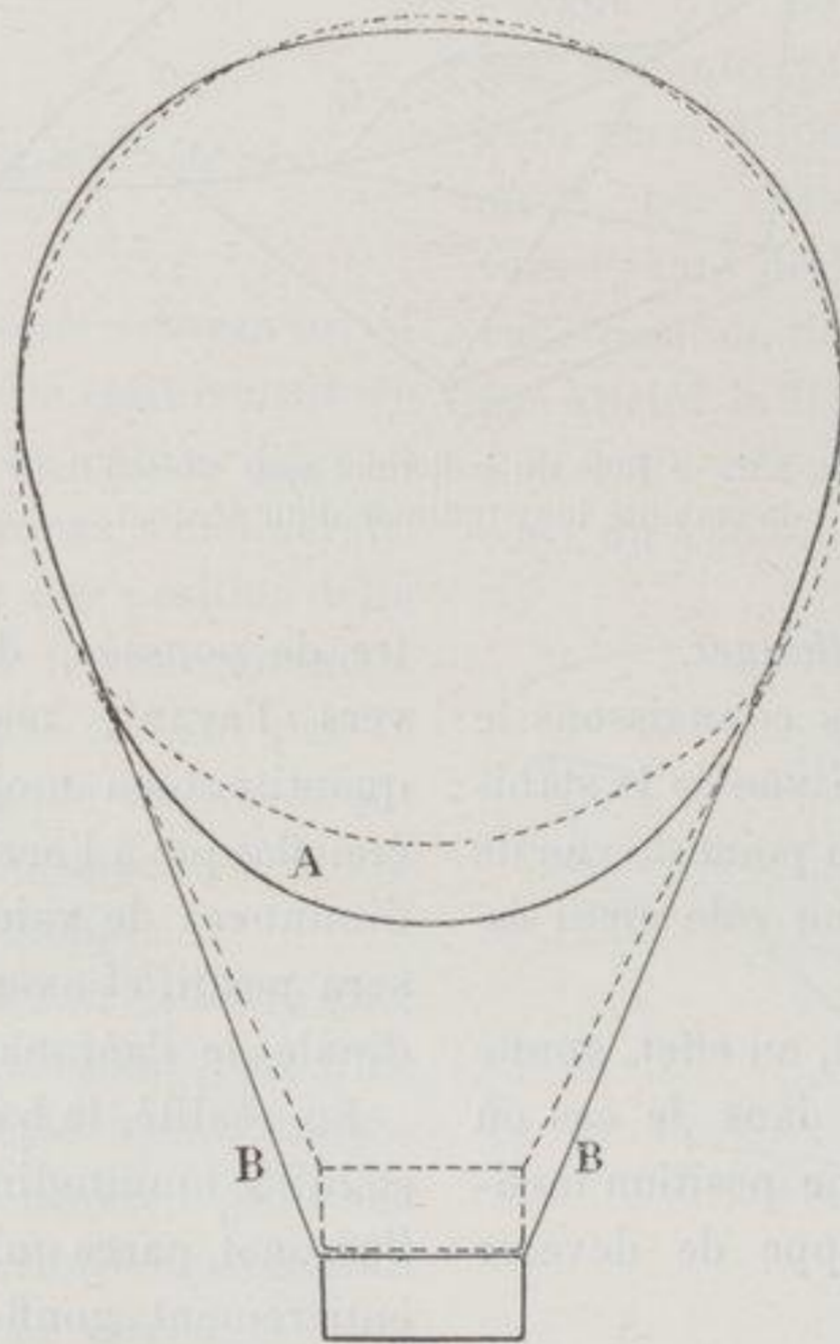
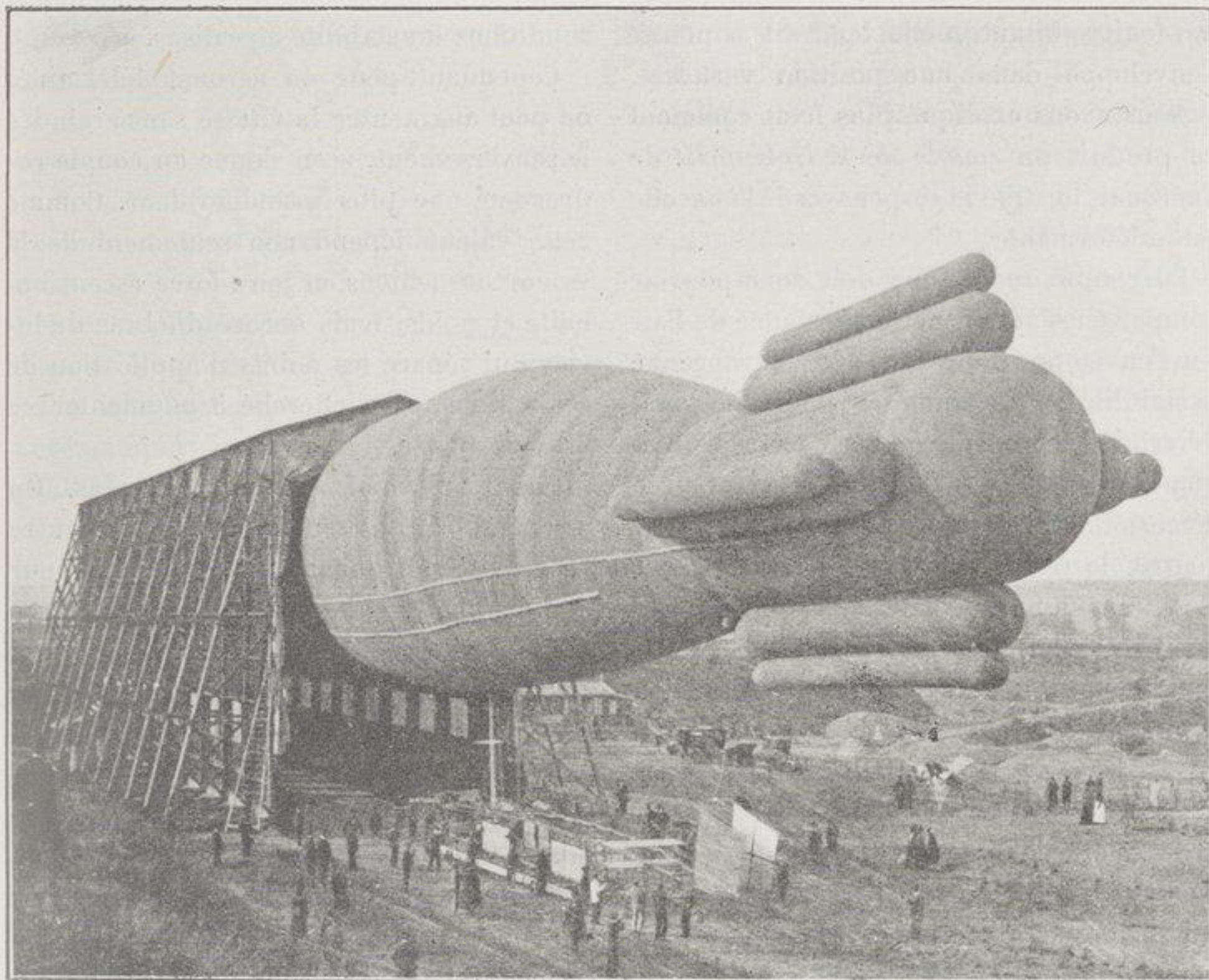


Fig. 253. — Déformation de l'enveloppe par les câbles de suspension de la nacelle.

il peut se produire à la surface de celle-ci des déformations dues aux câbles qui servent à supporter la nacelle (Fig. 253). Les câbles B doivent être, en principe, disposés de façon qu'ils soient tangents à l'enveloppe A dont la section est circulaire. Mais, par suite de la tension qui s'exerce sur eux et de la pression du gaz intérieur, la partie de l'enveloppe sur laquelle portent les câbles tend

l'enveloppe est plus ou moins déformée dans une même section, de sorte que le gaz va et vient dans l'enveloppe en produisant, par suite de ces déplacements successifs, des *pulsations* qui contribuent à entretenir le mouvement de tangage.

Il est une autre cause plus grave qui peut accentuer les effets de tangage et compromettre la stabilité longitudinale. C'est l'ac-



Giuseppe Verascope Richard.

Fig. 254. — Vue arrière de la *Ville de Paris*, montrant l'empennage.

à se déformer et la section faite en travers de cette enveloppe a une forme semblable à celle de la figure 253.

L'enveloppe A, au lieu d'être circulaire, est allongée vers le bas et aplatie à sa partie supérieure.

Lorsque l'aéronat oscille, la tension des *câbles de suspen*te varie, puisque la charge n'est plus, momentanément, uniformément répartie. Suivant la valeur de cette tension,

tion de la *résistance de l'air*. Lorsque l'aéronat se déplace horizontalement, la résistance de l'air s'exerçant sur l'enveloppe de forme appropriée a une valeur déterminée dont on a tenu compte pour établir l'aéronat. Cette valeur varie, d'ailleurs, comme le *carré de la vitesse*.

Lorsque l'aéronat s'incline, la résistance qu'oppose l'air à son déplacement en agissant sur l'enveloppe augmente d'autant

plus que l'enveloppe est plus oblique, puisqu'elle offre, au fur et à mesure qu'elle s'incline, une plus grande surface d'action. En outre, la résistance de l'air augmente toujours proportionnellement au carré de la vitesse. On voit donc que pour une obliquité quelconque de l'aéronat, soit vers le haut, soit vers le bas, la résistance de l'air intervient pour augmenter son inclinaison dans un sens ou dans l'autre, et si sa valeur devenait suffisante, elle tendrait à placer l'enveloppe dans une position verticale.

Nous avons expliqué plus haut comment se produit un *couple de redressement* de l'aéronat, lorsque la suspension de la nacelle est indéformable.

Ce couple redresseur doit donc pouvoir compenser l'action de la résistance de l'air sur l'enveloppe pour que l'aéronat reprenne sa stabilité longitudinale. Or, pour un aéronat déterminé, ce couple ne varie pas sensiblement, puisqu'il est fonction de la poussée ascensionnelle et du poids enlevé, mais, par contre, la résistance varie et c'est surtout la vitesse donnée à l'aéronat qui en augmente la valeur, puisque nous savons qu'elle varie comme le carré de la vitesse. Il en résulte que pour une certaine vitesse de l'aéronat, il pourra y avoir équilibre entre la résistance de l'air et le couple de redressement. A ce moment, l'aéronat commencera à ne plus pouvoir revenir à sa position horizontale lorsqu'il l'aura quittée pour une cause quelconque.

Si la vitesse augmente, l'équilibre de l'aéronat est rompu, et celui-ci tend à se dresser verticalement. Si la vitesse diminue, au contraire, l'équilibre est mieux assuré et la stabilité longitudinale augmente.

Vitesse critique Cette *vitesse limite* qu'un aéronat ne doit pas dépasser sous peine de détruire sa stabilité longitudinale, a été appelée *vitesse critique* par le colonel Renard.

La vitesse critique ne doit donc pas être

dépassée et ne doit même pas être atteinte pour que le voyage aérien puisse s'effectuer dans des conditions de sécurité normales.

Ainsi, il ressort de cet examen qu'il n'est pas avantageux de munir un aéronat d'un moteur trop puissant pouvant lui donner une trop grande vitesse. Il convient que le moteur et la vitesse qu'il imprime à l'aéronat soient appropriés au volume de l'enveloppe et au poids soulevé, et répondent aux conditions de stabilité à réaliser.

Cependant, pour un aéronat déterminé, on peut augmenter la vitesse sans craindre le renversement, si on donne au couple redresseur une plus grande valeur. Comme cette valeur dépend non seulement de la valeur des actions en jeu : force ascensionnelle et poids, mais encore du bras de levier qui sépare les points d'application de ces actions, on a cherché à augmenter ce bras de levier.

On a préconisé plusieurs moyens. On peut d'abord abaisser la nacelle ; le centre de gravité se trouvant placé plus bas, pour une inclinaison déterminée, il se déplace d'une plus grande quantité que lorsqu'il est disposé au-dessus et le bras de levier du couple redresseur est plus considérable. La valeur du couple sera évidemment plus grande et la vitesse critique pourra également être plus importante.

Ce procédé a l'inconvénient de nécessiter une plus grande longueur des câbles de suspente et il en résulte une augmentation de la résistance de l'air qui s'exerce sur eux.

On peut aussi charger la nacelle, mais, dans ce cas, la force ascensionnelle doit être augmentée de manière appropriée et le volume de l'enveloppe doit être plus considérable.

Il est également possible de faire varier le bras de levier du couple redresseur en faisant manœuvrer des poids mobiles qui, par leur déplacement provoqué au moment opportun, font varier la position du

centre de gravité et assurent la stabilité. Ce moyen a été employé par plusieurs aéronautes, mais il a l'inconvénient de n'être pas automatique, c'est-à-dire qu'il nécessite un certain temps pour que la manœuvre puisse s'effectuer complète, afin de contrebalancer l'action perturbatrice. Ce retard dans le mouvement peut, parfois, suivant sa durée, provoquer sur l'aéronat une action en sens inverse de celle que l'on comptait exercer, ce qui n'est quelquefois pas sans danger.

Empennages Pour éviter les inconvénients des divers procédés que nous venons d'indiquer tendant à augmenter le couple stabilisateur, le colonel Renard a proposé des dispositifs d'empennage dont l'action est automatique et dépend de cette même résistance de l'air qui tend, lorsque la vitesse est trop grande, à renverser l'aéronat.

Ainsi donc, la stabilité est obtenue en utilisant l'élément perturbateur lui-même et plus sa valeur croît en s'exerçant, d'une part, pour détruire la stabilité, plus son action est considérable, d'autre part, pour augmenter cette stabilité, de sorte que ces deux actions antagonistes dues à la résistance de l'air peuvent se contrebalancer.

On peut obtenir ce résultat par des dispositifs divers qui ont été appliqués à différents types d'aérostats dirigeables.

Dans l'aéronat *Patrie*, on a réalisé l'empennage en disposant à l'arrière de l'enveloppe A, le plus loin possible du centre de gravité de l'ensemble, des surfaces B et C disposées horizontalement et verticalement. Les quatre surfaces placées symétriquement par rapport à l'axe de l'enveloppe ont une disposition semblable à celles qui terminent à l'arrière les *flèches empennées*.

Pour la stabilité longitudinale, ce sont les plans horizontaux B qui agissent; les plans verticaux exercent leur action lorsque l'aéronat dévie de sa route.

Nous allons nous occuper de ce dernier cas, un peu plus loin.

Examinons comment s'exerce, par exemple, l'action des plans horizontaux pour rétablir l'équilibre dans le sens longitudinal lorsque l'aéronat, étant animé d'une certaine vitesse, s'incline soit vers le haut, soit vers le bas.

Dans cette position oblique, la résistance de l'air due à l'inclinaison des plans horizontaux qui sont solidaires de l'enveloppe croît en raison même de la valeur de l'inclinaison et en raison du carré de la vitesse.

Lorsque l'aéronat est horizontal, la résistance de l'air n'agit pas sur les plans horizontaux qui se présentent à l'avancement avec une surface pour ainsi dire nulle, représentée par l'é-

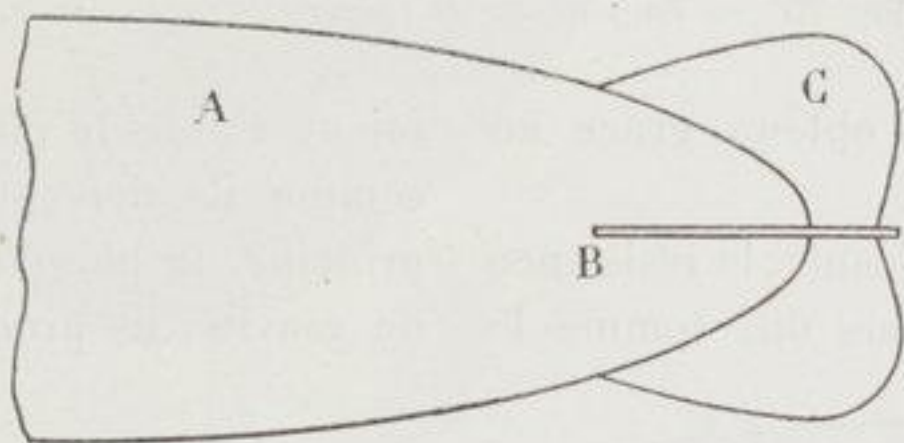


Fig. 255. — Empennage du dirigeable *Patrie*.

paisseur même du plan. Au contraire, lorsque l'enveloppe et les plans B s'inclinent, l'air frappe ces surfaces sur une étendue d'autant plus considérable que l'inclinaison est plus importante. Si nous supposons que l'aéronat incliné a son avant dirigé vers le haut, les plans B seront inclinés dans le même sens. L'air frappera ces surfaces à leur partie inférieure et tendra à les repousser vers le haut, c'est-à-dire à replacer l'enveloppe dans sa position horizontale.

Cette action de l'air sera d'autant plus énergique, en dehors de la valeur de l'inclinaison et de la vitesse, que la distance des plans horizontaux au centre de gravité sera plus considérable.

En effet, du fait de la résistance de l'air sur ces plans horizontaux B, il se produit un couple de redressement qui dépend à la

fois de la valeur de l'effort appliqué sur ces surfaces et du bras de levier représenté par la distance séparant le centre de gravité des plans B.

Le couple ainsi formé peut contrebalancer l'action de la résistance de l'air sur l'enveloppe inclinée, car cette enveloppe offre, évidemment, une surface plus considérable à l'action de l'air, mais le point d'application résultant de cette résistance est peu éloigné du centre de gravité, de sorte que le couple de renversement ainsi produit devient plus faible que le couple de redressement obtenu grâce au dispositif d'empennage.

Lorsque la vitesse augmente, la résistance de l'air croît, avons-nous dit, comme le carré de cette vitesse, mais comme cette résistance de valeur plus élevée s'exerce avec cette même valeur d'une part sur l'enveloppe et d'autre part sur les plans inclinés, l'action respective de l'air sur chacune de ces surfaces reste proportionnelle à la grandeur de ces surfaces, malgré l'accroissement de vitesse et, comme précédemment, la stabilité longitudinale de l'aéronat peut être assurée si la distance qui sépare le centre de gravité de l'empennage est établie d'une façon appropriée à la surface de l'enveloppe soumise à l'action de l'air, pour une inclinaison déterminée.

C'est pour cela que les plans stabilisateurs formant l'empennage sont reportés le plus loin possible à l'arrière de l'enveloppe, afin

d'augmenter autant qu'on le peut la grandeur du bras de levier du couple de redressement.

On comprend que ce bras de levier n'aura jamais une valeur trop grande, puisque de cette plus ou moins grande valeur dépend le degré plus ou moins grand de stabilité longitudinale de l'aéronat.

On peut reprocher au dispositif précédent d'empennage, constitué par des surfaces planes disposées perpendiculairement, de peser sur l'arrière de l'enveloppe. En effet, quoique ces plans

soient établis le plus légèrement possible, comme ils doivent être appliqués, par principe, le plus loin possible du centre de gravité, ils produisent, si on les considère indépendamment des autres organes, un

couple de déviation qui tend à obliquer l'enveloppe, vers le haut. En outre, ces surfaces offrent, pour être assujetties à

l'enveloppe, une certaine difficulté de construction.

Pour obvier à ces inconvénients, le colonel Renard a préconisé l'emploi de *ballonnets extérieurs*, au lieu de *plans rigides*. Ces ballonnets extérieurs solidaires de l'enveloppe sont gonflés d'hydrogène et, de cette façon, ne surchargent pas l'arrière de l'enveloppe. Ils offrent, quand l'enveloppe est inclinée, une surface assez considérable à la résistance de l'air et leur liaison à l'enveloppe s'effectue aisément, puisqu'ils sont constitués par de l'étoffe

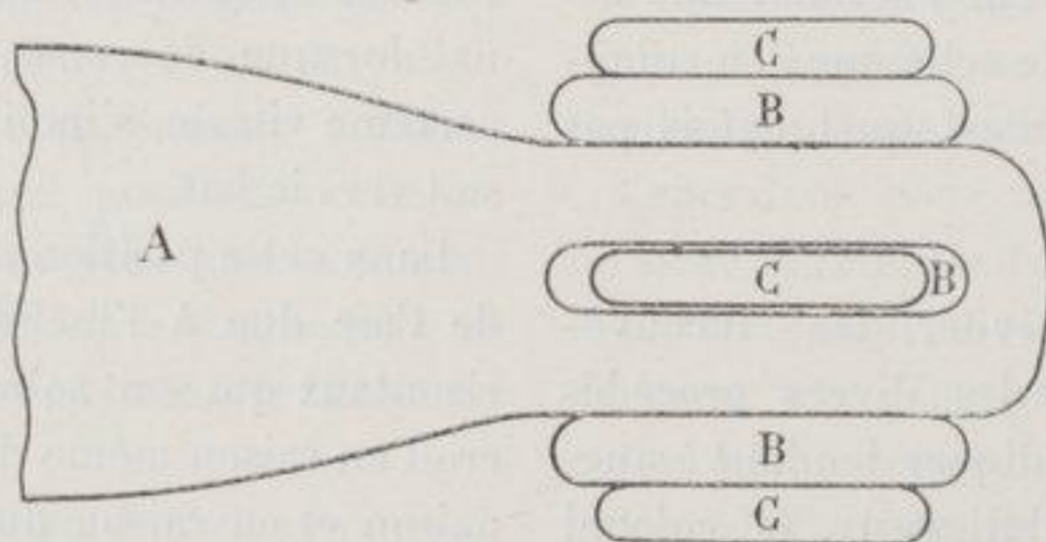


Fig. 256. — Empennage de l'aéronat *Ville-de-Paris*.

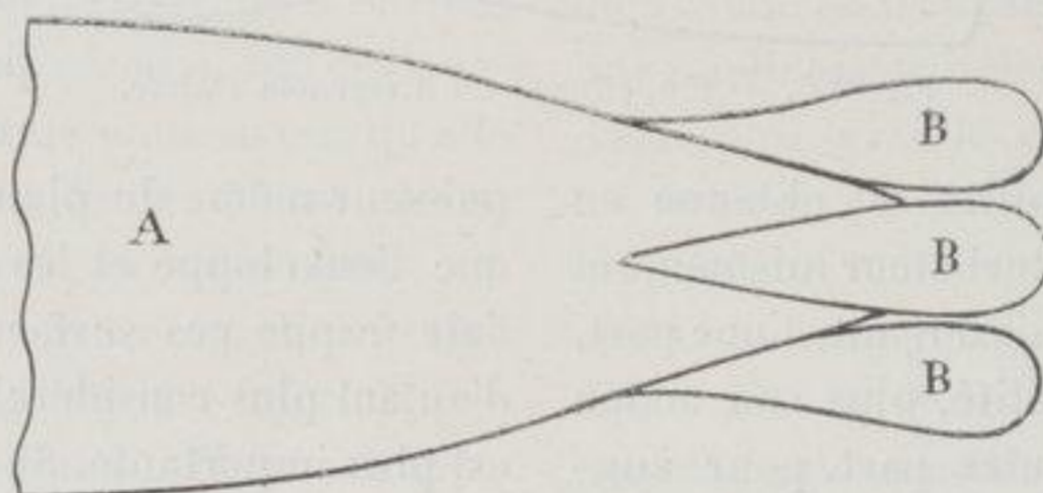


Fig. 257. — Empennage de l'aéronat *Bayard-Clément*.

cousue à celle qui forme l'enveloppe.

Dans l'aérostat dirigeable *Ville de Paris* (Fig. 256) l'empennage a été constitué par une série de ballonnets disposés à l'arrière de l'enveloppe. Cette enveloppe A, de forme cylindrique à son extrémité arrière, est munie de quatre séries de ballonnets B et C disposés sur son pourtour.

Chaque série de ballonnets en comporte deux, dont l'un, B, fixé contre l'enveloppe, a un volume plus considérable que le second C, disposé extérieurement.

Cet empennage comporte donc au total huit ballonnets.

Lorsque l'aéronat navigue horizontalement, l'air, glissant sur l'enveloppe, vient à l'arrière frapper les ballonnets sur leur extrémité arrondie et offrant une surface très réduite. Si, par

contre, l'aéronat s'incline, les ballonnets suivant ce mouvement présentent chacun une surface plus considérable à la résistance de l'air.

Deux séries de ballonnets servent à assurer la stabilité longitudinale. Les deux autres groupes placés perpendiculairement, servent à assurer la stabilité de route ou de direction.

Dans l'aérostat dirigeable *Bayard-Clément* (Fig. 257), l'empennage a été éga-

lement réalisé au moyen de ballonnets.

Ces ballonnets B placés à l'arrière de l'enveloppe A, sont au nombre de quatre disposés symétriquement sur le pourtour de l'enveloppe. Deux se trouvent ainsi placés dans un plan horizontal lorsque l'enveloppe est horizontale et les deux autres

sont, pour cette même position, placés verticalement.

Les ballonnets ont leur extrémité avant effilée de sorte que pendant la marche horizontale de l'aéronat l'air n'a aucune prise sur eux et la résistance due au déplacement ne s'exerce que lorsque l'enveloppe s'incline.

Déversement

La stabilité longitudinale qui dépend des diverses conditions que nous venons d'examiner peut, en outre, être

troublée par la disposition du point d'application de la force propulsive de l'aéronat.

Il semble, au premier examen, que puisque la plus grande valeur de la résistance de l'air s'exerce sur l'enveloppe, l'hélice propulsive doit naturellement se trouver sur l'axe même de cette enveloppe. On paraît ainsi avoir établi la disposition capable d'assurer le mieux l'équilibre horizontal de l'aéronat pendant son déplacement, car la



Fig. 258. — Vue arrière du dirigeable *Bayard-Clément*.

résistance de l'air par rapport à l'enveloppe a son point d'application sur l'axe même de l'hélice. Les efforts antagonistes sont, dans ce cas, dirigés exactement en sens inverse, et leur point d'application se trouvant sur la même ligne horizontale, il ne saurait se produire de couple de renversement.

Quelques constructeurs de dirigeables, parmi lesquels Severo dans son aéronat le *Pax*, et aussi Santos-Dumont, ont employé ce dispositif.

Mais il convient de remarquer que la résistance de l'air exerce également son action sur les câbles de suspension de la nacelle, sur cette nacelle et sur tous les organes qu'elle contient et qui font saillie au-dessus d'elle. La valeur de cette résistance est évidemment moindre

que celle qui s'exerce sur le bout de l'enveloppe dont la surface est plus considérable; mais, cependant, on ne saurait la négliger, de sorte que la vraie place de l'hélice propulsive n'est pas sur l'axe même de l'enveloppe.

Cette disposition, d'ailleurs, présente de grandes difficultés de réalisation, car il faut rendre l'axe de l'hélice rigide et le supporter à cette hauteur considérable, ce qui nécessite l'établissement de carcasses rigides particulières, dont celle de l'aéronat *Pax* offre un exemple. On a pu se rendre compte de la complexité de cette armature.

On a donc été conduit, pour obvier à ces difficultés de construction et pour répondre plus exactement aux conditions assurant la stabilité longitudinale, à descendre l'axe de l'hélice et à le placer plus près de la nacelle.

Certains constructeurs ont été même plus loin dans ce sens et ils ont disposé l'axe de l'hélice sur la nacelle même.

Si cette disposition a l'avantage de pouvoir être réalisée plus simplement, elle n'augmente pas la stabilité longitudinale. Elle tend, au contraire, à la diminuer, puisque le plus grand effort de la résistance de l'air s'exerce sur l'axe de l'enveloppe situé à une grande distance du point d'application de la force propulsive.

Il en résulte un couple de déviation qui tend à faire incliner l'aéronat l'avant dirigé

vers le haut. C'est ce que l'on appelle le *déversement*, lequel diffère du *tangage* en ce que son action ne donne pas au dirigeable le mouvement oscillant de va-et-vient dans le plan vertical comme les causes diverses qui produisent le *tan-*

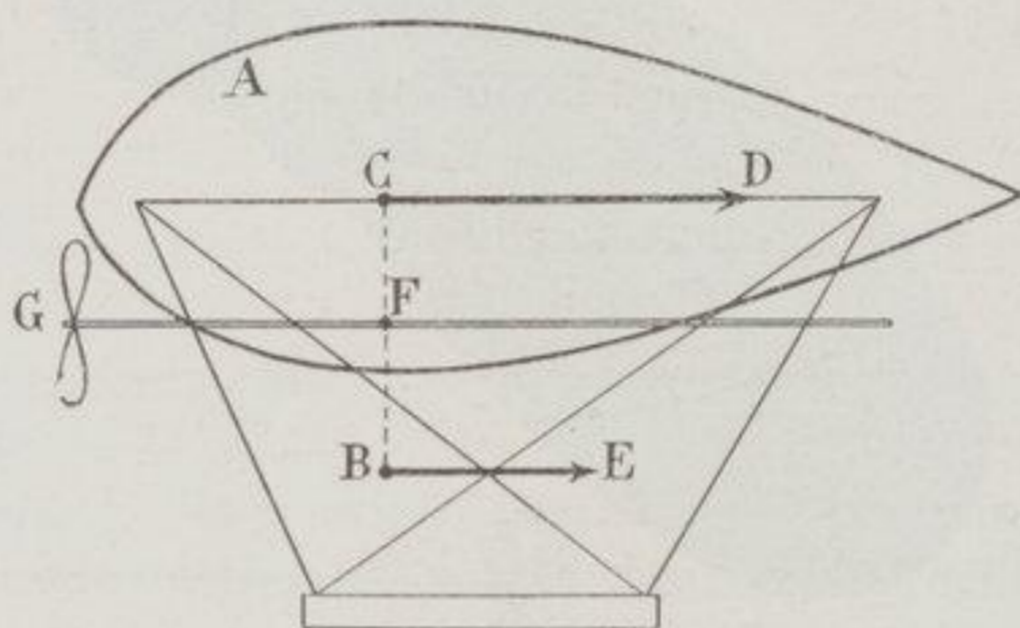


Fig. 259. — Point d'application de la force propulsive sur un aéronat.

gage. L'effort de déversement trouble la stabilité longitudinale d'une façon permanente et dans le même sens lorsque l'hélice est en fonction. Cet effort s'ajoute, par conséquent, aux diverses actions provoquées par d'autres causes dans le même sens pour déplacer l'aéronat de sa position d'équilibre horizontal.

Il est donc avantageux de disposer l'hélice entre la nacelle et l'enveloppe à une distance telle de l'une et de l'autre qu'il ne se produise aucun couple de déversement.

Pour déterminer cette place, il faut considérer que le point d'application C, par exemple (Fig. 259), de l'effort résultant de la résistance de l'air sur l'enveloppe A se trouve sur l'axe horizontal de cette enveloppe supposée symétrique par rapport à cet axe. Cet effort sera dirigé suivant la

ligne CD en sens inverse du sens de marche de l'aéronat, et la longueur CD pourra le représenter comme valeur.

Une autre action due à la résistance de l'air s'exerce, avons-nous dit, sur la nacelle, sur ses câbles de suspension et sur des organes divers. Supposons le point d'application de cet effort placé en B, point qui sera nécessairement tout près de la nacelle puisque celle-ci offre à l'air une résistance supérieure à celle des cordages.

La direction de cet effort sera toujours en sens inverse de la marche de l'aéronat et la ligne BE sera sa représentation graphique en grandeur et en direction. La résistance de l'air agira donc aux points C et B dans le sens des flèches et proportionnellement en ces deux points aux longueurs CD et BE. La force propulsive dirigée en sens inverse devra donc avoir son point d'application F situé entre le point B et le point C, et il est évident que la distance qui séparera ce point F du point C devra être plus faible que celle qui sera mesurée entre F et B, car l'action CD à contrebalancer au-dessus du point F est plus considérable que l'action BE à équilibrer au-dessous.

La vraie position du point E sera déterminée pour que les deux efforts CD, et BE, produisent avec leurs bras de leviers respectifs CF et FB, deux couples de déviation égaux. Comme ils s'exerceront l'un au-dessus, l'autre au-dessous de l'axe de l'hélice qui sera placé en F, la stabilité horizontale de l'aéronat sera assurée.

La position théorique de l'arbre de l'hélice devrait donc être au point F, mais ce dispositif offre aussi des complications de réalisation. Néanmoins, il est employé dans plusieurs types de dirigeables, parmi lesquels celui du comte de la Vaulx.

Les hélices sont placées soit à l'arrière, soit à l'avant de l'aéronat comme dans les dirigeables *Bayard-Clément* ou *Ville de Paris*, soit sur le côté, dans les aéronats Lebaudy.

Lorsque les hélices sont, pour des raisons

de simplification de mécanisme, placées sur la nacelle et que l'aéronat se trouve ainsi soumis à un couple de déversement, on corrige ce déversement en donnant une inclinaison appropriée au gouvernail de profondeur, lequel rétablit l'équilibre horizontal.

Stabilité latérale. Roulis La stabilité latérale d'un aéronat diffère de la stabilité longitudinale, en ce que celle-ci se rapporte aux mouvements que peut prendre l'aéronat par rapport à son axe longitudinal, mais dans un même plan vertical, tandis que la stabilité latérale se rapporte aux *mouvements de rotation* que peut prendre l'aéronat autour de ce même axe longitudinal.

En assimilant l'aéronat à un bateau, la stabilité longitudinale dépend du mouvement de *tangage*, déterminant des oscillations dirigées de la *proue*, vers la *poupe*, c'est-à-dire de l'avant à l'arrière, ou inversement, tandis que la stabilité latérale dépend du mouvement de *roulis* déterminant des oscillations de *bâbord* à *tribord*, c'est-à-dire de gauche à droite, ou inversement.

Comme l'enveloppe est latéralement symétrique par rapport à cet axe, que les câbles de suspension sont aussi disposés symétriquement, ainsi que la nacelle et les organes de propulsion, la stabilité latérale est normalement assurée.

Aucune action extérieure due au déplacement de l'aéronat ne tend à provoquer l'instabilité latérale ni à l'amplifier.

Un effort dû à un coup de vent dirigé dans le sens perpendiculaire au sens de la marche peut, parfois, troubler cette stabilité, mais elle est aisément rétablie par suite du poids de la nacelle, qui se trouve suspendue généralement assez bas au-dessous de l'enveloppe, de sorte qu'il se produit, comme nous l'avons vu précédemment à propos de la stabilité longitudinale, un couple de redressement qui remet rapidement tous les organes dans leur position normale.

On assure d'une manière encore plus efficace la stabilité latérale en disposant contre l'enveloppe des plans horizontaux.

Dans l'aéronat *Lebaudy* la partie inférieure de l'enveloppe même forme une surface plane, qui est horizontale dans la position de marche normale et qui sert à contrebalancer l'effet de roulis.

rection est établie, il importe que l'aéronat n'en puisse dévier par suite de circonstances indépendantes de la volonté de l'aéronaute. Il faut assurer la *stabilité de direction* de l'aéronat. Cette stabilité est aussi désignée sous le nom de *stabilité de route*.

Pendant son déplacement, l'aéronat est soumis à certains mouvements de *lacet*

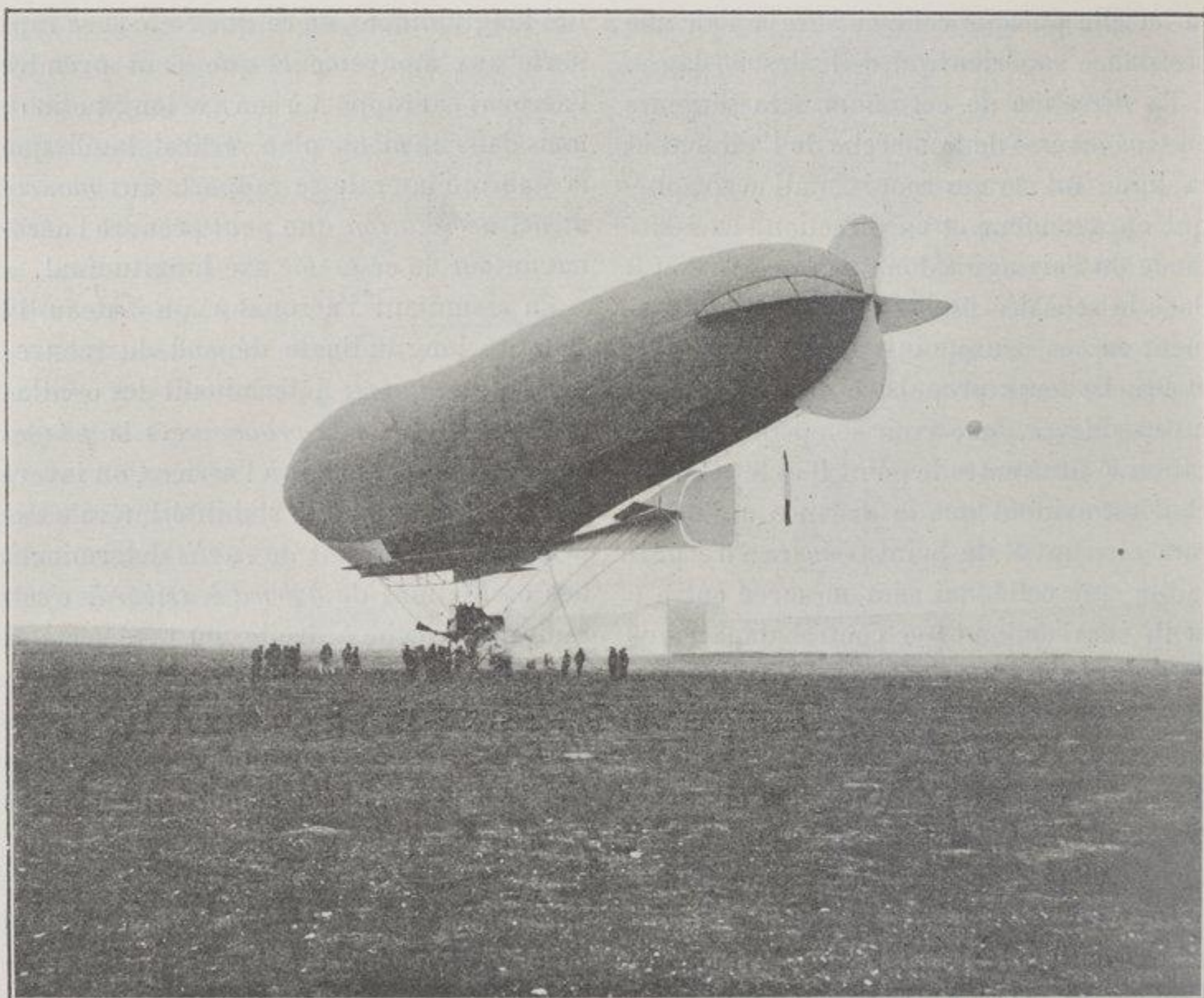


Fig. 260. — Vue arrière du *Patrie*, montrant les dispositifs d'empennage.

Les plans horizontaux disposés principalement sur l'enveloppe pour assurer la stabilité longitudinale interviennent également pour assurer la stabilité latérale.

Stabilité de direction ou stabilité de route

Lorsqu'un aéronat se déplace par ses propres moyens pour atteindre un point déterminé, le gouvernail lui donne la direction à suivre, mais lorsque cette di-

rection est établie, il importe que l'aéronat n'en puisse dévier par suite de circonstances indépendantes de la volonté de l'aéronaute.

On peut, à la vérité, en manœuvrant le gouvernail, compenser l'effet des déviations et ramener l'aéronat sur sa route, mais cette solution n'assure la stabilité de direction qu'au prix d'une manœuvre constante et pénible du gouvernail. Elle offre, en outre, l'inconvénient de provoquer parfois des mouvements extérieurs à la route à suivre

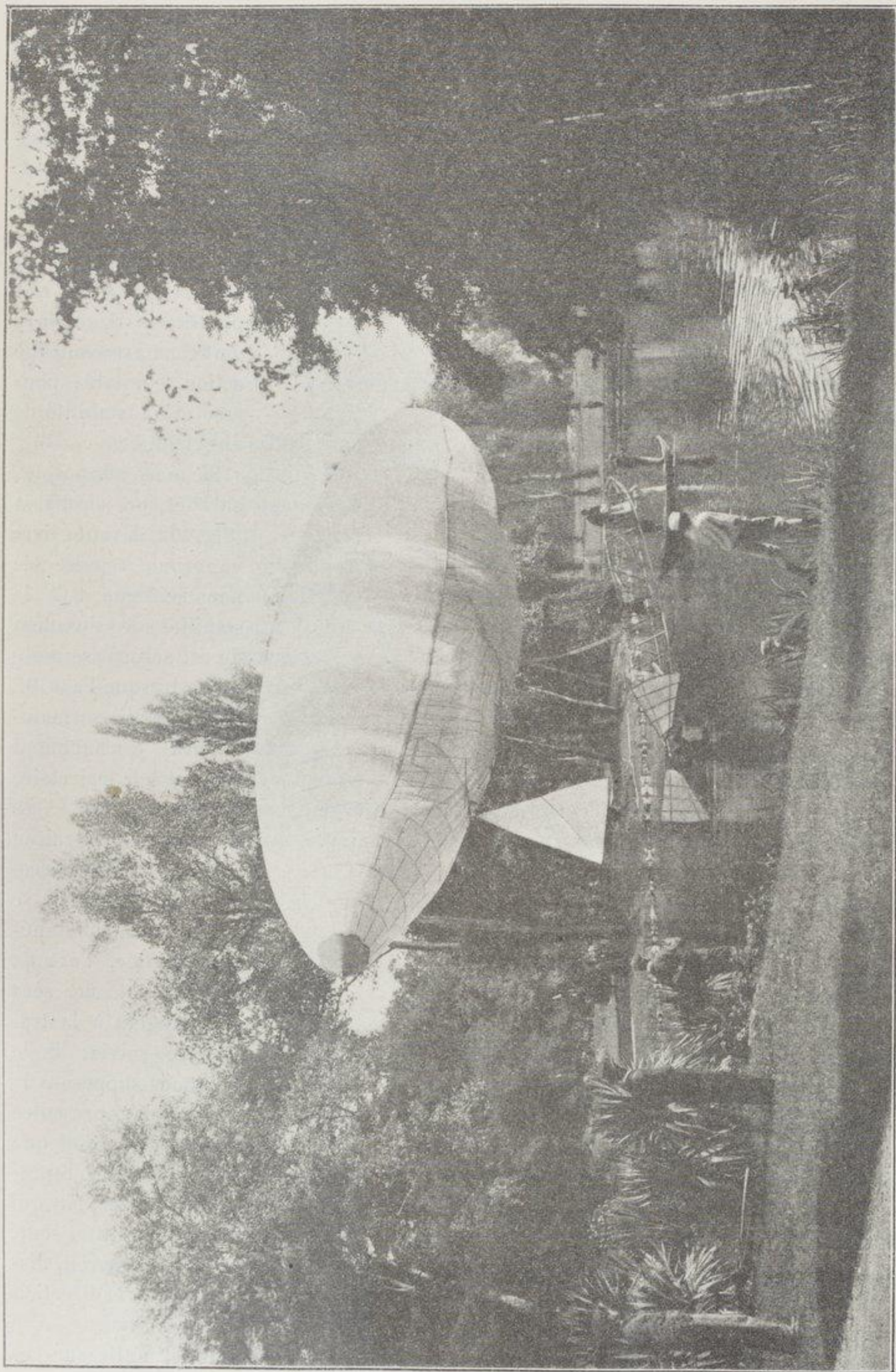


Fig. 261. — Le *Santos-Dumont* n° 6, à sa première sortie, tombe dans le parc du château de Boulogne.

qui risquent de se répéter dans des sens opposés.

Lorsqu'on manœuvre brusquement le gouvernail pour corriger un écart de direction, la masse gazeuse contenue dans l'enveloppe tend à suivre, par inertie, la direction primitivement imprimée à l'appareil. Comme l'enveloppe elle-même, sous l'action du gouvernail, obéit plus rapidement, il peut résulter, de cette manœuvre, des pulsations dans l'enveloppe, sortes de vagues dont l'action peut troubler la stabilité de direction en retardant d'abord le placement de l'aéronat sur sa route, puis, un moment après, en accentuant sa déviation dans le même sens que le gouvernail. Un nouveau coup de barre de plus faible amplitude et donné en sens inverse peut, dès lors, être nécessaire pour ramener l'aéronat en direction. Il peut résulter de ces diverses manœuvres des mouvements répétés d'oscillation de côté et d'autre, qui nuisent à

la progression normale de l'appareil et qui augmentent l'action de la résistance de l'air. Pour assurer la stabilité de direction sans avoir recours à la manœuvre constante du gouvernail, on munit l'enveloppe de plans verticaux disposés à l'arrière.

Ces *stabilisateurs* verticaux complètent l'empennage constitué pour assurer la stabilité longitudinale et que nous avons précédemment examiné.

L'enveloppe a, nous le savons, une forme

plus effilée à l'arrière qu'à l'avant. Ainsi l'action de l'air ne s'exerce sur les organes stabilisateurs placés à l'arrière, soit dans le sens horizontal, soit dans le sens vertical, que lorsque l'aéronat dévie de sa position normale.

Nous savons quel est l'effet produit par les plans stabilisateurs horizontaux au point

de vue de la stabilité longitudinale. Les plans stabilisateurs verticaux exercent une action semblable pour assurer la stabilité de direction.

Si nous supposons, en effet, un aéronat A (Fig. 262) devant suivre une route représentée par la ligne BC, la stabilité de direction de cet aéronat sera obtenue lorsque l'axe DE de l'appareil se maintiendra constamment tangent à la trajectoire qu'il doit suivre.

Si, pour une raison quelconque, la direction de l'aéronat se trouve momentanément déviée, l'axe de cet aéronat ne sera plus tangent à la trajectoire suivie; il la

coupera en un point. Si nous supposons la nouvelle position de l'appareil représentée en pointillé sur la figure 262, on voit que les plans stabilisateurs verticaux F représentés sur champ dans la vue en plan qui constitue cette figure, se déplacent et sont, pour la nouvelle position de l'appareil, disposés obliquement par rapport à la direction à suivre.

L'action de l'air, qui est nulle sur ces plans stabilisateurs lorsque l'aéronat n'os-

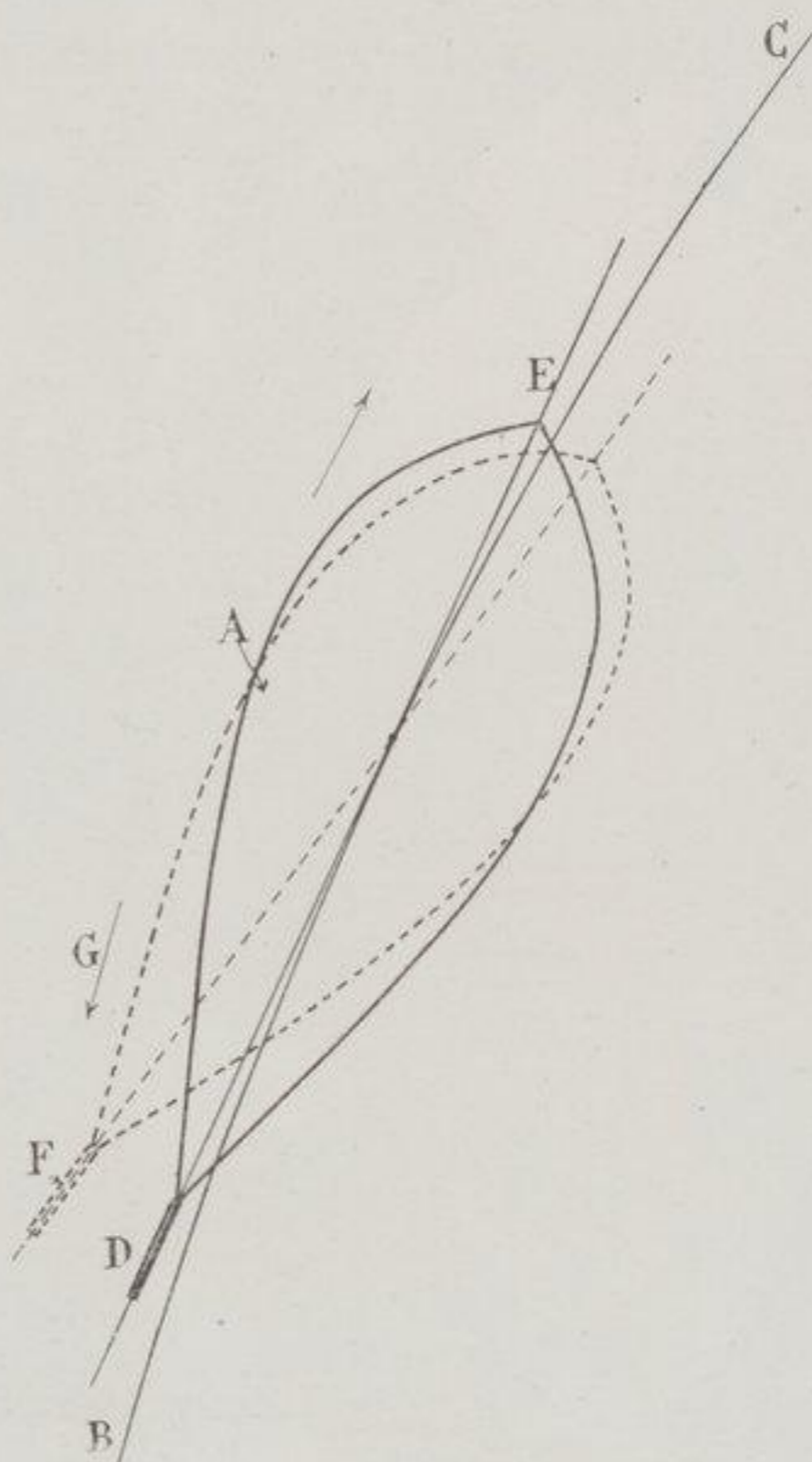


Fig. 262. — Stabilité de route d'un aéronat.

cille pas, s'exerce, au contraire, sur un des côtés de ces plans lorsque l'aéronat s'oblique.

Pour la position de l'aéronat indiquée en pointillé sur notre dessin, l'action de l'air dirigé suivant la flèche G, s'exerce sur la face gauche des plans stabilisateurs verticaux. Comme ces plans sont placés à une certaine distance du centre de gravité, l'action produite par l'air sur ces surfaces obliques tend à repousser l'arrière de l'aéronat vers la trajectoire BC et, par conséquent, tend à le ramener dans la direction à suivre.

Donc, aussitôt que l'aéronat tend à dévier de sa route, l'air, en agissant sur les plans verticaux et du côté oblique, rétablit automatiquement la stabilité de route.

De même que pour l'obtention de la stabilité longitudinale, la stabilité de route est d'autant plus assurée que la distance des plans stabilisateurs verticaux au centre de gravité est plus grande, car cette distance constitue le bras de levier du couple de redressement. Plus la valeur de ce bras de levier sera considérable, plus tôt se produira le redressement sous une action de l'air plus minime et, par conséquent, pour une déviation moindre.

La stabilité de direction dépend également de la permanence de la forme de l'enveloppe. Si cette enveloppe est dégonflée, le vent s'engouffrant dans ses parties creuses exerce sur elle une action perturbatrice considérable; il peut même, par sa violence et suivant sa direction, faire pivoter l'aéronat sur lui-même et le placer dans une direction opposée à celle qu'il doit suivre. Dans ce cas encore, le rôle du ballonnet d'air a son importance, de sorte que cet organe, qui semble accessoire, a, dans les aérostats dirigeables, une fonction essentielle pour assurer d'une façon générale leur stabilité, ainsi que nous l'avons précédemment indiqué.

Par l'analyse que nous venons de faire des diverses conditions de stabilité à réaliser pour qu'un aérostat dirigeable puisse naviguer normalement dans les airs et sans danger, on peut se rendre compte de la complexité du problème qu'il faut résoudre pour établir un appareil offrant toute sécurité.

C'est souvent pour avoir négligé quelques-uns de ces principes essentiels, que la navigation aérienne dirigée a eu ses accidents et, malheureusement aussi, ses catastrophes.



AÉROSTATS DIRIGEABLES DIVERS.

AÉROSTATS DIRIGEABLES : Santos-Dumont. — Lebaudy. — Patrie. — République. — Liberté. — Ville de Paris. — Bayard-Clément. — De la Société de construction Astra. — Belgique. — Zodiac.

AÉROSTATS DIRIGEABLES ÉTRANGERS : Zeppelin. — Parseval. — Gross. — Italia. — Nulli-Secundus.

AÉROSTATS DIRIGEABLES DIVERS.

Aérostat dirigeable Santos Dumont

Nous avons dit, dans l'histoire des aérostats dirigeables, que le premier aérostat dirigeable comportant un moteur à pétrole avait été essayé en France par M. Santos Dumont.

M. Santos Dumont, Brésilien d'origine, vint à Paris en 1891.

Son goût très prononcé pour tous les sports le porta bientôt à faire de l'automobilisme, puis de l'aérostation libre.

Le charme des voyages aériens le captiva au point qu'il conçut le projet de continuer les études entreprises en vue de réaliser la direction des aérostats et de construire un aérostat dirigeable.

Le moteur à pétrole commençait à recevoir dans l'automobilisme des applications de plus en plus appréciées, et on construisait des *tricycles à pétrole* qui avaient alors le plus grand succès.

M. Santos Dumont eut l'idée de construire un aérostat de petit volume dont la propulsion devait être assurée au moyen d'une hélice actionnée par un moteur à pétrole établi comme ceux des tricycles.

Nous allons voir comment, à la suite de

transformations successives, il parvint, à force de persévérance, à établir un aérostat qui lui permit, en parcourant un certain trajet déterminé d'avance, de gagner un prix de 100.000 francs que M. Deutsch de la Meurthe, un fervent adepte de l'aérostation, avait institué.

Les expériences répétées de M. Santos Dumont et son succès dans l'épreuve qui lui valut le prix Deutsch, donnèrent une vigoureuse impulsion à la navigation aérienne dirigée, et ce fut le point de départ d'études faites sur des bases nouvelles, qui devaient donner naissance aux différents types d'aérostats dirigeables que nous allons examiner.

Il est donc juste de reconnaître que, par son initiative et par son courage, M. Santos Dumont a contribué à hâter la solution du passionnant problème consistant à réaliser la direction des aérostats.

Dans ses nombreuses tentatives, M. Santos Dumont a, par suite de son manque d'expérience, en matière d'aéronautique, et des conditions insuffisamment établies de stabilité et de rigidité de ses aérostats, été victime de plusieurs accidents qui auraient

pu avoir des conséquences fort graves; il en est toujours, fort heureusement, sorti indemne.

Examinons, parmi les divers modèles d'aérostats dirigeables que M. Santos Dumont a construits, et qui sont au nombre de seize, ceux qui présentent le plus d'intérêt.

Le premier aéro-nat construit par M. Santos Dumont avait une forme cylindrique (Fig. 263) et était terminé, à l'avant et à l'arrière, par une surface conique. Sa longueur était de 25 mètres, son diamètre de 3 mètres 50 et son volume de 180 mètres cubes. Il était établi pour porter, outre le moteur, le combustible, la nacelle et les accessoires, ainsi qu'un seul aéro-naute, qui était son constructeur lui-même, dont le poids ne dépassait guère 50 kilogrammes.

Pour ne pas surcharger l'appareil, le filet et la chemise de suspension furent supprimés et la nacelle fut suspendue à l'enveloppe même de l'aérostat par l'intermédiaire de tiges en bois de petit diamètre qui furent placées dans des bandes cousues contre l'enveloppe sur presque toute sa longueur.

L'enveloppe, qui devait être légère, était faite en soie du Japon.

Un gouvernail de forme triangulaire était disposé à l'arrière. Il était fait en étoffe de soie tendue sur un châssis métallique.

Deux poids pouvant être déplacés pendant la marche de l'aéronat furent disposés l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. Ces poids étaient simplement deux sacs de lest, suspendus directement par des cordes à l'enveloppe même de l'aéronat. Une autre corde, attachée à chacun des sacs et aboutissant à la nacelle,

permettait de les ramener jusqu'à cette nacelle. L'action des poids pouvait ainsi s'exercer plus ou moins loin de la nacelle, et soit vers l'avant, soit vers l'arrière. C'était un dispositif destiné à faire varier le centre de gravité suivant l'instabilité de l'aéronat. Un guide-rope de 60 mètres de longueur devait faire office de lest facile à déplacer. La nacelle, en osier (Fig. 264), supportait le moteur et l'hélice; elle était suspendue à une assez grande distance de l'enveloppe.

Le moteur, avons-nous dit, était un

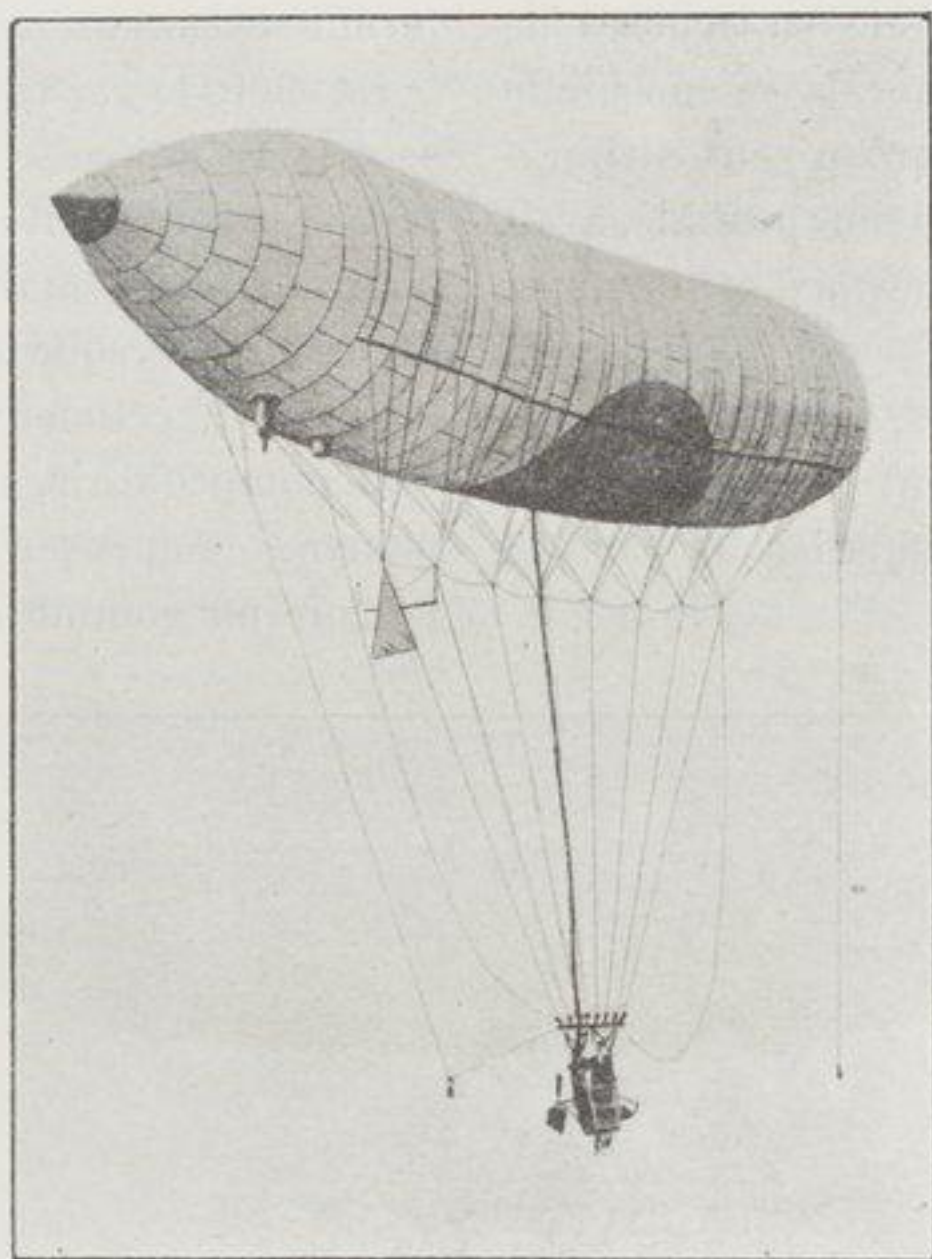


Fig. 63. — Le Santos-Dumont n° 1.

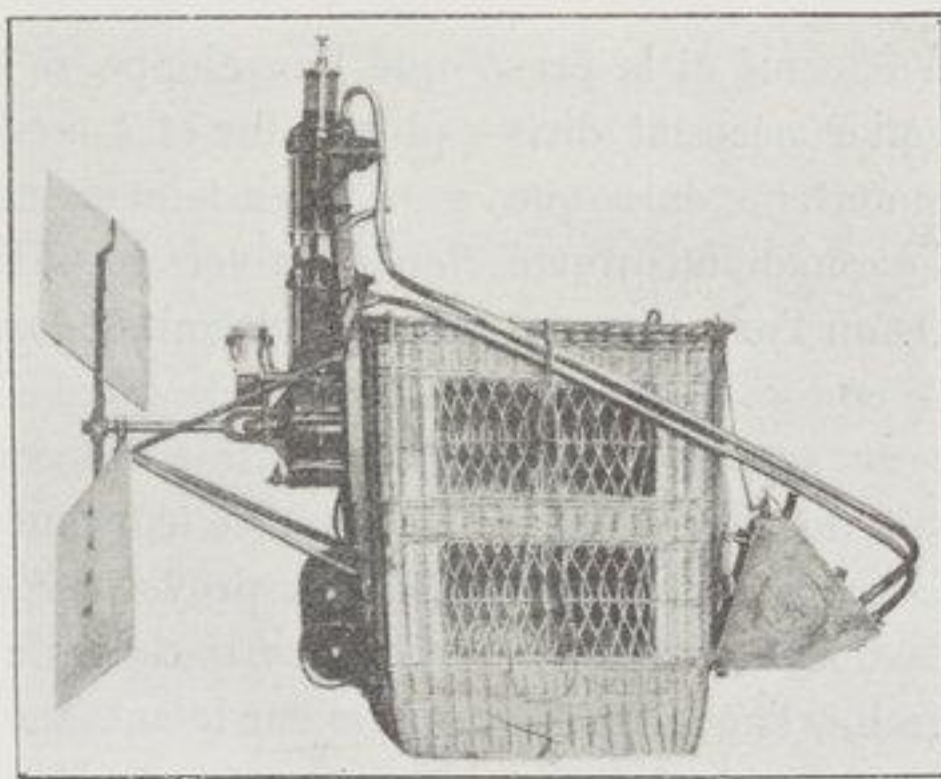


Fig. 264. — Nacelle des Santos-Dumont n° 1, 2 et 3.

moteur de tricycle à pétrole, mais, comme il comportait deux cylindres, il avait été constitué par deux de ces moteurs dont les deux cylindres avaient été superposés de façon à pouvoir actionner la même bielle tout en ne nécessitant qu'un seul carburateur. Ce moteur, allégé le plus possible, avait une puissance de 3 chevaux et demi et pesait 30 kilogrammes.

Le 18 septembre 1898, l'aéronat *Santos-Dumont*, ainsi équipé, fut gonflé à l'hydrogène au Jardin d'Acclimatation de Paris et s'éleva dans les airs.

tenu à une faible altitude, s'éleva progressivement jusqu'à environ 400 mètres. C'est ce qui provoqua l'accident qui devait terminer l'ascension.

En effet, le gaz contenu dans l'enveloppe se dilatait par suite de la montée de l'appareil et s'échappait par le clapet spécial. L'enveloppe se maintenait néanmoins rigide; mais lorsque la descente de l'aéronat commença, cette enveloppe devint flasque. Une pompe à air, qui devait, par sa manœuvre, compenser la perte de gaz, ne put fournir un volume d'air suffisant, de sorte

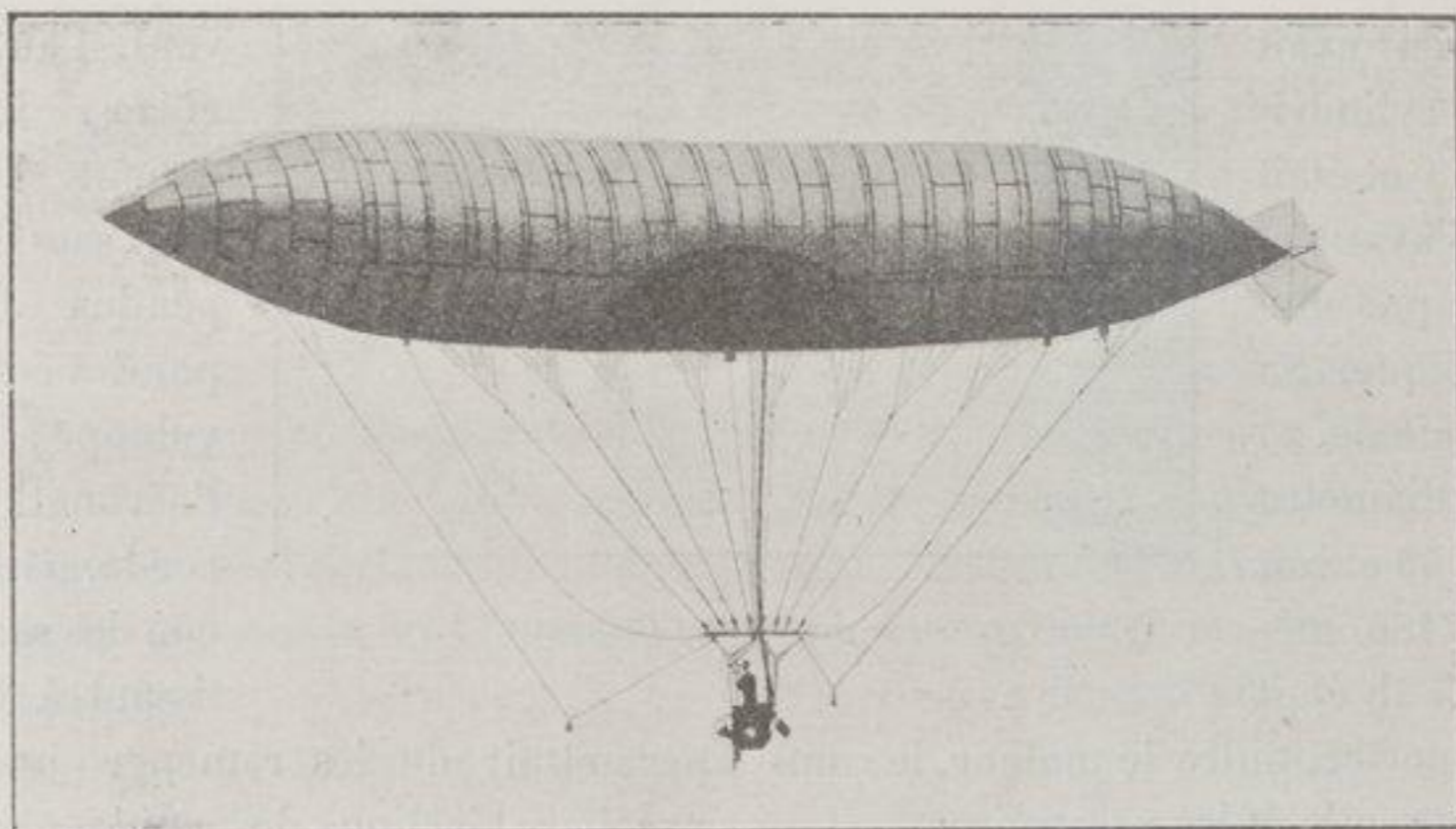


Fig. 265. — Le *Santos-Dumont* n° 2.

Le lancement fut mal effectué et la première ascension du premier aérostat dirigeable de M. Santos Dumont ne dura que quelques secondes, car l'aéronat fut projeté sur des arbres avoisinants où l'enveloppe se déchira.

Deux jours après, le 20 septembre, le dirigeable n° 1 s'enlevait du même point et, cette fois, passait sans encombre au-dessus des arbres.

Le moteur mis en marche, l'aérostat put évoluer dans tous les sens à l'aide des manœuvres du gouvernail, du guide-rope, et des poids mobiles.

Une foule considérable suivait avec intérêt ces diverses évolutions.

Le dirigeable, qui s'était d'abord main-

tenue que l'enveloppe se dégonflait de plus en plus au fur et à mesure qu'elle descendait.

A un certain moment, l'enveloppe se plia en deux vers le milieu de sa longueur, les deux extrémités pointues restant tournées vers le ciel.

La tension des cordes de suspension de la nacelle, se trouvant inégalement répartie, pouvait provoquer leur rupture une à une ainsi que la chute de la nacelle et de l'aéronaute sur le sol. Les cordes résistèrent heureusement pendant la descente de l'aéronat, laquelle s'accéléra de plus en plus et ne pouvait plus être enrayée. Il se trouvait, à ce moment, au-dessus des pelouses de Bagatelle, aux portes de Paris.

L'aéronaute se rendant compte du dan-

ger qu'il courait, cria à des enfants qui jouaient au cerf-volant sur la pelouse, de s'emparer du guide-rope et de courir le plus rapidement possible vers le vent. Cette manœuvre put être effectuée avec assez de promptitude pour diminuer la violence du choc contre le sol, et l'aéronaute se tira sans dommage de cette fâcheuse situation.

Il n'en fut pas de même de l'aéronat et de ses divers organes.

Au commencement de l'année 1899, un autre aéronat fut construit par M. Santos Dumont : c'était le *Santos-Dumont n° 2* (Fig. 265). Établi avec la même longueur que le précédent, il avait un volume un peu plus grand, soit 200 mètres cubes ; son diamètre se trouvait donc un peu augmenté.

L'aéronat était muni d'un ballonnet dont la paroi était cousue intérieurement sur l'enveloppe même. Un ventilateur en aluminium, remplaçant la pompe à air du premier diri-

geable, devait permettre de remplir d'air ce ballonnet par l'intermédiaire d'une manche spéciale. Le ballonnet était muni d'une valve automatique d'échappement et l'enveloppe contenant le gaz comportait deux autres valves automatiques.

Le gaz de l'enveloppe ainsi que l'air du ballonnet pouvaient ainsi, par suite d'une augmentation d'altitude, se dilater sans inconvénient.

Le 11 mai 1899, le *Santos-Dumont n° 2* fut gonflé et lancé sous la pluie dans de mauvaises conditions. Il avait à peine quitté le sol que la contraction du gaz rendit l'enveloppe flasque ; le ballonnet à air ne

put jouer son rôle compensateur, car avant que le ventilateur, par sa manœuvre, eût pu le remplir d'air, un coup de vent avait plié l'enveloppe en deux par le milieu et poussé l'aéronat sur les arbres.

Le troisième modèle de dirigeable construit par M. Santos Dumont (Fig. 266) différait des deux premiers en ce que la longueur était moins considérable, mais le diamètre et le volume étaient plus grands.

L'enveloppe avait une longueur de 20 mètres : son plus grand diamètre était de 7 m. 50, et son volume de 500 mètres

cubes. L'augmentation de volume avait pour but de gonfler l'enveloppe avec du gaz d'éclairage tout en conservant à l'appareil une force ascensionnelle suffisante.

L'enveloppe, au lieu d'avoir, comme dans les deux premiers modèles, une forme cylindrique sur une grande partie de sa longueur, se rapprochait de la forme *fusiforme*. Elle était

symétrique par rapport à ses deux axes.

Le ballonnet à air fut supprimé et, pour donner de la rigidité à l'enveloppe, une tige de bambou rigide, de 10 mètres de longueur, fut disposée entre les cordes de suspension, longitudinalement, entre l'enveloppe et la nacelle.

Le 13 novembre 1899, le *Santos-Dumont n° 3*, s'enlevait de Vaugirard à Paris. Manœuvré par M. Santos Dumont, l'aéronat vint évoluer au-dessus du Champ-de-Mars, contourna la Tour Eiffel et atterrit sur la pelouse de Bagatelle, au-dessus de laquelle s'était produit le premier accident.

Plusieurs autres ascensions furent faites

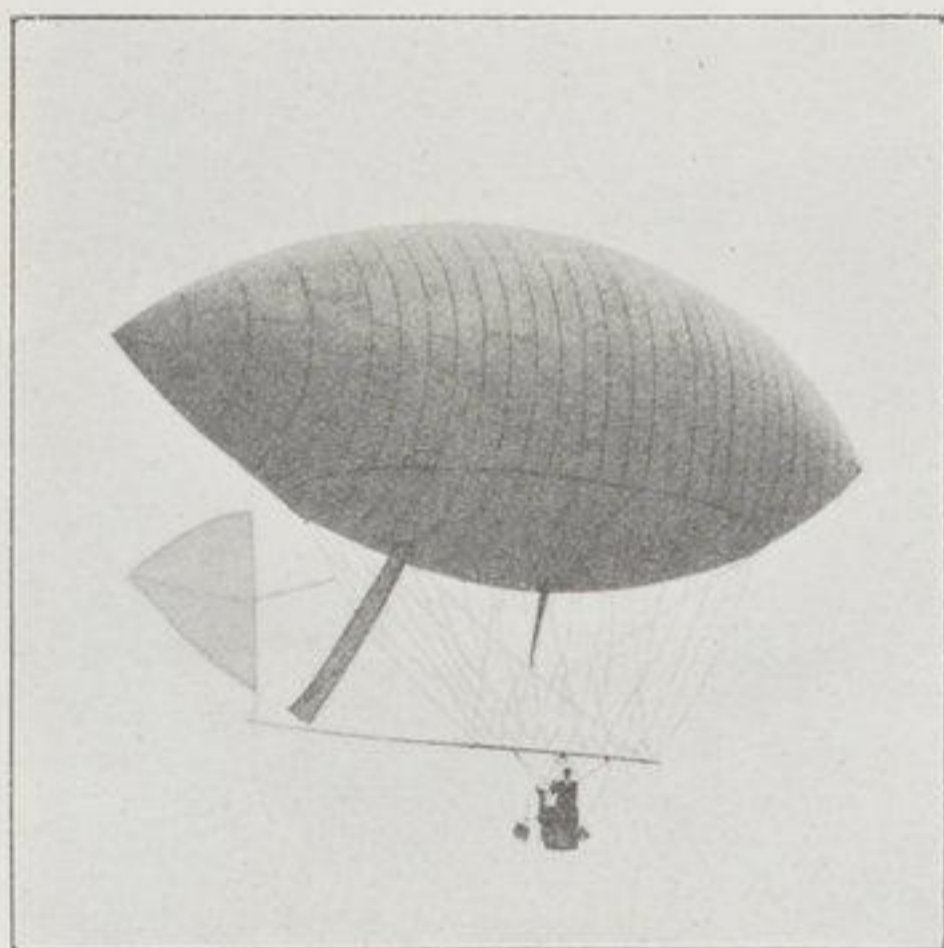


Fig. 266. — Le *Santos-Dumont n° 3*.

avec ce modèle de dirigeable. Dans la dernière, le gouvernail se détacha de l'aéronat.

M. Santos Dumont, qui avait fait construire un hangar au parc de l'Aéro-Club, à Saint-Cloud, résolut de construire un autre appareil moins lourd, muni d'un moteur de plus grande puissance, pouvant rester gonflé pendant longtemps et être remis à l'abri dans le hangar. Ce fut le *Santos-Dumont n° 4* (Fig. 267).

Vers le milieu de ce réseau était suspendu un *cadre de bicyclette* muni d'une selle, d'un guidon, et de pédales. La selle permettait au pilote de se tenir à califourchon sur cette nacelle d'un nouveau genre; le guidon servait à manœuvrer le gouvernail de direction, et les pédales à mettre le moteur en marche.

Diverses cordes aboutissaient à portée de la main du pilote et servaient à effectuer la manœuvre des poids mobiles, à com-

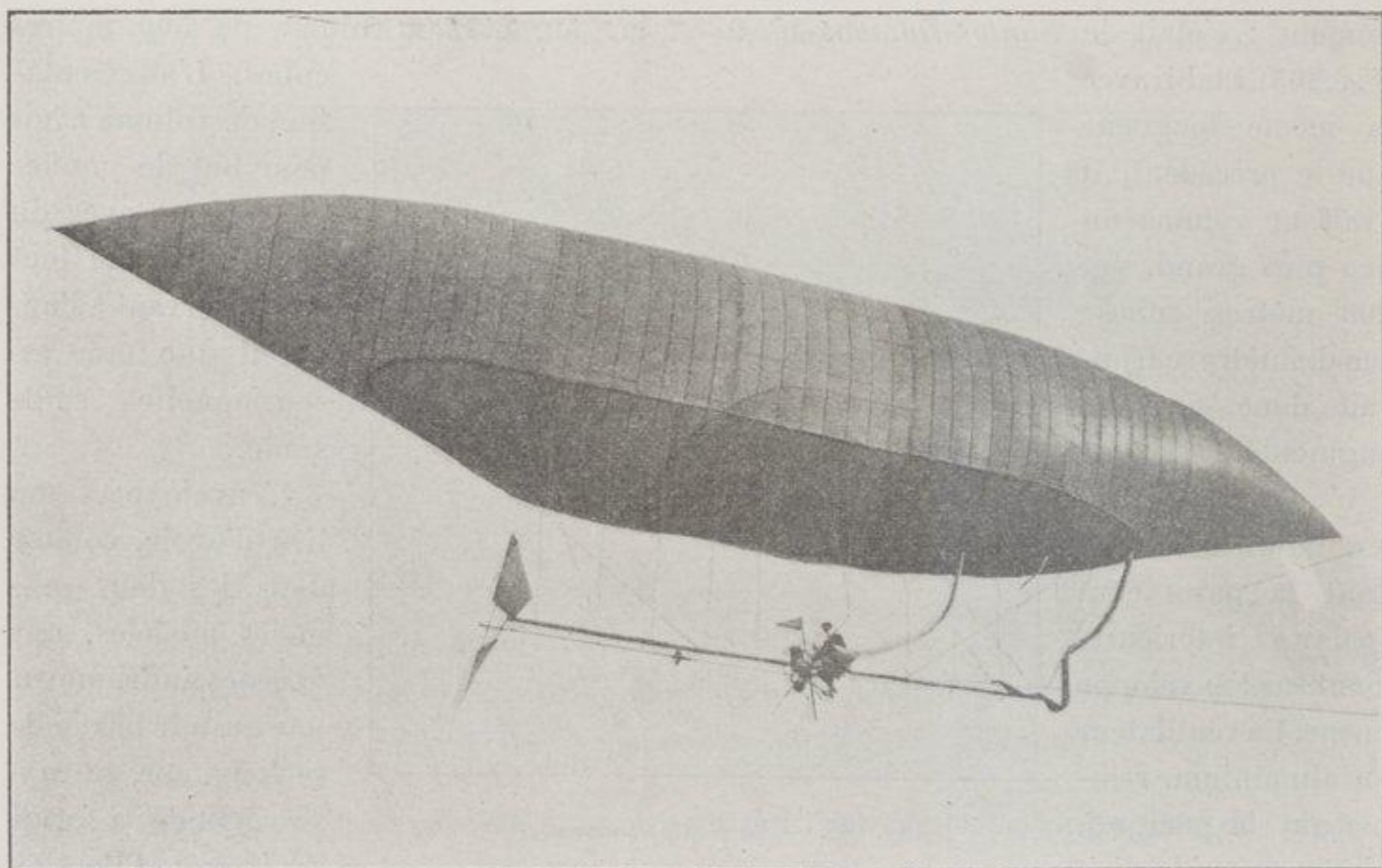


Fig. 267. — Le *Santos-Dumont n° 4*.

L'enveloppe avait une longueur de 39 mètres, un diamètre maximum de 5^m,10 et un volume de 420 mètres cubes. Elle avait une forme *dissymétrique* et était terminée en pointe à l'avant et à l'arrière. Elle comportait un ballonnet à air alimenté par un ventilateur, et devait être gonflée avec du gaz hydrogène.

La nacelle était remplacée par une tige en bambou longitudinale, rendue solidaire d'un ensemble formé de traverses et de cordes reliées à l'enveloppe et servant à supporter les organes divers de l'aéronat.

mander l'allumage du moteur, et à diverses autres manœuvres auxiliaires.

Le moteur destiné à actionner l'aérostat était un moteur à pétrole d'une puissance de 7 chevaux, donnant un mouvement de rotation à une hélice propulsive comportant deux ailes ayant chacune 4 mètres de largeur. Ces ailes étaient constituées par des plaques d'acier sur lesquelles était tendue de l'étoffe de soie. L'hélice était placée vers l'avant de l'appareil et devait le *tirer*, au lieu d'être placée à l'arrière et de le *pousser* comme dans les trois mo-

dèles précédents. Elle tournait autour de la tige-traverse en bambou.

Avec cet aéronef, M. Santos Dumont fit des essais successifs sur le terrain de l'Aéro-Club de France à Saint-Cloud et devant les membres du Congrès international d'aéronautique qui avait eu lieu à Paris, en 1900, à l'occasion de l'Exposition universelle.

A la suite de ces intéressants essais, M. Santos Dumont résolut de doubler la puissance de son moteur et d'employer un moteur à pétrole à quatre cylindres, dans lequel le refroidissement devait s'effectuer au moyen d'ailettes et ne comportant pas, par conséquent, de chambre à eau.

Pour supporter ce moteur il convenait d'augmenter le volume de l'enveloppe. Dans ce but, l'enveloppe du dirigeable n° 4 fut coupée au milieu de sa longueur et l'allongement de l'enveloppe fut réalisé en ajoutant entre ces deux tronçons une partie nouvelle d'enveloppe.

Dans le dirigeable n° 5 (Fig. 268 et 269), la nacelle fut constituée par un châssis en bois dont la section était triangulaire et qui était rendu rigide par des tirants en fil d'acier, ou *cordes de piano*. Cette quille, d'une longueur de 18 mètres, pesait seulement 41 kilogrammes et fut suspendue à l'enveloppe également par l'intermédiaire de cordes de piano, ce qui réalisait un progrès appréciable au point de vue de la diminution de l'action de la résistance de

l'air sur les suspentes. Le moteur de 12 chevaux, placé vers le milieu de la poutre, actionnait, par l'intermédiaire d'un arbre creux, une hélice placée à l'arrière, afin que la manœuvre du guide-rope, disposé à l'avant, pût s'effectuer librement.

Un panier en osier destiné à recevoir le pilote était placé en avant pour contrebalancer le poids du moteur et de l'hélice.

Le guide-rope, disposé à l'extrémité avant de la quille, pouvait être déplacé au moyen d'une cordelette attachée vers le milieu de sa longueur et qui, passant sur une poulie de renvoi disposée vers l'arrière, aboutissait à la nacelle à portée de la main de l'aéronaute. Lorsque cette cordelette était tirée, le guide-rope, au lieu d'agir par tout son poids vers l'avant, agissait au fur et à mesure de son déplacement de plus en plus vers l'arrière. Cette manœuvre déplaçait ainsi le centre de gravité de la



Fig. 268. — Le Santos-Dumont n° 5, descendant au Trocadéro, le 12 juillet 1901.

nacelle et provoquait l'inclinaison de l'aéronef. Le lest était constitué par de l'eau remplissant deux réservoirs qui en contenaient chacun 54 litres. Ces réservoirs étaient fixés à la quille vers l'arrière ; ils portaient des robinets pouvant être ouverts ou fermés par la manœuvre de cordes aboutissant à la nacelle.

Après une ascension d'essai, le Santos-Dumont n° 5 fut amené le 12 juillet 1901, à 4 h. 30 du matin, du parc de Saint-Cloud

sur l'hippodrome de Longchamp et à dix reprises successives, M. Santos Dumont en faisant le tour de l'hippodrome s'arrêta en des points préalablement déterminés. Après avoir poussé une pointe jusqu'à Puteaux et être revenu à Longchamp, l'aéronat se dirigea vers la Tour Eiffel. En arrivant au-dessus du Champ-de-Mars une des cordes de manœuvre se rompit. M. Santos Dumont atterrit dans les jardins du Trocadéro, remplaça la corde détériorée et repartit vers Longchamp après avoir contourné la Tour Eiffel, puis, de là, au parc de l'Aéro-Club où l'aéronat fut remis dans son hangar.

Un prix de 100.000 francs, dû, comme nous l'avons dit, à la générosité de M. Deutsch de la Meurthe, devait être attribué au premier aérostat dirigeable qui, s'élevant du parc de l'Aéro-Club de St-Cloud entre le 1^{er} mai et le 1^{er} octobre des années 1900, 1901, 1902, 1903 ou 1904, pourrait, sans escale, et par ses propres moyens, contourner la Tour Eiffel et revenir à son point de départ dans un délai maximum d'une demi-heure.

M. Santos Dumont résolut de concourir

pour le prix Deutsch avec son dirigeable n° 5, dont les qualités étaient nettement supérieures à celles de ses modèles antérieurs d'aéronats.

Il partit le 13 juillet 1901, à 6 heures 41 du matin, en présence de la Commission scientifique de l'Aéro-Club qui avait été convoquée. Le trajet imposé fut effectué, mais la durée de ce trajet fut de 41 minutes. Le prix n'était donc pas gagné. En outre, en arrivant au parc de l'Aéro-Club le moteur s'arrêta accidentellement et l'aéronat, poussé par le vent, s'abattit sur des arbres avoisinants.

L'appareil ne subit, cependant, que de légères avaries qui furent rapidement réparées et, le 8 août 1901, M. Santos-Dumont fit

une seconde tentative pour gagner le prix Deutsch.

Le voyage du parc de l'Aéro-Club à la Tour s'effectua sans incident et la Tour Eiffel fut contournée en 9 minutes; mais, au retour, l'enveloppe s'étant en partie dégonflée, les cordes de suspension s'obliquèrent à un tel degré que celles d'arrière furent saisies par l'hélice en marche et aussitôt rompues.



Fig. 269. — Le Santos-Dumont n° 5, bouclant la Tour Eiffel, le 13 juillet 1901.

Le moteur fut immédiatement arrêté, mais l'aéronat se trouvait ainsi livré au vent et l'enveloppe, ne pouvant plus conserver sa forme par suite de l'arrêt du moteur qui n'actionnait plus le ventilateur, fut poussée vers le Trocadéro; elle vint heurter le toit d'un des hôtels bâtis au bord de la Seine, éclata, et la quille de l'aéronat ainsi que la nacelle tombèrent dans la cour des hôtels du Trocadéro. La quille fut arrêtée par le toit d'une maison plus basse construite dans la cour et s'adossa presque verticalement contre le mur des hôtels. Elle résista fort heureusement au choc et le hardi pilote, M. Santos Dumont, fut retiré de sa dangereuse situation par les pompiers accourus aussitôt. Il était indemne.

La figure 270 représente le *Santos-Dumont* n° 5 quelques instants avant sa chute, et la figure 231 montre le sauvetage de M. Santos Dumont, et la position qu'occupait la quille de l'aéronat. Les débris de l'aéronat ne purent être enlevés qu'en faisant un démontage de toutes leurs parties.

Aussitôt après cet accident, qui aurait pu être une catastrophe, M. Santos Dumont se mit à l'œuvre pour construire un autre type de dirigeable, et vingt-deux jours après, le

Santos-Dumont n° 6 (Fig. 272) était achevé.

L'enveloppe de cet aéronat avait la forme d'un ellipsoïde allongé, dont la longueur était de 33 mètres et le diamètre le plus grand de 6 mètres. Elle était terminée à ses deux extrémités par une partie conique.

Un ballonnet à air fut établi dans l'enveloppe. Il avait un volume de 60 mètres cubes et était alimenté par un ventilateur dont le mouvement de rotation était rendu complètement solidaire du mouvement du moteur. L'air devait, avec cette disposition, être envoyé automatiquement et d'une façon constante dans le ballonnet. Le volume d'air admis en excédent devait être évacué au moyen d'une valve réglée pour pouvoir s'ouvrir automatiquement sous une pression déterminée. Ainsi l'enveloppe devait conserver constamment sa forme. Deux valves étaient disposées sur cette enveloppe pour laisser échapper l'hy-

drogène dans le cas où la dilatation de ce gaz aurait pu constituer pour elle un danger de rupture.

Le nouvel aéronat avait un volume de 630 mètres cubes; il comportait un moteur à pétrole de 12 chevaux à 4 cylindres,

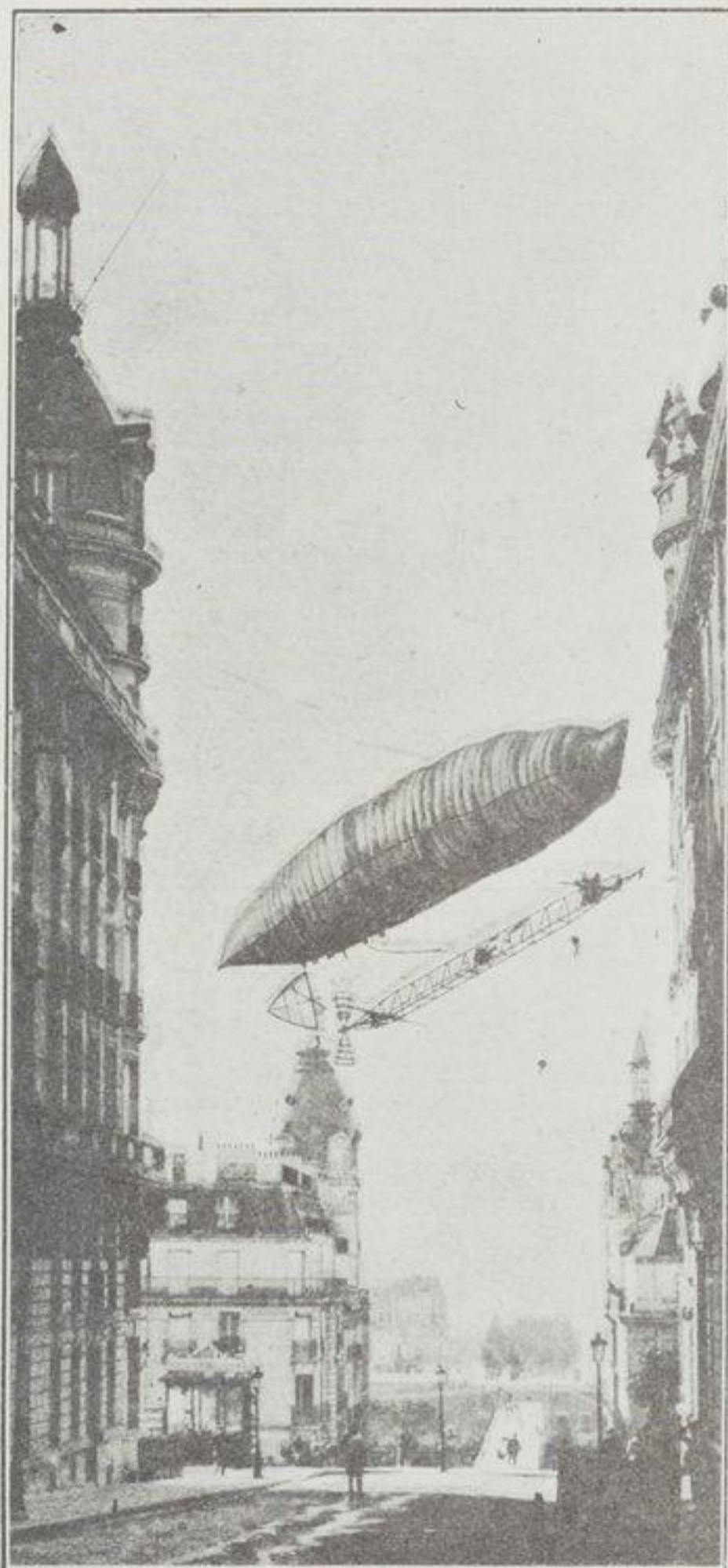


Fig. 270. — Le *Santos-Dumont* n° 5, tombant sur les hôtels du Trocadéro, le 8 août 1901.

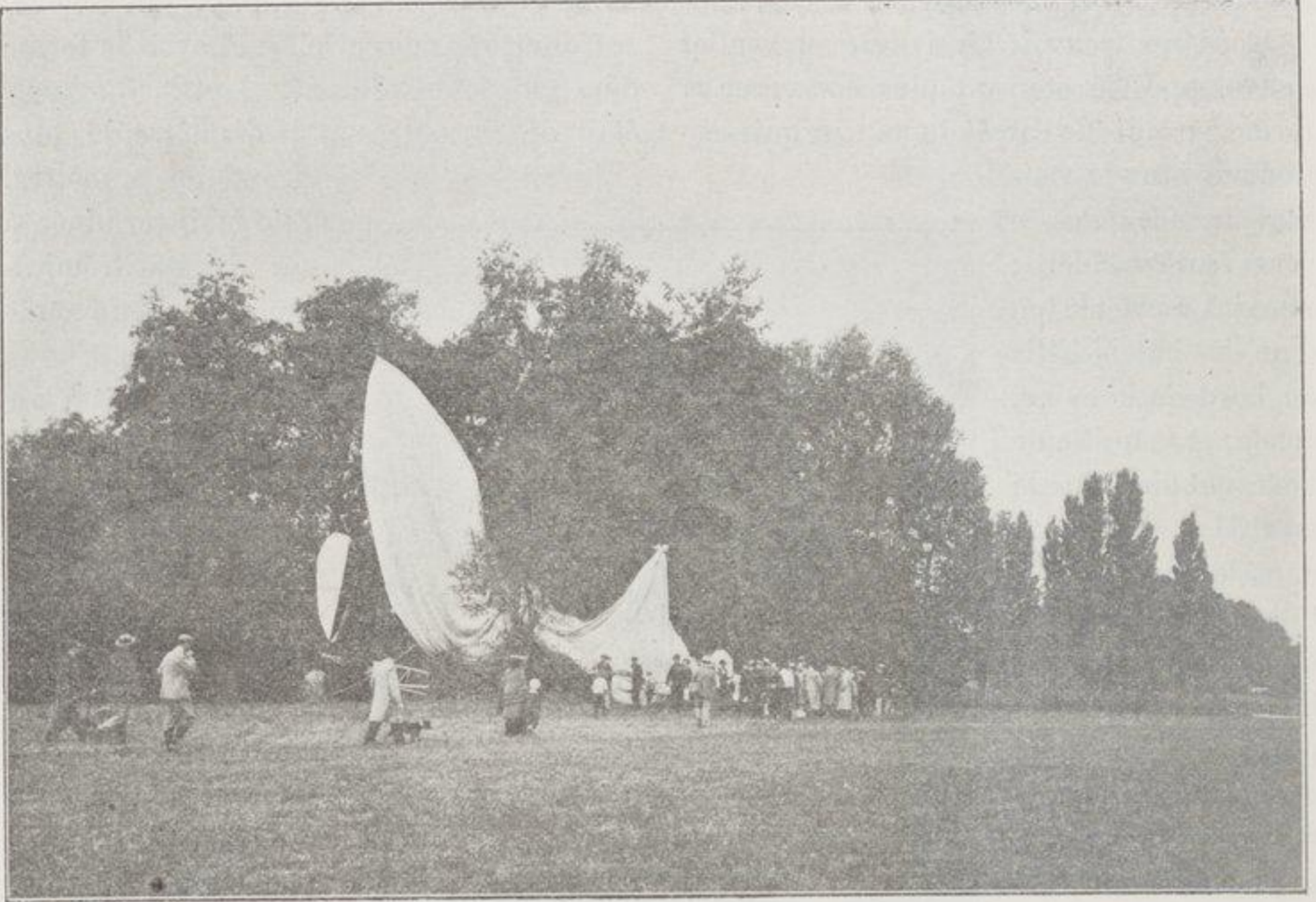


Fig. 271. — Nouvelle chute du *Santos-Dumont* n° 6, à Longchamp.

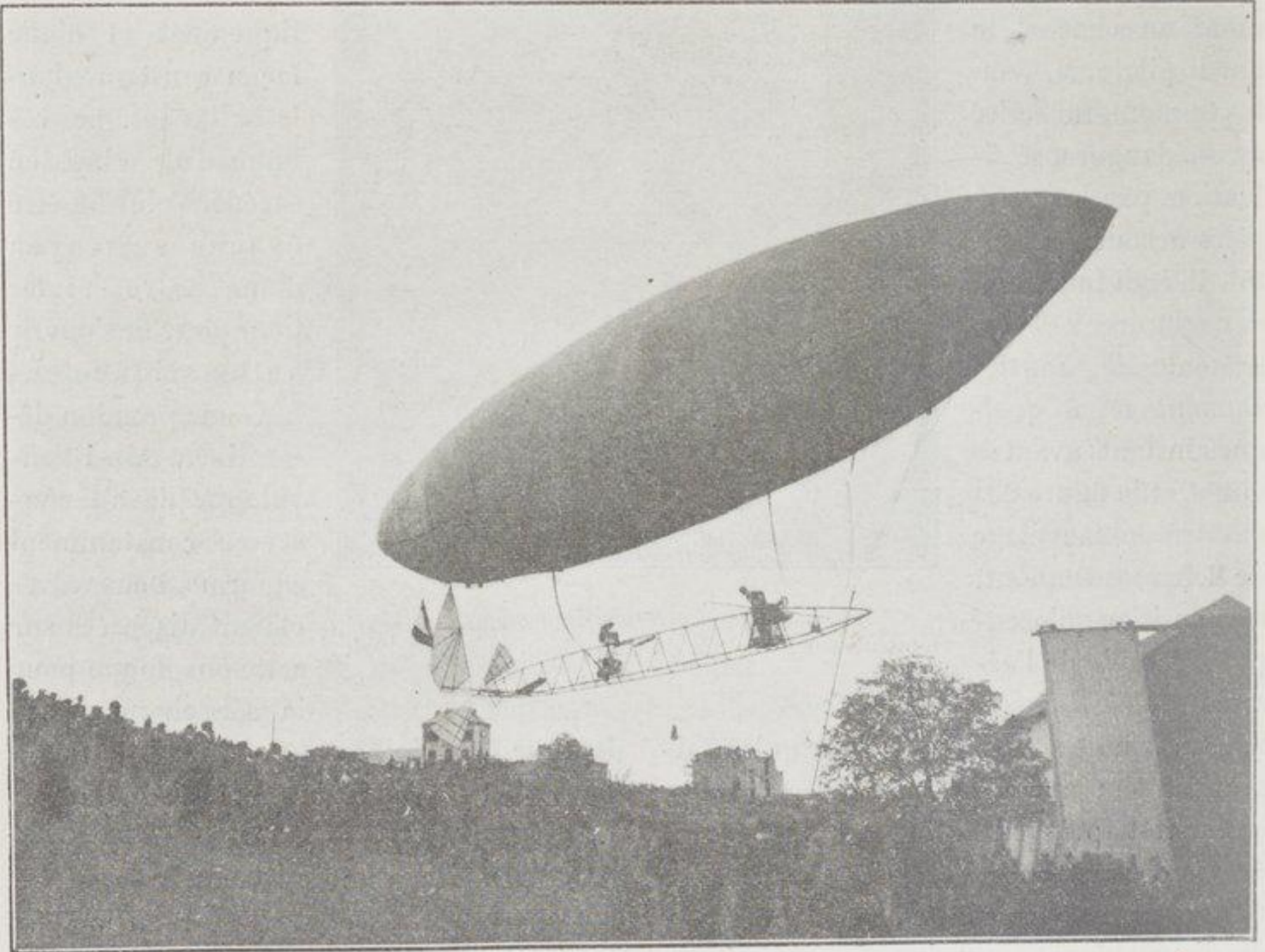


Fig. 272. — Le *Santos-Dumont* n° 6, atterrissant après avoir gagné le prix Deutsch.

muni d'un dispositif de refroidissement constitué par une circulation d'eau réalisée autour de la culasse de chaque cylindre. Des essais furent effectués avec le *Santos-Dumont* n° 6, en septembre 1901. Après quelques petits accidents qui furent rapidement réparés, M. Santos Dumont fit une nouvelle tentative pour gagner le prix Deutsch. Ce nouvel essai, exécuté le 19 octobre 1901, fut entièrement couronné de succès et eut une répercussion mondiale qui contribua, pour une large part, à donner à l'aérostation dirigée un essor considérable.

Ce jour-là, à 2 heures 42 de l'après-midi, le départ fut donné à M. Santos-Dumont du parc de l'Aéro-Club à Saint Cloud, en présence d'une commission officielle. Le vent de Sud-Est soufflait à la vitesse de 6 mètres par seconde.

Piquant droit sur la Tour Eiffel, malgré la poussée latérale du vent, le pilote s'élevait progressivement de façon à se trouver à une altitude plus élevée que celle de la Tour lorsque l'aéronat arriverait près d'elle pour la contourner. Il évitait ainsi la possibilité d'être jeté contre elle par un coup de vent ou par une fausse manœuvre.

En 9 minutes la Tour fut atteinte. L'aéronat décrivit un demi-cercle autour du paratonnerre et reprit la même route en sens inverse pour revenir à son point de départ.

Le retour s'effectua moins rapidement que l'aller. Le dirigeable était gêné par le vent dans son déplacement; en outre, le moteur avait des ratés, de sorte que l'action propulsive s'en trouvait diminuée. Les manœuvres du guide-rope et des poids mobiles permirent, en donnant à l'aéronat une

inclinaison convenable, de le maintenir à une certaine altitude, malgré l'alourdissement de l'enveloppe provoqué par le passage du dirigeable au-dessus du Bois de Boulogne. Le moteur, après quelques réglages, se remit à fonctionner normalement et M. Santos Dumont franchit la ligne d'arrivée à 3 heures 11 minutes 30 secondes, ayant parcouru le trajet imposé, d'une longueur de 10 kilomètres, en 29 minutes 30 secondes. La durée du parcours étant limitée à 30 minutes, le prix Deutsch était gagné.

La persévérance et le courage de l'in-

trépide inventeur se trouvaient, ainsi, justement récompensés.

Le gouvernement de la République du Brésil offrit, en outre, à M. Santos Dumont, qui, on le sait, était Brésilien, un prix de 125.000 francs et une médaille d'or commémorant son remarquable voyage aérien.

Après ce succès, M. Santos Dumont, à qui le prince de Monaco avait offert un garage pour son aéronat dans un hangar qu'il avait fait construire à Monte-Carlo, au bord

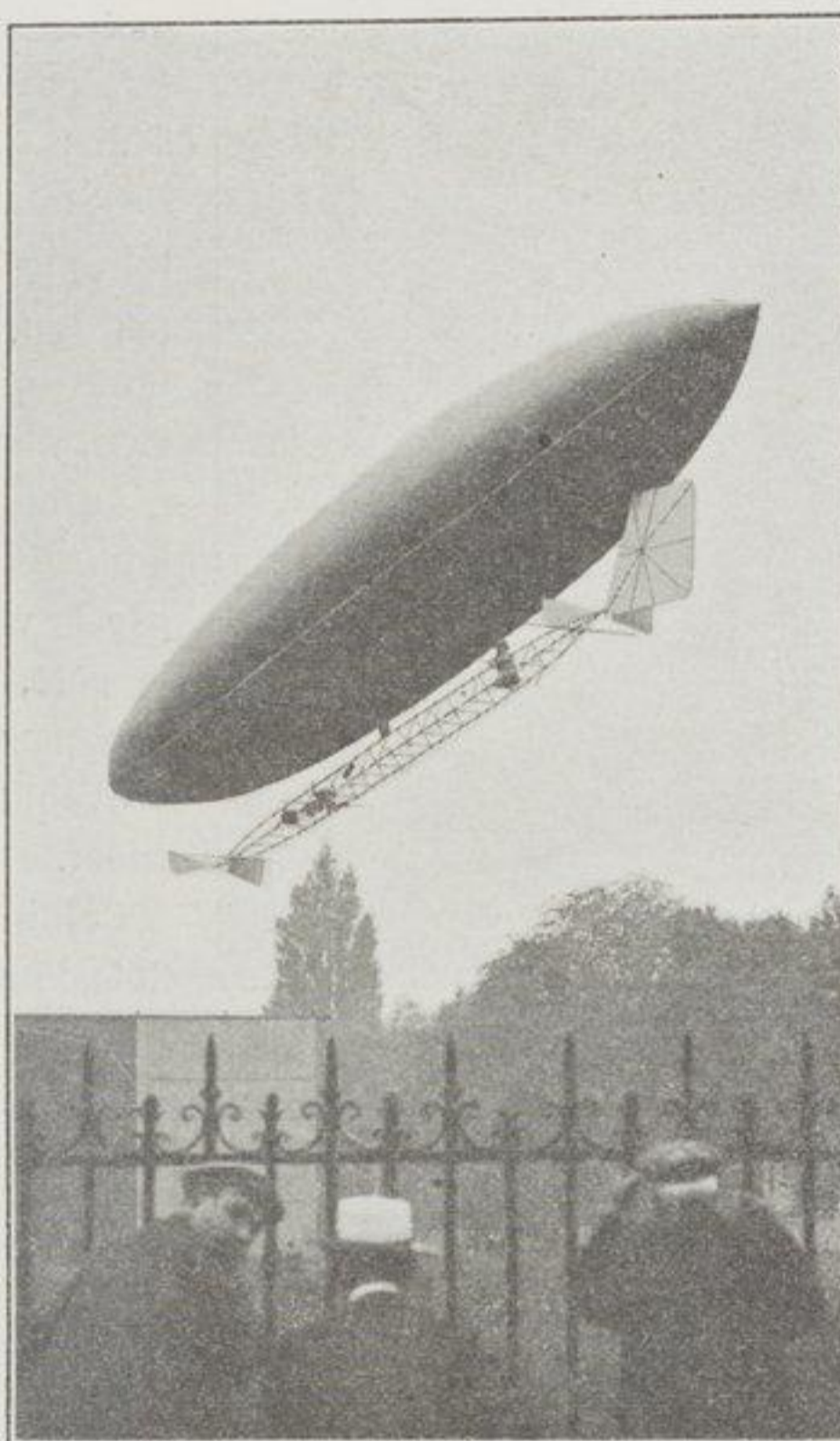


Fig. 273. — Le *Santos-Dumont* n° 7.

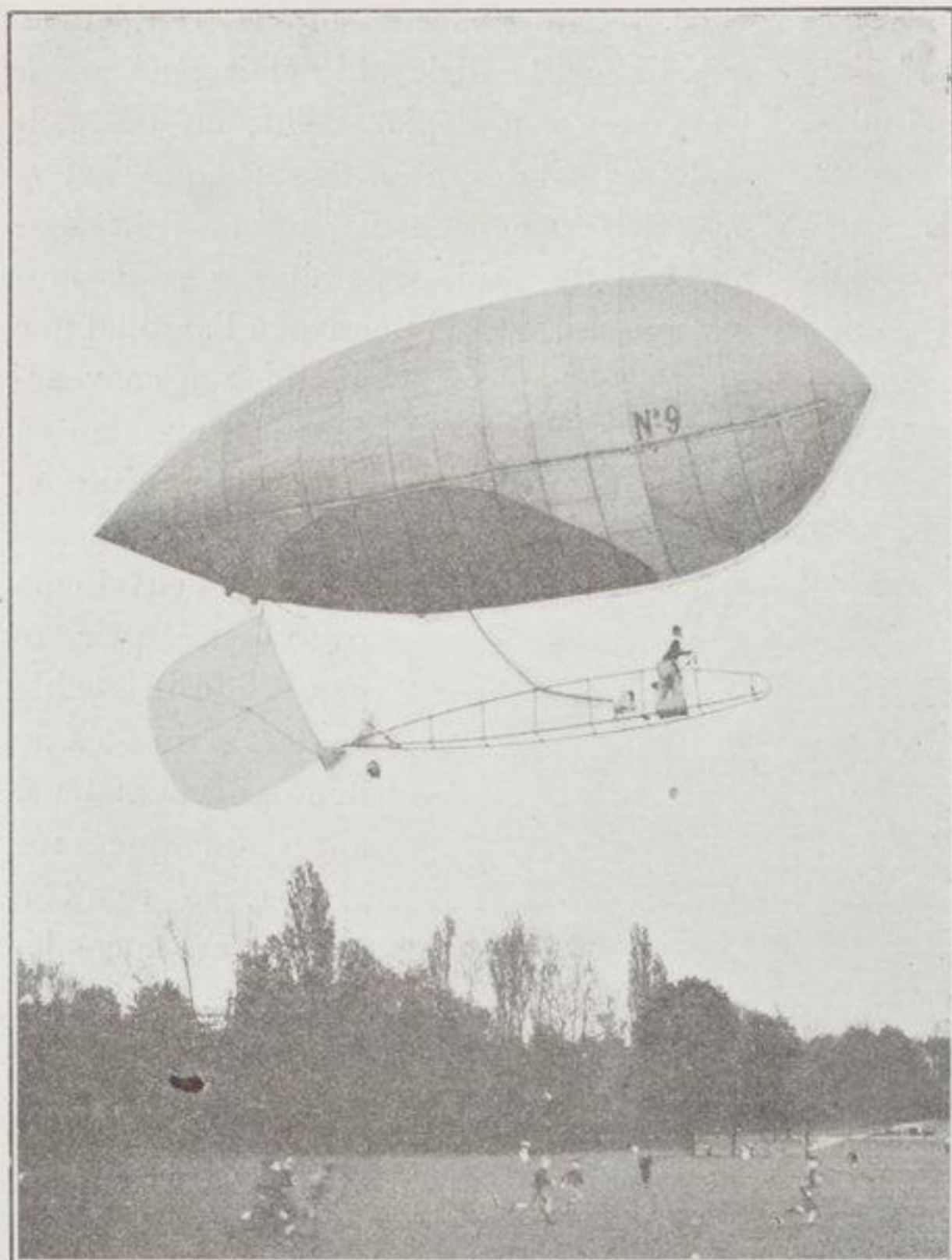


Fig. 274. — Le Santos-Dumont n° 9 (la Balladeuse).

de la mer, projeta de faire de la navigation aérienne dirigée au-dessus de la Méditerranée.

La première ascension fut effectuée au-dessus de la mer, le 29 janvier 1902. L'appareil évolua en utilisant le guide-rope, qui, reposant sur une plus ou moins grande longueur sur l'eau, permettait de maintenir la stabilité d'altitude.

Plusieurs autres ascensions furent effectuées au-dessus de la Méditerranée ; dans l'une d'elles M. Santos Dumont parcourut au-dessus des flots la distance qui sépare Monte-Carlo du Cap Martin et revint atterrir en face de son hangar.

Une autre sortie du dirigeable n° 6 sur la baie de Monaco devait être moins heureuse. Le 14 février 1902, cet aéronef sortait de son hangar et s'élevait au-dessus de la mer. Dès le début de son ascension, l'enveloppe, insuffisamment gonflée, s'inclina, le gaz restant à l'intérieur se porta à la partie la plus élevée, c'est-à-dire vers l'avant. L'inclinaison s'accroissait de plus en plus, à un tel point que des cordes de suspension d'avant se rompirent, tandis que d'autres cordes d'arrière s'accrochaient à l'hélice.

Le moteur fut arrêté, et le pilote, afin d'éviter d'être emporté par le vent sur les obstacles de la côte, ouvrit la soupape d'échappement de gaz de façon à provoquer la descente de l'aéronef.

Celui-ci vint se poser sur les flots, la nacelle en partie immergée. M. Santos Dumont fut re-

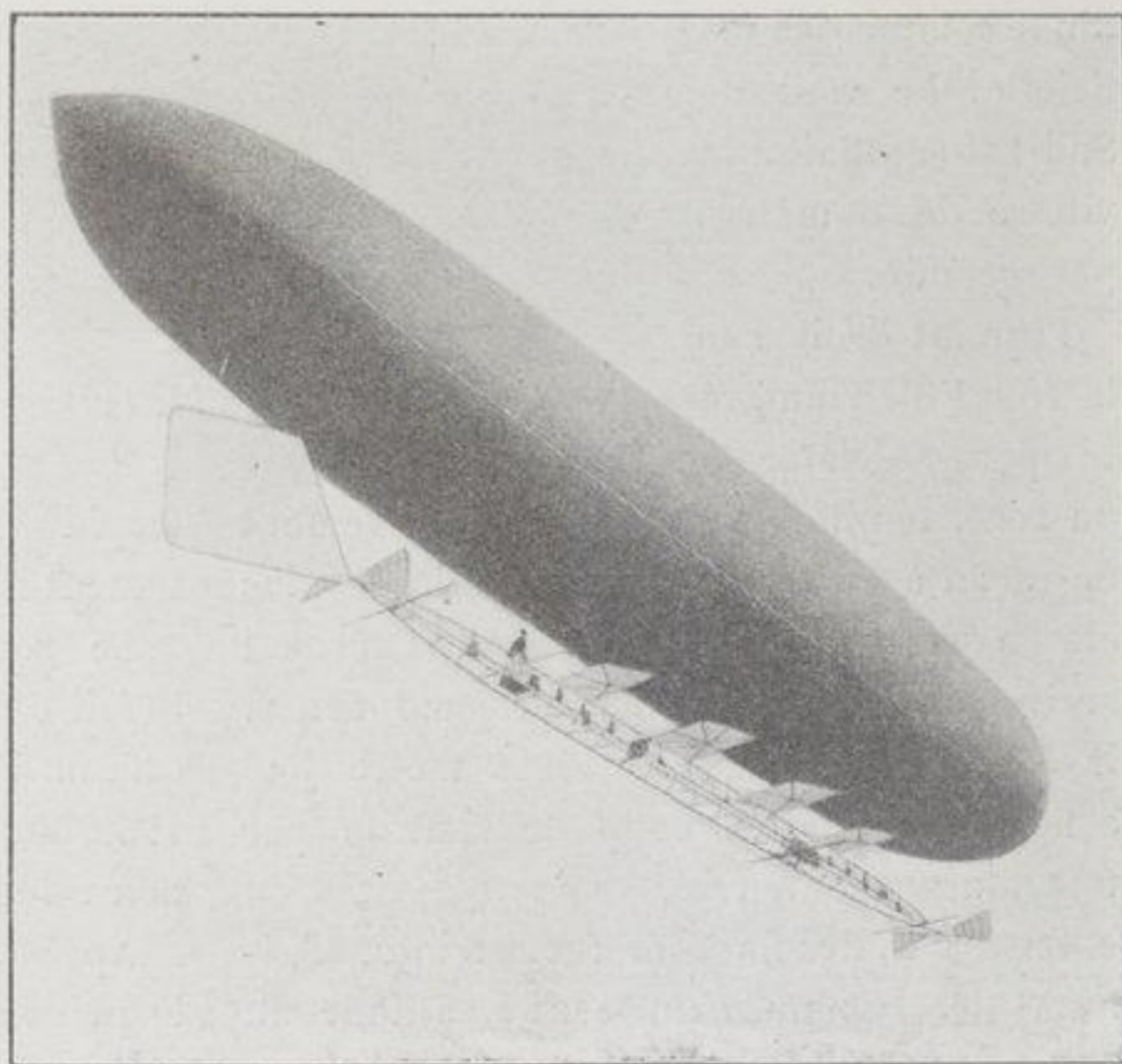


Fig. 275. — Le Santos-Dumont n° 10.

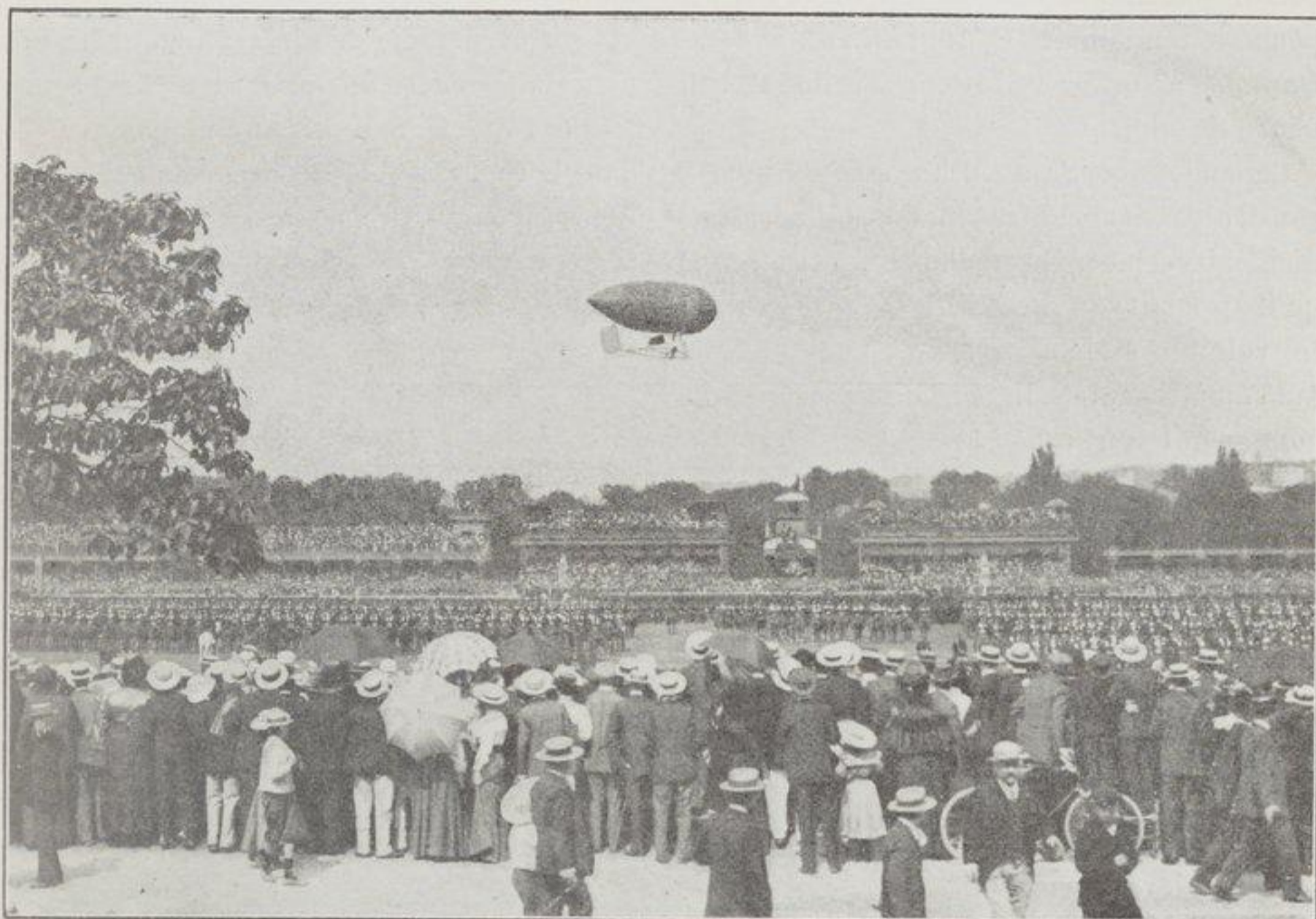


Fig. 276. — Le *Santos-Dumont* n° 9, à la Revue du 14 juillet 1903.

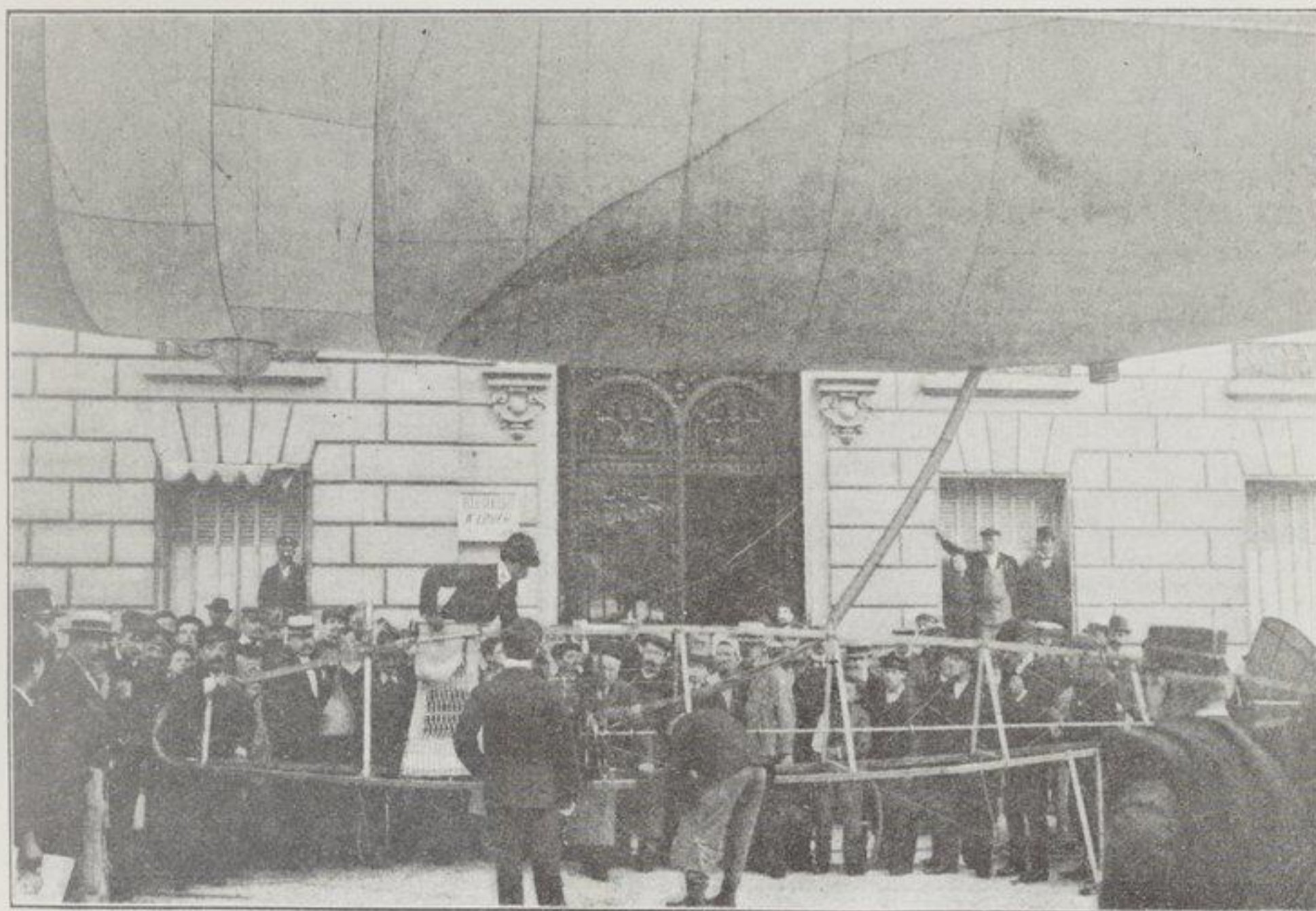


Fig. 277. — Le *Santos-Dumont* n° 9, atterrissant avenue des Champs-Élysées.

cueilli par un bateau et l'appareil fut repêché le lendemain. Ce fut la fin du *Santos-Dumont* n° 6, qui avait eu vraiment son heure de gloire.

Cependant M. Santos Dumont continua à construire divers autres modèles d'aérostats dirigeables, parmi lesquels son n° 7 (Fig. 273) qu'il appelait son dirigeable de course, dont le volume était de 1.257 mètres cubes. Il comportait un moteur de 60 chevaux, à 4 cylindres, muni d'un dispositif de refroidissement par circulation d'eau.

Cet aéronef, établi surtout pour participer à un concours d'aérostats dirigeables qui devait avoir lieu à l'occasion de l'exposition universelle de Saint-Louis, aux États-Unis fut détérioré avant que les essais aient pu être effectués.

Comme contrepartie de son dirigeable de course, M. Santos Dumont construisit son dirigeable de promenade, qu'il dénommait la *Balladeuse aérienne*. C'était l'aéronef n° 9 (Fig. 274) d'un volume de 261 mètres cubes muni d'un moteur Clément de trois chevaux ne pesant que 12 kilogrammes.

A bord de cet aéronef, M. Santos Dumont faisait des promenades aériennes à faible altitude, guide-ropant même sur l'avenue des Champs-Élysées et l'avenue du Bois, atterrissant à la porte de son domicile (Fig. 277), montant chez lui prendre une tasse de café, puis repartant pour atterrir de

nouveau en un point déterminé d'avance.

C'est ce modèle de dirigeable qui figura, pour la première fois, à la revue du 14 juillet en 1903. M. Santos Dumont passa, pendant la revue, au-dessus des troupes rassemblées à Longchamp et salua le Président de la République par une salve de vingt et un coups de revolver tirés à blanc (Fig. 276).

Le *Santos-Dumont* n° 10 (Fig. 275) appelé l'*Omnibus*, devait emporter quatorze personnes. Son volume était approprié à l'usage qu'on lui destinait. Il cubait 2.010 mètres.

Les essais de ce type de dirigeable n'ont pas été poussés jusqu'à un résultat pratique.

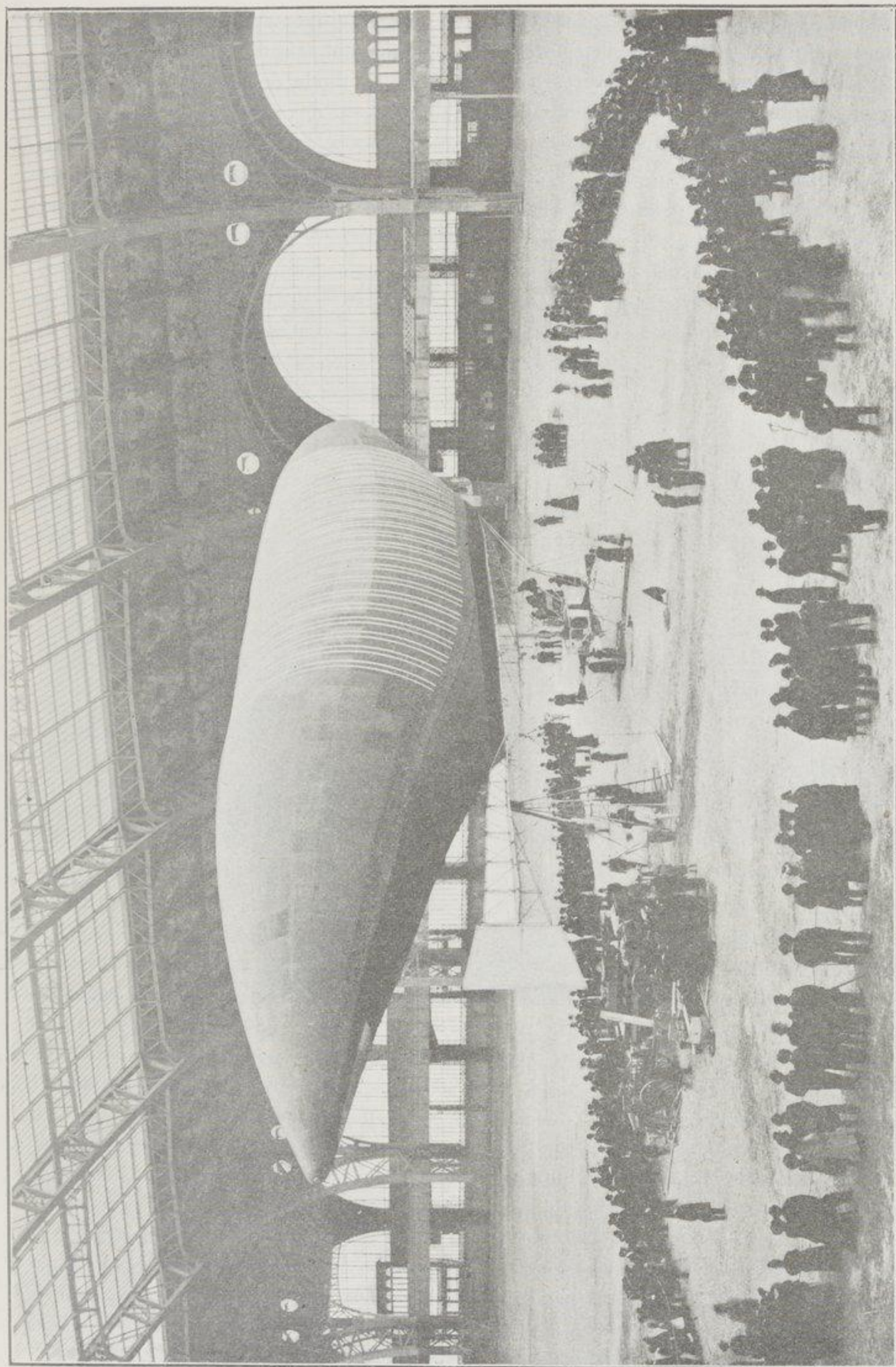
Il en est de même pour les quelques autres aérostats dirigeables établis par M. Santos Dumont après le n° 10, et dont l'un d'eux, le n° 14, avait 41 mètres de long sur 3 mètres 40 de large (Fig. 278).

D'ailleurs, si les voyages audacieux de M. Santos Dumont avaient fait de la direction des aérostats une question d'actualité que l'on cherchait ardemment à résoudre, on a pu déduire des nombreux et variés modèles d'aéronef qu'il a établis, que les conditions essentielles de stabilité n'étaient pas toujours scientifiquement réalisées.

C'est pour cela, sans doute, que, dès l'instant qu'un aérostat dirigeable fut définitivement conçu et construit sur des bases entièrement scientifiques répondant à toutes les conditions de stabilité que nous avons



Fig. 278. — Le *Santos-Dumont* n° 14, à Trouville.



Phot. Raftaële.

Fig. 279. — Le *Lebaudy*, dans l'ancienne Galerie des Machines, à Paris.

examinées dans le chapitre précédent, M. Santos Dumont abandonna la construction des dirigeables pour consacrer son ingénieuse initiative et son intrépidité indomptable à la recherche de la solution de cet autre captivant problème : assurer la sustentation et la direction d'un appareil *plus lourd que l'air*.

C'est le *Lebaudy*, qui fut le premier aérostat dirigeable ayant pu fournir des trajets relativement considérables, et cela en naviguant avec une entière sécurité.

Aérostat dirigeable Lebaudy

C'est dans les ateliers de la raffinerie de sucre appartenant à MM. Lebaudy frères que fut construit l'aérostat dirigeable *Lebaudy*, sur les plans de M. Julliot, ingénieur des Arts et Manufactures. Les essais de ce dirigeable eurent lieu à Moisson, dans une grande plaine située au bord de la Seine, où avait été construit un hangar pouvant recevoir l'aéronat et l'abriter.

Vers le commencement de l'année 1900, les études du dirigeable furent commencées; mais ce n'est qu'en 1902, au mois d'octobre, que les premiers essais purent être effectués, *à la corde*, c'est-à-dire en ascension captive. Pendant près de trois ans, les études furent poursuivies sur les diverses parties de l'aéronat. Après des essais répétés des divers organes, le modèle

en fut définitivement arrêté et l'appareil complètement achevé.

Cette méthode de travail, basée sur des calculs et sur des expériences se rapportant aux divers éléments constituant le dirigeable, ne pouvait donner que d'excellents résultats établis à la fois sur des bases scientifiques et sur des observations répé-

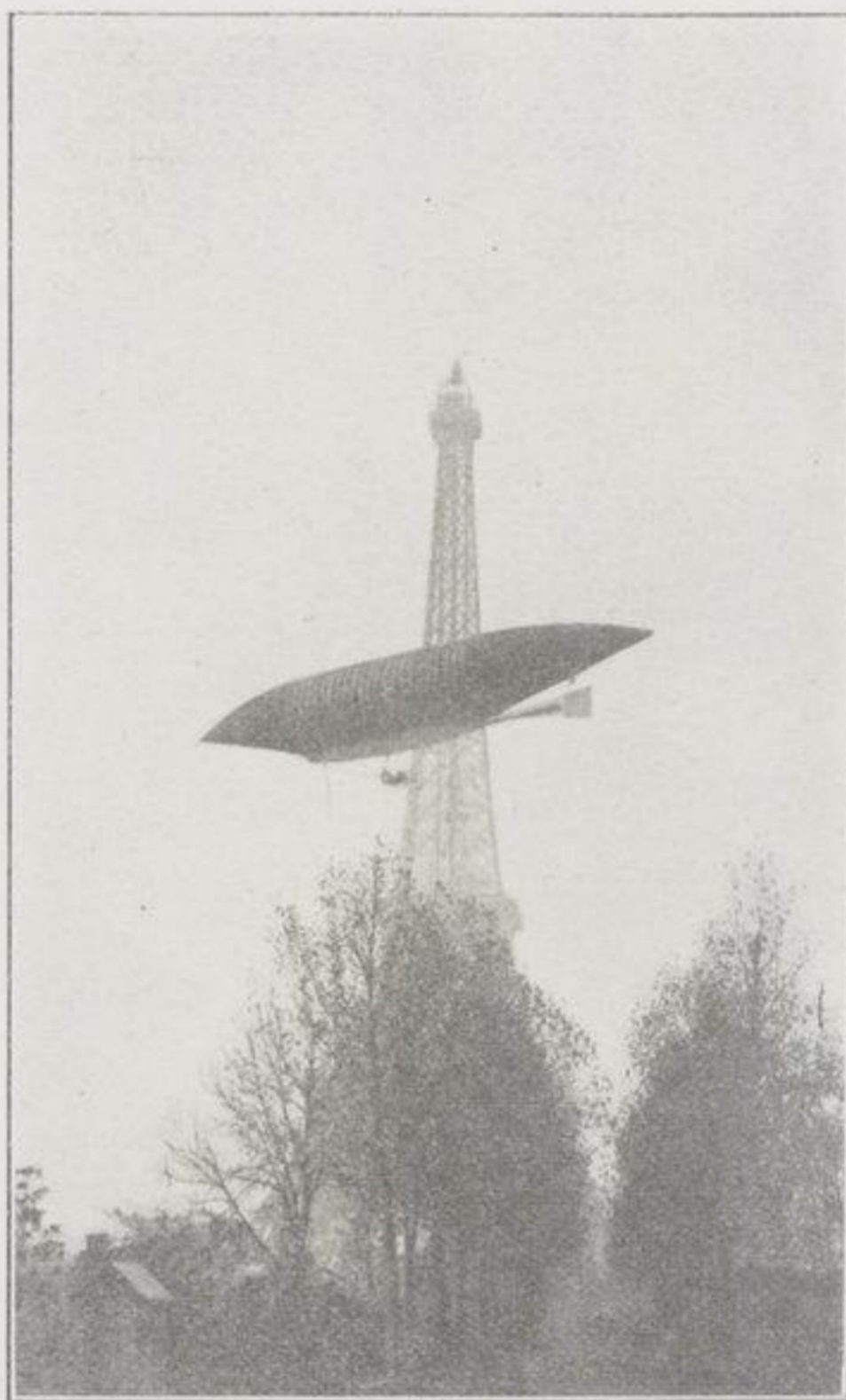
tées. Aussi, au mois d'octobre 1902, dès la première série d'essais on put constater que l'équilibre et la stabilité dynamique étaient très satisfaisants : après plusieurs expériences effectuées avec un câble d'une longueur de 500 mètres, on procéda, le 13 novembre 1902, à une ascension libre, pendant laquelle l'aérostat dirigeable évolua dans tous les sens avec une grande facilité et vint atterrir à plusieurs reprises devant son hangar.

Ces expériences fort encourageantes permirent de faire quelques améliorations au gouvernail

et au dispositif d'empennage.

Au mois d'avril 1903 commença une seconde série d'expériences progressives, qui furent méthodiquement effectuées. Lors d'une ascension faite le 8 mai, au cours de ces essais, le *Lebaudy*, piloté par M. Juchmès, parcourut un trajet d'une longueur de 37 kilomètres et resta plus d'une heure et demie dans les airs.

Une troisième campagne d'expériences



Phot. Raffaele.

Fig. 280. — Le *Lebaudy*, se rendant de Paris à Chalais, double la Tour Eiffel.

eut lieu en juin, juillet, et août 1903, pendant laquelle le dirigeable effectua quatorze ascensions. L'une d'elles, celle du 24 juin, dura 2 heures 46 minutes, et l'aéronat parcourut, pendant ce temps, un trajet de 98 kilomètres. Cela représentait déjà une vitesse moyenne de 35 kilomètres 500 à l'heure environ, pour un aérostat dirigeable parcourant un circuit fermé. Les progrès de l'aérostation dirigée s'affirmaient.

Au mois de novembre de la même année, une dernière campagne d'essais fut entreprise, et à l'occasion de ces expériences les

Une manœuvre imparfaitement exécutée à l'atterrissage, par les aides, permit au vent de pousser l'aéronat, dont le moteur était arrêté, sur un bouquet d'arbres où l'enveloppe se déchira. Les aéronautes ne furent pas blessés et la nacelle et les divers organes qu'elle portait ne furent pas endommagés (Fig. 281).

Cependant, comme la saison d'hiver était avancée, on ne songea pas à réparer sur place l'enveloppe de l'aéronat pour lui faire regagner son point d'attache par la voie des airs.



Phot. Raffaele.

Fig. 281. — Accident du *Lebaudy*, à son arrivée à Chalais.

constructeurs du *Lebaudy* décidèrent de lui faire effectuer non un parcours fermé avec retour au hangar, mais un véritable voyage comportant deux escales : Paris et Chalais-Meudon. Le 12 novembre 1903, le *Lebaudy*, toujours conduit par M. Juchmès, partait de Moisson à 9 heures 20 et après un trajet de 62 kilomètres atterrissait au Champ-de-Mars à Paris.

Il fut abrité dans la Galerie des Machines (Fig. 279) qui subsistait encore de l'Exposition universelle de 1900 au Champ-de-Mars, et en sortit le 19 novembre pour faire route vers le parc aérostatique de Chalais-Meudon, où il arriva malgré un vent contraire assez vif.

On profita de la confection d'une nouvelle enveloppe pour augmenter son volume. Le volume du ballonnet fut également augmenté, ainsi que le débit du ventilateur et la provision d'essence emportée.

D'autres modifications légères furent apportées aux soupapes ainsi qu'à la confection des plans stabilisateurs et, en août 1904, douze ascensions furent effectuées avec succès, plusieurs d'entre elles avec des passagers.

Le 28 août, lors d'une ascension faite avec un vent assez vif, le pilote du dirigeable, à la fin de l'ascension, voulut atterrir assez loin du hangar, de crainte que le vent ne poussât l'aéronat contre lui. Les hommes

formant l'équipage du dirigeable, en attendant l'arrivée des aides de manœuvre, tentèrent de l'amarrer aux arbres formant la lisière d'un petit bois, à l'aide des deux guide-ropes; mais un des arbres fut rompu sous la violence du vent exerçant son action sur l'enveloppe; deux autres arbres furent aussi endommagés, et l'aéronat, arraché des mains des aéronautes impuissants, s'enleva dans les airs, sa nacelle vide.

Il atteignit très rapidement une altitude

ganes de l'aéronat dans un certain nombre de véhicules.

Une dernière campagne d'essais techniques eut lieu à partir du mois d'octobre 1904. L'aérostat dirigeable fit dix-huit ascensions, dont l'une put avoir lieu avec succès le 24 octobre, entre 1 heure et 2 heures du matin par une nuit brumeuse. A la fin de l'année 1904, l'aérostat dirigeable *Lebaudy* avait terminé ses essais complets, après avoir effectué soixante-trois ascensions.

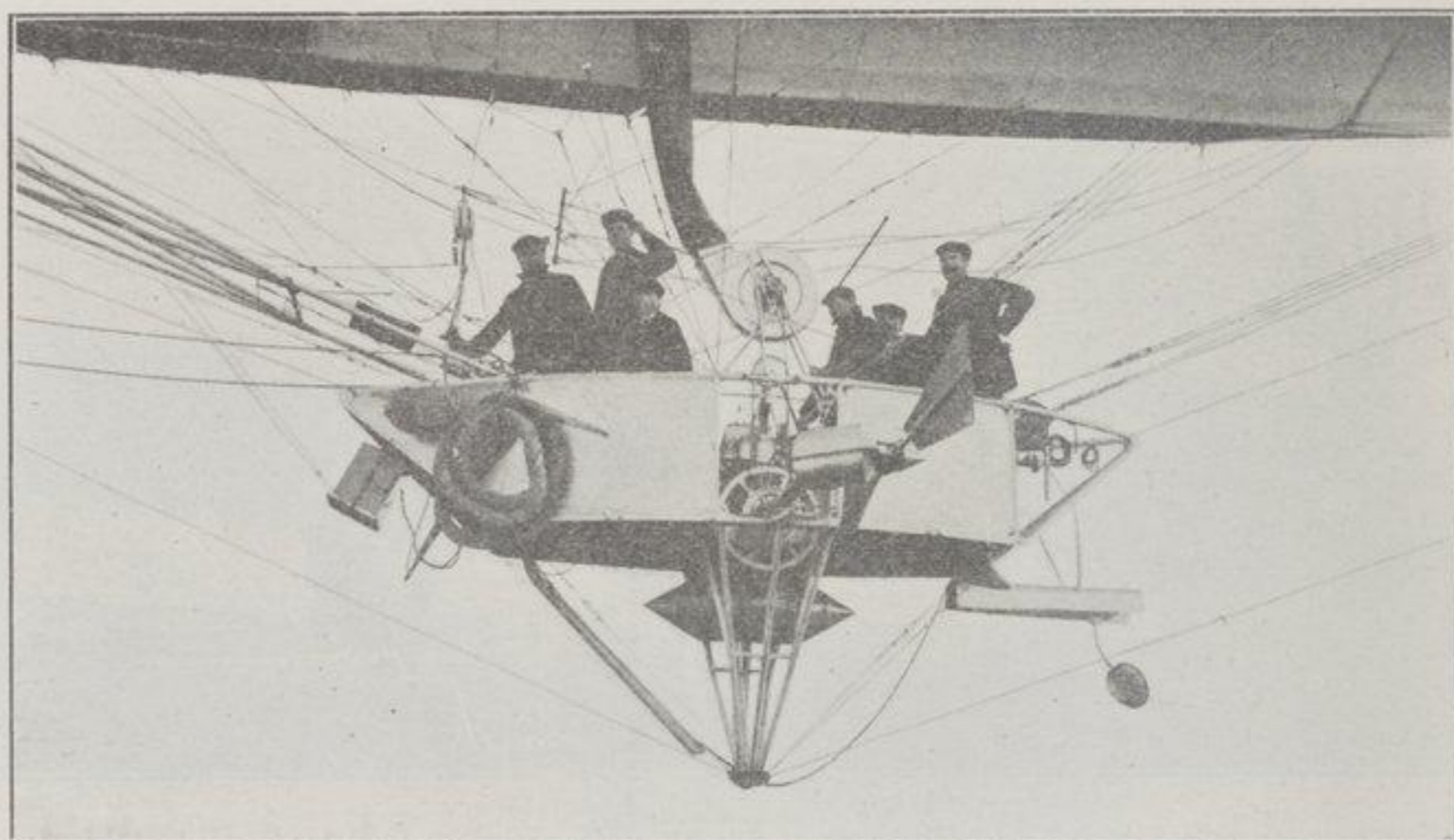


Fig. 282. — Vue du côté gauche de la nacelle d'un aéronat *Lebaudy*.

de 1.500 mètres. La pression intérieure du gaz, brusquement dilaté à cette altitude, ne provoqua aucune détérioration de l'enveloppe : le jeu des clapets automatiques s'était normalement effectué.

On se lança en automobile à la poursuite du dirigeable qui, après un trajet de quatre heures, s'arrêta aux environs de Lisieux.

Il n'avait subi aucun dommage pendant sa randonnée, mais il fut légèrement détérioré en prenant contact avec le sol, de sorte que pour le ramener à son point d'attache, à Moisson, on dut crever l'enveloppe pour la vider et transporter les divers or-

On se trouvait ainsi en possession d'un aérostat dirigeable qu'on songea à utiliser au point de vue militaire.

Les essais avaient été très satisfaisants; un seul inconvénient, sérieux, à la vérité, était apparu au cours de ces campagnes; c'était la difficulté éprouvée pour protéger efficacement l'aérostat au repos et hors d'un abri, contre l'action d'un vent assez vif.

Il importe, en effet, qu'un aérostat dirigeable qui reste constamment gonflé puisse être *campé* en toute sécurité, hors de son abri habituel, afin qu'il puisse entreprendre des voyages comportant des escales et

qu'il puisse atterrir et séjourner, suivant les circonstances, sur des emplacements dépourvus de hangar.

La grande surface de l'enveloppe, qui offre à l'action du vent une prise considérable, constitue le grand obstacle au campement d'un aérostat en plein air, un grand nombre d'accidents survenus à des dirigeables, n'ont pas eu d'autres causes.

En continuant, plus loin, l'historique du dirigeable *Lebaudy*, nous verrons comment

environ son plus grand diamètre. Cette longueur est de 57 mètres 75 tandis que le diamètre au *maître-couple* est de 9 mètres 80.

L'enveloppe est symétrique par rapport à un plan horizontal (Fig. 284), mais elle est déformée dans le plan vertical, la partie inférieure de cette enveloppe ayant une forme appropriée pour recevoir l'organe qui la relie à la nacelle.

Le volume de l'enveloppe est de 2.660 mètres cubes. Elle est constituée par deux couches de tissus de coton séparés par une

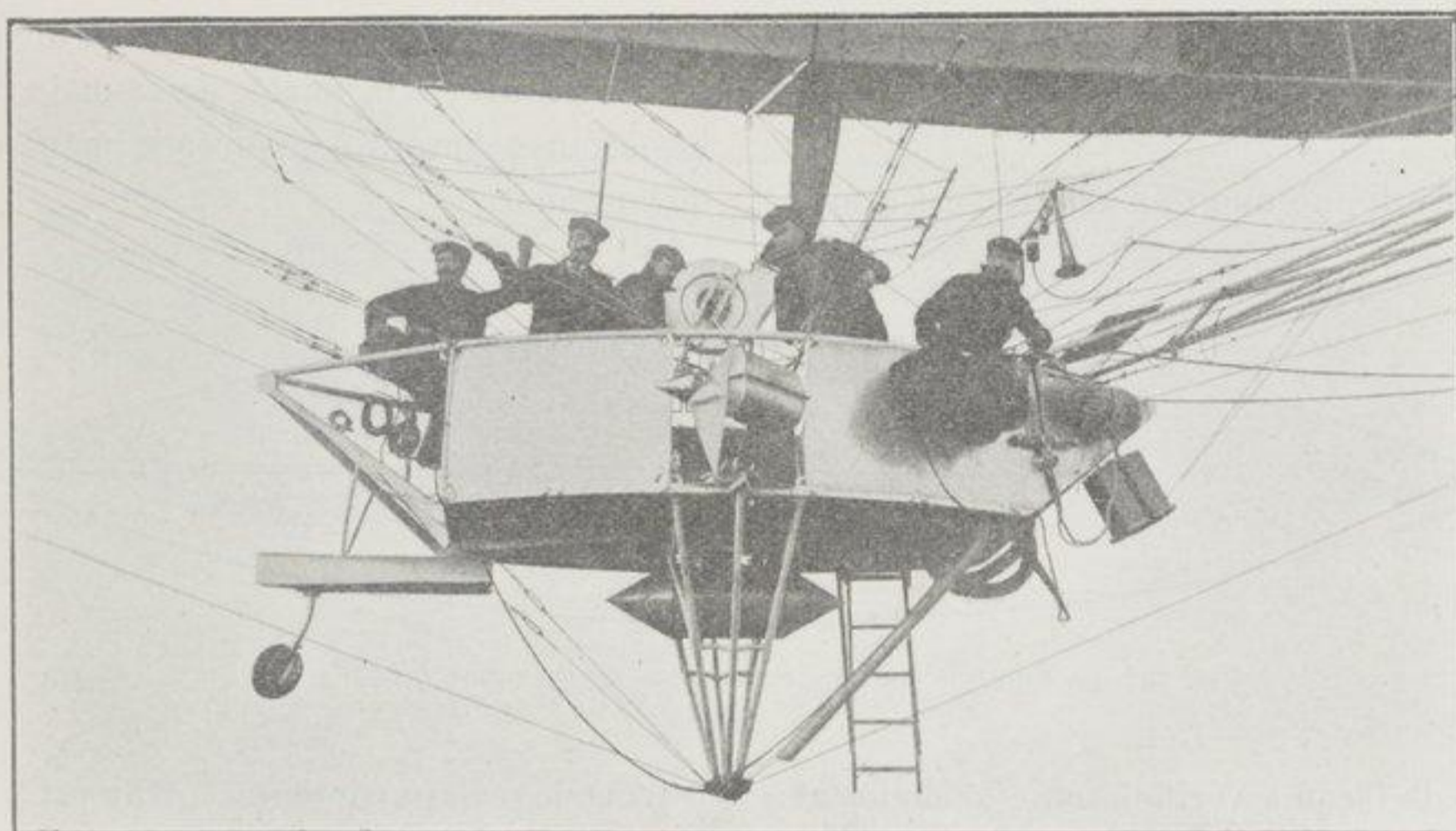


Fig. 283. — Vue du côté droit de la nacelle d'un aérostat *Lebaudy*.

il s'est transformé, après quelques légères modifications, pour devenir l'aérostat dirigeable militaire *Patrie*, le premier aérostat dirigeable commandé par le Gouvernement pour être affecté au service de l'armée française.

Examinons, auparavant, comment ont été constitués les divers organes du *Lebaudy* et leur fonction dans l'appareil dirigeable.

L'enveloppe A (Fig. 285) a une forme allongée, effilée aux deux extrémités : à l'avant, pour diminuer le plus possible l'action due à la résistance de l'air, à l'arrière pour éviter des remous.

La longueur de l'enveloppe est de 6 fois

couche de caoutchouc vulcanisé. Une seconde couche de caoutchouc vulcanisé est disposée sur la partie intérieure de l'enveloppe. Elle protège le tissu contre l'action corrosive des impuretés que contient assez souvent l'hydrogène employé.

L'enveloppe ainsi établie est légère et son étanchéité se trouve assurée.

Pour atténuer l'action nuisible des rayons lumineux sur les couches caoutchoutées, l'enveloppe est peinte extérieurement avec une couleur, au bichromate de plomb, dont la teinte jaune a fait donner au dirigeable *Lebaudy* le nom de *Jaune*.

Pour confectionner l'enveloppe, on a

employé 1.400 panneaux d'étoffe coupés à la forme et aux dimensions appropriées. Ces panneaux sont cousus les uns aux autres avec beaucoup de soin, à l'aide d'une machine à coudre actionnée électriquement. Au-dessus de chaque couture sont collées, à l'aide de la dissolution de caoutchouc, trois bandes de toile caoutchoutée.

A l'intérieur de l'enveloppe est disposé le ballonnet à air, dont nous connaissons les multiples et essentielles fonctions. Ce ballonnet comporte trois cloisons pour sectionner le volume d'air qu'il peut renfermer et pour éviter, nous le savons, les pulsations nuisibles à la stabilité de l'aéronat.

L'enveloppe une fois achevée est remplie

la nacelle B par un système de câbles C constituant un ensemble triangulaire indéformable.

Ces câbles sont en acier et sont munis de dispositifs de tension servant à assurer une régulière répartition de leurs efforts de traction sur la plate-forme.

La nacelle B a ses deux extrémités terminées en pointe; elle a la forme d'un petit bateau à fond plat, de 4 mètres 80 de longueur, 1 mètre 60 de largeur. Sa hauteur est de 0^m,80.

Elle comporte trois compartiments. Dans celui d'avant se place le pilote du dirigeable qui trouve, à la portée de sa main, tous les organes servant à assurer la manœuvre de l'aéronat.

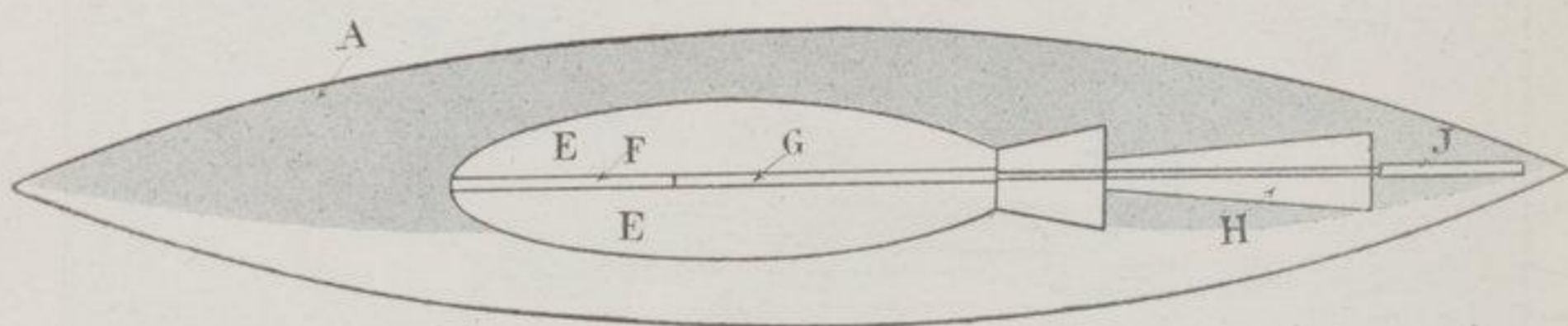


Fig. 284. — Vue schématique en dessous de l'aéronat *Lebaudy* n° 3.

d'air, de façon à vérifier son étanchéité et à obturer les fuites qui pourraient se produire.

A la partie inférieure de l'enveloppe est fixée une plate-forme E, de forme elliptique, à laquelle est suspendue la nacelle B.

Cette plate-forme est reliée à l'enveloppe par l'intermédiaire d'une bande de filet de petite largeur. Les mailles supérieures de cette étroite bande sont rendues solidaires de l'enveloppe par l'ajustage de petits cabillots dans des œillets pratiqués tout le long d'une bande d'étoffe collée et cousue autour de l'enveloppe, à sa partie inférieure.

Les mailles inférieures du filet sont assujetties à la plate-forme elliptique E.

C'est à cette plate-forme qu'est suspendue

Dans le compartiment central est placé le moteur et dans le compartiment arrière se tient le mécanicien.

Les compartiments avant et arrière peuvent recevoir chacun, outre le pilote et le mécanicien, deux passagers. L'équipage peut donc être porté à six hommes.

On dispose également dans ces deux compartiments, les sacs de lest emportés lors de chaque ascension.

La nacelle est constituée par une carcasse faite en tubes d'acier au nickel.

Elle est garnie à l'avant de plaques en tôle de fer, tandis qu'à l'arrière est disposé un simple grillage. Ces dispositions sont destinées à diminuer l'action de la résistance de l'air sur les parois de la nacelle, car, à l'avant, l'air glisse le long des parois en tôle, et à l'arrière, le grillage permet à l'air

de s'échapper librement sans créer une résistance à l'avancement.

Le fond de la nacelle est un cadre fait en cornières d'acier, sur lequel est fixé le moteur.

A l'avant de la nacelle est disposé un réseau de tubes d'acier D, formant une sorte de cadre rigide articulé à sa partie supérieure à la plate-forme E et à sa partie inférieure à la nacelle. Cet organe, nommé *cadre de poussée*, sert à relier rigidement l'avant de l'enveloppe à la nacelle pour éviter la tendance au déversement de l'aéronat. Nous savons que cette tendance au

Au-dessous de la nacelle est fixée la *béquille* K, qui sert, à l'aéronat, à prendre point d'appui sur le sol. La béquille est formée par un assemblage de tubes en acier se réunissant à la partie inférieure en un seul point qui prend seul contact avec le sol.

La hauteur de la béquille est suffisante pour que les ailes des hélices ne puissent, dans une position quelconque, toucher la terre et risquer de se détériorer.

Lorsque l'appareil est à terre, il repose tout entier sur la pointe de la béquille, et cette disposition facilite les manœuvres d'o-

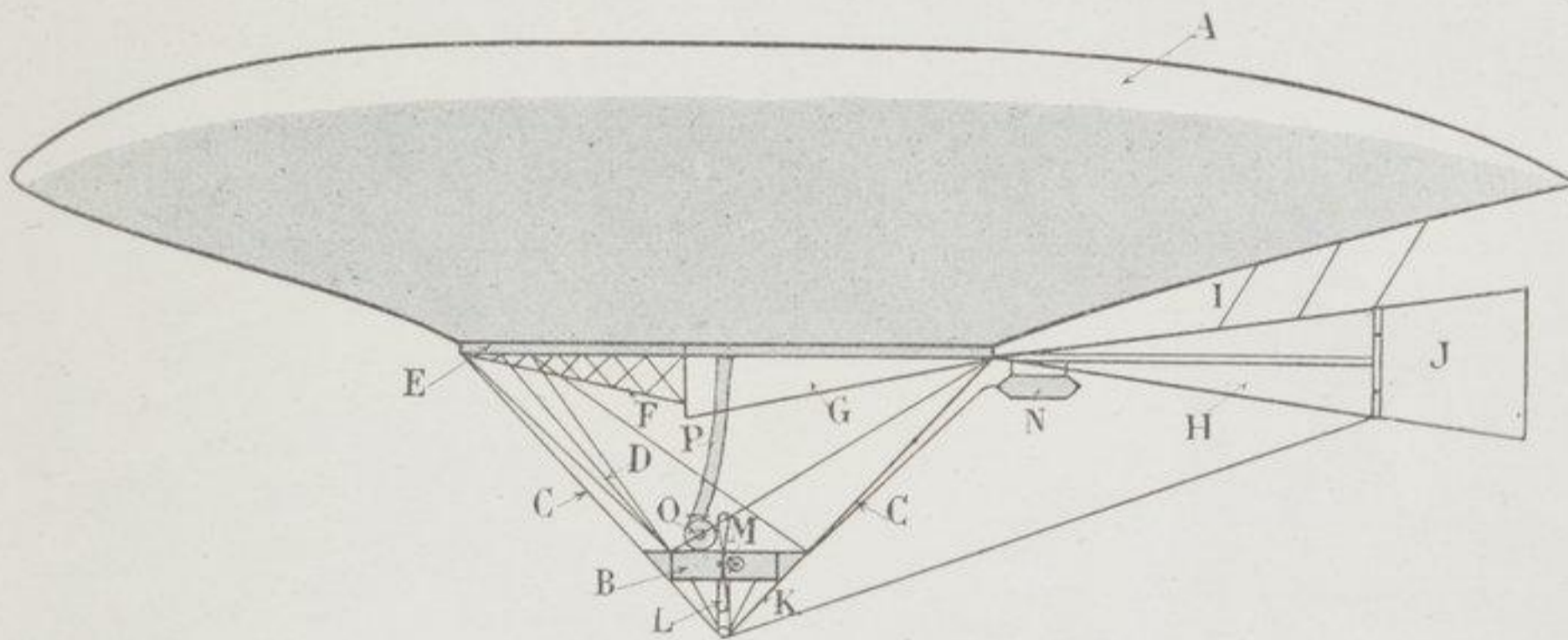


Fig. 285. — Élévation schématique de l'aéronat *Lebaudy* n° 3.

déversement est produite du fait que l'action propulsive se trouve appliquée à la hauteur de la nacelle, tandis que la plus grande partie de l'action de la résistance de l'air est appliquée sur l'enveloppe.

Le cadre de poussée transmet donc, pour ainsi dire, à l'avant de l'enveloppe l'effort de propulsion. Il peut aussi servir à maintenir, au-dessus de l'enveloppe, la plate-forme de liaison, dans le cas où cette enveloppe se déchirerait et se dégonflerait.

Deux barres sont disposées dans les cordages au-dessus de la nacelle, pour que, lors d'une descente un peu rapide, les aéronautes puissent se suspendre par les mains et éviter ainsi un choc dangereux,

orientation de l'aéronat par rapport au vent. Il convient, en effet, de diriger constamment l'avant du dirigeable du côté du vent, pour éviter une action trop considérable de celui-ci sur l'enveloppe et, pour cela, on le fait pivoter à volonté sur l'extrémité de la béquille.

Divers moteurs ont été employés pour actionner les dirigeables *Lebaudy*. Dans le dirigeable n° 2, on a placé un moteur à essence d'une puissance de 40 chevaux. Ce moteur *Mercédès* est à quatre cylindres, et tourne à une vitesse normale de 1.000 tours. Cette vitesse peut être rendue variable par le réglage du carburateur. L'allumage s'effectue par magnéto et l'échappement des gaz brûlés a lieu au-dessous de la nacelle et

à une grande distance en arrière, de façon que l'hydrogène, sortant par un des clapets automatiques, ne puisse prendre contact avec les gaz d'échappement.

Le conduit d'échappement est recouvert d'amiante pour que, dans le cas de projection d'essence, ce liquide ne puisse s'enflammer. Il est terminé par une sphère en treillis métallique empêchant la sortie des flammes dans le cas de ratés du moteur.

Le refroidissement des cylindres et des culasses du moteur s'effectue au moyen d'une circulation d'eau. Un radiateur contenant 13 litres d'eau permet de refroidir l'eau de circulation.

Le moteur commande la rotation de deux hélices L, disposées une de chaque côté de la nacelle. Les axes M des hélices sont placés parallèlement à l'axe de l'aéronat, et comme l'axe du moteur est placé perpendiculairement à cet axe, le mouvement de rotation

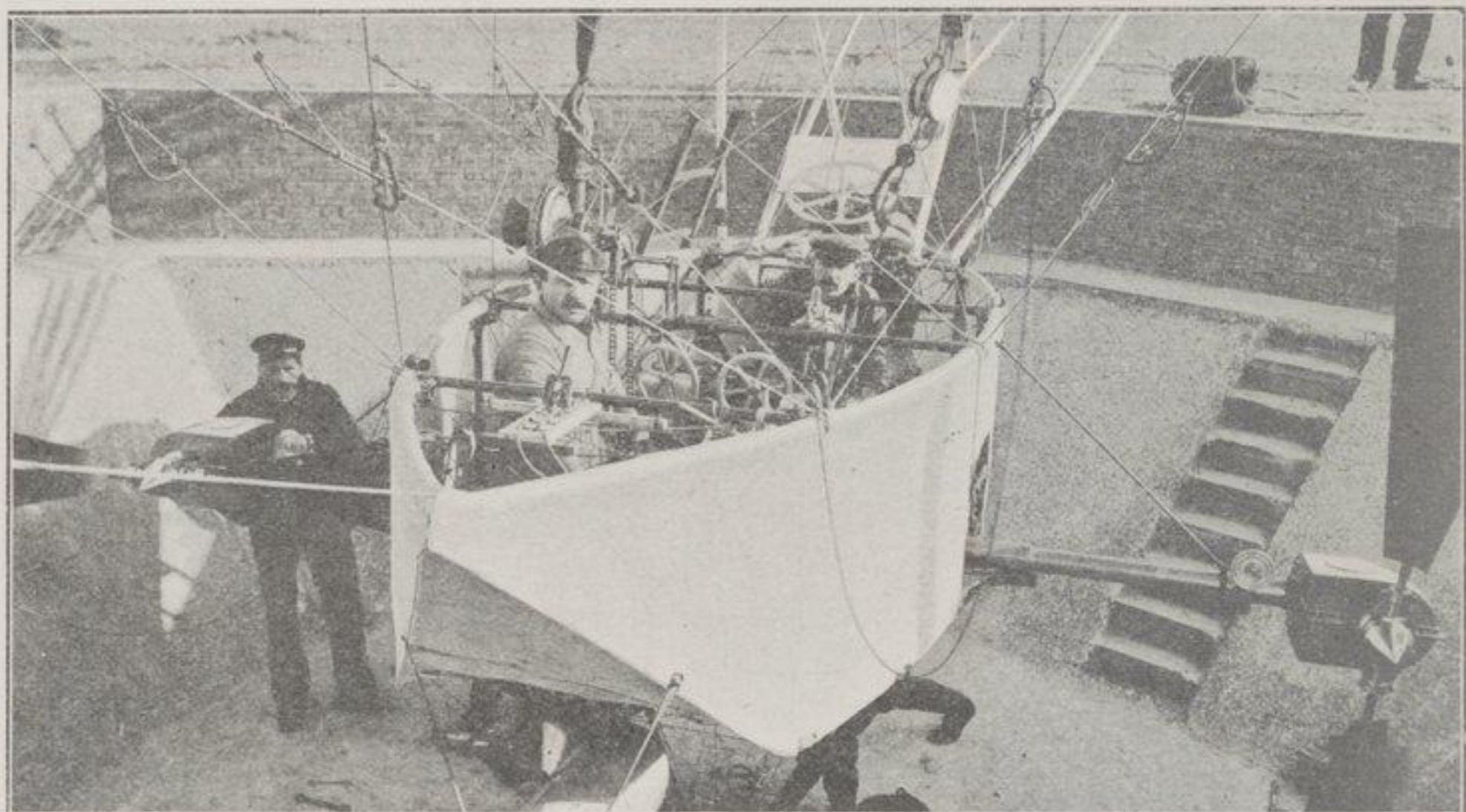


Fig. 286. — Vue de l'intérieur de la nacelle d'un aéronat Lebaudy.

La provision d'essence emportée pour alimenter le moteur est contenue dans un réservoir en aluminium N, placé au-dessous de la plate-forme et tout à fait à l'arrière; ce récipient se trouve ainsi très éloigné du moteur.

Il est placé plus haut que le moteur, de sorte que l'alimentation s'effectue aisément au moyen d'un conduit métallique.

Le réservoir d'essence a été également placé au-dessous de la nacelle. Il convient, en tout cas, qu'il soit disposé de manière que l'essence ne puisse, accidentellement, se répandre sur les organes du moteur portés à une certaine température.

est donné aux axes des hélices par l'intermédiaire d'un train de roues d'engrenage coniques. Les roues sont enfermées dans un capot protecteur.

Chaque hélice comporte deux branches. Son diamètre est faible : 2 mètres 44, mais elle tourne à grande vitesse : 1.000 à 1.200 tours par minute. Elle est entièrement métallique : les ailes sont en tôle d'acier de très faible épaisseur et polie.

Les deux hélices, disposées symétriquement par rapport à l'axe du dirigeable, tournent en *sens inverse*, afin d'annuler, par « dégyroscopage, » les divers mouvements auxiliaires qui se produisent pendant le

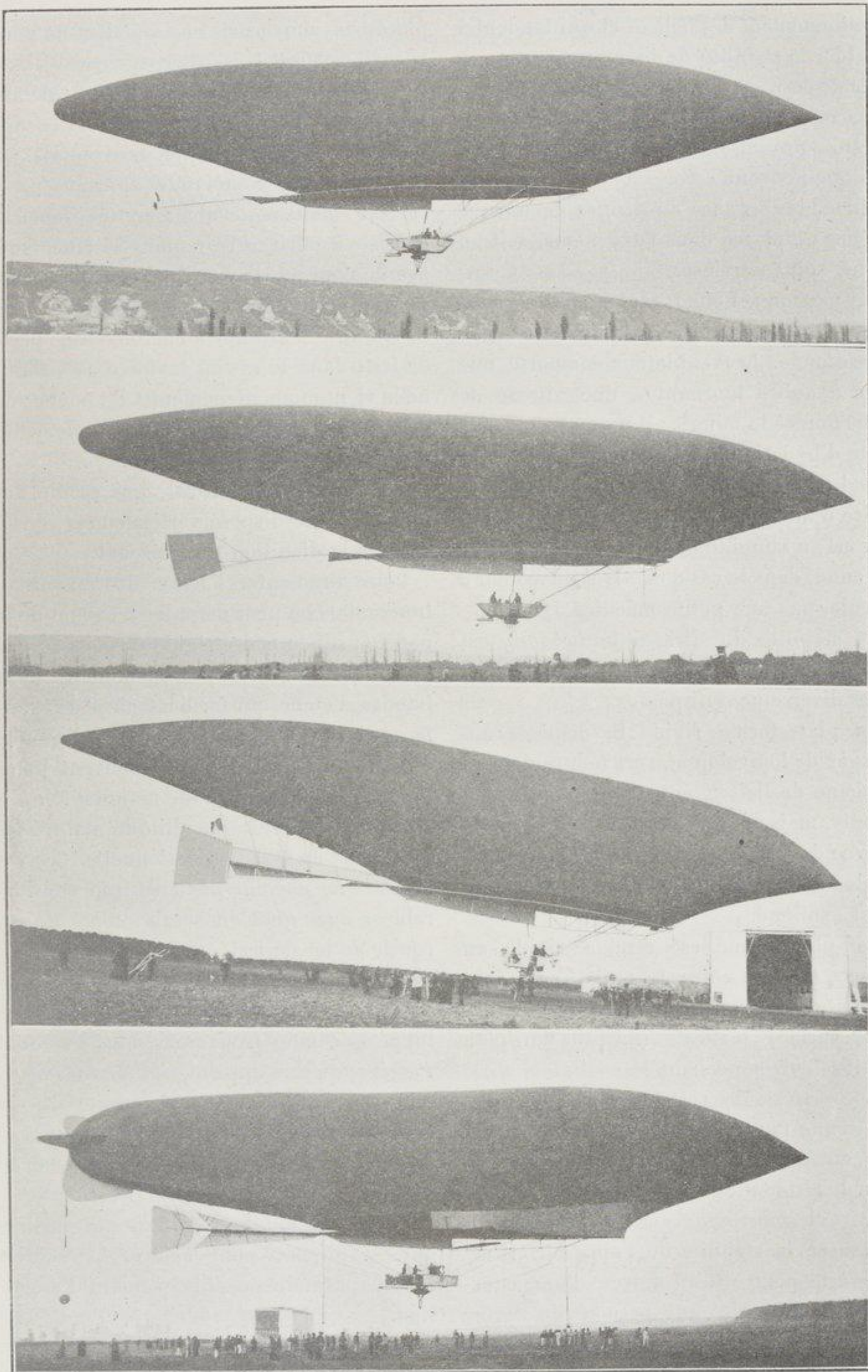


Fig. 287 à 290. — Transformations successives des aérônats *Lebaudy*, types nos 1, 2, 3, 4 (*République*).

fonctionnement des hélices et qui tendent à troubler la stabilité de l'appareil.

La disposition des hélices sur les côtés de la nacelle a pour but de faire travailler ces organes propulseurs en dehors des obstacles que peuvent créer à l'air, déplacé par l'hélice, les organes du dirigeable lorsque l'hélice est placée dans l'axe même, soit en avant, soit en arrière.

Le moteur actionne également le ventilateur O dont le débit égale un mètre cube par seconde. Le ventilateur comporte une roue à aubes tournant à une vitesse de 3.000 tours à la minute : il permet, en cas de perte d'hydrogène, d'envoyer de l'air dans le ballonnet compensateur, par l'intermédiaire d'une manche en toile P. Le ventilateur est en aluminium et cuivre. Il peut être actionné, dans le cas d'un arrêt du moteur à pétrole, par une petite machine dynamo.

La stabilité du dirigeable *Lebaudy* est obtenue par l'emploi de surfaces stabilisatrices diversement disposées.

La plate-forme rigide E, disposée au-dessous de l'enveloppe, sert non seulement d'organe de liaison entre l'enveloppe et la nacelle, mais elle a aussi son rôle au point de vue de la stabilité longitudinale et latérale, ainsi que nous l'avons précédemment expliqué.

La plate-forme est rendue rigide au moyen d'une poutre F métallique dont la moitié arrière G est recouverte de toile. Cette surface verticale constitue un plan stabilisateur empêchant le roulis.

A l'arrière de cette surface est disposée une poutre armée H ayant une section en forme de croix et comportant un plan horizontal et un plan vertical se coupant. Cet *empennage* concourt également à assurer la stabilité de l'appareil. Il est relié à la poutre G au moyen d'une charnière horizontale qui permet de régler aisément sa position et de le fixer ensuite à l'enveloppe au moyen des câbles I.

A l'arrière de la flèche d'empennage sont

placés un gouvernail horizontal et un gouvernail vertical J.

Le gouvernail horizontal est articulé autour d'une charnière horizontale et occupe normalement une position horizontale. On peut, par une commande appropriée, le relever mais non l'abaisser. Sa fonction consiste à offrir à l'air une résistance suffisante pour que l'avant du dirigeable puisse se relever. On peut, de la sorte, conserver sa stabilité d'altitude à l'aéronat sans perte de lest, dans le cas où la force ascensionnelle vient momentanément à diminuer ; on peut, ainsi, augmenter la valeur de cette altitude sans dépense de lest.

Le gouvernail vertical, qui oscille autour d'un axe disposé verticalement, sert à assurer la direction de l'aéronat.

Pour augmenter l'action du gouvernail horizontal, on peut dérouler à l'avant de la nacelle, sur le cadre rigide de poussée que nous avons décrit précédemment, deux bandes d'étoffe qui forment ainsi des surfaces donnant prise au vent et disposées obliquement. Ces surfaces peuvent jouer un rôle stabilisateur pour maintenir le dirigeable à une certaine altitude malgré les variations de force ascensionnelle. Ces variations ne doivent pas être trop considérables, sans quoi on serait obligé de recourir au jet de lest.

L'aérostat dirigeable *Lebaudy* ne comportait pas l'empennage arrière de l'enveloppe que nous trouverons dans l'aéronat *Patrie* et qu'on a appelé *papillons de queue*, mais on voit que dans le projet de cet aérostat, tous les organes avaient été soigneusement étudiés et disposés en vue de fonctions nettement déterminées.

Un certain nombre d'organes accessoires ont été disposés pour assurer la sécurité la plus grande possible pendant l'ascension.

En dehors des organes de commande des gouvernails, du moteur, des hélices et du ventilateur, on a placé dans la na-

celle deux *baromètres* indiquant l'altitude, dont l'un est à enregistrement automatique, un *statoscope*, un *anémomètre* à compteur pour connaître, à chaque instant, la vitesse, un *thermomètre* et trois *manomètres* destinés à faire connaître la valeur de la pression intérieure de l'enveloppe. Ces manomètres, de différents systèmes, ont été mis au nombre de trois, afin d'assurer la sécurité de la lecture, car il est très important de connaître à tout moment la pression intérieure de l'enveloppe pour lui redonner sa valeur, s'il y a lieu, en gonflant le ballonnet.

Au-dessous de la nacelle est placée une *sirène* actionnée par le moteur. Un conduit partant du fond de la nacelle et terminé à sa partie supérieure par un entonnoir sert à vider le sable contenu dans les sacs de lest. Ce sable se répand ainsi dans l'atmosphère sans risquer de pénétrer dans les organes en mouvement du moteur.

La nacelle est, en outre, munie des engins qu'on emporte à bord d'un aérostat libre : ancre, guide-rope, câble stabilisateur, désigné plus généralement sous le nom de *serpent*. De plus, elle contient des pieux formés par des tubes métalliques que l'on enfonce en terre pour amarrer l'aéronat dans le cas d'un atterrissage effectué loin du hangar.

D'autres appareils accessoires sont aussi placés dans la nacelle, tels que jumelles, boîte à outils, phare à acétylène servant aux ascensions de nuit, appareil photographique, etc.

L'hydrogène nécessaire pour gonfler l'enveloppe du *Lebaudy* a été obtenu au moyen d'un appareil spécial (Fig. 291) installé à Moisson, centre des diverses expériences. Le gaz hydrogène est produit par la réaction de l'eau additionnée d'acide sulfurique, sur de la tournure de fer.

Le ravitaillement, en gaz hydrogène, d'un aérostat dirigeable offre quelque difficulté, à moins que ce dirigeable ne revienne

s'approvisionner à son lieu d'attache où se trouve l'appareil générateur. Mais, dans ce cas, il se trouve avoir un rayon d'action nécessairement limité.

Lorsque l'aéronat doit effectuer un certain trajet de longue durée, il convient de disposer sur la route qu'il doit suivre des centres de ravitaillement comportant chacun un appareil à hydrogène pouvant fournir au dirigeable le volume de gaz qu'il a perdu. Ces stations comportent aussi, quelquefois, un hangar permettant d'abriter l'appareil.

On peut également disposer, en des points déterminés, des réserves de gaz hydrogène constituées par des ballons contenant un certain volume de ce gaz. Dans ce cas, ces *ballons-réserves* reçoivent leur gaz de l'appareil générateur, lequel reste à un poste fixe, et ce sont eux que l'on transporte sur le lieu désigné de ravitaillement.

L'hydrogène peut aussi, nous le savons, se transporter, comprimé à une forte pression, dans des tubes d'acier : mais ces tubes fort épais pèsent très lourd et les voitures qui les transportent ne peuvent pas toujours aisément se mouvoir dans tous les terrains, ce qui est presque une nécessité pour les applications militaires.

Après les concluants essais effectués en 1904 par le dirigeable *Lebaudy* du type que nous venons de décrire, les propriétaires, MM. Lebaudy, et l'ingénieur M. Julliot, résolurent de le perfectionner dans certains détails pour en faire un appareil apte à rendre des services au point de vue militaire.

L'arrière fut arrondi pour permettre d'y placer des plans stabilisateurs horizontaux et verticaux. C'étaient les *papillons de queue*.

Le volume de l'enveloppe fut augmenté et porté à 2.950 mètres cubes. La puissance du moteur fut aussi augmentée, et en 1905, après une entente entre MM. Lebaudy et le ministre de la guerre, une commission mili-

taire, composée de trois officiers de l'établissement aérostatique de Chalais-Meudon, contrôla les ascensions du dirigeable transformé.

Ces ascensions devaient s'effectuer dans des conditions particulières. Dans une première série d'essais, le dirigeable devait évoluer comme s'il suivait un armée en campagne; dans une seconde période d'expériences, il devait être mis au service d'une place forte.

Le 4 juin 1905 la première ascension de

Verdun. De Moisson au camp de Châlons on avait prévu un arrêt à Meaux pour ravitailler le dirigeable. On avait désigné d'avance le lieu d'atterrissage où devait se trouver du gaz hydrogène, transporté comprimé dans des tubes d'acier. Des hommes de troupe devaient aussi se trouver au point fixé pour aider aux manœuvres d'atterrissage et de campement de l'aéronat.

Le 3 juillet, à trois heures et demie du matin, le *Lebaudy* quittait son hangar de Moisson et faisait route vers l'est. La pre-

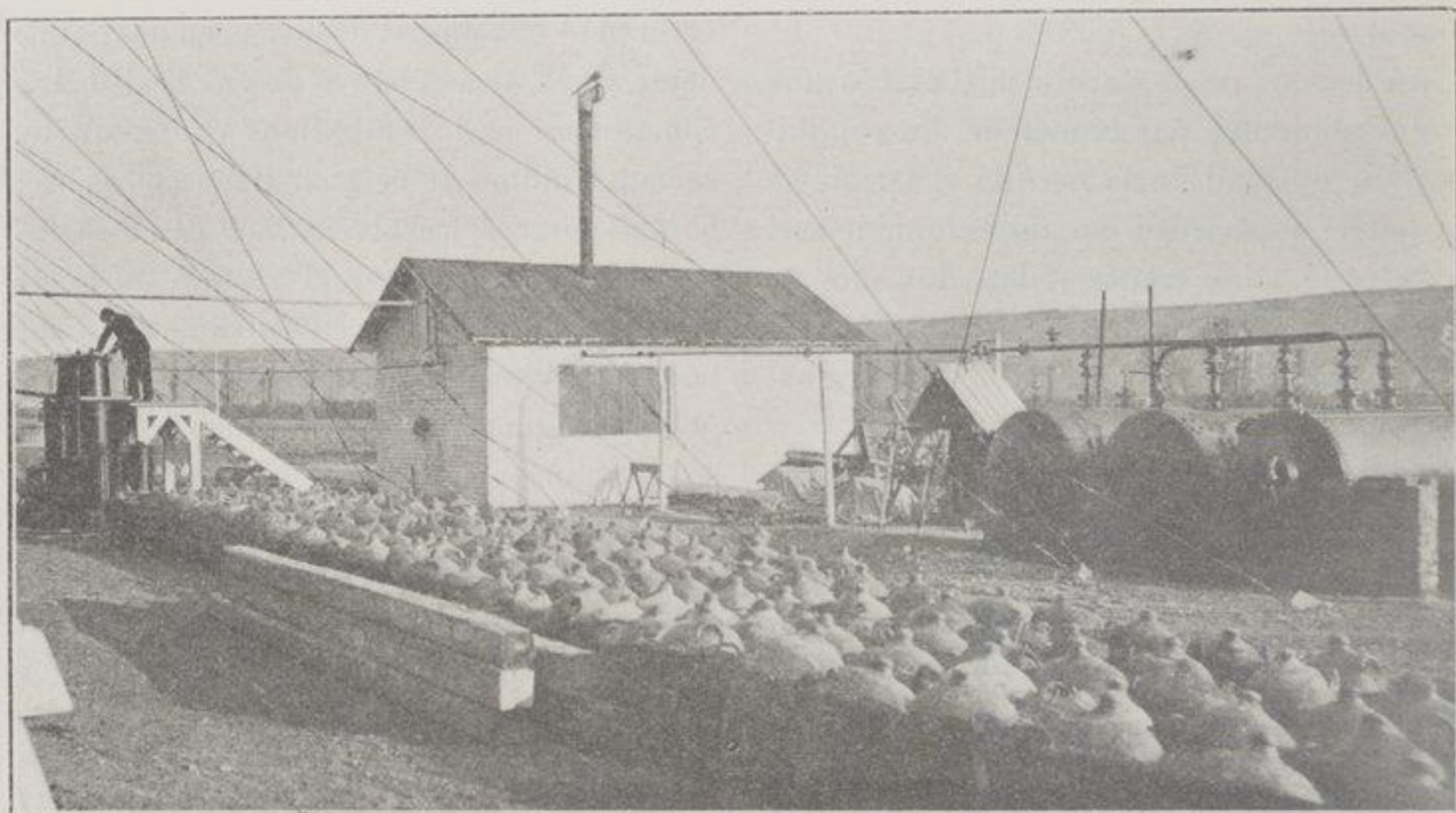


Fig. 291. — Production de l'hydrogène aux établissements *Lebaudy*, à Moisson.

cette campagne fut effectuée, et on essaya les jours suivants, dans la plaine de Moisson, des dispositifs de campement du dirigeable en plein air, ainsi que des procédés de ravitaillement en gaz, en combustible destiné au moteur, et en lest.

Le 27 juin, le *Lebaudy* se maintint pendant trois heures onze minutes dans les airs.

Ces essais ayant donné satisfaction, on décida de faire entreprendre au dirigeable un long voyage comportant plusieurs escales. L'itinéraire choisi fut le trajet de Moisson au camp de Châlons, puis à Toul et à

mière étape Moisson - Meaux, comportant une distance de 93 kil. 500, fut effectuée en 2 h. 37 minutes.

Le dirigeable put être campé aux environs de Meaux et resta ainsi en plein air jusqu'au lendemain matin, malgré un vent assez vif qui s'éleva dans la nuit.

Le 4 juillet, à quatre heures et demie du matin, le départ fut pris pour la seconde étape. Les conditions atmosphériques étaient fort défavorables; le dirigeable partit néanmoins et les aéronautes résolurent de tenter un essai de campement en un lieu convenable non déterminé à l'avance.

Après un court trajet de 18 kilomètres, le dirigeable atterrit dans une clairière d'un

soumis à la pluie incessante. Il ne subit cependant aucune avarie grave. Son ravitail-

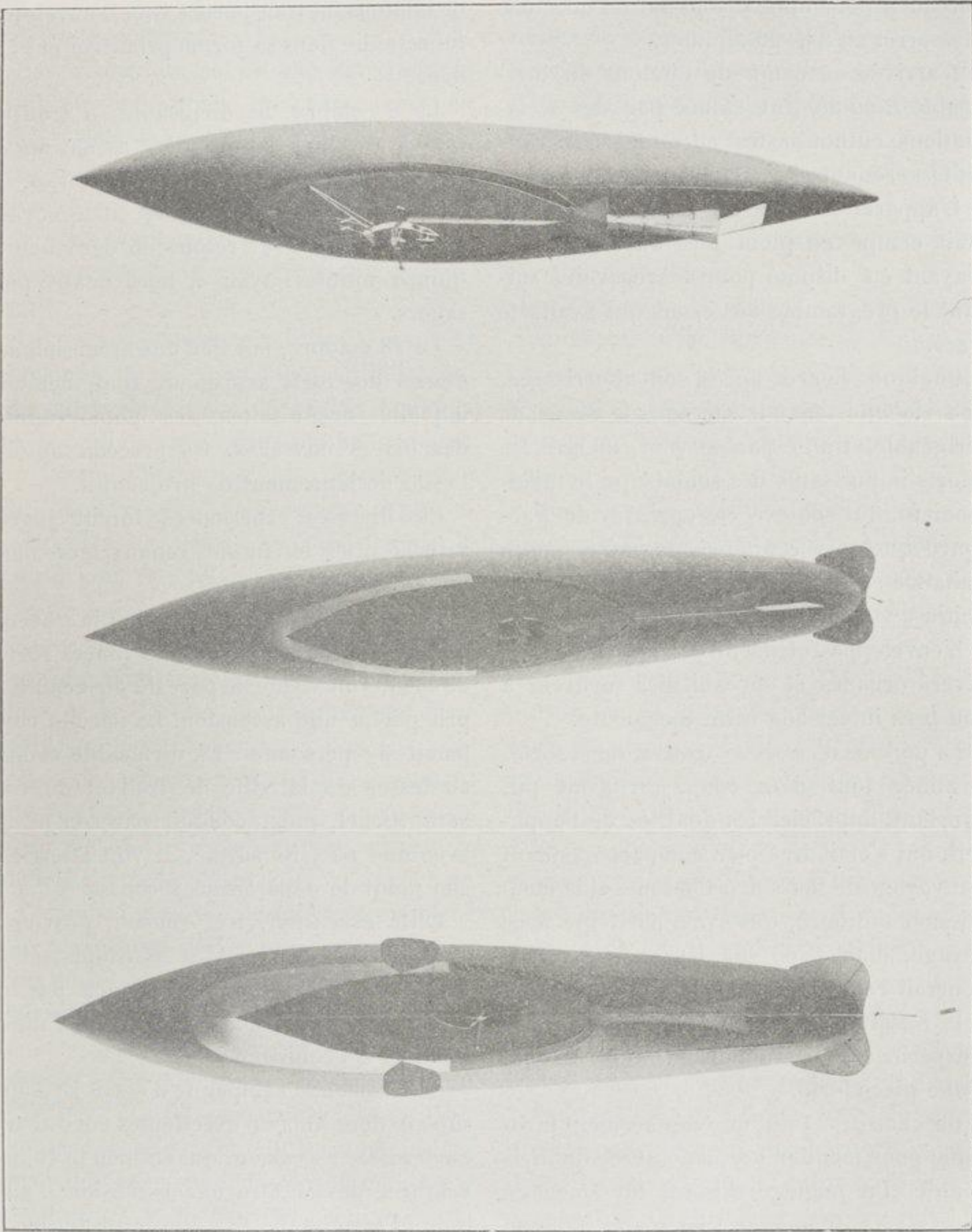


Fig. 292 à 294. — Les *Lebaudy* n^{os} 3, 4 et 5 (type *Patrie*), au zénith.

bois, près de Jouarre. Une équipe de 70 paysans fut recrutée pour maintenir l'appareil, car un violent orage se déchainait. L'aéronat resta ainsi campé pendant deux nuits,

lement en hydrogène fut assuré au moyen de gaz comprimé contenu dans des tubes que des voitures apportèrent sur le lieu de campement; toujours sous la pluie, il

partit après deux jours d'arrêt, pour le camp de Châlons.

La distance de 96 kil. 5 qu'il y avait à parcourir pour atteindre le but fut effectuée sans arrêt en 3 h. 20 minutes.

L'arrivée au camp de Châlons du dirigeable *Lebaudy* fut saluée par des acclamations enthousiastes adressées aux vaillants aéronautes.

L'appareil fut amarré; mais, là encore, il était campé en plein air, aucun hangar n'ayant été disposé pour le recevoir, suivant le programme des essais qui avait été tracé.

Quelques heures après son atterrissage, une violente tempête saccagea le camp; le dirigeable, trainé par le vent, malgré les efforts impuissants des soldats qui le maintenaient, fut soulevé et, après avoir parcouru quelques centaines de mètres, alla s'abattre sur des arbres et des fils télégraphiques voisins.

L'enveloppe fut déchirée; cependant les divers organes et mécanismes sortirent à peu près intacts de cette tourmente.

La période d'essais se trouva, de la sorte, terminée tout d'un coup. On avait pu, pourtant, apprécier les qualités de l'appareil, qui s'était très bien comporté pendant son voyage de Moisson à Châlons, et la commission militaire, qui avait participé à ce voyage, était fixée sur les services qu'il pourrait rendre à une armée en campagne.

Il restait à effectuer la deuxième série d'expériences se rapportant à la défense d'une place forte.

On choisit, à Toul, un emplacement favorable pour faciliter les manœuvres du dirigeable. Un manège existant fut aménagé pour servir de hangar à l'aérostat. Comme sa hauteur seule était insuffisante, on creusa dans le sol une tranchée de 10 mètres de profondeur, dont le fond se raccordait, par un long plan incliné, avec le sol voisin, à l'extérieur du hangar.

De cette façon, la nacelle étant logée dans

la tranchée, le dirigeable pouvait séjourner tout gonflé sous son hangar.

Le matériel sauvé de l'accident du camp de Châlons fut transporté à Toul; l'enveloppe fut rétablie dans sa forme primitive et gonflée.

Le 8 octobre, le dirigeable se trouvait prêt à effectuer la première ascension de la série de neuf qui devaient être faites.

Le 12 octobre, le *Lebaudy* fit le voyage de Toul à Nancy et retour en deux heures quinze minutes, ayant à bord quatre passagers.

Le 18 octobre, eut lieu une ascension au-dessus des forts avoisinant Toul, pendant laquelle furent faites des photographies des divers ouvrages. On procéda aussi à l'essai de lancement de projectiles.

Ces diverses expériences furent jugées satisfaisantes et furent renouvelées dans les ascensions suivantes.

Le 24 octobre, le ministre de la guerre, en tournée d'inspection des places fortes de l'Est, vint visiter le parc du dirigeable et prit part à une ascension. La nacelle contenait six personnes. Le dirigeable évolua au-dessus de la ville de Toul et du fort Saint-Michel, puis, conduit par son pilote avec une parfaite sûreté, il vint atterrir à son point de départ sans secousse.

Cette ascension, très réussie, provoqua l'admiration de tous les assistants, et le ministre de la guerre ne ménagea pas ses félicitations aux constructeurs, à l'ingénieur et à l'équipage.

Cette seconde campagne d'essais se poursuivait donc dans d'excellentes conditions. La dernière ascension, qui eut lieu le 10 novembre, devait être une ascension d'altitude: l'aéronat devait s'élever au-dessus de 1.000 mètres.

A travers un épais brouillard et des nuages qui leur cachèrent le sol à partir de 200 mètres, les aéronautes s'élevèrent progressivement jusqu'à 1.370 mètres en jetant du lest: ils redescendirent aux environs de

1.000 mètres et remontèrent de nouveau jusqu'à l'altitude précédemment atteinte. Puis la descente commença et le dirigeable sortant du brouillard vint atterrir en face de son hangar.

Une charge de lest de 495 kilogrammes avait été emportée; les aéronautes en avaient jeté 345 kilos.

Cette dernière expérience venait de démontrer que le dirigeable pouvait, le cas échéant, gagner les hautes régions pour se soustraire à la vue et au tir de l'ennemi.

Les essais étaient terminés et parurent concluants à la commission militaire qui les avait contrôlés. Le dirigeable Lebaudy fut dégonflé, remis dans son hangar pour la saison d'hiver, et ses propriétaires, MM. Lebaudy, eurent la généreuse et patriotique idée de l'offrir au ministre de la guerre pour être affecté au service de l'armée française.

Cette offre fut acceptée aussitôt et le *Lebaudy* ayant comme point d'attache la place de Toul, fut le premier aérostat dirigeable militaire français.

Peu de temps après, le gouvernement français commandait à MM. Lebaudy un autre aérostat dirigeable établi suivant le modèle du *Lebaudy* n° 4.

Ce nouvel aérostat, destiné à être attaché à la place forte de Verdun, fut terminé au mois de novembre 1906 et reçut le nom de *Patrie*.

Aérostat dirigeable Patrie L'aérostat *Patrie*, établi sur les plans de l'aérostat dirigeable *Lebaudy*, n'en diffère que par la forme de l'enveloppe et son volume, et par la puissance du moteur qui l'actionne.

L'enveloppe du dirigeable *Patrie* a 60 mètres de longueur et son diamètre au maître-couple est de 10^m,30. Son volume, supérieur de 200 mètres cubes au volume du *Lebaudy*, est de 3.150 mètres cubes.

Le ballonnet établi dans cette enveloppe

a un volume total de 650 mètres cubes. L'enveloppe, au lieu d'être effilée vers l'arrière comme les premiers modèles du *Lebaudy*, est fortement arrondie pour lui permettre de recevoir les *papillons de queue*, empennage stabilisateur comportant des plans verticaux et horizontaux disposés en forme de croix.

Les divers organes qui ont été établis sur le dirigeable *Lebaudy* ont été disposés de façon semblable et dans le même but sur l'aéronat *Patrie*.

La puissance du moteur a cependant été augmentée. Le moteur à pétrole Panhard et Levassor a une puissance de 70 chevaux. Il actionne deux hélices de 2^m,60 de diamètre, qui tournent à 1.000 tours par minute.

Deux autres modifications faites dans l'aéronat *Patrie* ont consisté à placer le gouvernail horizontal sur les côtés et à l'arrière de la poutre armée en forme de croix formant plans stabilisateurs, et à remplacer les *plans déroulables* qu'on déployait sur le cadre de poussée, par deux surfaces planes, ou *ailerons*, disposées en avant et une de chaque côté de la plate-forme rigide. Ces ailerons peuvent osciller autour d'un axe horizontal et assurer, par leur manœuvre, la stabilité d'altitude.

Le dirigeable *Patrie* peut enlever un poids utile de 1.260 kilogs. Il peut donc emporter sept personnes en dehors du lest et du combustible.

Avant la fin de l'année 1906 l'aéronat *Patrie* avait effectué onze ascensions d'essai.

Pendant l'été de l'année 1907, les ascensions se poursuivirent au parc aérostatique de Chalais-Meudon, pour éprouver les divers organes de l'appareil et pour instruire les équipages. Ces ascensions, au nombre de vingt et une, permirent d'apporter à l'aérostat quelques modifications de détails, et à l'automne de la même année une nouvelle campagne d'expériences fut organisée avant la mise en service définitive.

Au cours de cette campagne, lors d'une ascension effectuée le 23 octobre, l'aéronat parcourut un trajet de 100 kilomètres environ, de Chalais-Meudon à Étampes et retour en trois heures quarante-quatre minutes.

Le 26 octobre, pendant la marche, une des hélices se détacha en détériorant le radiateur du moteur. Le dirigeable atterrit; l'équipage répara l'avarie et l'aéronat put revenir par ses propres moyens au parc de Chalais avec une seule hélice en fonctionnement. Le 9 novembre eut lieu une autre sortie à grand rayon. Le dirigeable, parti du parc aérostatique, atteignit Fontainebleau, évolua au-dessus de la ville et, sans prendre terre, revint à son point d'attache à Chalais.

Le trajet de Chalais à Fontainebleau s'était effectué à une altitude variant entre 300 et 850 mètres.

Le retour eut lieu à une hauteur moyenne de 1.000 mètres. Le trajet total parcouru était de 140 kilomètres et la durée du voyage de quatre heures. La dépense de lest avait été très faible, par suite de l'utilisation de divers plans de stabilisation. La campagne d'essais de 1907 se termina par une ascension d'altitude. Le dirigeable *Patrie* s'éleva à 1.035 mètres de hauteur, le 16 novembre, en dépensant 300 kilos de lest. Il restait, à l'atterrissage, 300 kilos de lest dans la nacelle.

Le succès de ces diverses expériences fut complet et l'aéronat pouvait être mis en service à Verdun. Il s'y rendit par la voie des airs.

Le 23 novembre 1907, le dirigeable *Patrie* ayant à bord les aéronautes militaires : le commandant Bouttiaux, le commandant Voyer, le capitaine Bois, et deux mécaniciens, part du parc de Chalais-Meudon à neuf heures du matin pour gagner la place forte de Verdun, son nouveau point d'attache.

Il passe successivement sur Coulommiers, sur Montmirail, sur Châlons, et con-

inue sa route, quoiqu'une escale ait été prévue au camp de Châlons. Des voitures portant des tubes d'hydrogène comprimé avaient, en effet, été envoyées au camp pour ravitailler l'aéronat.

A 2 heures, le dirigeable passe au-dessus de Sainte-Menehould et à 3 h. 25 il était en vue de Verdun. Peu de temps après, il atterrissait devant le hangar qui lui avait été préparé dans le parc aérostatique de la place forte.

Le voyage avait duré six heures quarante-cinq minutes et le chemin parcouru était de 236 kilomètres, compté à vol d'oiseau.

Ce voyage s'était effectué sans incident : tous les organes avaient admirablement fonctionné. Sur une grande partie du parcours, l'altitude avait été de 900 mètres. La quantité de lest dépensé était de 130 kilogrammes. Il en restait 400 kilos dans la nacelle à l'arrivée. De même, la quantité de combustible utilisée avait été de 150 litres, tandis qu'on avait emporté une provision de 290 litres d'essence. La durée du voyage aurait pu, de la sorte, être considérablement prolongée.

Le magnifique *raid* de l'aéronat *Patrie*, suscita, dans toute la France, un très grand enthousiasme : mais, malheureusement, ce bel engin militaire devait être irrémédiablement perdu quelques jours après, emporté par une violente tempête.

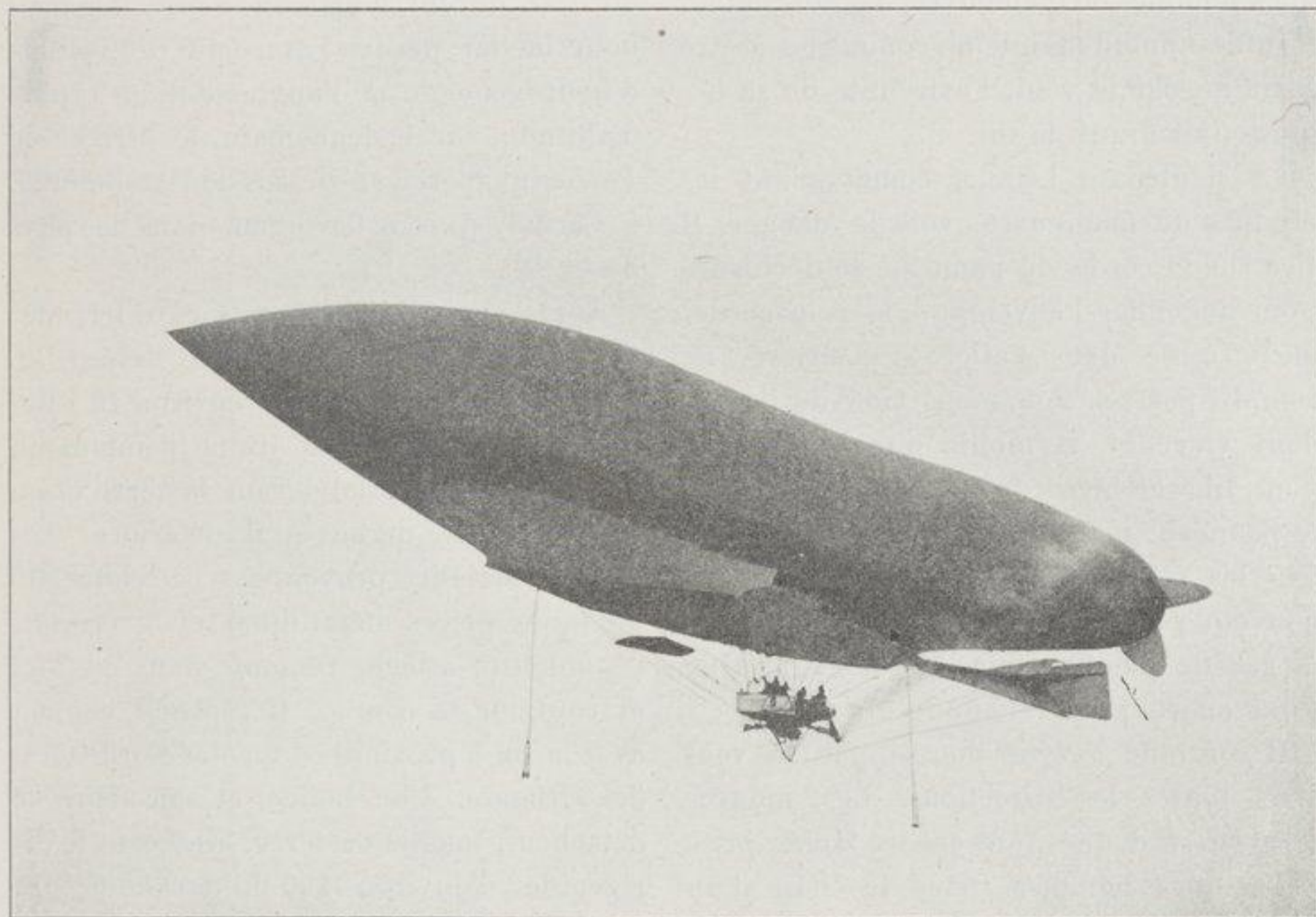
Le 29 novembre, en effet, le dirigeable s'élevait du parc de Verdun à une heure et demie de l'après-midi, emportant sept passagers parmi lesquels se trouvait le général Andry, gouverneur de la place forte. Il effectua quelques évolutions au-dessus de la ville, mais après une heure d'excursion environ, se produisit un accident qui, dépourvu de toute gravité, devait, néanmoins, provoquer la catastrophe finale.

Le mécanisme de commande de la magnéto d'allumage du moteur ayant saisi le pantalon du mécanicien, quelques lambeaux

d'étoffe emportés par les organes en mouvement avaient détérioré le dispositif d'allumage et détruit sa régularité. L'allumage ne pouvant fonctionner, le moteur s'arrêta et le dirigeable se trouva dans les airs dans les mêmes conditions qu'un aérostat libre.

On aurait certainement pu atterrir au moment où *la panne* se produisit, mais on voulut réparer, par les moyens du bord, la

devint assez vif. L'aéronat fut ravitaillé en hydrogène; il fut mené à bras d'hommes dans un repli de terrain pour l'abriter le plus possible; mais l'abri était insuffisant. Il fut, en outre, chargé au moyen de pierres placées dans la nacelle et dans la *béquille*. Une magnéto de rechange put être montée à la place de la magnéto avariée et à 7 heures, alors que tout allait



Phot. Raffaele.

Fig. 295. — Le dirigeable *Patrie*.

légère avarie du mécanisme d'allumage. Pendant ce temps le vent, d'ailleurs assez faible, poussait l'aérostat au delà de la ville. La nuit commençait à tomber, et le moteur ne pouvait pas encore fonctionner. On décida d'atterrir. L'atterrissage put s'effectuer à 4 h. 1/2, en pleine campagne. L'équipage descendit et le dirigeable fut maintenu en place par une compagnie d'infanterie arrivée à 9 heures du soir. La nuit se passa sans incidents.

Le 30 novembre au matin, le vent

se trouver en place, le dirigeable, sous le coup d'une violente rafale, fut arraché des mains des soldats qui le maintenaient et emporté dans les airs.

Les soldats manœuvraient de façon à tenir la pointe de l'aéronat tournée constamment du côté d'où arrivait le vent, mais, par suite des remous, cette direction variait très rapidement, de sorte que la manœuvre devenait difficile et pénible. Un brusque tourbillon de vent vint, à un certain moment, agir sur le flanc de l'enveloppe,

et, malgré tous les efforts des équipes de manœuvre, celle-ci fut couchée sur le flanc. Dans ce mouvement, un des plans stabilisateurs latéraux touche à terre et ses câbles de commande se rompent, de sorte que lors du mouvement de relevage de l'aéronat, l'aileron s'accroche dans la corde actionnant le panneau de déchirure.

Le mouvement brusque d'oscillation de l'enveloppe avait fait lâcher prise à quelques hommes de manœuvre. Le dirigeable, insuffisamment maintenu, commença à être entraîné par le vent, l'extrémité de sa béquille labourant le sol.

Le lieutenant Lenoir, commandant les équipes de manœuvre, voit le danger. Il tire sur la corde du panneau de déchirure pour dégonfler l'enveloppe, mais la corde, enchevêtrée dans l'aileron détérioré, ne remplit pas ses fonctions. Aidé de l'adjudant Vincenot, il monte dans la nacelle pour libérer la corde et tenter d'arracher le panneau, mais dans l'obscurité et gênés par les soubresauts de l'appareil, ils ne peuvent y parvenir et ils redescendent de la nacelle pendant que les soldats font de vains efforts pour retenir le dirigeable.

Il continue à être poussé par le vent dans toutes les directions. Ces mouvements désordonnés font encore lâcher prise à quelques hommes. Sous le coup d'un violent remous, l'enveloppe se soulève, l'avant en l'air, le gouvernail touchant le sol. Les soldats qui le maintenaient en avant sont brusquement soulevés de terre et abandonnent les cordes; les pierres qui avaient été placées dans la béquille et dans la nacelle pour faire surcharge, tombent à terre, allégeant l'aéronat qui tend de plus en plus à s'élever.

Le danger devient de plus en plus grand pour les soldats qui tiennent encore des cordages. Aussi, pour éviter des accidents graves, et se rendant compte qu'il n'y avait plus aucune chance de soutenir la lutte contre le vent, le lieutenant Lenoir commande :

« Lâchez tout ». Tous les soldats lâchent les cordes, et le dirigeable *Patrie*, libre, s'enfuit dans l'espace, emporté par la tempête.

A une vitesse de 80 kilomètres à l'heure, l'aéronat traverse le nord de la France. Il ne fut pas aperçu pendant cette traversée parce qu'elle fut effectuée pendant la nuit et fort probablement à une très haute altitude, étant donné son allègement considérable.

Les clapets automatiques d'échappement du gaz durent fonctionner normalement pour laisser perdre l'excédent de volume d'hydrogène dû à l'augmentation rapide d'altitude, car le lendemain, le dirigeable *Patrie* fut aperçu au-dessus de l'Angleterre, à Cardiff, puis à Cardigan, dans le pays de Galles.

Après avoir traversé la mer d'Irlande, il est aperçu aux environs de Belfast, en Irlande. Il touche le sol à environ 12 kilomètres de cette ville et traîne pendant un certain temps en labourant la terre et en heurtant une digue qu'il détériore. Les chocs successifs provoquent la chute de quelques pièces métalliques et l'aérostat, de nouveau allégé, remonte dans les airs et continue sa course. Il reprend contact avec le sol à proximité des côtes Nord-Ouest de l'Irlande. Une hélice et son arbre se détachent, tombent à terre, allégeant le dirigeable d'environ 150 kilogrammes. Il remonte immédiatement dans l'atmosphère et disparaît sur l'Océan. A partir de ce moment, il ne fut aperçu que par un navire au large des îles Hébrides poussé par le vent vers le Nord.

L'aéronat militaire *Patrie* s'est certainement perdu dans la mer du Nord. Personne n'a rencontré son épave. Les diverses pièces tombées de l'appareil avaient permis de suivre son trajet au-dessus de la terre, mais sa trace fut perdue dès qu'il navigua au-dessus des flots. Il avait ainsi parcouru, entre Verdun et le nord de l'Irlande, plus de 1.000 kilomètres, comptés à vol d'oiseau, en moins de dix-neuf heures.

La fuite et la perte du dirigeable *Patrie*, malgré les précautions prises et malgré les efforts désespérés des équipes de manœuvre, produisirent dans toute la France et à l'étranger une très grande émotion.

Cet accident, dû à une cause initiale de bien minime importance, démontra une fois de plus la nécessité d'organiser d'une façon plus efficace les campements des dirigeables et de leur ménager, le plus possible, des abris en divers points de la zone qu'ils sont appelés à parcourir.

Au moment où l'aéronat *Patrie* entraît d'une façon effective en service, un autre aérostat dirigeable se construisait aux ateliers Lebaudy. C'était l'aéronat *Républicain*, qui devait remplacer le dirigeable *Patrie* après sa fuite.

Aérostat dirigeable Républicain

(Fig. 297.) Le dirigeable militaire *Républicain*, commandé par l'État à MM. Lebaudy, a été commencé en 1907 et fini en 1908. Semblable dans la plus grande partie de ses organes au dirigeable *Patrie*, il présente, cependant, quelques améliorations.

L'enveloppe en tissu caoutchouté a une longueur de 61 mètres, son diamètre au maître couple est de 10 mètres 80 et son volume de 3.700 mètres cubes.

L'arrière de l'enveloppe, semblable à celle du dirigeable *Patrie*, porte aussi les plans stabilisateurs en forme de croix qui constituent l'empennage.

Les plans stabilisateurs fixes placés sous l'enveloppe à l'arrière de la nacelle sont disposés de la même façon. Deux ailerons mobiles servant de gouvernails de profondeur, sont placés un de chaque côté de la plate-forme rigide formant le dessous de l'enveloppe. Ces ailerons, manœuvrés de la nacelle par le pilote, permettent d'as-

surer la stabilité d'altitude.

Les dimensions de la nacelle ont été augmentées afin de réserver plus de place à l'équipage et d'éviter le retour d'accidents semblables à celui qui a causé la perte de l'aéronat *Patrie*. Le moteur Panhard et Levaessor a la même puissance. Il peut fournir 70 chevaux et comporte 4 cylindres. Des dispositions ont été prises pour dégager et protéger les organes mobiles.

Le radiateur, destiné à refroidir l'eau de

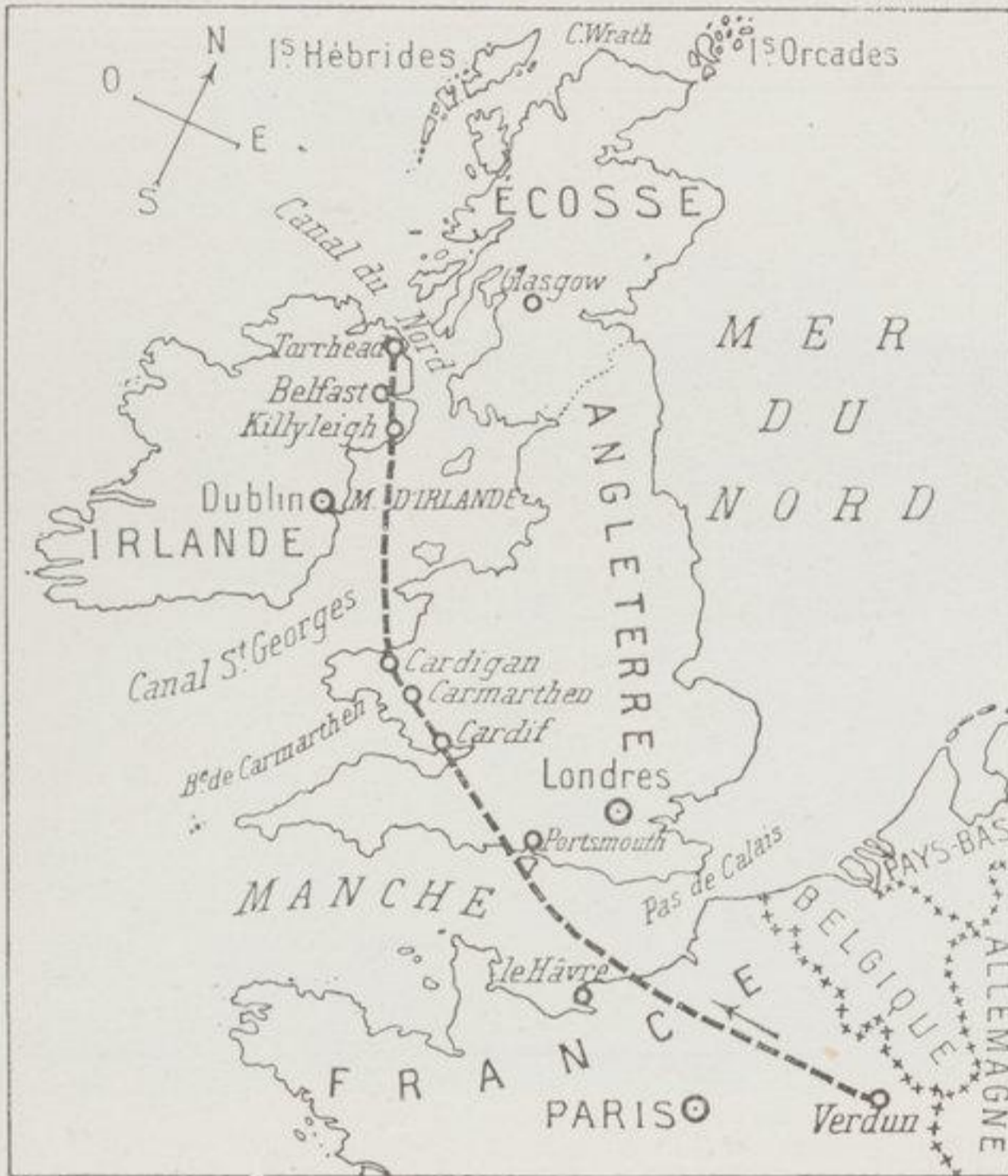


Fig. 296. — Carte indiquant le trajet suivi par le dirigeable *Patrie*, dans sa fuite.

circulation du moteur, est placé, ainsi que son ventilateur, vers l'arrière de la nacelle, sur une des parois.

Le récipient contenant l'essence destinée à alimenter le moteur est disposé au-dessous de la nacelle et le combustible liquide est fourni sous pression au moteur.

L'échappement des gaz brûlés s'effectue, à l'arrière de la nacelle, à l'aide d'un conduit terminé par une sorte de cage en

divers pesaient 90 kilos; la provision d'eau était de 30 kilos et celle d'essence, de 100 kilos.

L'aéronat emportait quatre personnes, qui pesaient, en y ajoutant quelques instruments et accessoires divers, 300 kilogs. Enfin, le poids du lest emporté était de 820 kilos.

Quelques autres ascensions d'essai furent effectuées les jours suivants, et à la quatrième, qui eut lieu le 3 juillet, le dirigeable

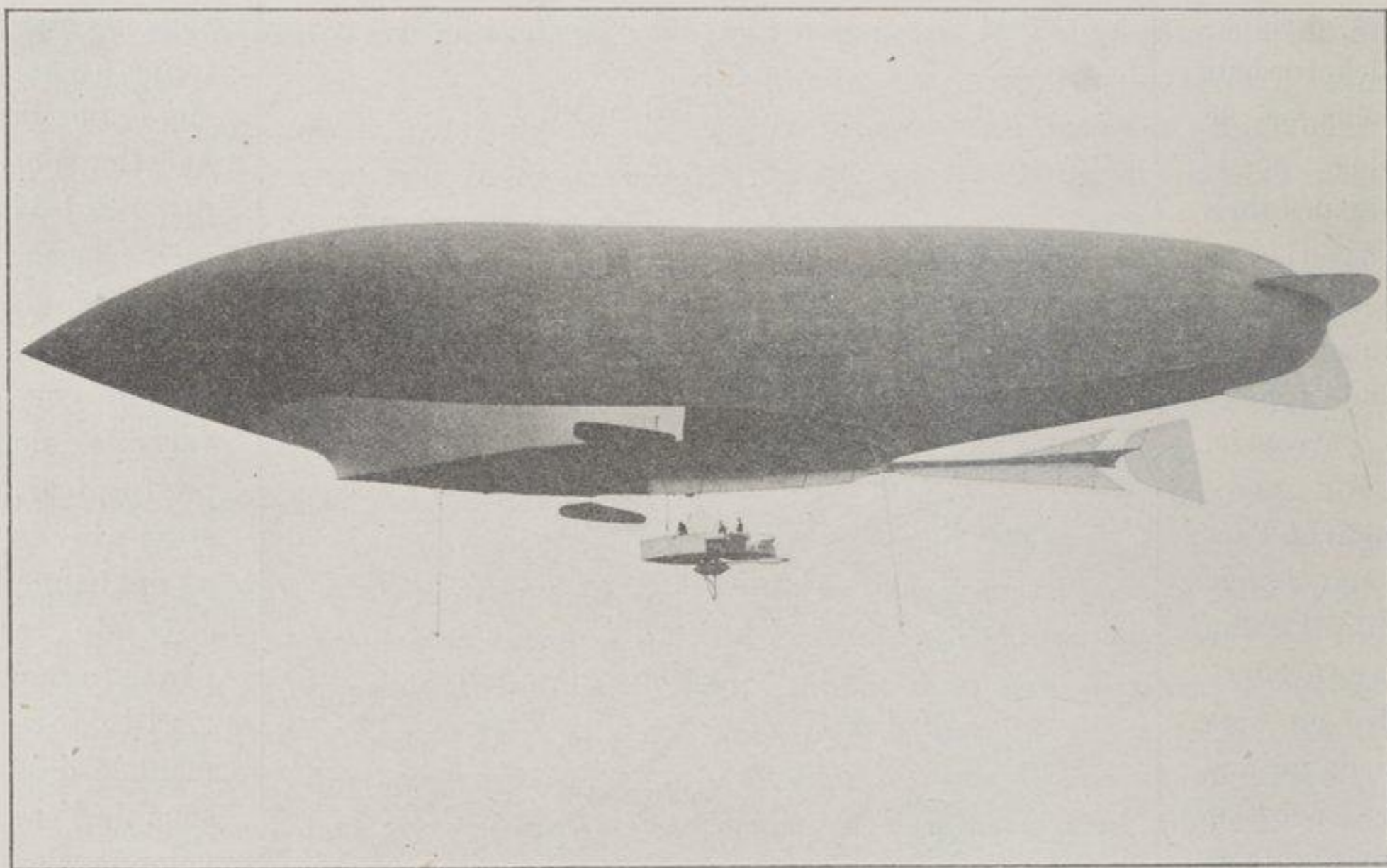


Fig. 297. — Le dirigeable *République*.

Phot. Raffaële.

treillis métallique destinée à parer à tout danger d'incendie.

Au mois de mai 1908 le dirigeable *République* était complètement achevé, et sa première ascension d'essai eut lieu le 24 juin. Elle dura environ 30 minutes et permit de constater que les divers organes fonctionnaient bien.

La stabilité d'altitude put, surtout, être maintenue avec une minime dépense de lest de 10 kilogrammes, grâce à la manœuvre des plans stabilisateurs mobiles.

Pendant cette ascension, le poids du matériel enlevé était de 2.700 kilos, les engins

République fit ses expériences de recette devant une commission militaire. Il évolua, suivant le programme établi, pendant deux heures. Sa vitesse moyenne fut égale à 42 kilomètres à l'heure malgré un vent assez vif.

Ces « essais de recette » eurent le plus grand succès.

L'aéronat, accepté par la commission de recette militaire, devait effectuer au parc de Chalais-Meudon une série d'ascensions destinées à compléter ses essais et à former les équipages.

Les ascensions eurent lieu du 21 août au 5 septembre. La dernière ascension d'essais

faite ce jour-là comportait une épreuve de longue durée.

Le dirigeable, parti de Chalais-Meudon à 8 heures 35 du matin, ayant à bord trois passagers, traversa Paris, puis se dirigeant vers le nord, atteignit Compiègne à midi et demi.

Après quelques évolutions effectuées au-dessus de la ville il revint vers Paris sans

du trajet de six heures trente-quatre minutes.

L'altitude à laquelle s'était maintenu le dirigeable avait varié entre 300 et 400 mètres, sauf à un certain moment où l'altitude atteinte fut de 650 mètres.

Les conditions atmosphériques fort variables provoquèrent une dépense de lest de 230 kilogrammes.

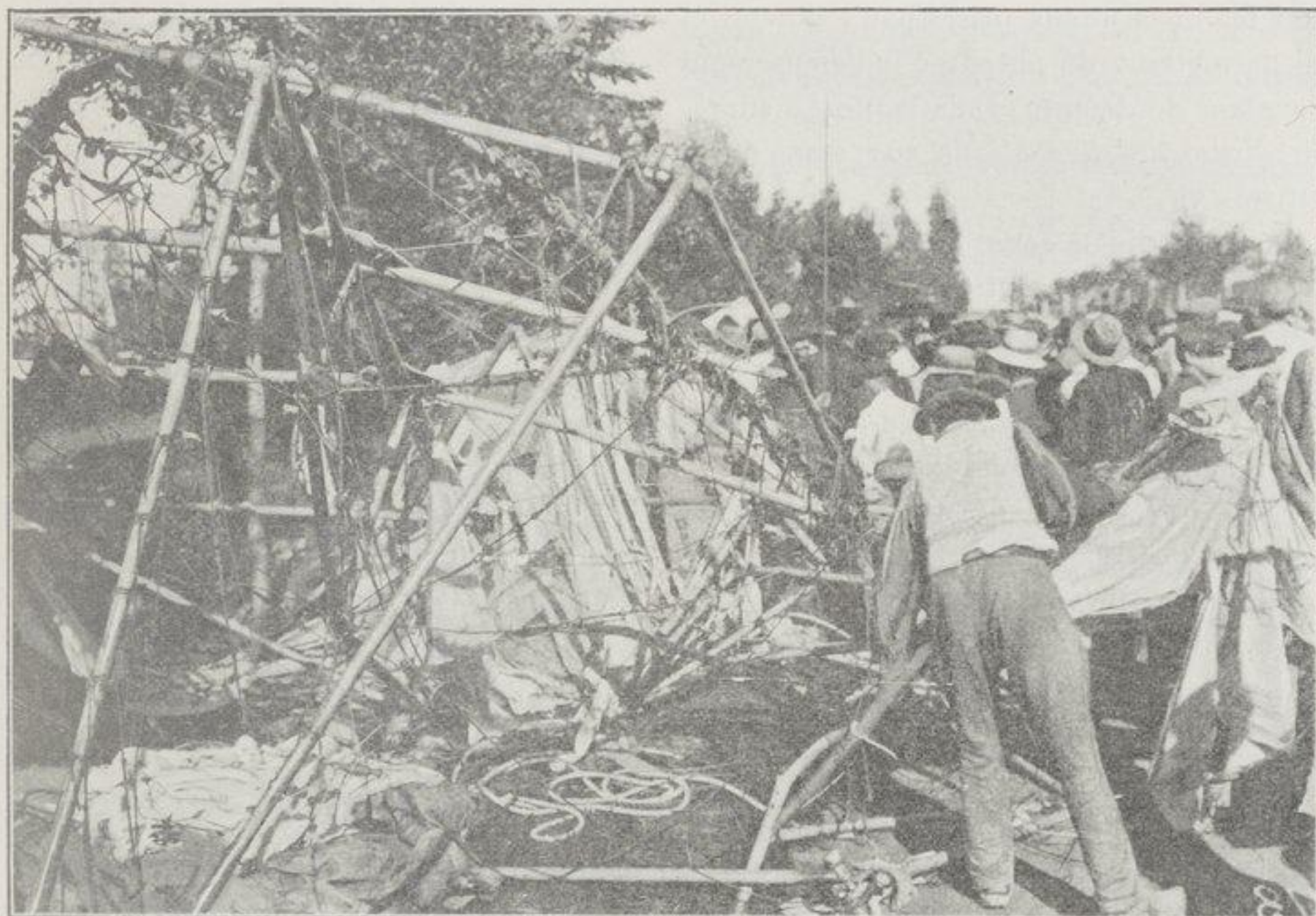


Fig. 298. — Catastrophe du dirigeable *République*.

Phot. *Matin*.

toucher terre et arriva au parc de Chalais-Meudon à 3 heures 10 du soir.

Un seul incident de peu d'importance se produisit pendant ce voyage. A un certain moment, l'aérostat descendit brusquement et arriva tout près du sol. On fut obligé de jeter 100 kilogrammes de lest pour retrouver l'altitude moyenne et de bien veiller à la manœuvre du gouvernail pour ne pas jeter le dirigeable sur les obstacles voisins.

Le chemin parcouru pendant ce voyage avait été de 181 kilomètres et la durée

Il en restait néanmoins encore 190 kilos à l'arrivée du dirigeable.

Le combustible liquide consommé fut de 190 litres.

Après cette ascension de durée, l'aéronat *République*, qui était resté gonflé pendant 110 jours, fut dégonflé et remis en état pour entrer en service.

En 1909, le 14 juillet, le dirigeable *République* figurait à la revue des troupes de Paris à Longchamp, puis, après un accident éprouvé pendant une autre sortie, il fut prêt à participer aux grandes

manœuvres du Bourbonnais effectuées en septembre.

Après quelques ascensions d'essai, le dirigeable prenait part à ces manœuvres de corps d'armée; son rôle y fut fort efficace au point de vue des reconnaissances qu'il permit d'effectuer.

Les généraux commandant les corps d'armée se plurent à reconnaître les services rendus par l'aéronat en dévoilant au parti ami les dispositions prises par l'ennemi et en permettant de préparer judicieusement les plans de défense et d'attaque. Le succès du dirigeable *République* aux manœuvres fut très vif.

Pour terminer cette campagne féconde en résultats, et démontrer la facilité d'évolution du dirigeable dans l'hypothèse d'un cas de guerre, son équipage décida de regagner son point d'attache, le parc de Chalais-Meudon, par la voie des airs.

Après une attente de quelques jours, et profitant de conditions atmosphériques favorables, le dirigeable partait le 25 septembre à 6 heures 4 du matin, de Lapalisse pour Chalais-Meudon. Il était monté par le capitaine Marchal, le lieutenant Chauré, et les adjudants Réau et Vincenot.

Dès son départ, il se dirigeait sur Moulins en suivant la route nationale. Il atteignait la ville de Moulins à 8 heures 30 et continuait sa route vers Nevers. A environ 8 kilomètres de Moulins, au-dessus du château d'Avrilly, on vit tout à coup le dirigeable s'incliner sur sa gauche, puis se redresser sous un coup de gouvernail. Au même moment, une aile de l'hélice placée à droite de la nacelle se détache et frappe avec violence l'enveloppe qu'elle ouvre.

L'hydrogène contenu dans l'enveloppe s'échappe par cette ouverture qui s'agrandit brusquement, et l'appareil, tombant d'une hauteur de 200 mètres, vient, à une vitesse vertigineuse, s'écraser sur le sol. L'enveloppe flasque recouvre les débris, parmi lesquels gisent quatre cadavres.

Une équipe d'aérostiers et des correspondants de journaux qui suivaient en automobile le dirigeable et qui avaient été les témoins impuissants de ce spectacle terrifiant, accoururent.

Au milieu d'un inextricable enchevêtrement de fils, de tubes d'acier, de pièces métalliques brisées, on trouve le corps du lieutenant Chauré, la cuisse gauche déchiquetée et portant de profondes plaies à la tête. Le capitaine Marchal a la boîte crânienne ouverte. Les deux adjudants Vincenot et Réau étaient écrasés sous le moteur et on ne put dégager leur corps qu'à l'aide de crics.

Les quatre vaillants soldats avaient été tués sur le coup. Leurs corps furent transportés dans un pavillon du château d'Avrilly, près de Moulins.

A l'examen des débris des divers organes de l'aéronat on acquit la certitude que cette terrible catastrophe était bien due à la rupture d'une pale de l'hélice de droite. Cette pièce fut, en effet, retrouvée à près de 100 mètres des débris du dirigeable, et elle portait encore des bouts d'étoffe caoutchoutée provenant de l'enveloppe qu'elle avait éventrée.

L'aile de l'hélice, en tôle de fer, était montée et rivée sur un tube en acier formant une sorte de bras. Ce bras était rendu solidaire du moyeu de l'hélice, lequel était monté sur l'arbre.

C'est une brisure qui, en se produisant à l'intérieur de l'assemblage du tube et du moyeu, provoqua l'arrachement de l'aile pendant le mouvement de rotation, qui s'effectuait à grande vitesse.

La brisure initiale a été attribuée à l'effet des vibrations répétées auxquelles se trouvent soumis les organes en mouvement. La *texture* du métal peut en effet être modifiée par l'action de ces vibrations et provoquer une rupture.

La catastrophe du dirigeable *République* provoqua une poignante et universelle émo-

tion. Les victimes, sur les cercueils desquels fut déposée la croix de la Légion d'honneur, furent transportées à Moulins, où la levée du corps donna lieu à d'émouvantes manifestations, puis à Versailles.

C'est dans cette ville que furent faites à l'équipage du dirigeable des funérailles nationales solennelles auxquelles assistaient les membres du Gouvernement, des délégations des corps constitués et de nombreuses sociétés civiles et militaires.

Avec le dirigeable *République* disparaissait la plus belle unité de notre flotte aérienne militaire. Le dirigeable *Liberté* venait bien d'être achevé, mais il commençait à peine ses essais au moment de la catastrophe.

Pour remplacer l'aéronat détruit, le journal *Le Temps* ouvrit une souscription nationale afin de recueillir les fonds nécessaires pour reconstituer la flotte aérienne militaire et de ne pas se laisser distancer dans cette voie par les puissances voisines. Cette souscription eut un grand succès et permit de construire deux dirigeables, dont les essais ne purent commencer qu'au début de l'année 1911.

Aérostas dirigé
geable Li-
berté

Le dirigeable *Liberté* a été mis en construction au moment où l'on procédait aux

essais du dirigeable *République*.

Ce dirigeable, du type *République*, a un volume légèrement supérieur. Son enveloppe, d'une longueur de 63 mètres et d'un diamètre au maître-couple de 12^m,50, peut contenir 4.200 mètres cubes de gaz.

Elle comporte un ballonnet à air compensateur, divisé en trois compartiments. La forme générale est la même que celle du dirigeable *République*. Les organes de stabilisation ont aussi une forme identique.

Les ailerons seuls qui, dans le dirigeable *République*, formaient les plans stabilisateurs d'altitude, ont été remplacés par

deux séries de surfaces stabilisatrices formées chacune de deux plans superposés. Ces stabilisateurs, de forme spéciale, sont disposés en avant de la nacelle, sous la plateforme rigide de l'enveloppe.

Le moteur actionnant le dirigeable a une puissance de 120 chevaux. Il commande la rotation de deux hélices disposées latéralement sur la nacelle. Les essais du dirigeable *Liberté* ont été effectués avec succès. Le 19 septembre 1909, une ascension d'expériences entre Moisson, Mantes et Vernon dura 5 heures 16 minutes.

Attaché au parc aérostatique de Chalais-Meudon, il participa, en septembre 1910, aux grandes manœuvres de Picardie, pendant lesquelles on fit des expériences très intéressantes de reconnaissances militaires à l'aide d'aérostats dirigeables et d'aéroplanes.

Le 14 septembre 1910, l'aéronat partait du parc de Chalais à 10 h. 45 du matin pour rejoindre le cantonnement qui lui avait été désigné pour les manœuvres à l'aérodrome de Briot. Des hangars avaient été préparés pour recevoir les engins aériens.

Le dirigeable s'arrêta pendant une heure à Beauvais pour faire une petite réparation et arriva sans autre incident au parc de Briot.

Vers le soir, il effectuait une première sortie et évoluait au-dessus de Grandvilliers.

Le 16 et le 18 septembre l'aéronat participa à des reconnaissances et le 19 septembre, le jour de la dislocation, il se mit en route pour regagner par la voie aérienne le parc de Chalais-Meudon.

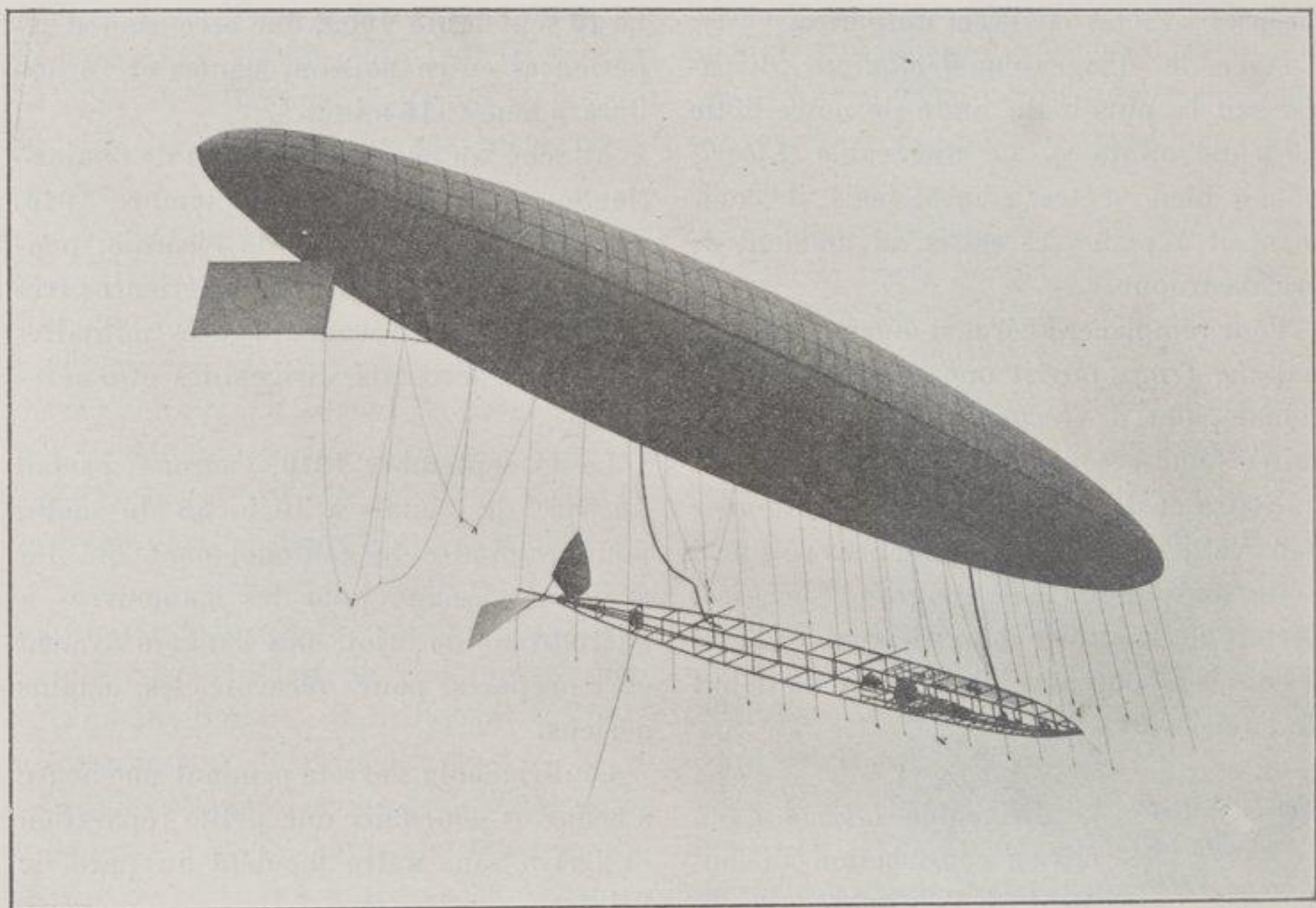
Pendant le trajet, un défaut de fonctionnement dans le mécanisme d'allumage nécessita l'atterrissage du dirigeable. Les organes furent rapidement remis en bon état, mais, comme le gaz hydrogène devant servir au ravitaillement de l'aérostas n'arriva que vers le soir, le dirigeable

campa sur une place où il passa la nuit sous la pluie. Il put, cependant, malgré cela, poursuivre, le lendemain, son trajet interrompu et il arriva vers 9 heures du matin au parc de Chalais-Meudon, sans qu'aucun autre incident vint troubler son voyage.

Le dirigeable *Liberté* est une des unités de la flotte aérienne militaire française.

forme cylindrique était terminée aux deux extrémités par des pointes. Sur des planches courbées emboîtant l'enveloppe en-dessous et faisant corps avec elle, étaient fixés des câbles en fil d'acier supportant la nacelle.

La nacelle avait une longueur de 30 mètres, une largeur de 1^m,30 et une hauteur de 2 mètres. Elle était constituée par quatre longerons en sapin, entretoisés



Phot. Raffaële.

Fig. 299. — Le dirigeable *Ville de Paris* n° 1.

Aérostat dirigeable Ville de Paris.

Pendant que les études et la confection des aérostats dirigeables Lebaudy se poursuivaient, M. Deutsch de la Meurthe, qui avait fondé, pour encourager la navigation aérienne dirigée, le prix de 100.000 francs, gagné par M. Santos Dumont, faisait construire un aérostat dirigeable sur les plans de M. Tatin.

Cet aérostat, terminé en 1902 (Fig. 299) comportait une enveloppe de 60 mètres de longueur et de 8 mètres de diamètre. Son volume était de 2.000 mètres cubes, et sa

sur toute la longueur de la nacelle par des traverses en bois et des câbles en fil d'acier. Les extrémités des longerons étaient raccordées entre elles par une pièce d'aluminium. La pièce extrême d'arrière portait un palier dans lequel tournait l'arbre de l'hélice.

Cette hélice se trouvait ainsi placée à l'arrière de la nacelle et recevait son mouvement de rotation d'un moteur Mors de 60 chevaux.

Son pas était de 6 mètres et son diamètre de 7^m,50. Elle tournait à environ 120

tours par minute. Comme le moteur tournait à une vitesse d'environ 1.000 tours, un train d'engrenage servant à réduire la vitesse de l'hélice était disposé entre elle et le moteur.

Un gouvernail était placé à l'arrière de l'enveloppe.

Pour assurer la stabilité de l'aéronat, un chariot mobile pouvant se déplacer sur

offrit au ministre de la guerre, lors de la perte du dirigeable *Patrie*, pour remplacer cette unité de la flotte aérienne à la place forte de Verdun.

L'aérostat dirigeable *Ville de Paris* (Fig. 300), se compose d'une enveloppe A de 60 mètres de longueur, pouvant contenir 3.200 mètres cubes de gaz hydrogène. Il a une forme effilée à l'avant et se ter-

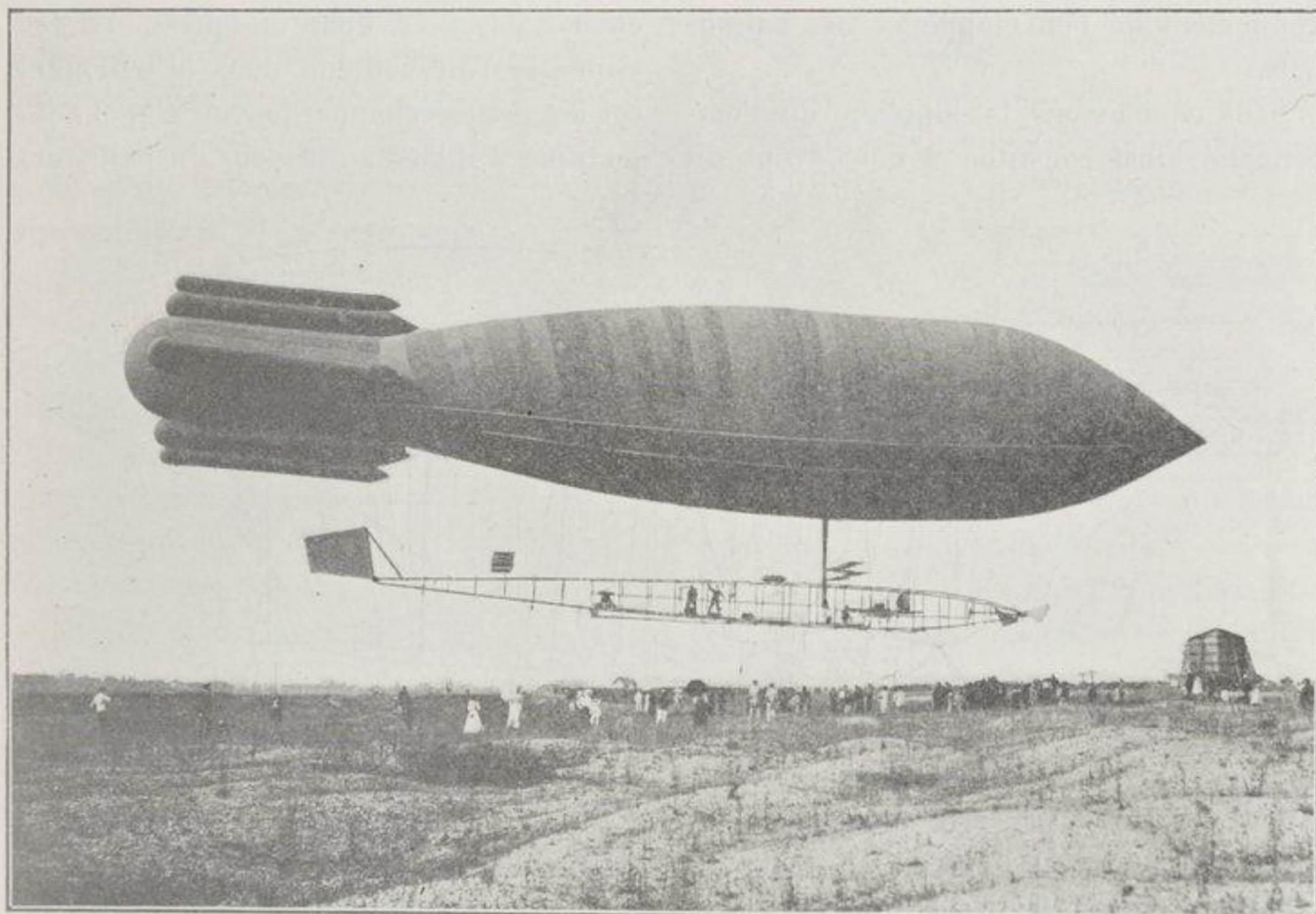


Fig. 300. — Le dirigeable *Ville de Paris* n° 2.

Phot. Raffaele.

des rails avait été disposé à l'avant de la nacelle. Ce chariot devait, par son déplacement, permettre de faire varier la position du centre de gravité de l'aéronat et de rétablir sa stabilité longitudinale.

Les essais de ce dirigeable furent effectués et ne donnèrent pas les résultats concluants qu'on en attendait.

En 1906, M. Deutsch fit construire par M. Surcouf un autre aérostat dirigeable, dont la carrière a été très brillante. C'est cet aéronat *Ville de Paris* que M. Deutsch

mine, en arrière, par une partie cylindrique de diamètre plus faible, destinée à recevoir les ballonnets extérieurs constituant l'empennage. Ces ballonnets sont disposés en quatre groupes répartis régulièrement autour de l'enveloppe. Chacun des groupes comporte deux ballonnets superposés B et C. Celui qui est fixé à l'enveloppe de l'aérostat a un volume plus grand que l'autre. La partie avant des ballonnets a reçu une forme effilée, pour donner moins de prise à l'air en bout et produire une résistance moindre pendant l'avancement

de l'aéronat ; la partie arrière des ballonnets est arrondie.

Le tissu formant l'enveloppe des ballonnets est cousu à l'enveloppe du dirigeable. Des ouvertures E sont cependant ménagées pour que la communication de tous les ballonnets avec l'enveloppe et entre eux soit assurée.

Un orifice D, disposé à l'extrémité arrière d'un des ballonnets, permet de procéder au gonflement de l'enveloppe et des ballonnets.

Nous connaissons la fonction de l'empennage ainsi constitué et nous avons dit

Le ventilateur I est actionné d'une façon permanente par le moteur, de sorte qu'il fournit constamment de l'air au ballonnet. L'enveloppe de l'aéronat peut ainsi garder facilement sa forme malgré les pertes de gaz. Le volume d'air introduit dans le ballonnet compense au fur et à mesure ces pertes.

Comme le ventilateur alimente constamment d'air le ballonnet, cet air est ainsi envoyé en excès. Pour une pression déterminée de l'air contenu dans le ballonnet, cet air peut s'échapper par un clapet automatique J, placé au-dessous du ballonnet.

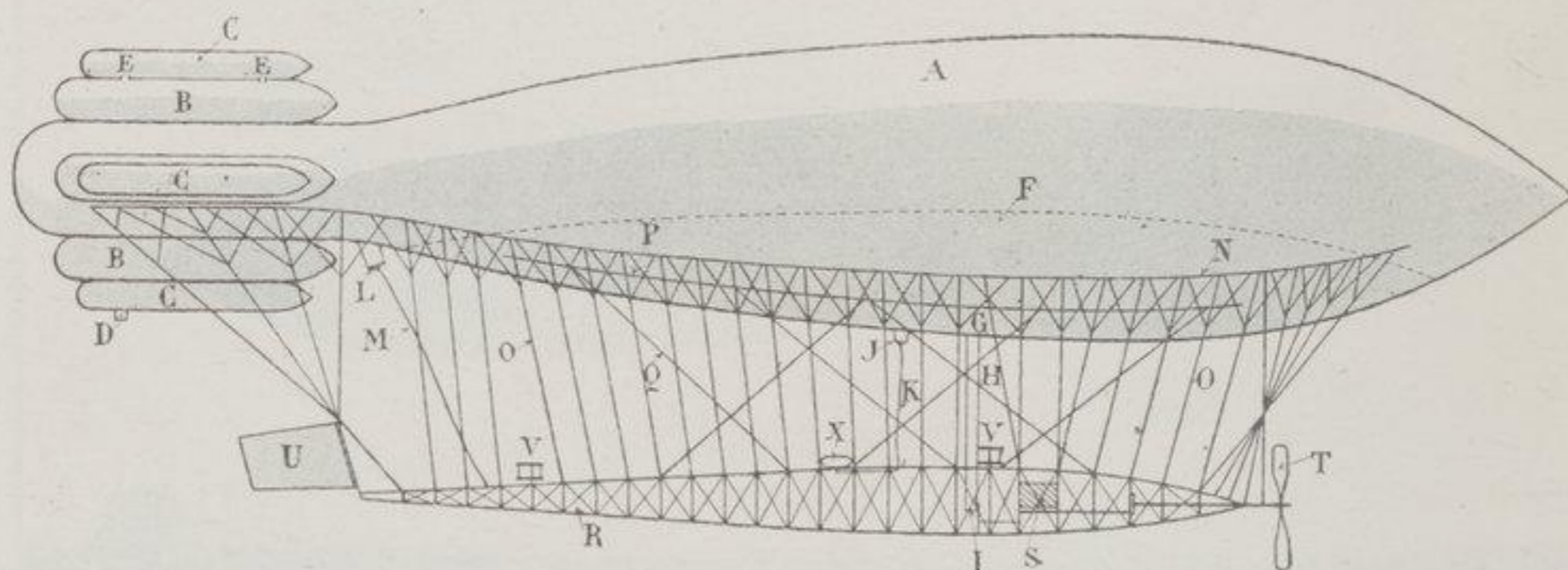


Fig. 301. — Le dirigeable *Ville de Paris*. Élévation.

que l'emploi de ballonnets, pour constituer des surfaces offrant une certaine résistance à l'air lors d'une position oblique de l'aéronat, a pour but d'alléger le dispositif d'empennage, qui se soutient ainsi lui-même dans l'espace, grâce au gaz hydrogène remplissant les ballonnets qui le constituent. A l'intérieur de l'enveloppe A du dirigeable est disposé un ballonnet à air F destiné à compenser par un apport d'air la perte de gaz de l'aéronat.

L'enveloppe de ce ballonnet est cousue à la paroi intérieure de l'enveloppe du dirigeable, de façon à former une capacité indépendante dans laquelle on peut introduire de l'air par un orifice G au moyen d'une manche H raccordée, à sa partie inférieure, avec un ventilateur I.

La soupape découvrant l'orifice d'échappement est réglée en conséquence et manœuvre automatiquement lors d'un excès de pression d'air.

Cette valve automatique peut, en outre, être commandée à la main par le pilote, grâce à l'intermédiaire d'une corde de manœuvre K.

L'enveloppe du dirigeable est également munie d'une soupape L à clapet automatique, servant à laisser échapper le gaz lorsque sa pression devient trop forte. Cette soupape, placée sous l'enveloppe et à l'arrière, peut aussi être commandée par une corde M manœuvrée par le pilote.

A l'enveloppe est fixée longitudinalement, et sur chacun des côtés, une ralingue N sur laquelle sont attachés les câbles de

suspente O. Ces câbles sont reliés aux ralingues par l'intermédiaire de petites *pattes d'oie* disposées le long des ralingues mêmes et par de grandes *pattes d'oie* placées un peu plus bas. Chaque câble est, à sa partie inférieure, fixé à la nacelle.

La suspension de la nacelle ainsi constituée ne répondrait pas aux conditions exigées pour qu'elle soit indéformable. Aussi a-t-on disposé des tirants obliques réalisant la suspension triangulaire indéformable. Ces câbles Q, appelés aussi *balancines*, tandis que les autres sont généralement nommés *suspentes*, sont rendus solidaires de l'enveloppe par l'intermédiaire de deux autres ralingues P placées parallèlement aux ralingues des suspentes N et au-dessous d'elles.

Les balancines sont successivement obliquées vers l'avant et vers l'arrière de la nacelle et fixées à elle à leur extrémité inférieure.

La nacelle R est une longue poutre armée effilée à ses deux extrémités et supportant, à l'avant, l'axe de l'hélice propulsive T et à l'arrière, le gouvernail de direction U.

Dans un compartiment placé vers l'avant est placé le moteur S muni de son carburateur, du radiateur permettant de refroidir l'eau de circulation et de son ventilateur. Les divers organes sont fixés sur une plate-forme métallique solidement assujettie à la nacelle.

Dans le même compartiment se tient le mécanicien, qui trouve à la portée de sa main les manettes et leviers de manœuvre des divers mécanismes.

Le moteur actionne l'hélice T, placée à l'avant, par l'intermédiaire d'un train de

roues d'engrenage destiné à réduire la vitesse de rotation de l'hélice.

Le moteur commande également le ventilateur I du ballonnet, lequel est muni d'un registre que le pilote peut fermer au moyen d'un câble de manœuvre, interceptant ainsi la communication entre le ventilateur et le ballonnet.

Dans un autre compartiment disposé un peu en arrière du milieu de la nacelle, se tient le pilote, qui trouve à portée de sa main des volants à l'aide desquels il peut effectuer les diverses manœuvres de chacun des organes du dirigeable.

Il commande notamment le déplacement du gouvernail de direction U à l'aide de deux cordes qui peuvent lui imprimer respectivement un mouvement d'oscillation dans un sens ou dans l'autre autour d'un axe disposé presque verticalement.

La légère inclinaison donnée à cet axe a pour but de permettre au gouvernail de revenir à sa position normale lorsque les câbles de manœuvre ne sont plus actionnés.

Deux autres séries de câbles aboutissant aux volants de manœuvre du pilote commandent respectivement deux plans stabilisateurs V et X. L'un de ces stabilisateurs est placé en avant du pilote et l'autre en arrière. Ces deux organes sont disposés entre l'enveloppe et la nacelle et supportés par cette dernière. Ils se composent chacun de deux plans superposés entretoisés et rendus indéformables par des traverses obliques. Ces stabilisateurs peuvent pivoter autour d'un axe horizontal lorsqu'on tire sur les cordes auxquelles ils sont reliés. Ils

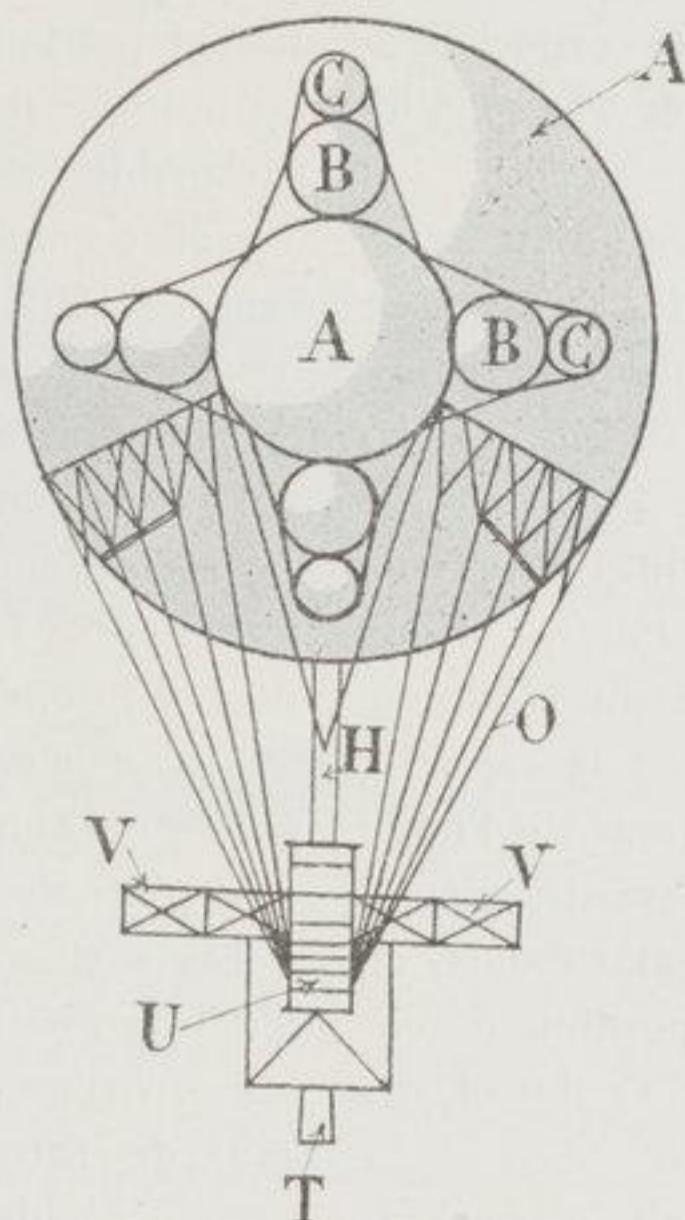


Fig. 302. — Vue arrière du dirigeable *Ville de Paris*.

servent à maintenir la stabilité d'altitude de l'aéronat sans dépense de lest et de gaz et permettent de compenser, suivant le sens de leur inclinaison, les variations de la force ascensionnelle qui provoquent soit la descente soit la montée de l'aéronat.

Le compartiment du pilote contient les sacs de lest enlevés par le dirigeable et le câble servant de guide-rope.

L'aérostat dirigeable *Ville de Paris*, ainsi constitué à la suite d'un certain nombre d'ascensions d'essai, reprenait, le 14 novembre 1907, la série de ses expériences après avoir subi quelques légères modifications.

Le hangar abritant l'appareil était établi dans la plaine de Sartrouville, au bord de la Seine, situation favorable aux expériences diverses que le dirigeable pouvait avoir à effectuer.

Le 14 novembre, pour sa vingt et unième ascension, l'aéronat *Ville de Paris*, parti de Sartrouville à 11 heures 1/2 du matin, se dirigeait sur Paris, atteignait la capitale, et après avoir évolué au-dessus de l'Hôtel de Ville et des grands boulevards, planait un moment au-dessus du Grand Palais, où se tenait à ce moment l'Exposition décennale de l'Automobile, du Cycle et des Sports.

Puis le dirigeable reprenait la route de Sartrouville et atterrissait devant son hangar. Le voyage avait duré 1 heure 1/2 et les voyageurs étaient MM. Deutsch de la Meurthe, propriétaire de l'aéronat, M. Kapferer qui pilotait le dirigeable et le mécanicien Paulhan qui devait, peu d'années après, s'illustrer dans une autre branche de la conquête des airs par l'appareil plus lourd que l'air, l'aéroplane.

Les jours suivants, le dirigeable *Ville de Paris* continua ses ascensions d'essais et ses excursions. Le 18 novembre, il fait le trajet de Sartrouville au champ de manœuvres d'Issy-les-Moulineaux en 33 minutes. Il atterrit sur le champ de manœuvres, est

maintenu pendant quelques heures par une équipe de fantassins, et repart, en emportant cinq passagers, pour Sartrouville, où il atterrit après 36 minutes de voyage, sans avoir dépensé de lest.

Le 19, le dirigeable fait le tour de Paris; le 20, une excursion sur Versailles; le 21 il se rend à l'aérodrome de Buc.

Quelques jours après, dès que la nouvelle de la perte du dirigeable militaire *Patrie* fut connue, M. Deutsch offrit spontanément, ainsi que nous l'avons dit, mù par un sentiment patriotique fort louable, son aérostat au ministre de la guerre pour remplacer le dirigeable *Patrie* à Verdun.

L'offre généreuse fut acceptée et le 2 décembre 1907 commençait une autre série d'épreuves effectuées avec le concours de l'autorité militaire.

Le 6 décembre, le dirigeable *Ville de Paris* effectuait un parcours de 83 kilomètres en 2 heures 1/2 et le 18 décembre un trajet de 110 kilomètres en 3 heures 5.

Les expériences se continuèrent avec succès et l'aéronat fut définitivement attaché à la place de Verdun.

Les sorties qu'a effectuées le dirigeable *Ville de Paris* au-dessus de Verdun et dans ses environs sont nombreuses et n'ont été, sauf de rares exceptions, marquées par aucun incident. D'ailleurs les quelques incidents qu'on a eu à enregistrer n'ont eu aucune fâcheuse conséquence et n'ont diminué en rien la valeur de cet aéronat.

Aérostat dirigeable Bayard-Clément La société de constructions aéronautiques *Astra*, continuant les travaux entrepris par les ateliers Surcouf, qui avaient construit le dirigeable *Ville de Paris*, établirent pour M. Clément, chef d'une des plus importantes maisons de construction de voitures automobiles, un autre aérostat dirigeable, conçu, d'une façon générale, comme l'aéronat *Ville de Paris*, mais comportant néanmoins quelques perfectionnements dus aux

expériences répétées effectuées avec ce dernier aérostat dirigeable.

L'aéronat construit pour M. Clément a été nommé le *Bayard-Clément*, nom désignant la marque des voitures automobiles fabriquées par ce constructeur.

Le dirigeable *Bayard-Clément* (Fig. 305) comporte une enveloppe A ayant une forme fusiforme, effilée à l'avant et légèrement arrondie à l'arrière, mais ayant à cette

ménagée, laquelle bande peut être arrachée par la manœuvre de la corde de déchirure lorsqu'il est nécessaire de provoquer un dégonflement rapide de l'aéronat.

Sur l'arrière de l'enveloppe est placé le dispositif d'empennage. Ce dispositif comporte quatre ballonnets C de forme conique mais terminés à leur partie arrière par une demi-sphère. Leur extrémité avant est en forme de pointe.

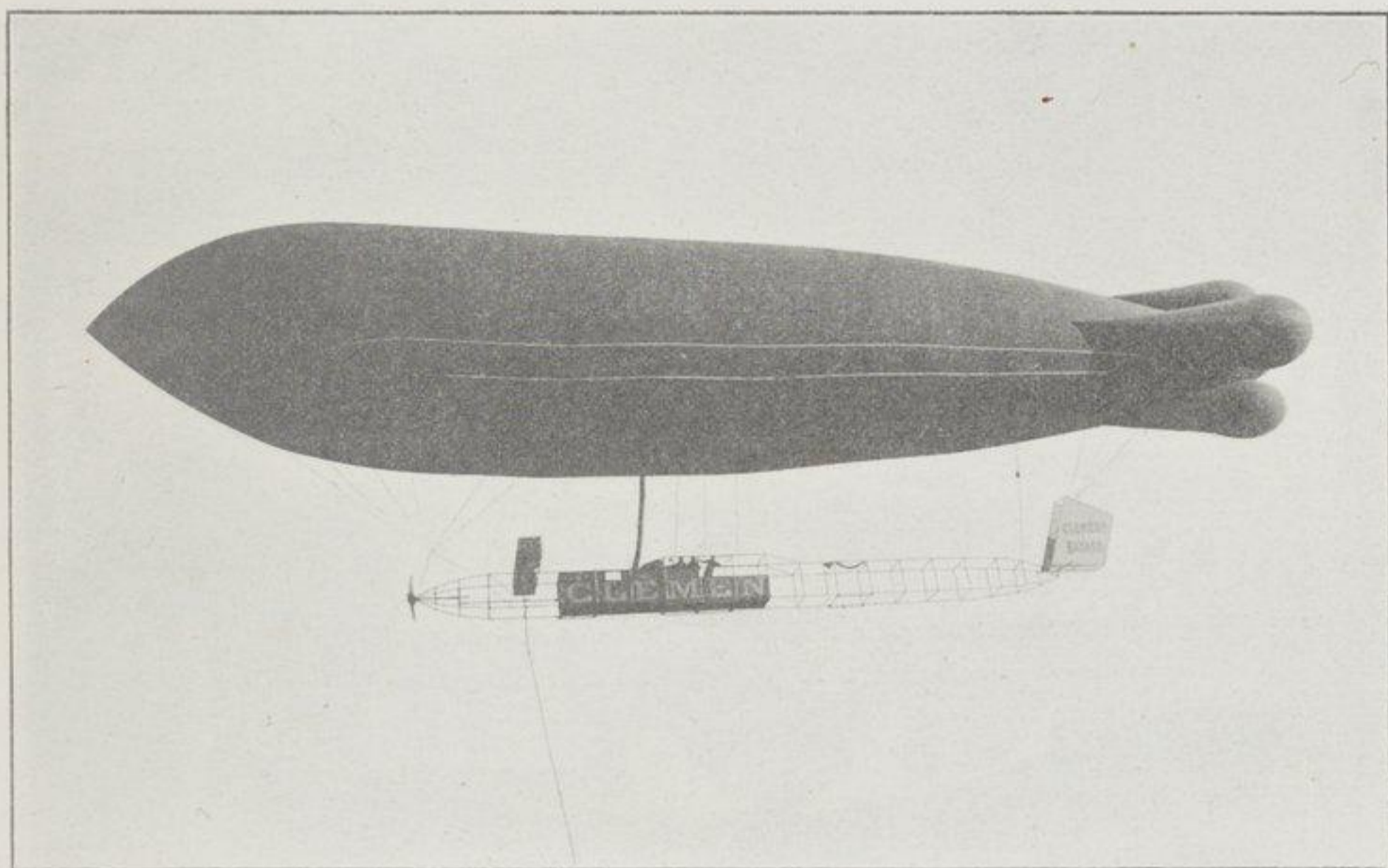


Fig. 303. — Le dirigeable *Bayard-Clément*.

Phot. Raffaele.

extrémité postérieure un diamètre plus faible qu'à l'extrémité antérieure. Le plus grand diamètre de l'enveloppe est de 10 mètres 58 et sa longueur de 56 mètres 25. L'enveloppe peut contenir 3.500 mètres cubes de gaz. L'étoffe qui la constitue a une surface de 2.250 mètres carrés et pèse 805 kilogrammes.

L'enveloppe est formée d'une grande quantité de petits panneaux cousus les uns aux autres et porte vers le milieu de sa longueur le *panneau de déchirure* B.

C'est une bande d'étoffe fixée sur l'enveloppe au-dessus d'une ouverture qui y est

Ces ballonnets sont cousus à l'enveloppe par une de leurs génératrices et des ouvertures sont pratiquées dans l'étoffe pour laisser la libre communication entre les ballonnets et l'intérieur de l'enveloppe.

A la partie inférieure de l'enveloppe A, et à l'intérieur, est cousue une large bande d'étoffe formant l'enveloppe du ballonnet à air compensateur D. Ce ballonnet a 23 mètres de longueur et peut contenir 1.100 mètres cubes d'air. Il est divisé en deux compartiments. Chacun de ces compartiments porte un clapet automatique E, par lequel l'air peut s'échapper lorsque sa

pression atteint une trop grande valeur dans le ballonnet.

D'autres soupapes, à ouverture automatique F, sont disposées sur l'enveloppe pour faciliter la sortie du gaz porté à une pression déterminée, considérée comme pression limite.

Avec la manche principale G, communiquent deux autres manches aboutissant respectivement aux deux compartiments du ballonnet. Les orifices de ces deux manches sont disposés, du côté du ballonnet, pour former clapet de retenue d'air. La manche principale est, d'autre part, munie

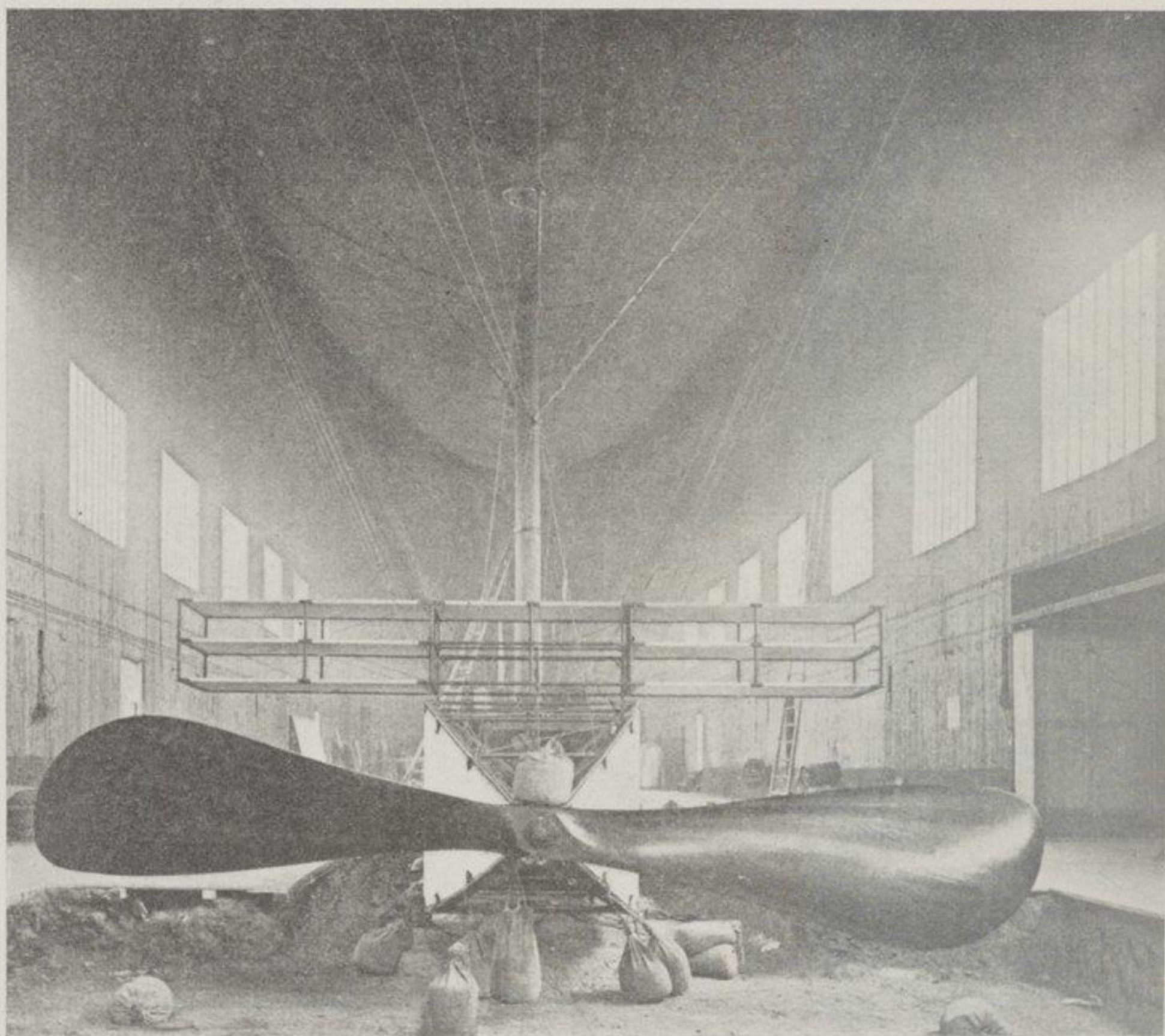


Fig. 301. — Hélice et stabilisateur du dirigeable *Bayard-Clément*.

Ces soupapes peuvent aussi être ouvertes par l'intermédiaire de cordes de manœuvre manœuvrées par le pilote.

Les deux compartiments du ballonnet, séparés par une cloison étanche, reçoivent l'air, indépendamment l'un de l'autre, par une manche G, reliée à un ventilateur H, actionné par le moteur I de l'aérostat dirigeable.

d'une cloison qui permet, par la manœuvre d'un organe fixé sur le ventilateur, de faire pénétrer de l'air dans l'un ou l'autre des compartiments du ballonnet. Le ventilateur est actionné d'une façon constante par le moteur. L'air est ainsi envoyé continuellement dans les compartiments du ballonnet et la forme de l'enveloppe est toujours conservée.

Le ventilateur est disposé pour pouvoir être commandé à la main, dans le cas où le moteur subirait un arrêt.

Le long de l'enveloppe sont établies des ralingues, dont les deux supérieures J, placées une de chaque côté de l'enveloppe, servent à fixer les extrémités supérieures des câbles de suspenste, et les deux autres K, placées au-dessous, servent de support aux balancines.

Les suspentes L sont des câbles en acier formés de trois torons de fil d'acier comportant chacun trois brins. Ces câbles, établis pour supporter des charges de 400 et

La nacelle N, supportée par les suspentes et les balancines, est une poutre armée, composée de tubes en acier entretoisés par des traverses en fil d'acier, lesquelles portent des tendeurs servant à répartir uniformément la tension.

La longueur de la nacelle est de 28^m,50, sa largeur de 1^m,50 et sa hauteur de 1^m,50.

Vers le milieu de la nacelle, est disposé un compartiment O, dans lequel se tiennent le pilote et les passagers. Dans ce compartiment, la hauteur de la nacelle est plus grande, de façon à rendre plus aisés les mouvements des aéronautes. La partie de

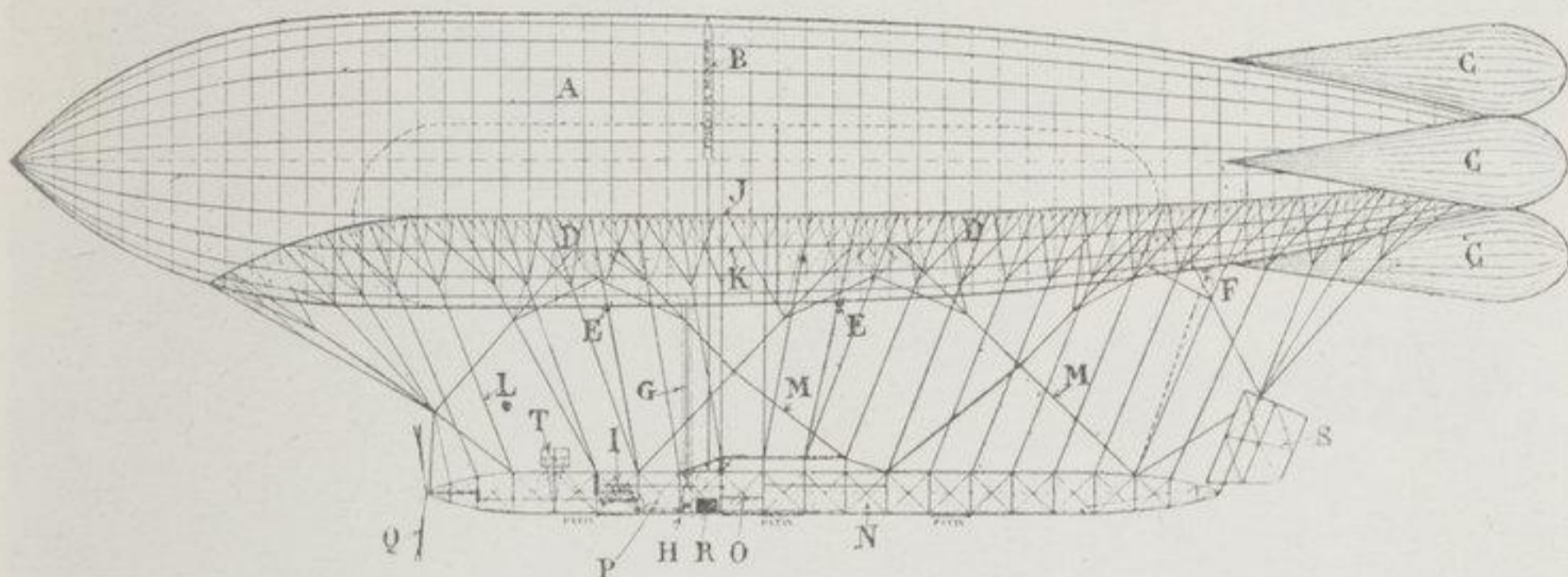


Fig. 305. — Le dirigeable Bayard-Clément. Élévation.

600 kilogrammes, sont rendus solidaires, à leur partie supérieure, de pattes d'oie faites en corde de chanvre. Les pattes d'oie sont attachées à des sortes de chevilles en buis, placées entre les deux bandes d'étoffe cousues, qui forment la ralingue J.

Les balancines M, reliées à la ralingue inférieure K, sont des câbles en acier disposés obliquement par rapport aux suspentes et servant à rendre la suspension de la nacelle indéformable. Elles sont alternativement inclinées vers l'avant et vers l'arrière et sont reliées, vers leur extrémité inférieure, à la nacelle.

Les balancines se coupent en quatre points qui forment les *nœuds fixes* de la suspension.

ce compartiment destinée au pilote porte un plancher surélevé de 60 centimètres. Le pilote peut ainsi dominer l'avant et l'arrière de la nacelle, voir aisément le terrain et faire les manœuvres appropriées lors du départ du dirigeable ou quand il atterrit.

Les parois de la nacelle sont garnies extérieurement, sur une certaine longueur, d'étoffe ou de plaques en tôle d'aluminium.

Dans un autre compartiment P, de la nacelle, disposé en avant du compartiment des passagers, se place le mécanicien. Dans ce compartiment est fixé le moteur I.

Ce moteur, du type Bayard-Clément, peut développer une puissance de 105 chevaux. Il est rendu solidaire du plancher de la nacelle par l'intermédiaire de ressorts

destinés à amortir les trépidations qui se produisent pendant son fonctionnement.

Le moteur donne un mouvement de rotation à un arbre horizontal qui, par l'intermédiaire d'un train d'engrenages ayant pour but de réduire la vitesse de rotation, actionne l'arbre de l'hélice Q.

L'hélice est placée à l'avant de la nacelle. Son diamètre est de 5 mètres et elle tourne

surfaces parallèles faites en acier. Le gouvernail peut osciller autour d'un axe légèrement oblique, par la manœuvre de deux câbles en acier reliés à des organes de commande placés à la portée du pilote. Il a une surface de 18 mètres carrés. Un stabilisateur T, ou gouvernail de profondeur, est installé vers l'avant de la nacelle, entre celle-ci et l'enveloppe.

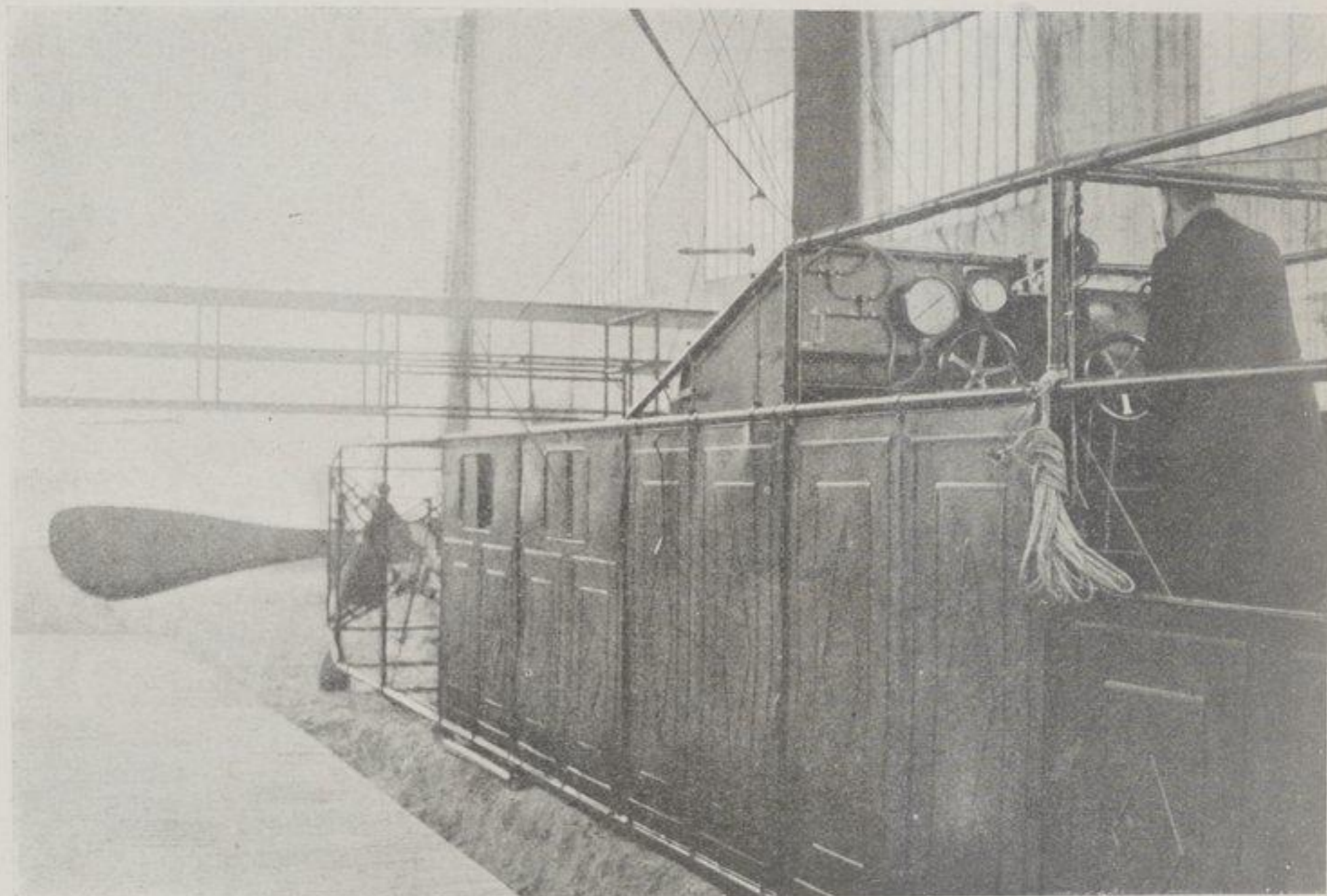


Fig. 306. — Nacelle du dirigeable *Bayard-Clément*.

à une vitesse de 380 tours par minute.

Entre le mécanicien et le pilote, est disposé le ventilateur H muni, ainsi que nous l'avons dit, d'un organe de répartition d'air dans les deux compartiments du ballonnet compensateur. Le ventilateur est directement actionné par le moteur. Un petit compartiment spécial, R, reçoit les guides-ropes, qui peuvent être aisément lancés hors de la nacelle par un homme de l'équipage.

A l'arrière de la nacelle est placé le gouvernail de direction S, formé de deux

Il est formé de trois plans superposés constituant un ensemble rigide, fait en tubes d'acier assemblés. Sa surface est de 16 mètres carrés et il peut osciller autour d'un axe horizontal par la manœuvre de câbles aboutissant au compartiment du pilote.

Le 29 octobre 1908, le dirigeable que nous venons de décrire, construit pour le compte de M. Clément, effectua ses premiers essais. L'aéronat, sous le nom de *Clément-Bayard*, s'éleva, malgré un vent qui soufflait à la vitesse de 9 mètres à la seconde.

Pendant environ une heure et demie il évolua au-dessus de Saint-Germain et de Maisons-Laffitte, et atterrit devant son hangar de Sartrouville sans incident.

Il repartait une heure après, ayant à bord sept passagers. Il était onze heures quarante-cinq. Le dirigeable faisait route vers Paris, atteignait rapidement la capitale, évoluait au-dessus de la place de la Concorde, de la Bourse, de la Madeleine et revenait à son hangar de Sartrouville où il arrivait à midi trente-cinq, après avoir, pendant cinquante minutes, effectué son parcours à raison de 50 kilomètres à l'heure, en moyenne.

Ces essais tout à fait remarquables furent suivis, le 31 octobre, d'une autre sortie sur Paris et, le 1^{er} novembre, d'un voyage de Sartrouville à Pierrefonds et retour. A onze heures quinze du matin, le dirigeable partait de Sartrouville emportant six passagers. Il

se dirigeait vers Compiègne qu'il atteignait à une heure et demie, puis, modifiant sa route, passait au-dessus de Pierrefonds, vers deux heures, et reprenait sa route sur Paris où il arrivait à trois heures et demie au-dessus de la porte de Pantin. La capitale fut traversée en évoluant au-dessus

des boulevards, des Champs-Élysées, puis, par le Bois de Boulogne, Chatou, Le Vésinet, le dirigeable atteignait Sartrouville où il atterrit vers quatre heures.

Le trajet, effectué à une altitude moyenne de 200 mètres, avait été d'environ 200 kilomètres, parcourus en moins de cinq heures.

Le lendemain 2 novembre, l'aéronat emportant huit passagers faisait une courte sortie de trente minutes et revenait à son hangar sans incident.

Pendant tout le mois de novembre, les sorties d'essai se poursuivirent avec le même succès. Les excursions se continuèrent pendant le mois de décembre et se terminèrent pour l'année 1908, le 24 décembre. Parti ce jour-là de Sartrouville pour aller à Compiègne, le dirigeable *Bayard-Clément*, après avoir parcouru près de 60 kilomètres rencontra un brouillard si intense qu'il revint vers son point d'attache. Il put, avec

beaucoup de difficulté, reconnaître son hangar et atterrit sans incident.

La campagne d'expériences de 1909 commença le 8 mars. Une commission militaire russe suivait les diverses ascensions, car des pourparlers étaient engagés pour vendre l'aéronat à la Russie.

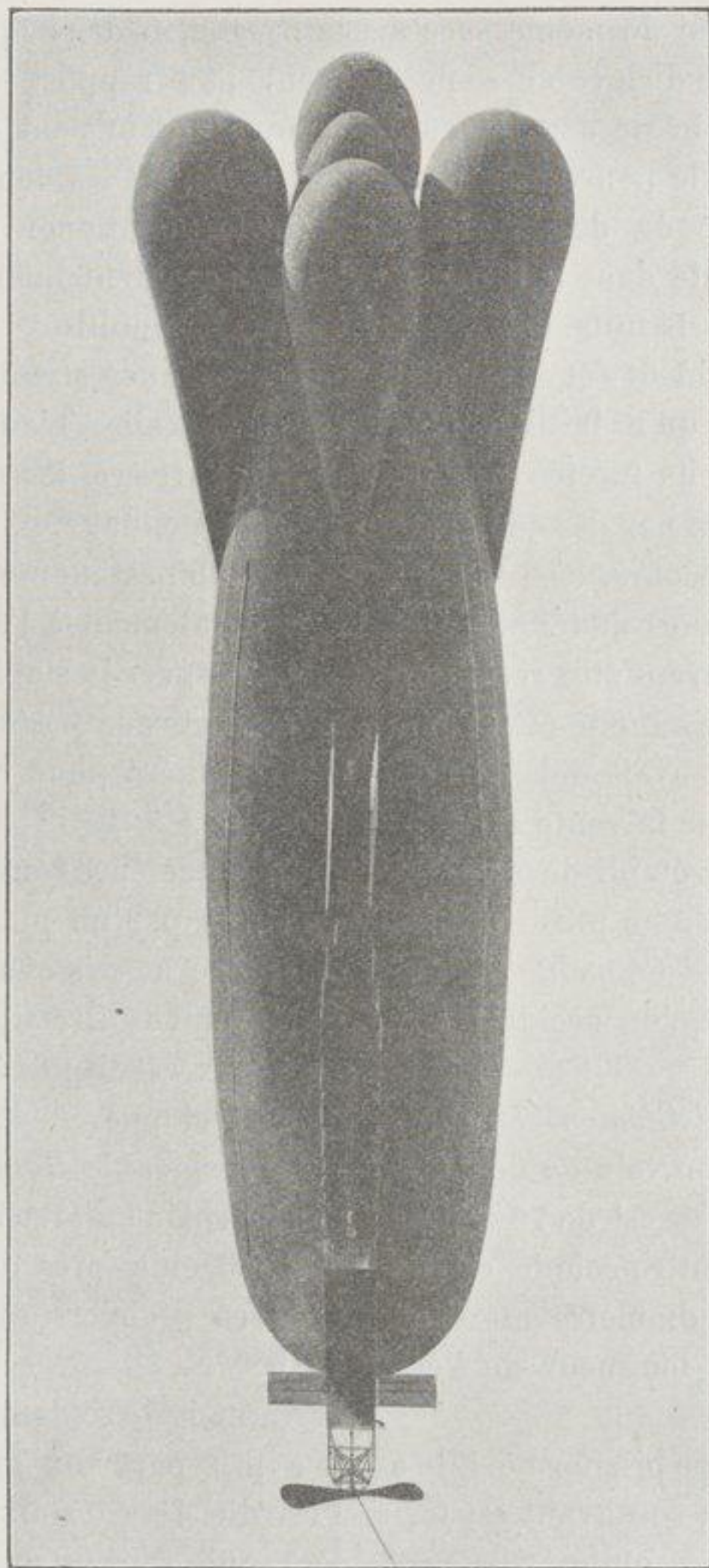


Fig. 307. — Le Bayard-Clément au zénith

Après plusieurs sorties destinées à effectuer les épreuves d'endurance imposées, le *Bayard-Clément*, ayant rempli avec succès toutes les conditions, fit une dernière ascension d'altitude ayant à bord la mission russe. Cette ascension eut le même succès que les précédentes et le dirigeable se préparait à atterrir non loin de son hangar, lorsqu'un coup de vent le poussant sur un bouquet d'arbres provoqua des avaries à son enveloppe et sa chute dans la Seine, à côté du pont de Maisons-Laffitte.

Cet extraordinaire accident s'était produit avec une telle rapidité qu'il faillit coûter la vie aux aéronautes; ils furent tirés de leur dangereuse situation par des embarcations accourues à leur secours.

La nacelle et les organes moteurs, complètement immergés, purent être retirés de l'eau le lendemain; l'enveloppe était complètement déchirée. On avait déjà mis en chantier, en prévision de la vente du dirigeable, un autre aéronef établi de manière semblable, mais d'un volume plus considérable. C'était le *Bayard-Clément II*, qui remplaça le dirigeable qu'un accident fortuit venait de détruire.

Le dirigeable *Bayard-Clément II* comporte une enveloppe d'un volume de 6.000 mètres cubes. Sa longueur est de 76 mètres et son diamètre au maître-couple est de 13^m,20. Le plus grand diamètre est situé environ au quart de la longueur de l'enveloppe, vers l'avant.

L'enveloppe est du type pisciforme. Elle a une section cylindrique; son avant est fortement arrondi, son arrière effilé.

Le ballonnet à air est sectionné en deux parties cubant chacune 1.000 mètres cubes.

La nacelle, suspendue à l'enveloppe par un dispositif triangulaire en câbles d'acier, est une poutre dont la longueur est de 45 mètres. Elle est constituée par des tubes d'acier entretoisés par des tirants en fil d'acier.

Le dirigeable possède deux hélices en

bois ayant 6 mètres de diamètre. Elles sont disposées une de chaque côté de la nacelle et sont actionnées par deux moteurs ayant chacun une puissance de 125 chevaux. Les deux moteurs, identiques, sont placés dans la nacelle, un de chaque côté, et symétriquement par rapport à l'axe longitudinal. Chaque moteur peut, à volonté, commander une seule, ou les deux hélices. On peut, de la sorte, continuer à propulser l'aéronef lorsque accidentellement un des moteurs se trouve immobilisé.

Les organes stabilisateurs sont tous fixés sur la nacelle. L'enveloppe ne comporte pas, à l'arrière, les quatre ballonnets formant empennage.

Un stabilisateur multicellulaire est disposé horizontalement à l'arrière de la nacelle et sert à assurer la stabilité longitudinale. Des plans verticaux posés contre ce stabilisateur interviennent pour rétablir la stabilité latérale.

En outre, un gouvernail de profondeur, constitué par un plan de faible épaisseur, est placé au-dessous du stabilisateur. Le gouvernail de direction, formé de deux plans verticaux, est disposé à l'arrière et au-dessous de l'enveloppe.

Le dirigeable *Bayard-Clément II* ayant, comme point d'attache, son hangar de Lamotte-Breuil, près de Compiègne, a effectué ses premiers essais au mois de juin 1910.

Au mois de septembre de la même année il a pris part aux grandes manœuvres de Picardie. Une installation d'un poste de télégraphie sans fil avait été faite à bord, de sorte que, le 11 septembre, le jour de son départ, il put se maintenir en communication constante pendant son trajet de Lamotte-Breuil au camp de Briot-Aviation, avec le poste de la Tour Eiffel. Il put annoncer également son arrivée au poste du camp. Le commandant Ferrié, chef du service de la télégraphie militaire, était à bord. Six autres passagers avaient pris place dans

la nacelle, et parmi eux M. Clément, le propriétaire du dirigeable.

Le 14 septembre, l'aéronat, chargé d'une mission, se rend par la voie des airs à Paris, atterrit sur le champ de manœuvres d'Issy-les-Moulineaux ayant parcouru, à une altitude moyenne de 400 mètres, 120 kilomètres en deux heures dix-sept minutes.

Le 16 septembre, le dirigeable repart pour les manœuvres; mais un brouillard très intense l'oblige à revenir à Issy, qu'il quitte le 18 septembre pour le camp de Briot-Aviation où il arrive sans incident.

A la fin des manœuvres, l'aéronat retourne à son point d'attache de Lamotte-Breuil, après avoir subi, vers la fin de son voyage, un violent orage pendant lequel des étincelles frappèrent les parties métalliques de la nacelle.

Le voyage eut, néanmoins, une heureuse issue.

Après son retour, le dirigeable continua ses ascensions et, le 24 septembre, notamment, il en effectua une qui dura une heure et demie, en ayant à bord douze passagers.

Moins d'un mois après, le 16 octobre 1910, il accomplit une extraordinaire prouesse qui eut un énorme retentissement: le dirigeable *Bayard-Clément* se rendit de Lamotte-Breuil à Londres, d'une seule traite, en traversant le Pas-de-Calais en face de Boulogne.

Parti à sept heures du matin environ, il passait au-dessus d'Amiens à huit heures vingt, puis, continuant sa route par Abbeville, Étapes, il arrivait à Boulogne à dix heures quinze. Le détroit était traversé après une heure de route environ et, à onze heures vingt, l'aéronat planait sur les côtes anglaises, au-dessus de Folkestone. Ensuite il poursuivait sa route vers Londres où il atterrissait à une heure dix minutes.

Ce superbe voyage, qui avait duré environ six heures, s'était effectué dans d'excellentes conditions mettant en relief les qualités du vaisseau aérien.

Aérostats dirigeables de la Société Astra

La Société de constructions aéronautiques *Astra*, qui a construit les dirigeables *Ville de Paris* et *Bayard-Clément*, a fabriqué aussi plusieurs autres aéronats destinés à des usages différents. L'un d'eux, le dirigeable *Colonel-Renard*, est un aéronat militaire. D'autres, comme les dirigeables *Ville de Nancy*, *Ville de Bordeaux*, *Ville de Bruxelles*, *Ville de Lucerne*, ont été construits pour le compte de la *Compagnie Transaérienne* qui a projeté de créer un réseau de transport aérien entre les principales villes et un service de tourisme par dirigeables qui ne manquerait certes pas d'agrément.

Le dirigeable militaire *Colonel-Renard* (Fig. 308) est du type *Bayard-Clément I* que nous avons précédemment décrit.

Sa longueur est de 64^m,75, son plus grand diamètre de 10^m,80 et son volume de 4.700 mètres cubes. Les différents organes de cet aéronat sont disposés de la même façon que sur le *Bayard-Clément*. L'enveloppe porte, à l'arrière, quatre ballonets d'empennage et à l'intérieur un ballonnet compensateur divisé en deux compartiments. La nacelle, formée d'une poutre armée, porte, en avant, l'hélice et un gouvernail de profondeur cellulaire. Le gouvernail de direction est placé à l'arrière.

Un moteur Panhard-Levassor de 120 chevaux actionne l'hélice et commande un ventilateur qui envoie dans le ballonnet compensateur l'air nécessaire pour maintenir la permanence de la forme de l'enveloppe.

Le dirigeable *Colonel-Renard* a pris part aux grandes manœuvres de Picardie en 1910. D'abord tenu en réserve au champ de manœuvre d'Issy-les-Moulineaux, il accompagna le dirigeable *Liberté* pendant une partie de son parcours, lorsque cet aéronat rejoignit son poste au camp de Briot-Aviation, puis il revint à Issy pour se conformer aux ordres qui avaient été donnés.

Le 18 septembre, il arriva sur le terrain des manœuvres et évolua au-dessus des troupes. Le lendemain, jour de la dislocation, il partit de Briot à 6 heures 30 du matin et après avoir effectué quelques reconnaissances en cours de route, il arriva à Issy-les-Moulineaux à 11 heures 15, après avoir parcouru un trajet d'environ 250 kilomètres en 4 heures 45 minutes.

Le dirigeable *Ville de Nancy*, construit à l'occasion de l'Exposition qui a eu lieu dans cette ville en 1909, est aussi un dirigeable du type *Bayard-Clément*. Son volume est un

14 juillet 1909 à la revue de Longchamp, en même temps que le dirigeable *République*.

Quelques jours plus tard, il partait de son hangar de Sartrouville pour gagner Nancy. Ce départ avait lieu le 16 juillet à 4 heures 1/2 du matin. Après 45 minutes de route, des ratés dans le moteur l'obligent à atterrir, et pendant cette manœuvre l'hélice est brisée.

On prend toutes les dispositions pour attacher solidement le dirigeable et le mettre à l'abri du vent en attendant le montage d'une autre hélice. Il reste sous la pluie

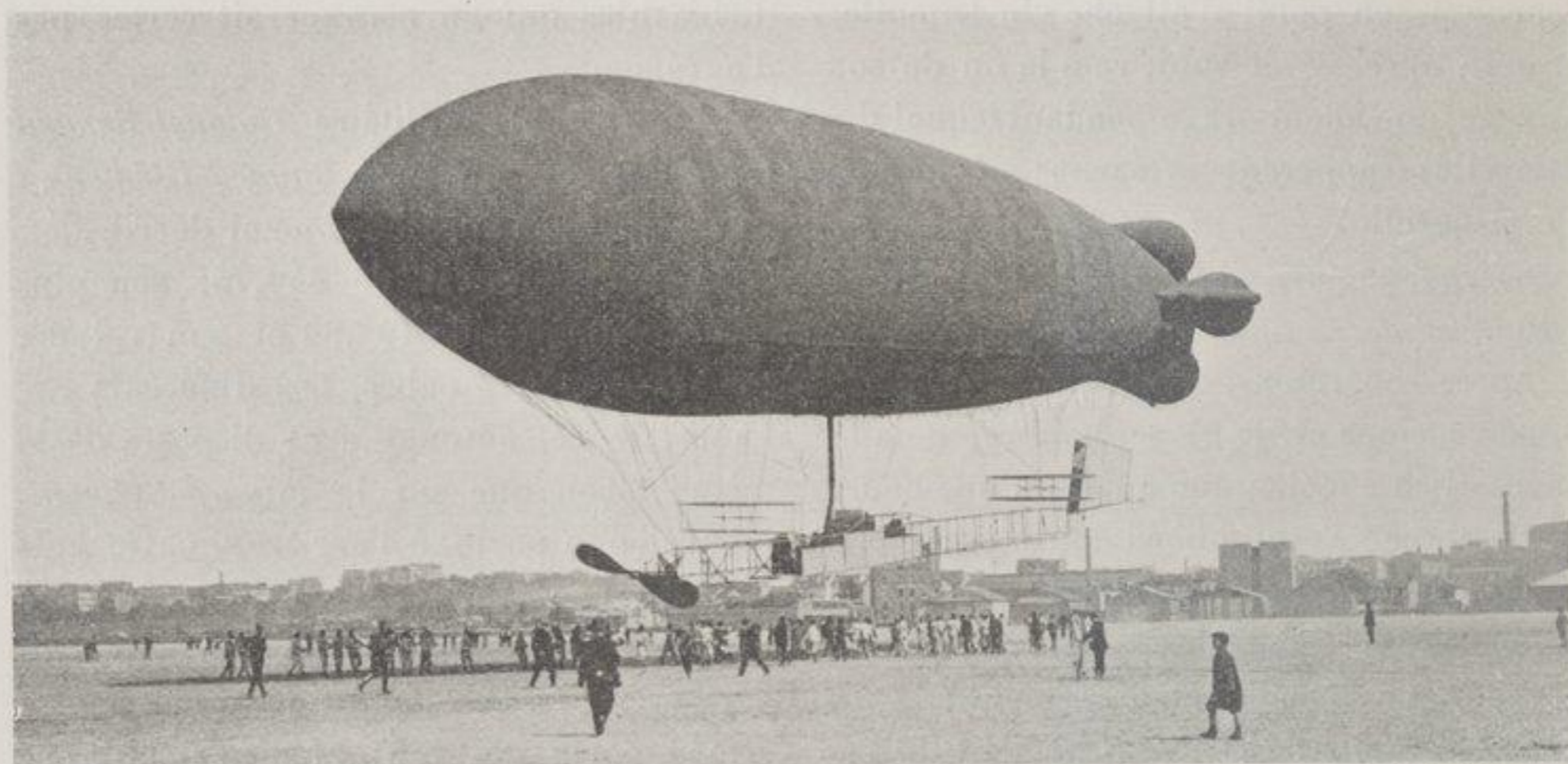


Fig. 308. — Le dirigeable *Colonel-Renard*.

peu moindre : 3.300 mètres cubes ; sa longueur est de 55 mètres et son diamètre au maître-couple est de 10 mètres.

Toutes les dispositions des organes sont semblables à celles du *Bayard-Clément*. Le moteur actionnant le propulseur de l'aéronat a une puissance de 115 chevaux.

Le dirigeable *Ville de Nancy* a commencé ses essais le 27 juin 1909. Une ascension effectuée ce jour-là a duré 45 minutes. Le lendemain et les jours suivants, les ascensions se sont poursuivies avec succès, malgré une légère détérioration de l'hélice due à la brusquerie d'un atterrissage.

Le dirigeable *Ville de Nancy* figurait le

sans inconvénient et, le 18, il repart pour Nancy. Il fait une escale sur le champ de manœuvres de Meaux où on le ravitaille en hydrogène, puis reprend sa route et arrive à Nancy devant son hangar ce même jour, à 8 heures du soir.

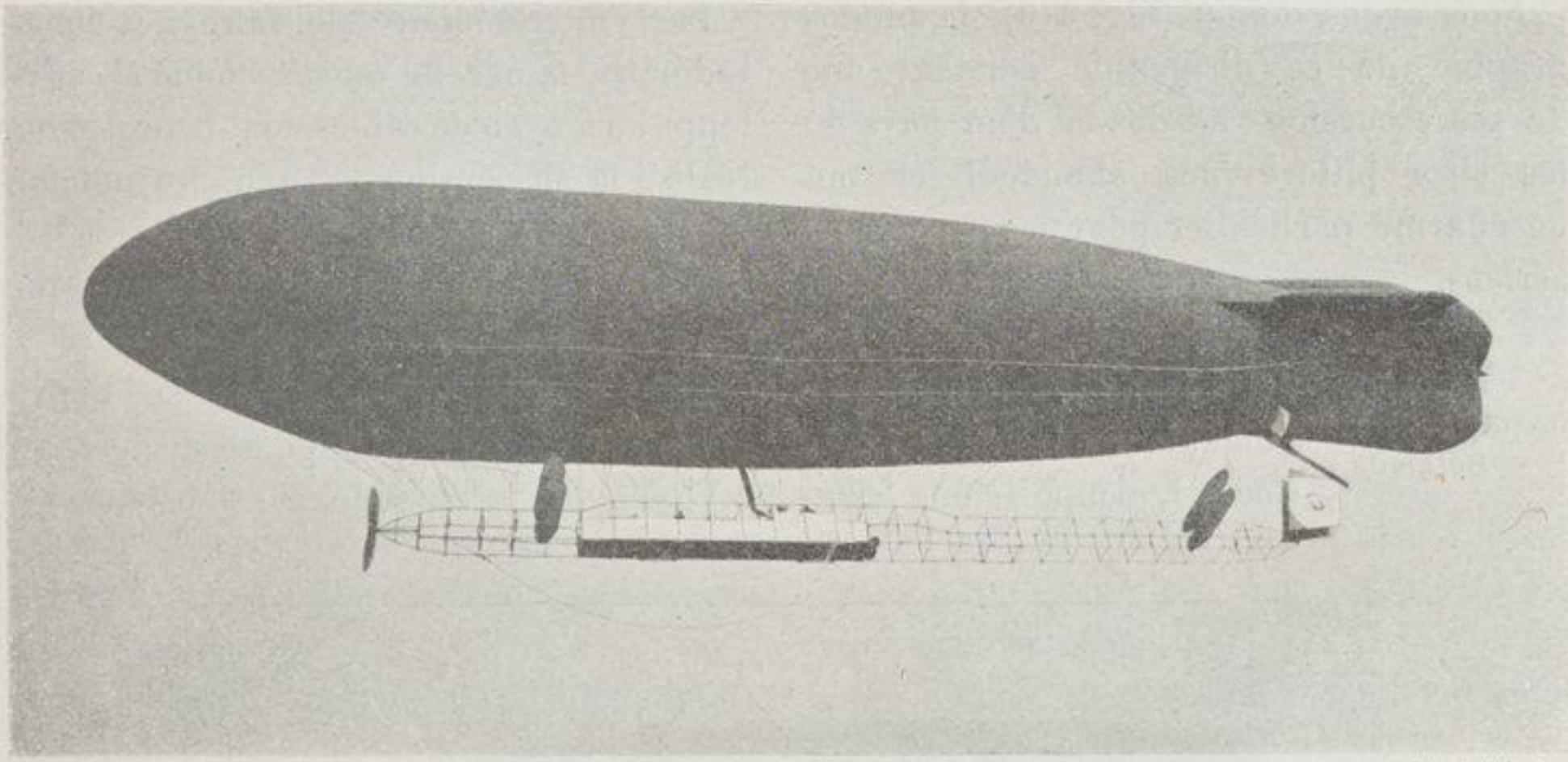
Le dirigeable *Ville de Bordeaux* a une longueur de 52 mètres et un diamètre au maître-couple de 15 mètres. Il a des dispositions semblables à celles du dirigeable *Bayard-Clément*, mais est actionné par un moteur Renault de 90 chevaux.

Les aérostats dirigeables *Ville de Lucerne* et *Ville de Bruxelles* ont été construits le premier pour effectuer des excursions aé-

Aérostation - Aviation.

riennes sur Lucerne, le lac des Quatre-Cantons et les environs, le second pour figurer

un aspect nouveau les beaux paysages de la Suisse.



Phot. *Matin*.

Fig. 309. — Le dirigeable *Ville de Bruxelles*.

à l'Exposition universelle de Bruxelles de 1910.

Les voyages de cet aérostat dirigeable ont été effectués sur le lac, sur la ville de

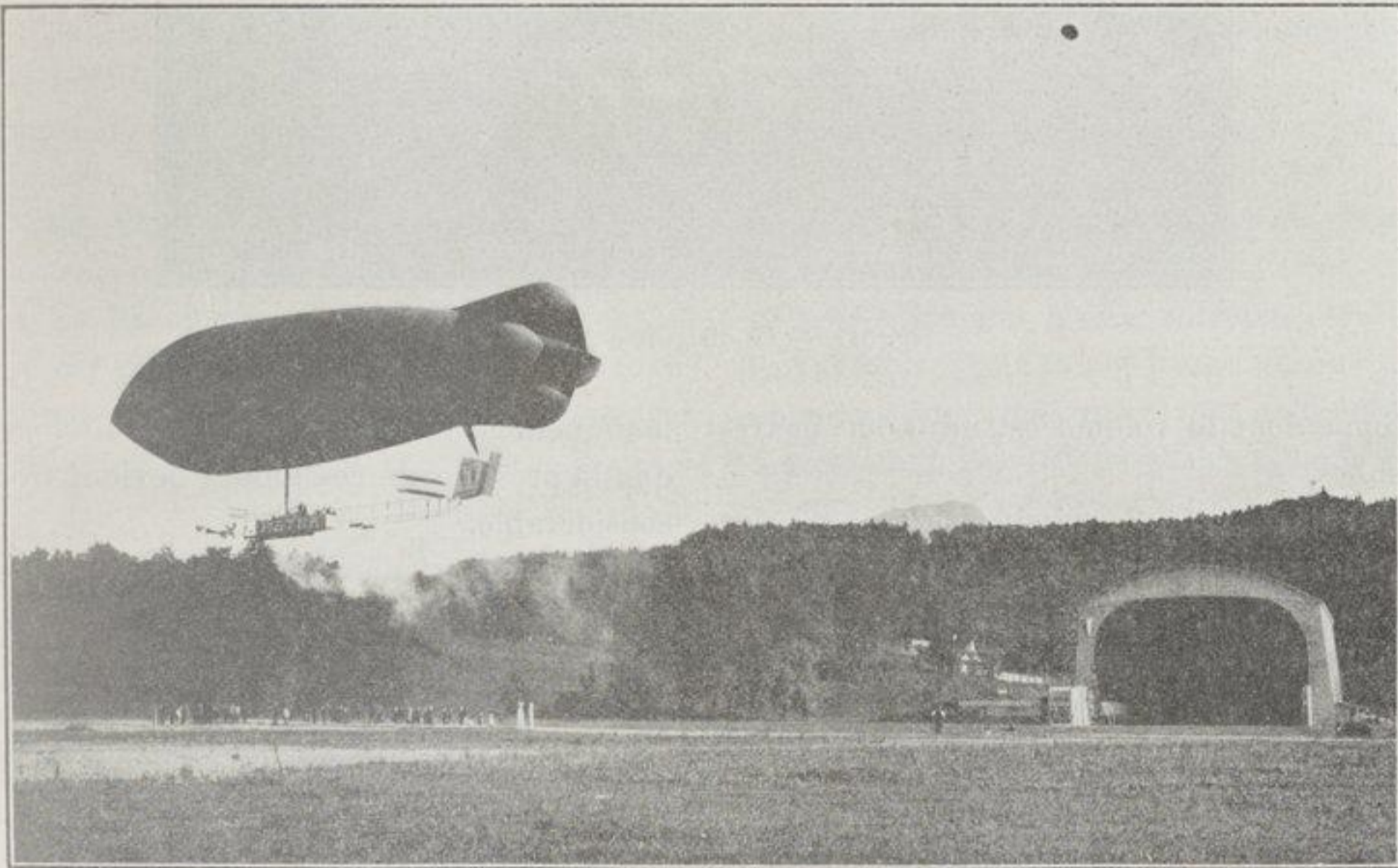


Fig. 310. — Le dirigeable *Ville de Lucerne*.

L'aéronat *Ville de Lucerne* a fait un grand nombre d'ascensions en enlevant de nombreux touristes qui ont pu contempler sous

Lucerne, vers Meggen, Weggis, vers le Rigi, etc. Il a accompli également le trajet Lucerne-Zurich et retour.

Le nombre d'ascensions était parfois de deux par jour et le nombre de voyageurs transportés de 14.

Nous avons donné (Fig. 310), la photographie de ce dirigeable pendant une de ses excursions au-dessus d'un pays où les sites pittoresques abondent et ont un charme particulier pour les voyageurs aériens.

*Aérostat
dirigeable
Belgique*

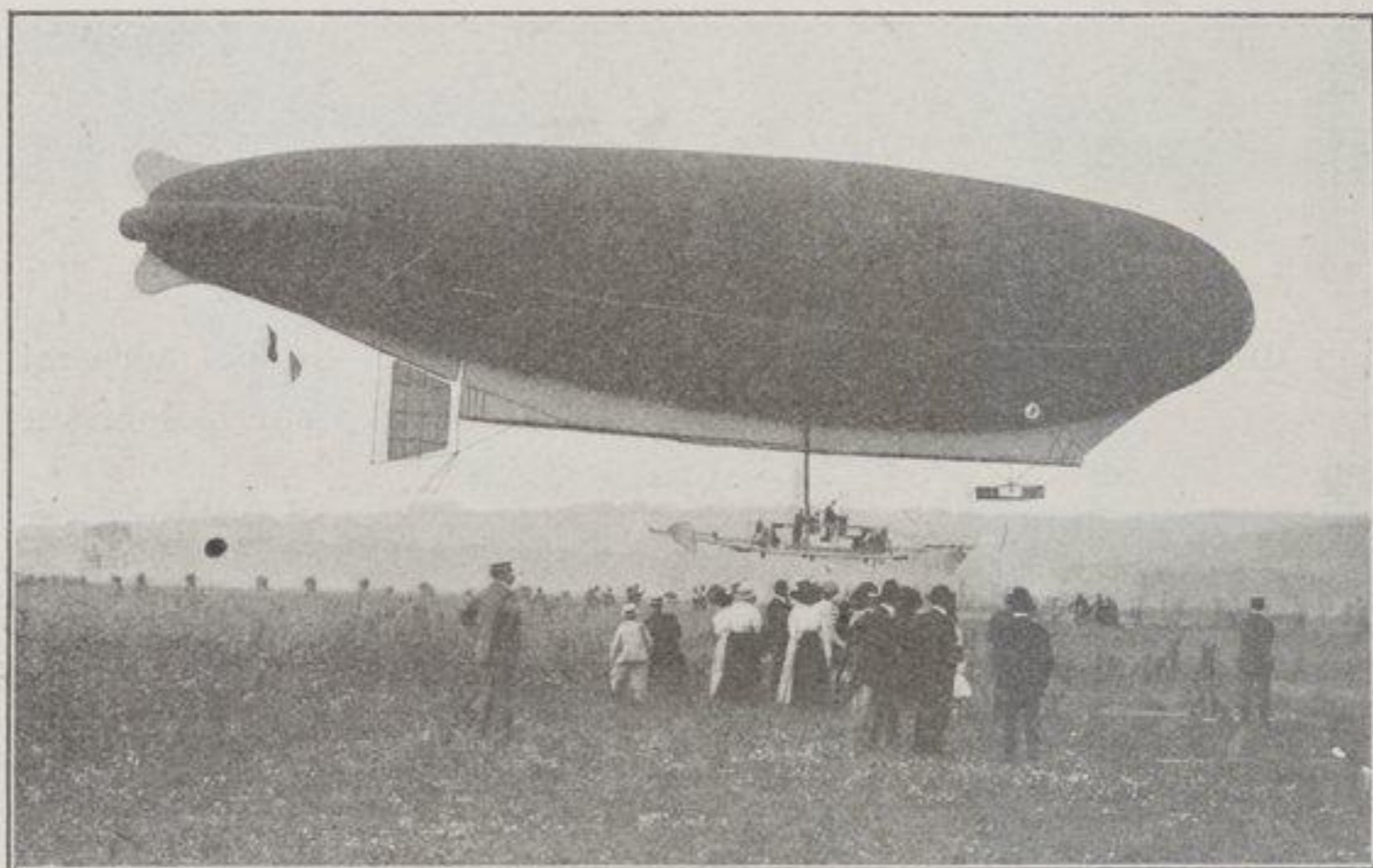
Cet aéronef, construit par l'ingénieur aéronaute Louis Godard, comporte une enve-

loppe dont le volume est de 3.000 mètres cubes.

des surfaces planes formées par de l'étoffe tendue sur deux châssis verticaux fixés à l'enveloppe. Par l'intermédiaire de ralingues longitudinales, la nacelle est suspendue à l'enveloppe au moyen de câbles dont la disposition réalise la suspension triangulaire indéformable.

Un ballonnet à air compensateur est ménagé à l'intérieur de l'enveloppe.

Une soupape à gaz est placée sur l'enveloppe et une autre soupape est disposée sur le ballonnet. Ces soupapes laissent auto-



Phot. Louis Godard.

Fig. 311. — Le dirigeable *Belgique II*.

matiquement échapper le gaz ou l'air lorsque la pression de ces fluides devient trop considérable.

La nacelle est une longue poutre armée dans laquelle sont placés deux moteurs. Chacun des moteurs actionne une hélice, de sorte que l'aérostat dirigeable comporte deux hélices, l'une disposée en avant de la nacelle, l'autre en arrière.

Ces deux hélices tournent en sens inverse l'une de l'autre pour équilibrer les effets de réaction dus à leur mouvement de rotation, et produire le *dégyroscopage*.

Les moteurs ont, chacun, une puissance de 60 chevaux; ils peuvent fonctionner en-

matiquement échapper le gaz ou l'air lorsque la pression de ces fluides devient trop considérable.

La nacelle est une longue poutre armée dans laquelle sont placés deux moteurs. Chacun des moteurs actionne une hélice, de sorte que l'aérostat dirigeable comporte deux hélices, l'une disposée en avant de la nacelle, l'autre en arrière.

Ces deux hélices tournent en sens inverse l'une de l'autre pour équilibrer les effets de réaction dus à leur mouvement de rotation, et produire le *dégyroscopage*.

Les moteurs ont, chacun, une puissance de 60 chevaux; ils peuvent fonctionner en-

semble ou séparément, dans le cas où une avarie viendrait à se produire à l'un d'eux.

Au milieu de la nacelle est disposé le poste du pilote, où viennent aboutir toutes les commandes des organes de direction et de stabilité.

Les moteurs peuvent actionner un ventilateur destiné à envoyer dans le ballonnet compensateur l'air nécessaire à assurer la permanence de la forme de l'enveloppe.

Un gouvernail de direction est placé à l'arrière de la quille verticale; vers l'avant de la nacelle est suspendu, au-dessous de la quille verticale, un stabilisateur horizontal cellulaire faisant office de gouvernail de profondeur.

Le dirigeable *Belgique* appartenant à un ingénieur belge, M. Goldschmidt, qui avait construit les moteurs, fit ses premiers essais le 28 juin 1909 à Boitsford, près de Bruxelles, sous la conduite de son habile constructeur et aéronaute Louis Godard. Son propriétaire était aussi à bord.

Malgré la pluie, l'aérostat évolua à 300 mètres d'altitude en toute sûreté et, après 36 minutes d'expériences, vint atterrir devant son hangar.

En 1910, Louis Godard construisit un autre aérostat dirigeable nommé *Belgique II*, ayant les mêmes dispositions d'organes que le dirigeable précédent, mais dont l'enveloppe avait un volume de 4.000 mètres cubes.

Aérostat
dirigeable
Zodiac

Ce type d'aérostat dirigeable, construit par la *Société Zodiac*, diffère des aérostats

dirigeables que nous venons de décrire, sur plusieurs points essentiels.

Le dirigeable *Zodiac*, en effet, a été établi pour servir, en quelque sorte, d'engin de tourisme aérien; on l'a rendu, pour cela, démontable et facilement transportable par voitures ou chemin de fer. Alors que les aérostats dirigeables de grand volume conservent, par principe, le plus long-

temps possible, le gaz hydrogène qu'ils contiennent, pour éviter à chaque ascension une dépense considérable, le dirigeable *Zodiac* peut être gonflé avec du gaz d'éclairage et on peut opérer avec lui comme on le fait pour un aérostat libre.

Lorsqu'on est parvenu au terme du voyage, on dégonfle le ballon, on plie l'enveloppe, et en démontant les organes en leurs diverses parties, on peut rassembler toutes les pièces du dirigeable sous un volume relativement restreint, ce qui permet de l'expédier par la voie ferrée.

On perd, lors de chaque ascension, le gaz que contient le ballon, mais comme il s'agit du gaz d'éclairage dont le prix de revient est bien moins élevé que celui du gaz hydrogène, la perte se trouve réduite. De plus, le volume de l'enveloppe a été diminué et porté à 700 mètres cubes.

D'autre part, le sacrifice que l'on fait du gaz, rend inutile l'établissement d'un hangar au point d'atterrissage de l'aéronat et donne à celui-ci une certaine indépendance dans ses excursions.

Le dirigeable *Zodiac* de 700 mètres cubes est d'un prix de revient bien inférieur à celui des dirigeables que nous avons précédemment examinés. Alors que ceux-ci sont estimés à 300.000 francs environ, celui-là peut s'établir pour 25.000 francs. Il convient cependant de remarquer que les conditions d'emploi des deux sortes d'appareils ne sont pas les mêmes et que le dirigeable *Zodiac* de 700 mètres cubes ne peut enlever qu'un seul aéronaute. Il ne peut en emporter deux qu'à la condition d'être gonflé avec 600 mètres cubes de gaz et 100 mètres cubes d'hydrogène.

Dans ce cas, la perte est plus sensible lorsqu'on dégonfle le ballon.

On a établi également un type de dirigeable *Zodiac* d'un volume de 1.000 mètres cubes pouvant emporter trois passagers. Ce dernier appareil est muni d'un moteur de 45 chevaux, tandis que le dirigeable *Zodiac*

de 700 mètres cubes comporte un moteur de 16 chevaux.

L'aéronat se compose d'une enveloppe A (Fig. 312), faite en tissu caoutchouté, dont l'extrémité avant, terminée en pointe, est fortement arrondie, tandis que l'extrémité arrière, d'un diamètre plus faible, est terminée par une calotte effilée.

L'enveloppe porte, vers le milieu de sa longueur, à sa partie supérieure, une soupape B par laquelle le gaz peut s'échapper. Cette soupape peut être manœuvrée à la main par le pilote, au moyen de la corde C

d'une manche à air I. Un clapet automatique J, pouvant être commandé par le pilote au moyen d'une corde K, est disposé sur ce ballonnet.

De chaque côté de l'enveloppe est placée, longitudinalement, une ralingue L servant à fixer, à leur partie supérieure, les câbles de suspente M de la nacelle N.

Certains de ces câbles sont disposés obliquement pour assurer la rigidité de la suspension et sont attachés à leur extrémité inférieure sur les longerons supérieurs de la nacelle.

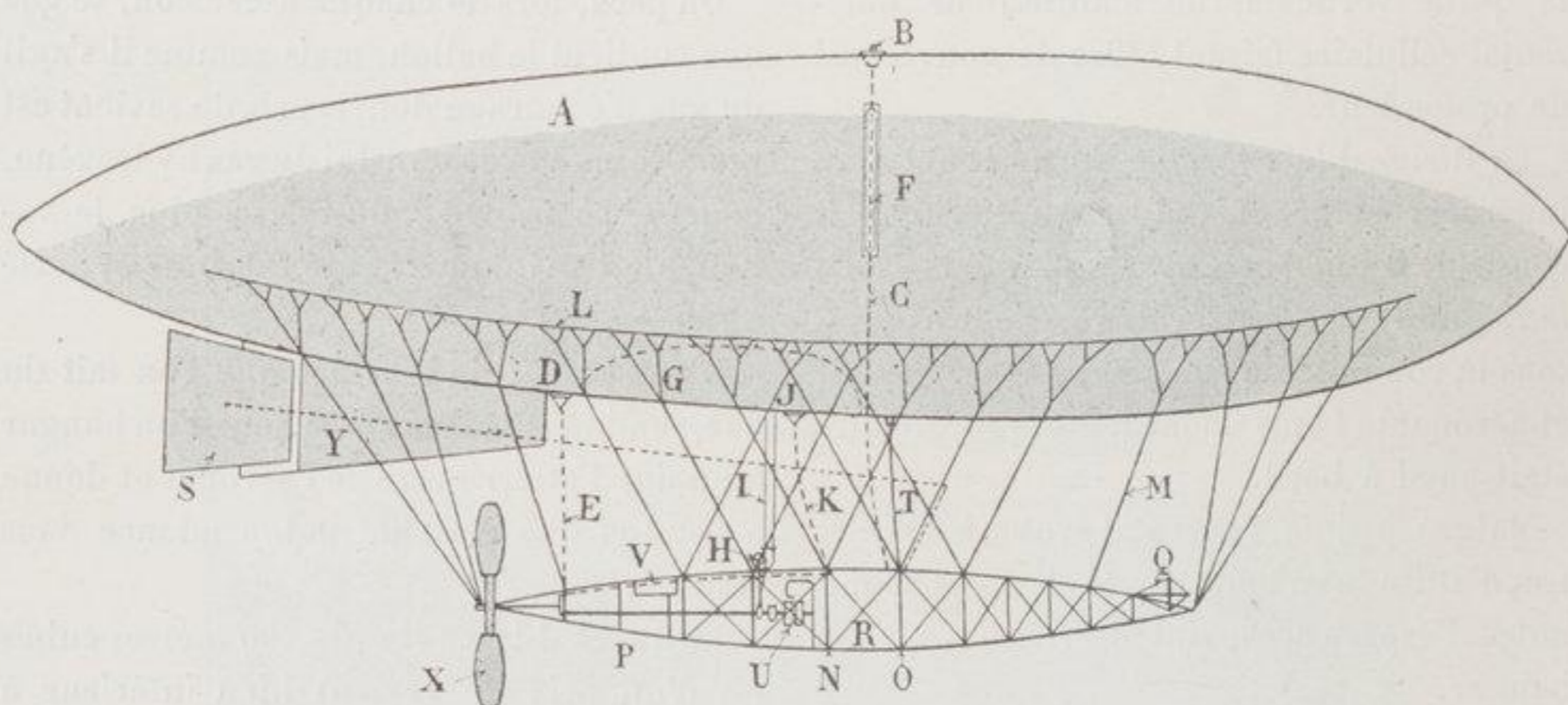


Fig. 312. — Élévation schématique du dirigeable *Zodiac*.

qui traverse l'enveloppe pour aboutir au compartiment de manœuvre.

Une seconde soupape D à ouverture automatique est disposée au-dessous de l'enveloppe et vers l'arrière; elle est actionnée à la main par l'intermédiaire d'une autre corde E.

Sur l'enveloppe se trouve placé le panneau de déchirure F que l'on ouvre en tirant sur une corde lorsque, après l'atterrissage, on veut provoquer le dégonflement rapide du ballon.

Dans l'enveloppe est disposée une capacité indépendante G faisant office de ballonnet à air. L'air est envoyé dans le ballonnet par la manœuvre d'un ventilateur H placé dans la nacelle et par l'intermédiaire

Cette nacelle N est formée de barres longitudinales et transversales solidement entretoisées par des câbles obliques. C'est une sorte de panier à claire-voie effilé à ses deux extrémités et démontable en trois parties. Le démontage de la nacelle s'effectue suivant les deux lignes de jonction O et P. Les diverses parties sont reliées entre elles à l'aide de boulons.

La partie avant porte le gouvernail de profondeur Q et est reliée à l'enveloppe par une série de câbles de suspente.

La partie centrale de la nacelle est la plus importante. Elle comprend le compartiment R où se place le pilote. Dans ce compartiment aboutissent les divers câbles de commande des soupapes, du gouvernail

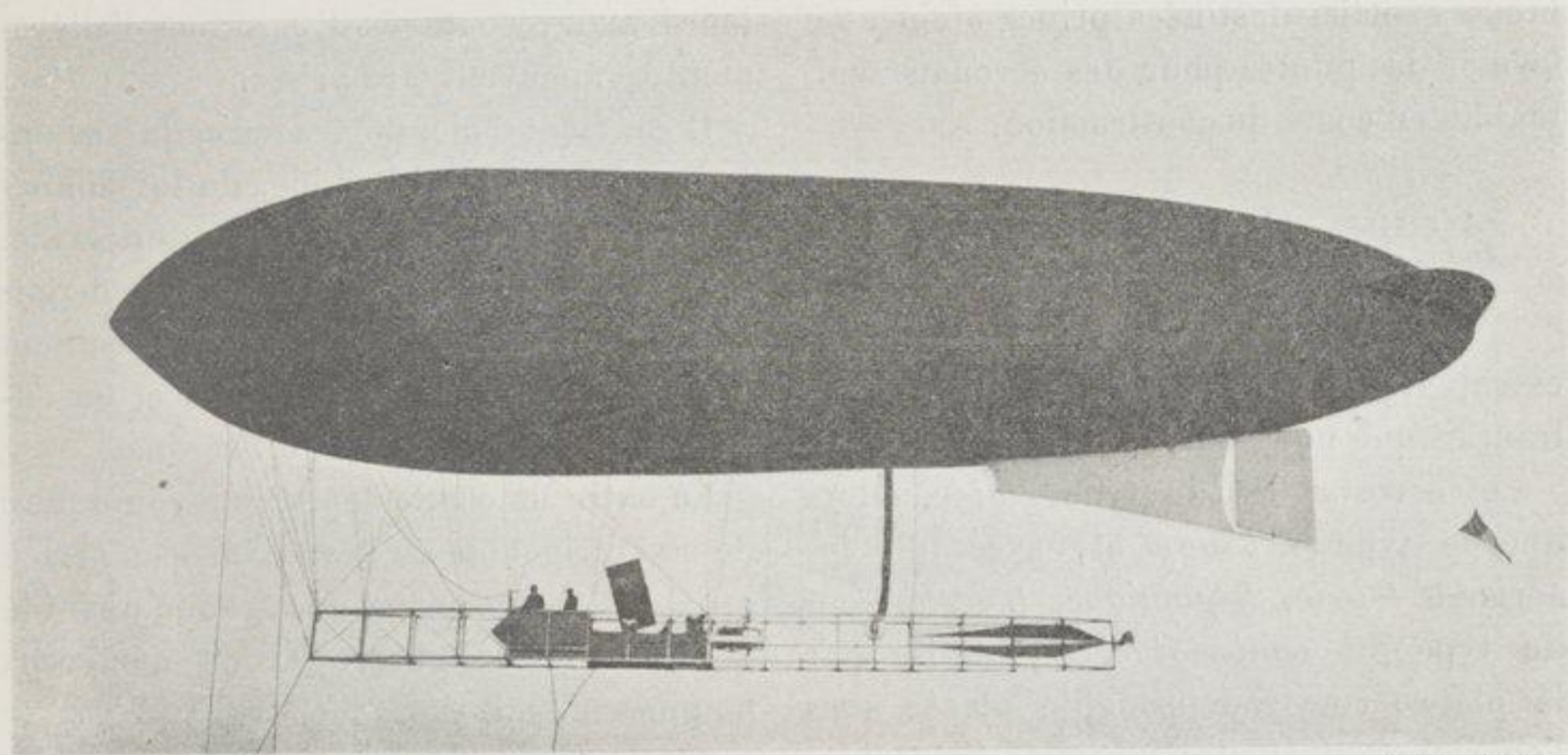
de profondeur Q et du gouvernail de direction S. Les différents instruments emportés pendant une ascension sont également disposés dans ce compartiment : baromètre, thermomètre, statoscope, etc.; le manomètre, relié à l'intérieur de l'enveloppe par un conduit T, permet de connaître, à chaque instant, la valeur de la pression du gaz dans l'enveloppe et de faire les manœuvres nécessaires pour que cette pression n'atteigne pas un degré dangereux.

La partie médiane contient, en outre, le

mouvement de rotation de l'arbre du moteur au moyen de deux poulies respectivement calées sur les deux arbres, dont les mouvements de rotation sont rendus solidaires par une petite courroie.

La partie arrière de la nacelle, maintenue en bout par une série de câbles de suspension, porte l'hélice X et son arbre. Cette hélice dont le diamètre est de 2 mètres 30, tourne à 600 tours.

En plus du stabilisateur horizontal, ou gouvernail de profondeur Q, placé à l'avant



Phot. Mattin.

Fig. 313. — Le dirigeable *Zodiac*.

moteur U qui, dans le dirigeable *Zodiac* de 700 mètres cubes, a une puissance de 16 chevaux et comprend quatre cylindres. Le refroidissement s'effectue au moyen d'une circulation d'eau. Un radiateur est placé au-dessus du moteur pour ramener l'eau de refroidissement à sa température normale.

L'arbre du moteur se prolonge horizontalement le long de la partie médiane de la nacelle; il actionne, par l'intermédiaire d'un train d'engrenage réducteur de vitesse, l'arbre de l'hélice placé dans la troisième partie de la nacelle, à l'arrière.

Le ventilateur H du ballonnet à air et le réservoir d'essence V sont disposés dans la partie centrale; le ventilateur reçoit son

du dirigeable, et du gouvernail de direction S placé à l'arrière de l'enveloppe, l'aéronat possède une quille stabilisatrice verticale Y disposée au-dessous de l'enveloppe et précédant immédiatement le gouvernail de direction.

Les essais du dirigeable *Zodiac* furent intéressants. Lors d'une ascension d'expériences effectuée le 11 mars 1909, l'aéronat, gonflé avec du gaz d'éclairage, et portant à bord le pilote, M. le comte de la Vaulx, et le constructeur du moteur, M. Clerget, évolua au-dessus de l'hippodrome d'Auteuil, puis se dirigea vers le parc de Chalais-Meudon, où il atterrit sur la pelouse sans incident. Le dirigeable fut remis sous un hangar. Les

jours suivants, le mauvais temps persistant empêcha l'aéronat de regagner son hangar de Saint-Cyr; il fut dégonflé, démonté et reconduit aisément à son garage.

A partir de ce moment, le dirigeable *Zodiac* effectua un certain nombre de sorties bien réussies.

Un autre dirigeable, appelé *Zodiac II*, fut établi d'une manière semblable. Il avait un volume de 900 mètres cubes.

Un troisième aéronat, du même type le *Zodiac III*, a effectué sa première sortie le 27 mars 1910, et accompli, depuis, de nombreuses sorties destinées principalement à former des pilotes pour des aéronats semblables en cours de construction.

Aérostat dirigeable Zeppelin L'aérostat dirigeable construit par le comte Zeppelin est d'un type qui diffère essentiellement de ceux des dirigeables français que nous venons d'examiner.

Cet aérostat est du type *rigide*, alors que le type *Lebaudy* et, avec lui, les aéronats *Patrie*, *République*, *Liberté*, sont du type dit *semi-rigide*, caractérisé par la plate-forme indéformable placée sous l'enveloppe et que les aérostats dirigeables *Ville de Paris*, *Bayard-Clément* sont du type dit *souple*, c'est-à-dire ne comportant aucun organe rigide pouvant maintenir la forme de l'enveloppe. La permanence de la forme de l'enveloppe est assurée, dans les types *souple*, et *semi-rigide*, à l'aide des ballonnets d'air compensateurs.

Dans l'aérostat *Zeppelin*, la carcasse formant enveloppe est entièrement rigide et ne peut se déformer même si un vide partiel se produisait dans la capacité qui renferme le gaz. Le dirigeable *Zeppelin* procède, en principe, de l'aérostat de *Schwartz*, dont nous avons précédemment parlé et dans lequel l'enveloppe était constituée par des feuilles très minces d'aluminium.

L'aérostat rigide a été exclusivement le type de dirigeable allemand; ce n'est qu'à

la suite des nombreux accidents et des destructions successives d'aérostats du type *Zeppelin*, que les types de dirigeables souples ont été construits pour l'armée allemande sur les modèles établis par les majors *Parseval* et *Gross*.

Si l'aérostat dirigeable rigide offre, au point de vue de la permanence de la forme, un avantage appréciable, il est, par contre, et du fait même de son principe de construction, plus lourd que les aérostats comportant une enveloppe en tissu, car sa carcasse métallique pèse relativement assez lourd, malgré toutes les dispositions d'allègement qui peuvent être prises.

Il convient donc, pour assurer la sustentation du dirigeable rigide, de lui donner une force ascensionnelle plus considérable, et pour cela d'augmenter le volume de gaz qui remplit son enveloppe; de là, résultent des dimensions plus importantes et un encombrement plus grand de l'aéronat.

En outre, le comte *Zeppelin* a voulu faire de son dirigeable un grand vaisseau aérien capable de transporter une grande quantité de matériel de guerre et de nombreux hommes d'équipage.

Ainsi conçu, l'aéronat paraissait devoir rendre de grands services au point de vue militaire, mais son encombrement considérable et son manque de souplesse semblent être les causes principales des nombreux accidents qui ont marqué les essais de ce type de dirigeable, dont plusieurs unités ont été anéanties dans des circonstances critiques.

C'est en 1895 que le comte *Zeppelin*, général bavarois, prit les premiers brevets concernant son aérostat dirigeable. Ses premiers essais, pour lesquels 1 million de marks furent dépensés, dont la moitié environ fut prise sur sa fortune personnelle, ne furent pas bien concluants.

Encouragé par l'Empereur d'Allemagne, il put, à la suite d'une souscription nationale, faite en 1900, construire un aérostat dirigeable, le *Zeppelin I*.

L'enveloppe du dirigeable a une forme de cylindre très allongé.

Sa longueur est de 128 mètres et son diamètre de 11^m,66. La section droite de l'enveloppe n'est cependant pas un cercle. C'est un polygone de 24 côtés; extérieurement, l'enveloppe présente donc dans le sens de la longueur 24 surfaces planes dis-

24 côtés, rendu rigide et indéformable par un dispositif de tension comportant des câbles en acier reliant les côtés entre eux et tangents à une circonférence de 1 mètre de diamètre tracée au centre du polygone.

D'autres câbles réunissent les sommets de l'entretoise, de quatre en quatre.

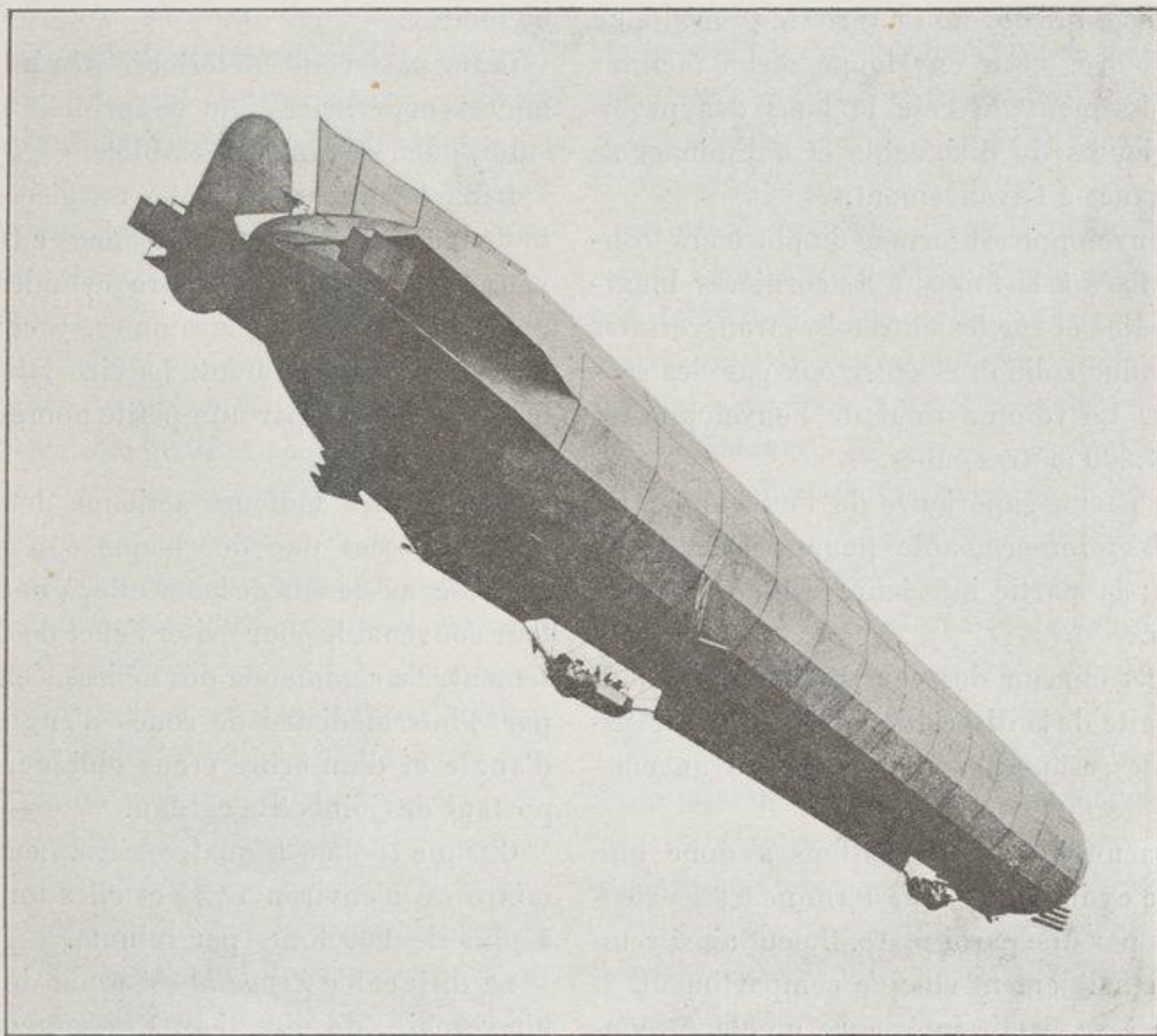


Fig. 314. — Le dirigeable *Zeppelin*.

posées côte à côte sur la périphérie.

Pour constituer cette enveloppe métallique, on a établi longitudinalement 24 cornières en aluminium, qui sont placées respectivement aux 24 sommets du polygone formant la section et sur lesquelles viennent se river 16 entretoises transversales qui divisent la longueur de l'enveloppe en 17 compartiments.

Chaque entretoise transversale est constituée par un polygone métallique de

La rigidité des armatures intérieures donne la rigidité à l'ensemble de l'enveloppe. Les compartiments ont une longueur de 8 mètres, sauf un compartiment à l'avant et un compartiment à l'arrière, qui ont tous deux une longueur de 4 mètres. C'est au-dessous de ces deux compartiments que sont suspendues les deux nacelles de l'aérostat dirigeable.

Une poutre métallique armée, placée longitudinalement au-dessous de l'enveloppe,

entre les deux nacelles, assure la rigidité de la cornière longitudinale.

Au-dessus de toute la carcasse métallique de l'enveloppe ainsi constituée, est disposé une sorte de filet en fibre de ramie comportant des mailles de diverses dimensions et qui a pour but, tout en servant à entretoiser les divers éléments constituant la carcasse, de soutenir l'étoffe qui est posée au-dessus de lui et qui forme la véritable enveloppe extérieure. Cette enveloppe sert à faciliter le glissement de l'air le long des parois extérieures du dirigeable et à diminuer sa résistance à l'avancement.

L'enveloppe est formée de plusieurs tronçons fixés à la fois sur les cornières longitudinales et sur les entretoises transversales et rendus solidaires entre eux par des crochets. Le volume total de l'enveloppe est de 11.300 mètres cubes.

La partie supérieure de l'enveloppe est en tissu imperméable pour résister à la pluie; la partie inférieure est en tissu de coton.

Dans chacun des compartiments formés par suite de la disposition des cloisons transversales, est placé un ballonnet pouvant contenir de l'hydrogène.

Chacun des petits ballons a donc une forme cylindrique et se termine à ses extrémités par une paroi plate. Il peut ainsi remplir sensiblement chaque compartiment. Il porte à sa partie inférieure un clapet pouvant s'ouvrir automatiquement pour laisser échapper le gaz dans le cas d'une pression intérieure excessive.

Les ballonnets contenant l'hydrogène peuvent être incomplètement remplis de gaz, pour permettre à ce gaz de se dilater sans s'échapper, puisque le gonflement de ces ballons n'intervient pas pour assurer la permanence de la forme.

Les nacelles, suspendues au-dessous de l'enveloppe, sont en aluminium et ont reçu une forme de ponton de façon à pouvoir sans inconvénient se reposer sur l'eau. Elles

ont une longueur de 7 mètres, une largeur de 1^m,80 et 1 mètre de hauteur. Elles sont munies d'un double fond pour permettre d'emmagasiner une certaine quantité d'eau servant de lest; elles sont reliées chacune à la carcasse métallique de l'aéronat par quatre tubes et quatre tirants.

Les nacelles ont été réunies par une sorte de passerelle, ayant une longueur de 50 mètres.

Cette passerelle, détériorée dès les premières expériences, fut supprimée par la suite, puis, de nouveau établie.

Dans chacune des nacelles est disposé un moteur Daimler, d'une puissance de 16 chevaux. Ces moteurs à quatre cylindres ont un poids de 450 kilogrammes, y compris l'eau de refroidissement. La circulation de l'eau est assurée par une petite pompe centrifuge.

Chacun des moteurs actionne deux hélices disposées une de chaque côté de la carcasse, au-dessus de la nacelle, à une hauteur convenable pour éviter l'effet de déversement. La commande des hélices s'effectue par l'intermédiaire de roues d'engrenage d'angle et d'un arbre creux oblique, comportant des joints à la cardan.

Chaque hélice a quatre ailes. Leur diamètre est d'environ 1^m,15 et elles tournent à plus de 900 tours par minute.

Le dirigeable *Zeppelin* est muni de deux gouvernails de direction. Ces gouvernails sont disposés verticalement: un de petite surface placé à l'avant, l'autre plus grand, placé à l'arrière. Un stabilisateur ou gouvernail de profondeur est placé vers l'avant de l'enveloppe et au-dessous d'elle.

Pour remédier à l'instabilité longitudinale produisant le tangage, un poids de 150 kilogrammes peut être déplacé le long de la poutre armée inférieure en manœuvrant des câbles aboutissant à la nacelle.

En dehors du lest liquide renfermé dans deux récipients de 200 kilos, et dans douze autres récipients contenant 50 kilos, quatre

sacs de sable de 40 kilos sont encore emportés. Le lest d'eau peut être vidé par 20 kilos à la fois. Le jet de lest doit être réparti uniformément sur tous les récipients, de crainte de détruire la stabilité longitudinale de l'aéronat.

Pour gonfler les nombreux ballonets, il a fallu 2.600 tubes en acier contenant chacun 5 mètres cubes de gaz hydrogène comprimé à forte pression. Ces tubes alimentaient un conduit collecteur unique duquel partaient dix-sept autres petits conduits aboutissant chacun à un des ballonets.

Le gonflement effectué pour la première fois eut une durée de 14 heures.

Ce temps de gonflement a, depuis, été fort réduit.

Pour abriter un aérostat dirigeable de dimensions semblables, et pour pouvoir effectuer aisément la manœuvre de départ, on a construit un hangar flottant. Ce hangar, établi sur le rivage du lac de Constance, a 142 mètres de long, 23 mètres de large et 21 mètres de hauteur. Il est supporté par vingt-quatre pontons flottants et le plancher repose sur des radeaux laissant entre eux un intervalle suffisant pour permettre aux nacelles de manœuvrer librement quand le dirigeable est sorti du hangar.

Le hangar flottant a le grand avantage de pouvoir être orienté dans la direction du vent, de sorte que l'aéronat, en sortant de son hangar pour prendre le départ, n'est pas soumis à une action latérale du vent, il ne « met pas à la voile ».

L'aérostat dirigeable *Zeppelin* effectua ses premiers essais le 2 juillet 1900. Après une ascension de 18 minutes, par suite d'une mauvaise manœuvre du contrepoids mobile, il prit une position oblique qu'il conserva et qui rendit fort difficile le retour au hangar.

Dans deux autres ascensions faites les 17 et 21 octobre 1900, des incidents se produisirent également. On a estimé à 6 ou 7 mètres par

seconde la vitesse de l'aéronat, mais des détériorations d'organes survenues pendant les essais suspendirent les ascensions. En outre, pour remédier à certains inconvénients qui étaient apparus pendant les essais, on décida de construire un autre dirigeable possédant de plus grandes qualités de stabilisation.

Cet autre aéronat, le *Zeppelin II*, avait des organes disposés de la même façon que le premier. Ses dimensions étaient presque les mêmes, mais les moteurs qui le propulsaient avaient chacun une puissance de 85 chevaux.

La première sortie d'essai fut malheureuse : l'aéronat « piqua une tête » dans le lac. Dans une autre sortie faite plus d'un mois après, le gouvernail de direction fut tordu ; les moteurs eurent des avaries qui les immobilisèrent ; le dirigeable désemparé atterrit à Allagaen, en Suisse, et un orage le poussa sur des arbres où il se brisa.

Le dirigeable *Zeppelin II* étant détruit, le comte Zeppelin entreprit la construction d'un autre aéronat du même type, comportant quelques modifications.

Le dirigeable *Zeppelin III* avait un volume total de 12.000 mètres cubes. Des surfaces stabilisatrices avaient été disposées pour obtenir un meilleur équilibre de l'aéronat.

Deux plans horizontaux étaient placés à l'arrière et une quille verticale établie entre les nacelles.

Les moteurs toujours placés dans les nacelles actionnaient chacun une paire d'hélices à trois branches.

Ce nouveau dirigeable *Zeppelin* effectua ses premiers essais dans le courant de l'année 1907, mais au mois de décembre de cette même année, une violente tempête détériora très sérieusement l'appareil, pourtant enfermé, à ce moment, dans son hangar flottant de Manzell, près de Friedrischafen, sur le lac de Constance.

Ce nouvel accident vint ébranler un peu la confiance qu'on avait placée en Alle-

magne dans les aérostats dirigeables Zeppelin; mais, cependant, des crédits furent votés pour continuer les expériences et un autre aérostat, le *Zeppelin IV*, fut mis en construction en 1908.

Cet aérostat dirigeable, en beaucoup de points semblable au dirigeable précédent, avait une longueur de 136 mètres et un diamètre de 13 mètres. Son volume était de 13.000 mètres cubes.

Il était actionné par deux moteurs Daimler du 11 chevaux chacun.

Des retouches furent faites à quelques organes et, le 23 juin, le dirigeable put évoluer à 150 mètres au-dessus du lac, pendant plus de 2 heures. Le 29 juin il fit une ascension de plus longue durée et le 1^{er} juillet le dirigeable *Zeppelin IV*, parti de son hangar à 8 heures et demie du matin, y retournait à 8 heures et demie du soir, après avoir, pendant 12 heures, navigué dans les airs, au-dessus du territoire suisse.

Après le succès de cette sortie, le comte Zeppelin voulut tenter, avec son dirigeable,

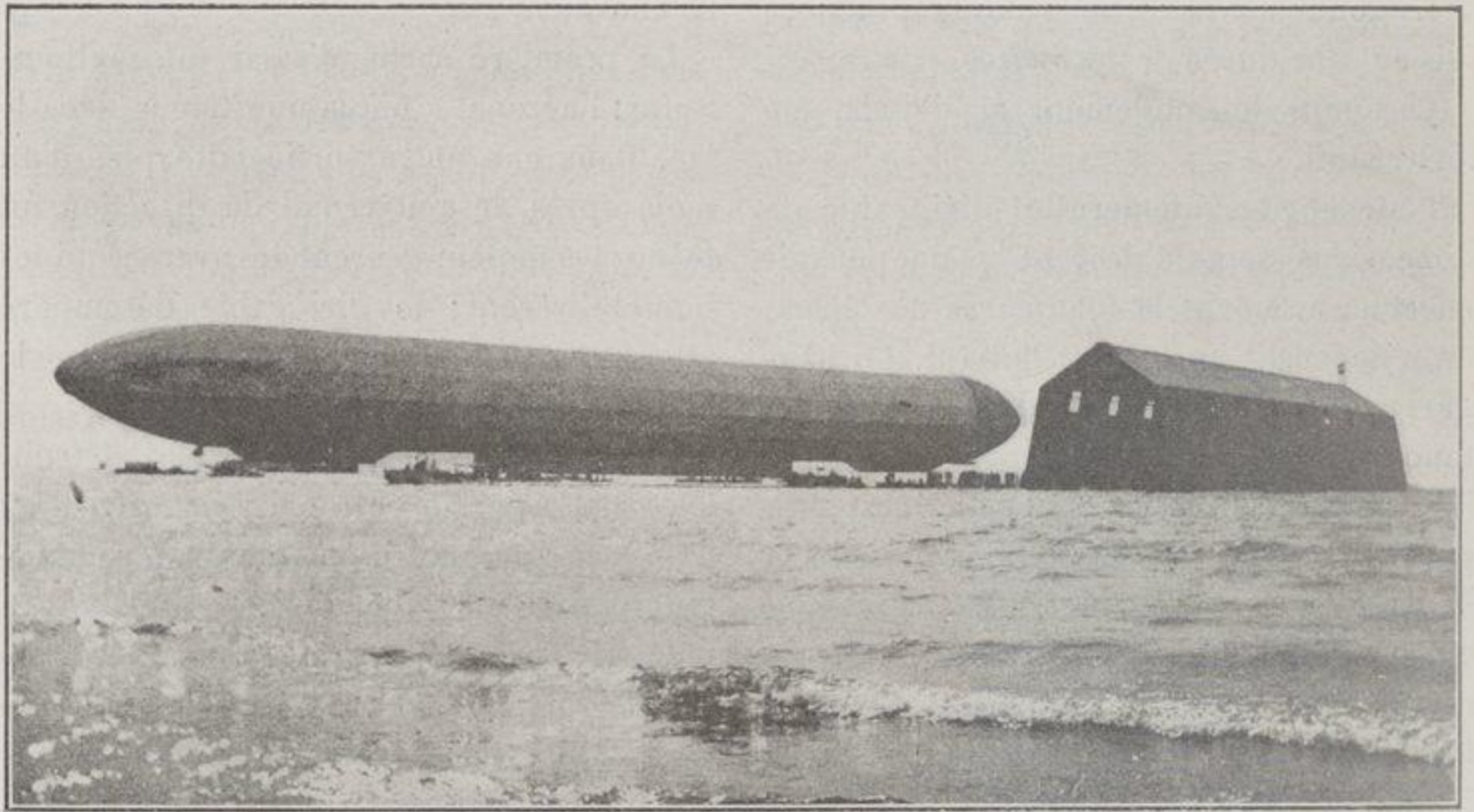


Fig. 315. — Vue du hangar du *Zeppelin* sur le lac de Constance.

Le dispositif d'empennage différait de celui du *Zeppelin III* en ce qu'un seul plan vertical, au lieu de trois, était disposé de chaque côté entre les quatre surfaces fixes solidaires de l'enveloppe à l'arrière et faisant fonction de stabilisateurs.

Ces deux plans verticaux étaient rendus solidaires dans leurs mouvements d'un gouvernail de direction placé à l'arrière de la carcasse.

Les premiers essais de l'aérostat dirigeable *Zeppelin IV* eurent lieu le 19 juin 1908. L'ascension eut lieu au-dessus du lac de Constance et dura environ 20 minutes.

l'épreuve de 24 heures sans escale, imposée par le ministre de la guerre allemand pour la réception de l'aérostat comme engin militaire.

Le 4 août 1908, à 6 h. 45 du matin, le dirigeable, ayant à bord douze personnes, parmi lesquelles le comte Zeppelin, s'élevait au-dessus du lac de Constance pour effectuer le voyage de 24 heures. Le dirigeable devait aller de Friedrichshafen, où était son hangar, à Mayence et revenir à son point d'attache. Le trajet d'aller s'effectua en suivant le cours du Rhin, de façon à permettre à l'appareil, en cas de descente

forcée, de venir se reposer sur l'eau. Successivement le *Zeppelin IV* passa au-dessus de Schaffouse, de Bâle, puis en vue de Mulhouse et de Colmar et arriva vers midi, au-dessus de Strasbourg. Des acclamations enthousiastes saluèrent son arrivée sur cette ville.

L'aéronat, poursuivant sa route en longeant le Rhin, arriva à Manheim à 2 h. 45 et continua son voyage vers Mayence.

Mais avant d'atteindre cette ville, une avarie du mécanisme de propulsion obligea le dirigeable à faire escale. Il descendit sur le Rhin dans une anse abritée. On remit le mécanisme en bon état de fonctionnement et on ravitailla l'aéronat d'essence. Puis, à 10 heures 15 du soir, après un arrêt de 4 heures et demie, il repartait avec neuf personnes à bord.

Il arrivait à 11 heures du soir au-dessus de Mayence. On pouvait suivre sa route grâce à ses fanaux qu'on distinguait seuls dans la nuit. Il vira de bord au-dessus de cette ville et commença son trajet de retour.

Il repassait à 1 h. 45 du matin, le 5 août, au-dessus de Manheim, et au lieu de suivre, comme à l'aller, le cours du Rhin, il prit la direction de Stuttgart en longeant le Neckar, affluent du Rhin. A 6 h. 20 il avait atteint cette ville, mais, peu après, le dirigeable paraissait péniblement lutter contre un vent assez vif, et brusquement il descendait et atterrissait à quelques kilomètres de Stuttgart, à Echterdingen, dans un champ.

L'échauffement d'un coussinet de l'un des moteurs, et la diminution de la force ascensionnelle avaient provoqué cet atterrissage.

La diminution de la force ascensionnelle provenait de la contraction du gaz, par suite de l'abaissement considérable de la température pendant la nuit, et de l'alourdissement de l'enveloppe par l'humidité.

L'aéronat devait encore parcourir 117 kilomètres pour regagner son hangar.

Des mécaniciens furent demandés pour réparer le moteur. On demanda aussi 500 tubes d'hydrogène pour remplir les

ballonnets. Le dirigeable fut campé, et amarré avec toutes les précautions que l'on put prendre, sous la garde et avec l'aide de deux compagnies de grenadiers.

Vers 2 heures de l'après-midi un violent ouragan s'abattait brusquement sur le dirigeable et malgré les efforts des soldats, l'enlevait, rompant les cordages qui le retenaient au sol et brisant les pieux d'attache. L'appareil, trainé sur le sol par l'action du vent s'exerçant sur sa grande surface d'enveloppe, était projeté sur des arbres où l'enveloppe se déchirait.

Tout à coup une grande flamme jaillit à l'avant du dirigeable et une terrible explosion se produisit. L'appareil fut en peu de temps tout entier en feu et ne présenta bientôt plus qu'un amas de débris.

Les spectateurs, impuissants à empêcher la catastrophe, étaient consternés, et le comte Zeppelin assista, navré, à la destruction de son appareil, sur lequel il était en droit de fonder un grand espoir à la suite même du voyage qu'il venait si heureusement d'effectuer.

On n'a pu déterminer exactement la cause qui provoqua l'incendie. On a supposé que c'était la foudre, mais c'est plus probablement le gaz hydrogène s'échappant d'un des ballonnets crevés par le choc qui est venu s'enflammer au contact d'un moteur en fonctionnement pour les essais. Quoi qu'il en soit, la catastrophe qui anéantit le *Zeppelin IV* eut en Allemagne un retentissement considérable. Le comte Zeppelin reçut de chaleureuses marques de sympathie de toutes les parties du territoire allemand, et une souscription nationale, ouverte en vue de la construction d'un autre dirigeable, réunissait en peu de temps une somme de plus de 2 millions de francs. En décembre 1908 cette somme atteignait le chiffre de 7.506.845 francs. En ajoutant à cette somme 3.125.000 francs représentant la part de contribution de l'État, cela faisait une somme totale de 10.631.845 francs,

affectés à la construction de dirigeables.

Le comte Zeppelin reprit les organes du dirigeable *Zeppelin III* détérioré dans son hangar par un ouragan à la fin de l'année 1907 et après avoir apporté à l'aéronat quelques modifications, le remit en état de procéder à des expériences.

L'enveloppe fut augmentée de longueur ; on plaça à l'arrière un empennage vertical.

Au mois d'octobre 1908, le nouveau dirigeable, qui n'était, en somme, que le *Zeppelin III* transformé et que l'on nomma cependant, en Allemagne, le *Zeppelin I*, effectua plusieurs ascensions d'essai qui furent couronnées de succès, malgré quelques petits incidents dus à des ratés d'un moteur.

Le 27 octobre, le dirigeable ayant à bord

Avec le produit de la souscription nationale, une société fut constituée pour construire des dirigeables. Deux autres aéronats furent construits en dehors du *Zeppelin I* qui était l'ancien *Zeppelin III*. Les deux nouveaux dirigeables furent appelés *Zeppelin II* et *Zeppelin III* et étaient, en réalité, le sixième et le septième aéronats établis sur le type Zeppelin.

Nous leur conserverons ces numéros pour la suite de notre description, les dirigeables *Zeppelin* portant précédemment ces mêmes chiffres n'existant plus en l'année 1908.

Nous avons indiqué, plus haut, comment était constitué le dirigeable *Zeppelin* primitif. Voici comment sont établies les trois

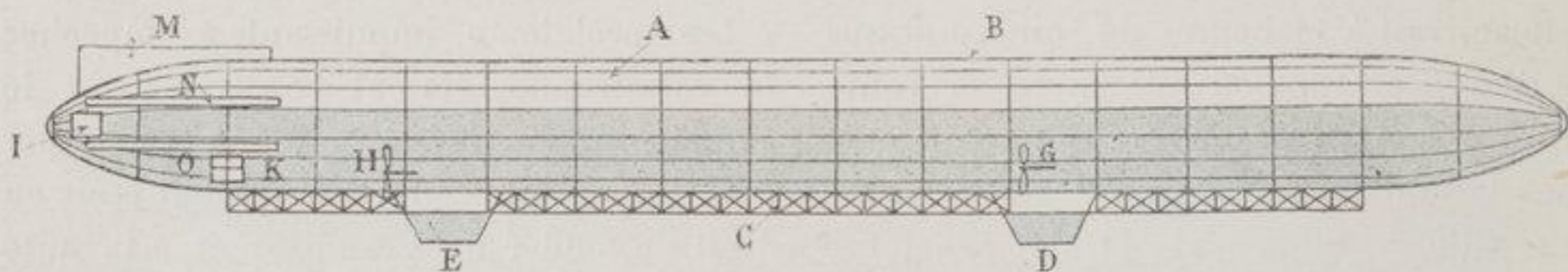


Fig. 316. — Élévation schématique du dirigeable *Zeppelin*.

le prince Henri de Prusse, frère de l'empereur d'Allemagne, et le comte Zeppelin, fit une ascension qui dura six heures.

Le 7 novembre, le Kronprinz, héritier du trône d'Allemagne, accompagnait à son tour le comte Zeppelin dans une ascension de l'aéronat. Le *Zeppelin I* alla à la rencontre de l'empereur d'Allemagne qui se rendait par le train au château de Donaueschingen ; les passagers purent le saluer, à 100 mètres de hauteur, au moment où il arrivait en gare, puis le dirigeable regagna son hangar où il aborda après un voyage de six heures et demie.

Après plusieurs autres sorties d'essai, dont l'une fut effectuée devant l'empereur Guillaume II, le dirigeable *Zeppelin I* fut acheté au comte Zeppelin par le ministère de la guerre allemand pour la somme de 2.062.500 francs.

unités de la flotte aérienne allemande : les dirigeables *Zeppelin I*, *Zeppelin II* et *Zeppelin III*.

Comme dans le modèle primitif, le dirigeable *Zeppelin* est constitué par une enveloppe rigide. Cette enveloppe A (Fig. 316) est une carcasse métallique, dont les diverses parties sont assemblées comme nous l'avons indiqué plus haut. Nous savons que cette carcasse est divisée en 17 compartiments B, contenant chacun un ballonnet qui est rempli d'hydrogène. Une enveloppe en tissu caoutchouté recouvre la carcasse métallique.

A la partie inférieure de l'enveloppe est disposée, longitudinalement, une quille C, poutre métallique armée qui renforce la carcasse et donne de la rigidité à l'ensemble. La quille réunit les deux nacelles D et E suspendues, par un dispositif de

tubes d'acier entrecroisés, à l'enveloppe du dirigeable.

Dans chacune des nacelles est placé un moteur à pétrole d'une puissance de 110 chevaux. Ce moteur actionne, par l'intermédiaire d'arbres obliques F, deux hélices G et H disposées une de chaque côté de l'enveloppe. Le dirigeable se trouve donc propulsé par quatre hélices à trois ailes.

Ces divers organes sont restés sensiblement les mêmes que dans le modèle primitif, sauf en ce qui concerne leur puissance. C'est surtout dans les dispositifs de direction, de stabilisation et d'empennage que des modifications importantes ont été apportées au premier modèle.

Les gouvernails de direction, au nombre de deux, I et J, sont placés à l'arrière de la carcasse métallique, sur l'axe horizontal de cette carcasse, et un de chaque côté. Ils sont constitués chacun par une série de trois plans verticaux, rendus solidaires les uns des autres.

Ces gouvernails peuvent osciller autour d'un axe vertical et ils sont actionnés de la nacelle d'arrière.

Les stabilisateurs d'altitude, ou gouvernails de profondeur, sont également au nombre de deux, K et L. Ils sont placés à l'extrémité arrière de la quille verticale, un de chaque côté de l'enveloppe, vers sa partie inférieure. Ils sont constitués par des plans horizontaux disposés à la façon des lames de persiennes, et sont manœuvrés de la nacelle d'arrière.

L'empennage fixé à l'arrière de l'enveloppe comporte un plan vertical M, servant à assurer la stabilité de direction, et deux séries de plans stabilisateurs disposés de chaque côté de l'enveloppe, au milieu de sa hauteur, servant à assurer la stabilité lon-

gitudinale. Ces plans stabilisateurs, N et O, sont légèrement obliques, débordent de l'enveloppe et sont maintenus assujettis contre elle par des haubans reliés à l'armature métallique. C'est entre les deux plans obliques N et O, constituant un des stabilisateurs, qu'est placé un des gouvernails de direction.

Le dirigeable *Zeppelin I* a fait ses premiers essais le 9 mars 1909. Le 11 mars il a effectué une ascension de 3 heures de durée; le 12 mars, une ascension d'altitude dans laquelle il a atteint 1.250 mètres. Le 20 mars il est sorti, ayant à bord 26 passagers.

Le 1^{er} avril, le comte Zeppelin partait à bord de son aéronef pour effectuer le trajet de Friedrichshafen à Munich et retour. Parti à 4 heures du matin, le dirigeable passant à Biberach et au sud d'Augsbourg, arrive à Munich à 9 heures du matin.

Mais poussé par un vent très vif, il ne peut atterrir et se trouve emporté au delà de la ville. Après de nombreuses évolutions, il réussit à atterrir à 3 heures, à 60 kilomètres de Munich, sans incident.

Jusqu'au lendemain matin il fut maintenu la pointe au vent par une forte équipe de soldats.

Le vent s'étant calmé, le 2 avril, vers 11 heures du matin, le *Zeppelin I* s'élevait et venait atterrir à Munich. Il en repartait 2 heures plus tard et regagnait sans incident son hangar de Friedrichshafen.

Ce voyage permit au dirigeable *Zeppelin I* de faire escale en descendant sur la terre, au lieu de venir se reposer sur l'eau.

Après ces essais, l'aéronef fut accepté par l'autorité militaire allemande et il devait se rendre, par la voie des airs, à Metz où il était affecté.

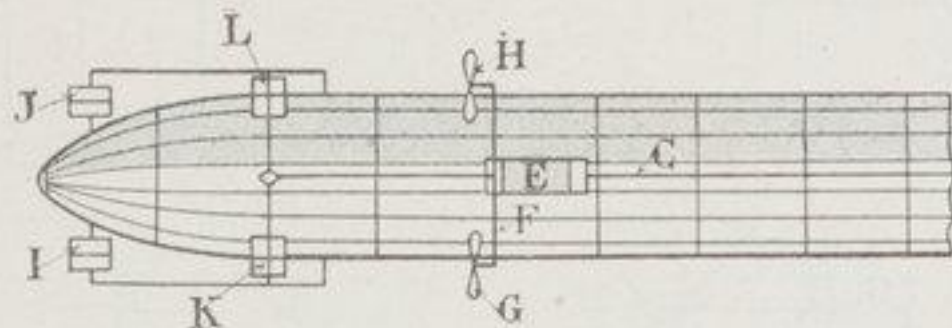


Fig. 317. — Vue en plan et en dessous de l'arrière du *Zeppelin*.

Le départ pour Metz eut lieu le 29 juin 1909, un peu après minuit. L'équipage était composé d'aérostiers militaires commandés par le major Sperling, qui pilotait le dirigeable.

A 5 heures du matin, un orage et une panne de moteur forcèrent l'aéronat à atterrir. L'atterrissage put s'effectuer sans incident et le dirigeable se trouva campé en plein air, exposé à la pluie et au vent. Il était maintenu par de nombreux soldats que l'on avait fait venir en toute hâte des garnisons voisines.

Le *Zeppelin I* resta ainsi jusqu'au 3 juillet, pour réparer l'avarie de son moteur et attendant un temps favorable pour repartir.

Le départ eut lieu le 3 juillet, à 11 heures du soir, et le dirigeable atterrit sans incident devant son hangar, à Metz, le lendemain, à 8 h. 20 du matin.

L'aérostat dirigeable *Zeppelin II* est en beaucoup de points semblable au précédent. Sa longueur est de 136 mètres, son diamètre de 13 mètres. Son volume est de 15.200 mètres cubes. L'empennage vertical a été supprimé, les gouvernails de profondeur ont été disposés plus en arrière et un gouvernail vertical, placé à l'extrémité arrière de la carcasse, a été adjoint aux deux autres gouvernails verticaux cellulaires de direction.

Il est actionné par deux moteurs Daimler de 110 chevaux. Les hélices tournent à 900 tours par minute : deux d'entre elles n'ont que deux branches au lieu de trois.

Les premiers essais du dirigeable *Zep-*

pelin II ont eu lieu le 26 mai 1909.

Après quelques sorties satisfaisantes, le dirigeable part le 29 mai pour gagner vraisemblablement Berlin, situé à 700 kilomètres environ de Friedrichshafen.

Le départ a lieu 9 h. 50 du soir. Le lendemain 30 mai, vers 7 heures du matin, le dirigeable a parcouru environ 200 kilomètres. A 8 heures et demie il passe au-dessus de Nuremberg. Il poursuit sa route au nord, passe sur Bayreuth et arrive à Leipzig à 4 h. 45 du soir, ayant parcouru 510 kilomètres. A 7 heures du soir, il passe au-dessus de Bitterfeld. Il reste 140 kilomètres à parcourir pour atteindre Berlin.

Mais un vent assez vif gêne fortement la marche de l'aéronat, et à 7 h. 20, il vire de bord après avoir annoncé son retour par deux dépêches jetées de la nacelle.

A Berlin, une foule enthousiaste attendait

le dirigeable, qui devait atterrir au champ de manœuvres de Tempelhoff. L'empereur, venu de Potsdam, était aussi présent avec toute sa cour. Ce fut une grande désillusion lorsqu'on apprit que le *Zeppelin II* avait fait demi-tour.

Le dirigeable, aidé par le vent, poursuivait facilement sa route vers Friedrichshafen. Un seul moteur était mis en action, ce qui permettait de laisser reposer l'autre. Pendant toute la nuit le voyage s'effectua sans incident. Le 31 mai, à 9 heures du matin, l'aéronat avait atteint Stuttgart. Deux heures plus tard, comme le dirigeable voulait atterrir pour se ravitailler en essence, un coup de vent le projeta sur un arbre et

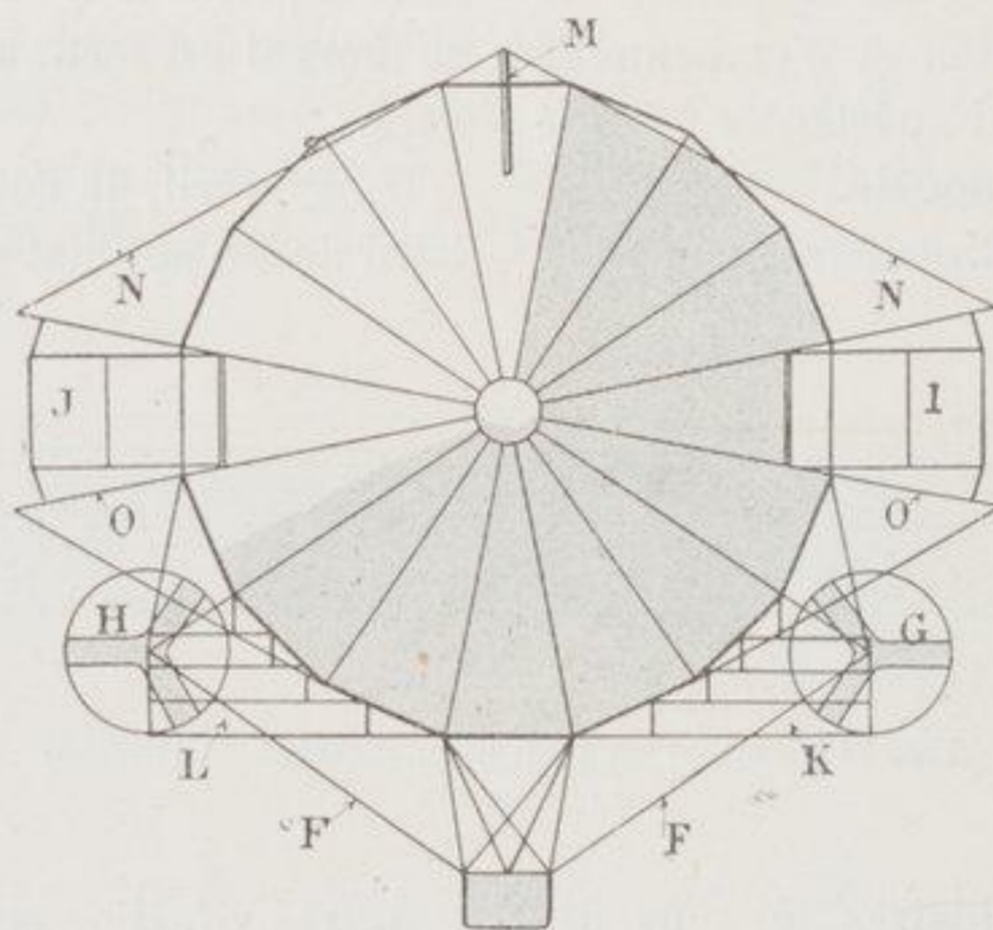


Fig. 318. — Vue en bout d'arrière du dirigeable *Zeppelin*.

l'avant de la carcasse métallique fut fortement endommagé. Il avait parcouru 970 kilomètres et avait navigué pendant 37 heures et demie.

Toutes les dispositions furent immédiatement prises pour munir le dirigeable d'un avant de fortune, lui permettant de parcourir les 150 kilomètres qui le séparaient de son hangar.

Après 28 heures d'arrêt, il peut s'élever, le 1^{er} juin, vers 3 heures du soir, n'ayant plus sa nacelle avant et monté par 5 hommes d'équipage. Il parcourt 80 kilomètres, puis atterrit à 8 heures du soir, pour se ravitailler. Il repart à minuit 40 et après 75 kilomètres de route, arrive, enfin, vers 6 heures du matin, devant son hangar de Friedrichshafen. Ainsi se termina cette audacieuse randonnée, qui fut bien près, cependant, de devenir triomphale.

Le dirigeable *Zeppelin III* est semblable au dirigeable *Zeppelin II*. Les quatre hélices ont seulement deux branches flexibles et leur diamètre est un peu augmenté. Les hélices d'avant sont actionnées par l'intermédiaire d'arbres obliques et de roues d'engrenage coniques, tandis que celles d'arrière sont commandées au moyen de poulies et de courroies en acier enfermées dans des carters. En outre, on a disposé le long de l'enveloppe une bande d'étoffe qui sert à canaliser l'eau qui tombe sur la partie

supérieure et à la rejeter vers l'extérieur.

Pour effacer la mauvaise impression due au voyage manqué du dirigeable *Zeppelin II* à Berlin, le comte Zeppelin décida d'effectuer avec l'aéronat *Zeppelin III* le trajet Friedrichshafen-Berlin et retour.

Le départ eut lieu le 27 août, vers 5 heures du matin. A 11 heures, une avarie étant sur-

venue à une hélice et à un moteur, le dirigeable atterrissait à Ostheim pour faire les réparations nécessaires. Deux heures après il repartait, mais il s'arrêtait à Nuremberg pour remplacer un moteur.

Le lendemain, 28 août, à 3 heures du matin l'aéronat s'enlevait de nouveau et se dirigeait sur Berlin. Mais comme, par suite du vent contraire et d'une autre panne de moteur, il ne pouvait espérer atteindre Berlin pendant le jour, on décida de faire escale à Bitterfeld où le dirigeable arriva

dans la nuit. Le jour suivant, le 29 août, à 7 h. 1/2 du matin, il partait pour la capitale allemande. Il arrivait à Potsdam à midi, et à midi et demi, au-dessus du champ de manœuvres de Tempelhoff. L'empereur d'Allemagne était présent. Une ovation enthousiaste fut faite par les spectateurs, au nombre d'environ 100.000, au comte Zeppelin qui pilotait lui-même le dirigeable. A 1 heure 50 il atterrissait sur le champ de tir de Tegel.



Fig. 319. — Itinéraire du voyage du dirigeable *Zeppelin*, du 29 mai au 2 juin 1909.

Le soir même, à 11 h. 1/2, le dirigeable *Zeppelin III*, qui avait procédé au remplacement d'une hélice, repartait pour Friedrichshafen.

Le 30 août au matin, une des hélices éclata; les morceaux détachés crevèrent l'enveloppe et un des ballonnets. Le dirigeable atterrit pour que les réparations pussent être effectuées. Malgré des difficultés de toutes sortes, elles furent terminées le 1^{er} septembre, et ce jour même, à 11 heures du soir, sous la conduite de l'ingénieur Durr, l'aéronat repartait, emportant neuf passagers.

Après un voyage de 23 heures pendant lequel il ne fit aucune escale, le dirigeable *Zeppelin III* arriva le 2 septembre, à 10 heures, devant son hangar.

Il effectua, par la suite, d'autres voyages de moins grande envergure, dont l'un à Francfort, pour participer aux manœuvres, pendant lequel il eut quelques avaries.

Le dirigeable *Zeppelin III* eut une fin tragique. Acheté par une société de voyages aériens, il était remisé dans un hangar, à quelques kilomètres de Baden-Baden. Il effectuait des excursions avec des passagers.

Le 14 septembre 1910, il revint à son hangar pour réparer une avarie survenue à un moteur. A l'abri du hangar on procéda aux réparations; mais après avoir nettoyé les moteurs à l'essence, on en mit un en marche. Le feu prit aussitôt dans la nacelle. On put l'éteindre avec du sable, mais un bidon d'essence resté dans la nacelle s'enflamma lorsqu'on le retirait et, cette fois, l'enveloppe, qui était placée à peu de distance de la nacelle, prit feu. Le dirigeable tout entier flamba et fut détruit en quelques minutes. Les moteurs seuls et les nacelles n'avaient presque pas souffert.

On voit, par les diverses relations que nous venons de donner des voyages des différents dirigeables *Zeppelin*, que leur grand encombrement et leur défaut de souplesse, joints

à la multiplicité des organes mécaniques, ont occasionné un grand nombre d'accidents et ont immobilisé assez souvent ce genre d'aéronats.

Quoique l'enthousiasme pour les grands dirigeables rigides du type Zeppelin ait été toujours fort grand en Allemagne, il semble que les autres aéronats allemands : le *Parseval* et le *Gross*, soient appelés à donner des résultats meilleurs.

Examinons ces deux autres types d'aérotats dirigeables allemands, construits pour être affectés à la flotte aérienne militaire.

Aérostaf dirigeable Parseval

(Fig. 320.) Ce dirigeable, à enveloppe souple, a été établi par le major von Parseval,

officier de l'armée allemande, de façon à pouvoir être facilement transporté sur deux fourgons, et à pouvoir se déplacer à la suite d'une armée en campagne. Les divers organes ont été conçus pour que l'aéronat puisse être dégonflé, démonté et plié rapidement.

L'enveloppe A est en tissu de soie, rendu imperméable pour empêcher la fuite du gaz qu'elle contient.

Cette enveloppe, de section cylindrique, a une forme arrondie vers l'avant et effilée vers l'arrière. Elle a 48 mètres de longueur et son volume est de 2.300 mètres cubes.

Pour maintenir la permanence de sa forme malgré la dilatation ou la contraction du gaz intérieur, deux ballonnets B et C sont disposés dans l'enveloppe. Ces ballonnets peuvent être remplis d'air au moyen d'un ventilateur D disposé au-dessus de la nacelle et actionné par le moteur du dirigeable. Une manche E relie le ballonnet à une double tubulure FF, qui communique avec chacun des ballonnets.

Deux clapets automatiques placés sur les tubulures et correspondant chacun à un ballonnet permettent, par leur manœuvre, de laisser échapper l'air des ballonnets.

Les enveloppes constituant les ballonnets sont reliées entre elles par une corde G, disposée, à l'intérieur de la grande enveloppe, sur une série de galets de renvoi qui la guident.

La nacelle H est suspendue à l'enveloppe d'une façon spéciale. Des câbles I et J, solidaires de l'enveloppe, passent sur des rouleaux-guides K qui font corps avec la nacelle.

Ce dernier organe n'est donc pas fixé rigidement aux câbles; il peut se déplacer lors du mouvement en avant par exemple. Il s'établit, à ce moment, sous la poussée de l'hélice, une position d'équilibre de

mension est de 4^m,30 de diamètre et elles sont actionnées à raison de 260 tours par minute.

Le dirigeable *Parseval* est muni d'organes de stabilisation et de direction. La direction est obtenue par la manœuvre d'un gouvernail vertical M, placé à l'arrière et au-dessous de l'enveloppe. Ce gouvernail fait suite à un plan stabilisateur N également vertical, qui sert à assurer la stabilité de direction.

Ces surfaces planes sont constituées par des cadres en bois sur lesquels de l'étoffe a été tendue.

L'empennage horizontal est formé de

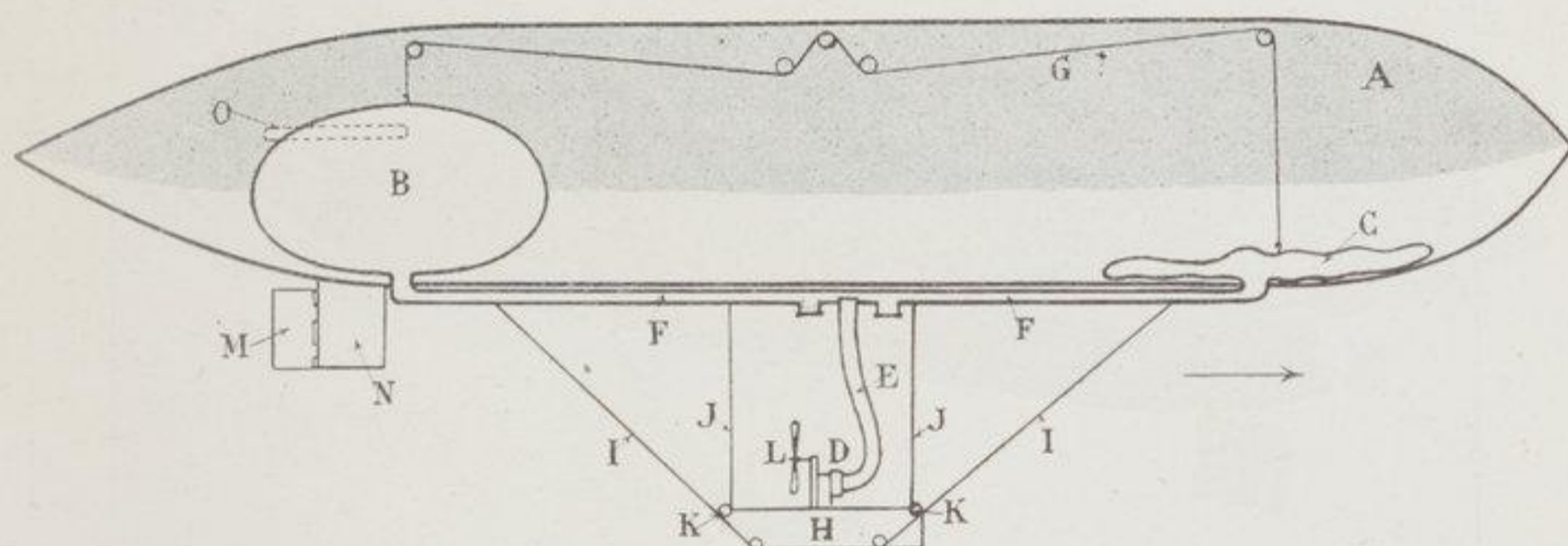


Fig. 320. — Coupe schématique longitudinale du *Parseval*.

la nacelle et des câbles par rapport à l'enveloppe.

L'hélice L est placée entre la nacelle et l'enveloppe, afin de réduire le plus possible la valeur du couple de déversement. L'hélice est actionnée par un moteur Daimler de 85 chevaux, comportant 4 cylindres. Le refroidissement s'effectue par une circulation d'eau. Le moteur est muni, pour cela, d'un radiateur et d'un ventilateur en aluminium.

L'hélice comporte quatre branches. Lorsque l'hélice est au repos, ces ailes, formées de bras en acier recouverts d'une étoffe lestée de plomb, sont molles et tombent. Lorsqu'elle est en mouvement, l'action de la force centrifuge a pour effet de développer les ailes et de les rendre rigides. Leur di-

deux plans horizontaux O fixés latéralement contre l'enveloppe, vers l'arrière. Ces plans assurent la stabilité longitudinale.

La stabilité d'altitude est obtenue en vidant, au moment propice, un des ballonnets d'air contenus dans l'enveloppe du dirigeable. En vidant le ballonnet arrière, on provoque l'ascension de l'appareil.

On peut régler, par ces manœuvres, l'altitude dans une limite de 200 mètres, sans employer du lest.

Comme pour les autres types de dirigeables, on a construit plusieurs modèles de l'aéronat *Parseval*, au fur et à mesure que les essais indiquaient des modifications et des améliorations à apporter à l'appareil.

Après les premières expériences faites avec

le dirigeable *Parseval I*, on établit l'aéronat *Parseval II*, semblable à celui que nous venons de décrire.

Le 15 septembre 1908, cet appareil effectua une ascension d'une durée de plus de 11 heures pour ses essais de recette imposés par l'autorité militaire; mais, à la fin de ce voyage qui devait durer 12 heures, un coup de vent, en brisant un des plans stabilisateurs horizontaux, provoqua une déchirure

essais de durée et d'altitude quelques autres avaries, qui purent d'ailleurs être toujours assez facilement réparées.

Le troisième modèle de ce type de dirigeable, le *Parseval III*, a été augmenté de volume.

La longueur de l'enveloppe est de 69 mètres; son diamètre est de 11 mètres et son volume de 5.600 mètres cubes. Le poids total de l'aéronat est de 6.000 kilos.

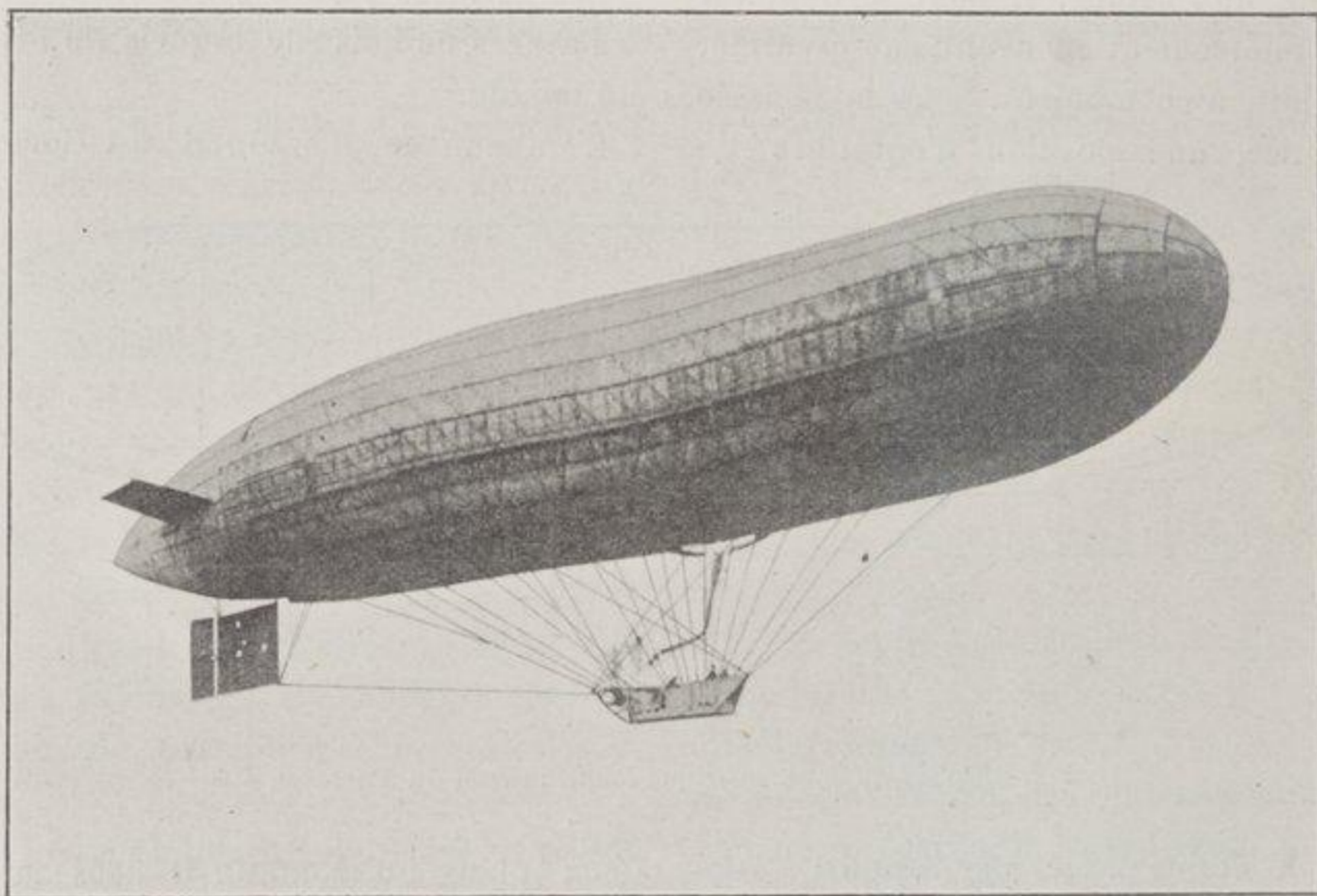


Fig. 321. — Le dirigeable *Parseval*.

dans l'enveloppe et détermina la descente rapide de l'appareil, qui ne fut cependant pas très endommagé.

Le lendemain matin, en effet, la déchirure étant réparée, le dirigeable *Parseval II* se rendait, suivant le désir de l'empereur Guillaume II, au champ de manœuvres avec le *Gross II*, mais le vent gênait fortement la marche des dirigeables. L'aéronat *Gross II* vira de bord, mais le *Parseval II* descendit brusquement sur un toit, où les pompiers allèrent recueillir les aéronautes, qui n'avaient aucune blessure.

Le *Parseval II* eut à subir pendant ces

Il est actionné par deux moteurs d'une puissance de 100 chevaux, donnant le mouvement à deux hélices. Ces moteurs tournent en sens inverse et sont placés symétriquement à droite et à gauche de la nacelle. Les hélices sont disposées pour être actionnées soit par un seul moteur soit par les deux, et pour tourner avec la même vitesse. Pour réduire le plus possible le poids des moteurs, toutes les pièces ont été évidées et allégées et faites en matière très résistante.

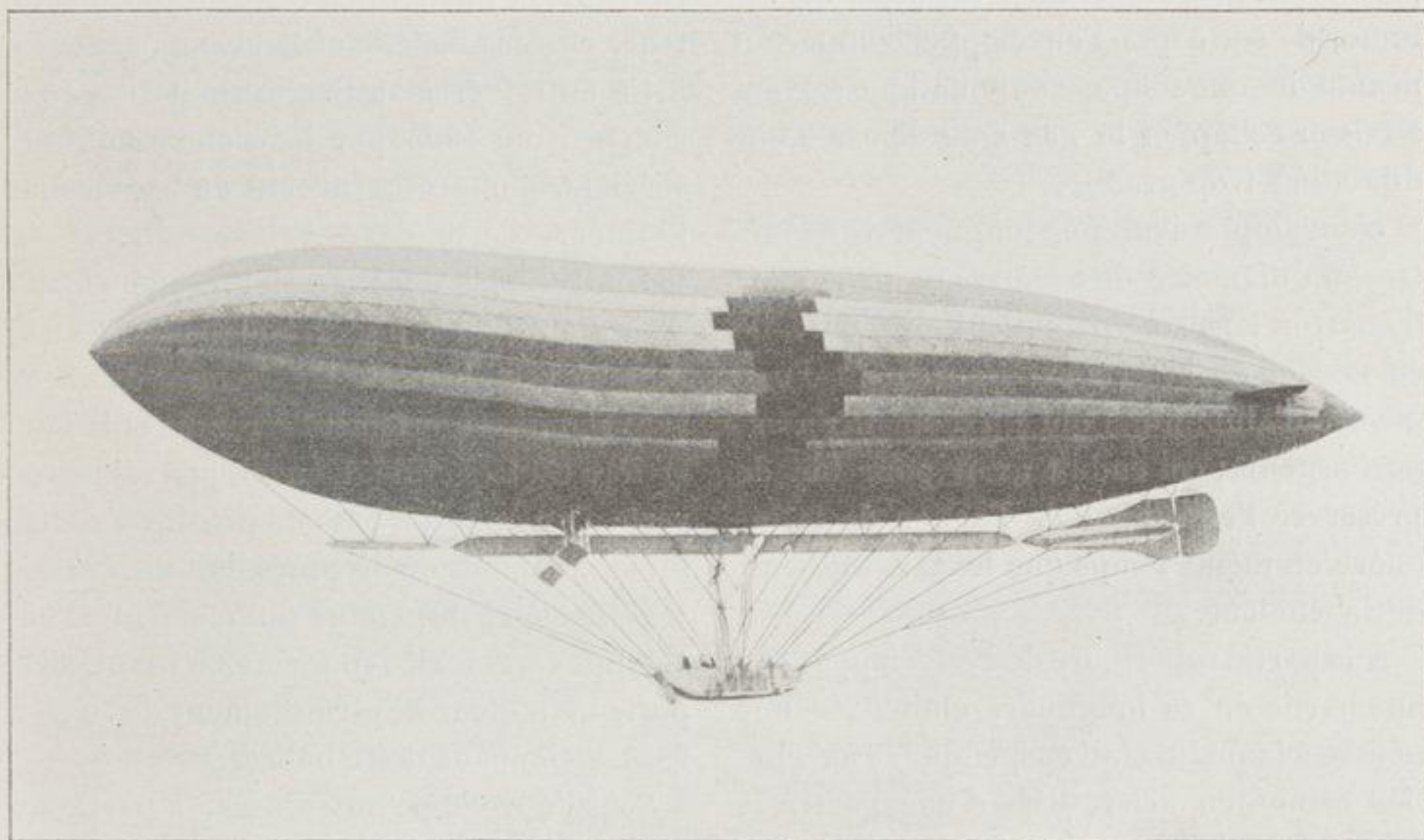
Plusieurs aérostats dirigeables du type *Parseval* font partie de la flotte aérienne militaire allemande.

Aérostas dirigéable Gross Cet aérostat est un autre type de vaisseau aérien militaire allemand. Il a été conçu par le major Gross et l'ingénieur Basenach.

Son enveloppe est en tissu, mais supportée par une sorte d'armature constituée en tubes d'acier, lesquels sont rendus solidaires d'une plaque concave, faite en aluminium. L'enveloppe a une longueur de 66 mètres et un diamètre de 11 mètres.

Un gouvernail de direction placé verticalement. Un gouvernail horizontal de profondeur est disposé vers l'avant.

Le dirigeable Gross a subi plusieurs transformations, et différents modèles en ont été construits. Ces divers aérostats ont également connu, pendant les essais et les expériences de mise au point, des chutes brusques et des fausses manœuvres qui ont provoqué aussi des avaries, dont l'importance n'a



Phot. Raffaele.

Fig. 322. — Le dirigeable *Gross*.

Elle supporte, par l'intermédiaire de tiges fixées dans des boîtes à billes, la nacelle, qui a 5 mètres de longueur sur 2 mètres de largeur. Cette nacelle est confectionnée en tubes d'acier et contient deux moteurs d'une puissance de 75 chevaux chacun.

Chacun des moteurs actionne une hélice portant trois ailes d'aluminium.

Les hélices sont disposées au-dessus de la nacelle, sous l'enveloppe.

Le dirigeable Gross est muni d'une quille verticale placée sous l'enveloppe, continuée, vers l'arrière, par un empennage en forme de croix après lequel est disposé le gou-

généralement pas été très considérable.

Ils ont effectué des trajets importants et sont affectés au service de l'armée allemande.

Aérostas dirigéable Italia Cet aérostat dirigéable, construit en 1905 par le comte Almerico da Schio, a été le type primitif de l'aérostat militaire italien.

Son enveloppe avait une forme cylindrique, terminée à ses deux extrémités par deux calottes allongées. La particularité de cette enveloppe consistait en une disposition élastique disposée à sa partie inférieure, sur une

grande partie de sa longueur; cela devait permettre au gaz intérieur de se contracter ou de se dilater, tout en maintenant l'enveloppe toujours tendue.

Cette disposition, à laquelle on a donné le nom de *ventre élastique*, devait éviter l'emploi du ballonnet compensateur à air. Elle constituait, en quelque sorte, un moyen automatique de conserver à l'enveloppe une forme sensiblement la même. Mais l'amplitude du déplacement du *ventre élastique* ne permettait pas une grande variation de volume, de sorte que l'enveloppe comportait néanmoins une soupape automatique servant à laisser échapper le gaz dans le cas d'une dilatation trop grande.

L'enveloppe avait une longueur de 38 mètres, un diamètre de 6 mètres et un volume d'environ 1.200 mètres cubes; elle était faite en soie et recouverte extérieurement d'une poudre d'aluminium qui lui donnait un aspect argenté; cet enduit avait pour but de préserver l'enveloppe de l'action de la lumière en même temps que le gaz intérieur, de la chaleur.

A la partie supérieure de l'enveloppe, sur une partie de sa longueur, était fixée une housse à laquelle était suspendue la nacelle. Des câbles en acier, fixés d'une part à la housse et d'autre part à la nacelle, assuraient cette suspension.

La nacelle, en forme de poutre armée, était faite en tubes d'aluminium. Elle avait une section quadrangulaire, une longueur de 17^m,60, et le compartiment contenant les instruments et les organes de manœuvre pouvait contenir quatre personnes.

Le moteur actionnant le dirigeable avait une puissance de 12 chevaux. L'hélice était disposée à l'avant de la nacelle; les dispositifs de stabilisation étaient constitués par une surface verticale, placée à l'arrière de l'enveloppe et par deux plans horizontaux fixés sur l'enveloppe et faisant office de gouvernails de profondeur.

À l'extrémité arrière et au-dessous de l'en-

veloppe, un plan vertical mobile formait gouvernail de direction.

Les essais effectués en 1905 et en 1906 avec le dirigeable *Italia* furent satisfaisants, et conduisirent à quelques modifications et améliorations.

L'enveloppe conserva son *ventre élastique*, formé par une succession de cordons caoutchoutés; la nacelle fut augmentée de longueur et allégée.

La puissance du moteur fut portée à 40 chevaux, et l'hélice placée au-dessus du moteur, entre la nacelle et l'enveloppe.

Un autre aérostat dirigeable italien a été construit en 1908 par la section militaire spéciale, pour être affecté au service de l'armée.

L'enveloppe de l'aérostat a une forme dissymétrique, le plus grand diamètre étant reporté vers l'avant. L'extrémité avant de l'enveloppe est fortement arrondie et le bout arrière est très effilé. L'enveloppe est recouverte d'un enduit à base de poudre d'aluminium comme pour le précédent dirigeable.

La nacelle, suspendue directement à l'enveloppe, a été faite en forme de canot. Elle porte un moteur Bayard-Clément de 70 chevaux actionnant deux hélices.

Sous l'enveloppe est placée, à partir du milieu de la longueur et allant vers l'arrière, une quille rigide verticale, à laquelle fait suite le gouvernail vertical de direction. Vers l'arrière sont disposés deux stabilisateurs horizontaux, un de chaque côté de l'enveloppe. Ces stabilisateurs sont formés de trois plans superposés et peuvent être manœuvrés de la nacelle pour assurer la stabilité d'altitude.

Ce dirigeable a fait des essais qui ont bien réussi en octobre et novembre 1908, et cela ayant à bord des officiers et des équipages militaires.

En 1909 un autre aérostat militaire italien appelé *I bis* a été établi par le génie militaire italien. Cet aérostat diffère du précédent par la constitution de l'enveloppe. Cette

enveloppe est formée par une armature métallique, faite en tubes d'acier. Au-dessus de l'armature est tendue une étoffe donnant une forme régulière à l'enveloppe et facilitant le glissement de l'air pendant l'avancement. L'enveloppe, par suite de sa disposition, est souple dans le sens longitudinal, mais elle est rigide dans le sens transversal, de sorte que le gaz de l'enveloppe et l'air du ballonnet peuvent varier de volume sans provoquer des déformations trop grandes.

Sous l'enveloppe est placée une quille constituée par un assemblage de tubes d'acier. La quille est démontable et est recouverte d'étoffe.

La nacelle est un canot suspendu au tiers de la longueur de l'enveloppe, vers l'avant.

Le moteur, de 100 chevaux, actionne deux hélices jumelées et tournant en sens contraire. Ce dirigeable a fait des essais très satisfaisants. Il a également effectué des voyages de longue durée, parmi lesquels celui de Naples à Bracciano, ville située à 40 kilomètres au nord de Rome. Le trajet a été de 520 kilomètres, parcourus en quatorze heures.

*Aérostat
dirigeable
Nulli-Secundus*

Cet aérostat dirigeable, construit en Angleterre en 1907 pour être mis au service de l'Armée britannique, n'a eu

qu'une fort courte carrière. En effet, après quelques essais, qui ne furent pas très satisfaisants, il fut détruit complètement d'une façon tout à fait imprévue.

Un autre dirigeable, appelé le *Nulli-Secundus II*, fut établi en 1908 sur les mêmes données que le premier. Les organes étaient semblables et disposés de la même manière; quelques modifications de détail y furent simplement apportées.

Le dirigeable *Nulli-Secundus II* a un volume de 2.400 mètres cubes.

L'enveloppe, de section cylindrique, terminée par deux bouts arrondis, est munie, à sa partie inférieure, d'une quille rigide

recouverte complètement d'étoffe. Cette étoffe se raccorde au-dessous de l'enveloppe.

La quille est maintenue fixée à l'enveloppe par des sangles, qui sont posées tout autour de cette enveloppe.

A l'arrière de la quille sont disposés les plans stabilisateurs horizontaux, au-dessous desquels est fixé le gouvernail de direction. Ce gouvernail est formé de deux surfaces polygonales placées côte à côte, parallèlement. Un gouvernail de profondeur est placé à l'extrémité avant de la quille.

La nacelle est suspendue un peu vers l'avant de l'enveloppe, pour équilibrer l'empennage arrière. Elle est munie, à sa partie inférieure, d'une *béquille*, semblable à celle des aérostats *Patrie* et *République*, faite en tubes d'acier qui se rejoignent au bas, en un même point.

Dans la nacelle est fixé un moteur Antoinette de 50 chevaux, actionnant deux hélices de 2^m,50 de diamètre. Ces hélices sont disposées une de chaque côté de la nacelle.

Les essais faits avec ce nouveau dirigeable ne paraissent pas avoir donné toute satisfaction à l'autorité militaire anglaise.

*Aérostats
dirigeables
divers*

Nous venons de décrire les principaux aérostats dirigeables français et étrangers,

presque tous établis pour être affectés au service des armées.

On a conçu et construit un grand nombre d'autres aérostats dirigeables, parmi lesquels quelques-uns ont été établis en vue d'expéditions spéciales.

Nous allons, en terminant ce chapitre, dire quelques mots de ces divers dirigeables.

Certains sont demeurés à l'état de projet, les fonds nécessaires à leur construction n'ayant pu être réunis.

M. Ch. Sibillot avait conçu, dès 1898, un aérostat à enveloppe rigide et constitué une Société sous le titre de *Compagnie générale Transaérienne*, pour la fabrication de cet aérostat, qui devait avoir un volume considé-

rable et qui ne put être mis en construction.

Le comte de la Vaulx a construit un dirigeable dont le caractère principal consiste dans la position qu'il a donnée à l'hélice de propulsion.

Cette hélice a été placée entre la nacelle et l'enveloppe, de façon à réduire à une valeur négligeable le couple de déversement qui se produit lorsque le point d'application de la force propulsive est situé sur la nacelle.

Le comte de la Vaulx a fait avec succès en 1907, à bord de son dirigeable, une série d'ascensions de courte durée.

En 1906, un Américain, M. Wellmann, qui devait plus tard tenter la traversée de l'Atlantique en aéronef, conçut le projet d'atteindre le Pôle Nord à l'aide d'un aérostat dirigeable. Le départ devait s'effectuer en juillet ou août 1906, de la baie de la Virgo, dans l'île des Danois, d'où partit Andrée

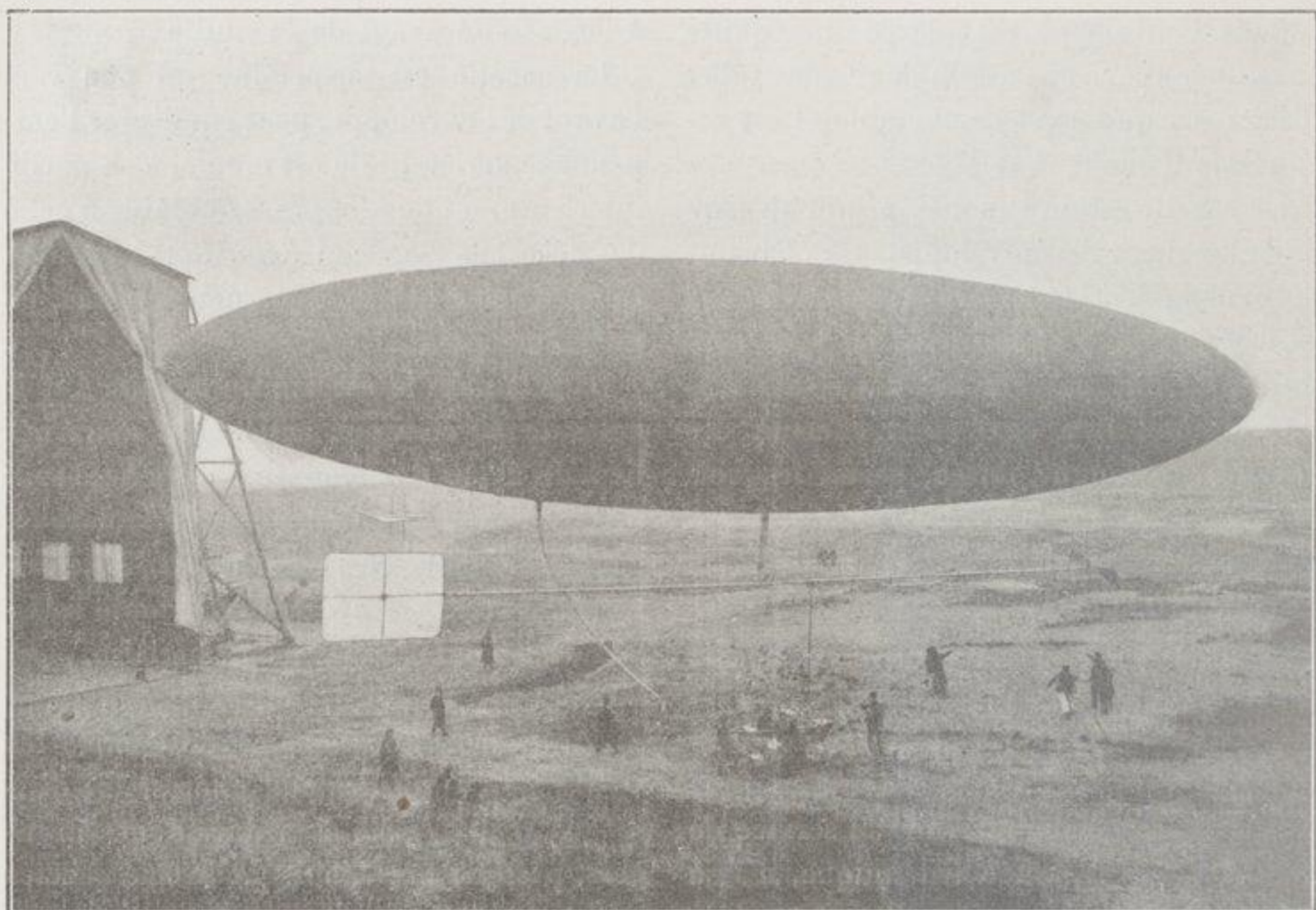


Fig. 323. — Le dirigeable de la Vaulx.

L'enveloppe, de forme ellipsoïde, supporte une longue tige formant quille, située entre l'enveloppe et la nacelle; c'est à cette tige qu'est suspendue la nacelle. A l'extrémité avant de la tige peut tourner l'hélice, placée ainsi au-dessus de la nacelle. L'hélice est commandée par le moteur fixé dans la nacelle, par l'intermédiaire d'arbres montés à la cardan et de roues d'engrenage. A l'arrière de la tige est disposé le gouvernail, au-dessus duquel sont placés des plans stabilisateurs.

en aérostat libre vers le Pôle Nord; mais les préparatifs n'étant pas terminés, le départ de Wellmann fut ajourné.

On avait élevé, pour recevoir le dirigeable, un grand hangar, dont les fermes étaient entièrement construites en bois, assez solidement pour résister à l'action des vents violents qui soufflent au Spitzberg. Un atelier de réparation fut également agencé, ainsi qu'une maison d'habitation.

L'enveloppe du dirigeable, construite dans les ateliers Louis Godard, après avoir été

expédiée au Spitzberg fut ramenée à Paris, lorsque le départ fut ajourné, et essayée dans la Galerie des Machines pour savoir si elle n'avait perdu aucune de ses qualités. Elle fut gonflée au gaz d'éclairage et son imperméabilité fut jugée satisfaisante. Sa longueur était de 55 mètres et son volume fut porté alors de 6.300 à 7.300 mètres cubes.

La partie mécanique de l'aéronat essayée au Spitzberg n'avait pas donné satisfaction à M. Wellmann. Il décida de remplacer les deux moteurs primitifs par un moteur de 100 chevaux actionnant deux hélices

militaire *Baldwin* en Amérique, l'aéronat *Torres Quevedo* en Espagne, ce dernier comportant deux moteurs à 8 cylindres, pouvant actionner une hélice à deux branches.

A Oakeland, en Californie, un autre dirigeable, construit par un Américain, était détruit à sa première sortie. Ce dirigeable, d'un volume considérable, était actionné par cinq moteurs de 40 chevaux. Il avait seize passagers à bord.

L'appareil n'était pas rationnellement établi. A une altitude de 100 mètres il se mit brusquement à descendre et vint s'écraser sur le sol.

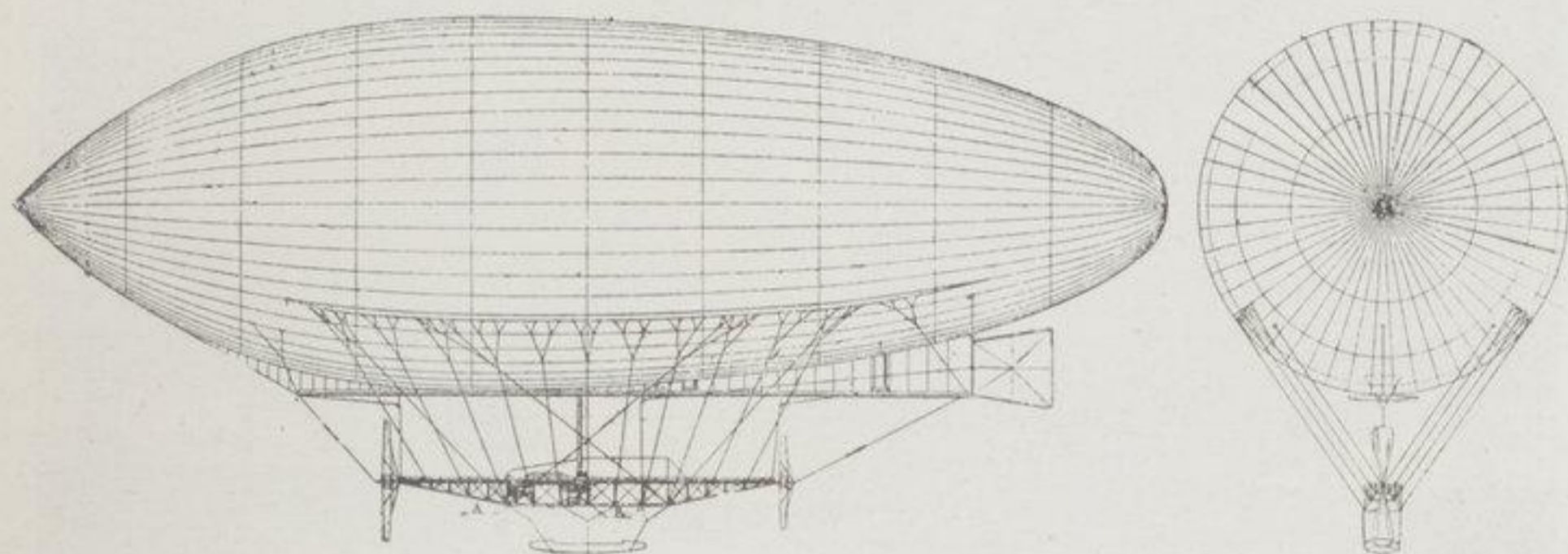


Fig. 324. — Élévation et vue en bout du dirigeable construit en vue d'une expédition au Pôle Nord.

métalliques disposées une de chaque côté de la nacelle.

La nacelle primitive, trouvée trop lourde, fut construite en tubes d'acier.

Elle avait une longueur de 35 mètres et pesait 800 kilogrammes. A l'arrière était disposé le réservoir d'essence, pouvant contenir 4.000 litres.

Le dirigeable devait emporter des traîneaux automobiles et même douze chiens esquimaux pour parer à une panne des moteurs. La date du départ fut plusieurs fois retardée pour des mises au point successives, et, finalement, le projet d'expédition au Pôle Nord en dirigeable fut abandonné.

En 1908 furent construits à l'étranger plusieurs aérostats dirigeables : le dirigeable

Trois passagers furent tués.

M. Jacques Faure, un habile aéronaute mort en 1911, avait fait construire, en 1909, un aérostat dirigeable, avec lequel il se proposait d'effectuer la traversée de la Méditerranée de Nice en Corse.

L'enveloppe du dirigeable *Jacques Faure* mesure 33 mètres de long, et a un volume de 1.050 mètres cubes. Elle est munie d'un panneau de déchirure et porte à l'intérieur un ballonnet à air compensateur.

Une vergue horizontale est disposée entre l'enveloppe et la nacelle. Elle est supportée par des suspentes qui sont fixées à l'enveloppe et est munie d'antennes transversales d'où partent d'autres suspentes reliées à la nacelle.

La nacelle, faite en tubes d'acier, a 18^m,75

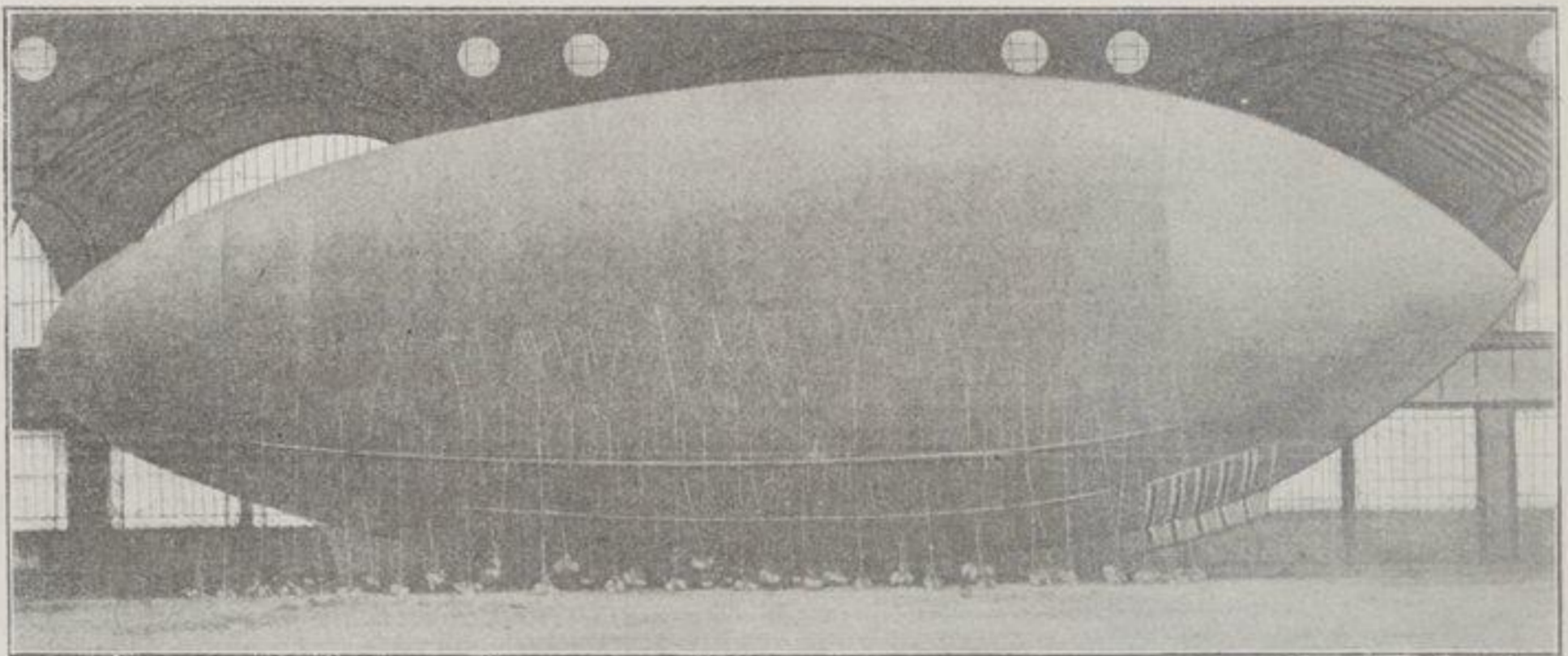
de long et se divise en deux compartiments, dont l'un reçoit l'équipage et l'autre contient le moteur.

Ce moteur, d'une puissance de 28 chevaux, actionne une hélice métallique, dont le diamètre est de 3^m,20 et le pas de 3^m,90. Cette hélice, placée à l'avant de la nacelle, tourne à une vitesse de 340 tours par minute.

Un gouvernail vertical est placé à l'arrière de la vergue horizontale, à la suite d'un dispositif d'empennage constitué par des surfaces planes. Un stabilisateur horizontal est placé au-dessus de la nacelle.

deux ailerons ou gouvernails de profondeur et deux ailerons vers l'arrière, à l'extrémité d'une poutre armée faisant suite à la quille. Le gouvernail de direction, qui est vertical, est placé à l'extrémité arrière de la poutre.

Au mois d'octobre 1909, un autre aérostat militaire, *Espana*, construit par les ateliers de la Société *Astra* pour le gouvernement espagnol, effectuait ses essais de recette, à l'aérodrome de Beauval, près de Meaux. Ce dirigeable, du type *Colonel-Renard*, fut, après une série d'heureuses ascensions



Phot. Louis Godard.

Fig. 325. — Le dirigeable *Wellmann*.

Ce dirigeable, essayé à Monte-Carlo le 26 mars 1909, fit une sortie malheureuse pendant laquelle son hélice vint heurter le toit du Musée Océanographique et se détériora. Le dirigeable eut aussi des avaries assez sérieuses.

En juin 1909, un aérostat dirigeable, *Russie*, construit par les ateliers Lebaudy pour le compte du gouvernement russe, faisait avec succès ses ascensions de recette devant une délégation russe. Ce dirigeable, du type *République et Liberté*, comporte une enveloppe qui mesure 61^m,20 de long et 10^m,90 au maître-couple. Elle est munie d'un empennage en forme de croix. L'aéronat porte sur l'avant, entre la nacelle et l'enveloppe,

d'expériences, livré à l'Espagne pour prendre part à la campagne du Maroc.

Un aérostat dirigeable allemand, *Erbsloh*, portant le nom d'un hardi aéronaute qui s'est distingué dans les coupes Gordon-Bennett pour aérostats libres, fut accidentellement détruit le 13 juillet 1910 et causa la mort de cinq passagers qui le montaient, parmi lesquels se trouvait l'aéronaute Erbsloh. Ce dirigeable, qui avait été endommagé lors d'une ascension, vers la fin de l'année 1909, avait été réparé et porté à un volume de 3.200 mètres cubes.

Les premiers essais effectués après la réparation furent satisfaisants et le 13 juillet 1910 il quittait son hangar de Liechlin-

gen, près de Cologne, pour faire une ascension de longue durée, piloté par l'aéronaute Erbsloh. Il y avait à bord quatre autres passagers.

Après un voyage d'une durée de 30 minutes environ, l'enveloppe du dirigeable éclatait et l'appareil descendait verticalement, la pointe en avant, vers le sol où il venait se réduire en miettes, les débris recouvrant les corps ensanglantés des cinq malheureux voyageurs. Tous avaient cessé de vivre.

Il est probable que l'éclatement fut provoqué par la brusque dilatation du gaz qui ne put trouver une issue de sortie suffisante par les orifices des soupapes, soit que la manœuvre de ces soupapes n'ait pu s'effectuer normalement, soit que les orifices aient eu une section trop faible.

Le dirigeable venait, en effet, de traverser une épaisse couche de brouillard et de retrouver un brillant soleil, dont la chaleur provoqua la dilatation rapide du gaz, qui s'était contracté pendant la traversée du brouillard. L'aéronat était monté brusquement jusqu'à 750 mètres et le pilote avait manœuvré ses gouvernails de profondeur pour descendre lorsque l'éclatement se produisit.

Au début de l'année 1910 un aérostat dirigeable italien, *Leonardo-da-Vinci*, fit des essais très réussis au-dessus de Milan.

Ce dirigeable, conçu par l'ingénieur Forlanini, a été établi pour diminuer, dans la plus grande mesure possible, la valeur de la résistance de l'air pendant son déplacement. Pour obtenir ce résultat, l'enveloppe a reçu une forme qui la rend semblable à un gigantesque poisson; la nacelle et les divers et organes du dirigeable font très peu saillie au-dessous de cette enveloppe, et cela afin d'éviter l'action de la résistance de l'air.

L'avant de l'enveloppe, très arrondi, a une forme ogivale; à l'arrière, elle est un peu plus allongée et a une forme parabolique. Sa longueur est de 40 mètres, et son plus

grand diamètre, qui est situé à environ 15 mètres de l'avant, a une dimension de 14 mètres. L'enveloppe a un volume de 3.265 mètres cubes et comporte un ballonnet d'air de 360 mètres cubes.

Au-dessous de l'enveloppe, sur toute la longueur, est fixée une poutre armée constituée en tubes et fils d'acier.

Cette poutre forme la quille de la nacelle, qui se trouve donc ainsi fixée d'une façon rigide à l'enveloppe. Toutes les parois extérieures de la poutre armée et, par conséquent, de la nacelle sont recouvertes de tissu semblable à celui qui forme l'enveloppe. C'est, en quelque sorte, un prolongement de cette enveloppe disposé pour ne produire qu'une faible résistance à l'air pendant l'avancement.

La nacelle, prise dans la poutre, est placée à l'extrémité avant. Elle est munie à sa partie antérieure d'une partie vitrée, derrière laquelle se tient le pilote.

Le dirigeable est actionné par un moteur *Autoinette* de 40 chevaux, fixé dans la nacelle et donnant, au moyen d'un embrayage à friction, le mouvement en avant ou en arrière à deux hélices disposées une de chaque côté de la quille et en arrière. Leur diamètre est de 2^m,70; leur pas de 6^m,50.

L'air du ballonnet est maintenu sous pression par un ventilateur actionné par un moteur auxiliaire ou *petit cheval* fonctionnant à vitesse constante.

La nacelle, dans laquelle se trouvent les machines, est bien ventilée.

A l'arrière de la quille sont disposés deux gouvernails de direction constitués chacun par trois plans verticaux de grande longueur entretoisés par plusieurs plans horizontaux. Ces gouvernails peuvent osciller autour d'axes verticaux.

La stabilité d'altitude est obtenue par la manœuvre de deux plans fixés à la nacelle et par le chauffage, au moment propice, du ballonnet à air, au moyen de la chaleur provenant des gaz brûlés du moteur.

Un empennage cellulaire, disposé à l'arrière de l'enveloppe, assure la stabilité longitudinale et la stabilité de route.

Les essais ont été satisfaisants.

Le journaliste américain, M. Wellmann, qui avait préparé en 1906 et 1907 une expédition en aérostat dirigeable au Pôle Nord, expédition dont nous avons parlé et qui fut abandonnée, conçut, nous l'avons dit, le projet de traverser l'Océan Atlantique en dirigeable. Il fit construire en France, avec des fonds réunis par souscription, un dirigeable, *America*, agencé spécialement en vue de cette téméraire expédition.

Le dirigeable *America* a été établi, dans son principe, d'une façon à peu près semblable à celui qui devait effectuer l'expédition polaire. L'enveloppe a été portée à une lon-

gueur de 70 mètres et son diamètre à 16 mètres. Son volume est de 1.000 mètres cubes environ. Le tissu qui la constitue est formé de deux tissus de soie et un de coton, superposés et collés les uns aux autres pour parer aux fuites de gaz.

L'enveloppe pèse 2.000 kilogrammes. Elle est munie d'un panneau de déchirure, placé au maître-couple, dont la corde est terminée par une ancre à deux pointes fort aiguës.

A l'intérieur de l'enveloppe sont disposés six ballonnets à air, compensateurs.

Ces divers ballonnets sont alimentés par un même ventilateur et par une même conduite. Ils ont, cependant, chacun, leur soupape d'échappement qui peut être manœuvrée de la nacelle, de sorte que l'on peut, à

volonté, en remplissant les ballonnets appropriés, faire varier la stabilité horizontale de l'aéronat en chargeant soit son avant, soit son arrière.

A l'enveloppe est suspendue la nacelle, formée de deux poutres à section triangulaire d'une longueur de 47^m,50, constituées par des tubes d'acier. Ces deux poutres sont réunies, à leur partie inférieure, par un cylindre creux en acier de 23 mètres de longueur formant un réservoir destiné à contenir la provision d'essence. A la partie supérieure de la poutre sont placées, perpendiculairement, des traverses, aux extrémités desquelles sont attachés les câbles de suspension reliés d'autre part à l'enveloppe. Cette disposition a pour but de diminuer l'obliquité des suspentes et de permettre de placer la nacelle relativement près de l'enveloppe,

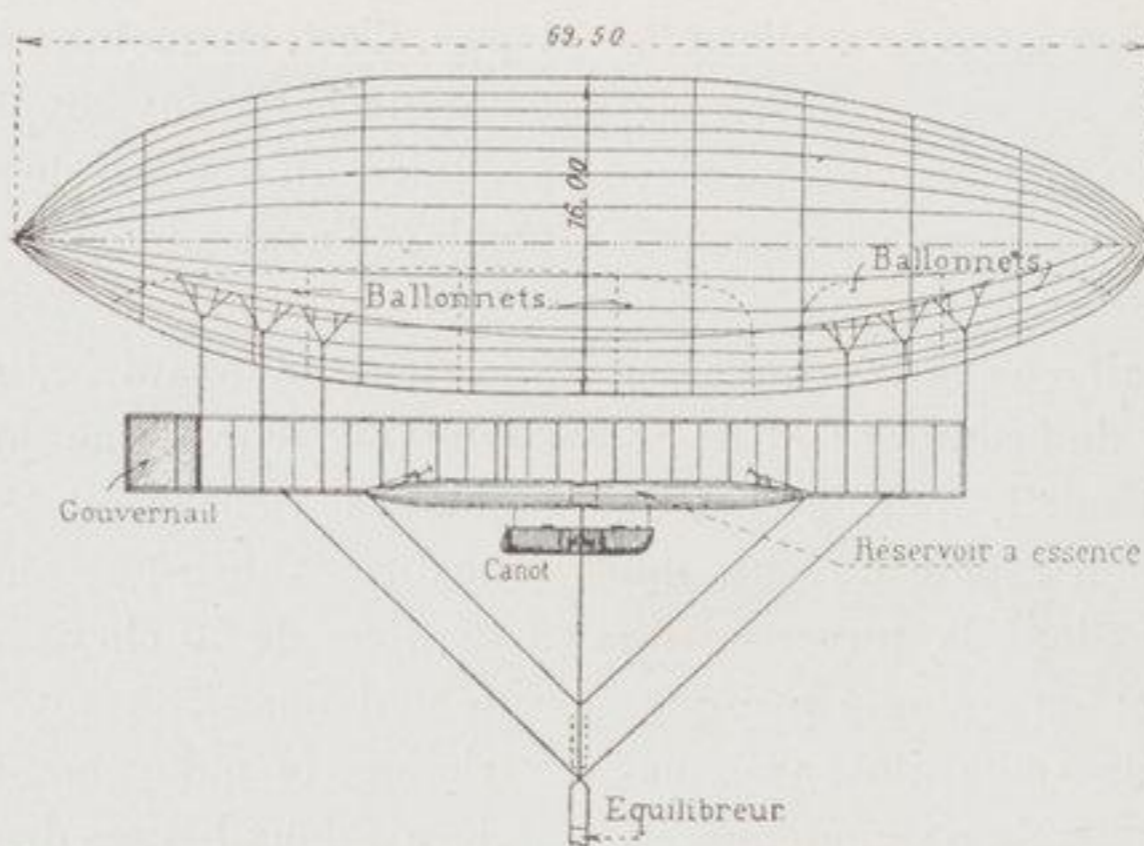


Fig. 326. — Vue schématique du dirigeable *America*.

sans que les câbles de suspension touchent à cette enveloppe.

La poutre est entourée de toile raccordée à l'enveloppe et percée, à certains endroits, d'ouvertures permettant aux passagers de faire leurs observations.

Le dirigeable est actionné par trois moteurs à essence. Deux de ces moteurs, d'une puissance de 90 chevaux, commandent chacun une paire d'hélices.

Le troisième moteur, auxiliaire, d'une puissance de 12 chevaux, actionne le ventilateur qui alimente d'air les ballonnets, et sert aussi à mettre en route les autres moteurs.

Les arbres des deux moteurs principaux sont placés transversalement par rapport à

la nacelle et actionnent, par des roues d'engrenage coniques, les hélices placées latéralement de chaque côté de la nacelle.

Les deux hélices d'avant ont un diamètre de 3^m,55; celle d'arrière un diamètre de 3^m,15.

La disposition des deux hélices d'arrière permet d'incliner à volonté leur axe; les hélices peuvent ainsi jouer le rôle des stabilisateurs ou gouvernails horizontaux. Ces stabilisateurs ont été, de ce fait, supprimés dans ce type d'aéronat.

Sous la nacelle a été placé un canot construit en toile et en lames d'acajou, pouvant être mis à l'eau automatiquement pour effectuer, le cas échéant, le sauvetage en mer de l'équipage du dirigeable. Ce canot, d'une longueur de 8^m,20 et de 2 mètres de largeur pèse 450 kilogrammes. Il est muni de deux compartiments étanches, d'un mât et d'une voile; il sera chargé de provisions.

Dans le compartiment avant du canot est disposé un poste de télégraphie sans fil. Le courant nécessaire pour alimenter ce poste est fourni par une dynamo commandée par le moteur auxiliaire. La dynamo sert aussi à charger une batterie d'accumulateurs, dont le courant est utilisé pour éclairer la nacelle et le canot. Le poste de télégraphie sans fil a une portée d'environ 160 kilomètres.

Une communication téléphonique est établie entre le canot et la nacelle.

Le combustible à emporter doit pouvoir alimenter les moteurs pour que l'aéronat puisse parcourir une distance de 5.000 kilomètres. Il a été prévu qu'un seul moteur actionnerait le dirigeable; les deux moteurs fonctionneront successivement. Le cylindre, placé sous la nacelle, peut contenir

4.000 kilos d'essence. Les 1.000 autres kilos sont contenus dans une série de récipients formant l'équilibreur.

Cet équilibreur est constitué (Fig. 327) par un câble en acier qui pend au-dessous de la nacelle et dont la longueur est d'environ 100 mètres. Sur ce câble sont empilés trente réservoirs en acier les uns à la suite des autres. L'extrémité supérieure de chaque réservoir a une forme convexe qui s'emboîte dans l'extrémité inférieure du réservoir qui le surmonte, de façon à constituer une sorte de rotule permettant à chaque réservoir de prendre une position oblique par rapport aux réservoirs voisins. C'est, en somme, un équilibreur à peu près semblable à celui que nous avons précédemment décrit, mais dont les blocs de bois sont ici remplacés par les récipients d'essence.

D'ailleurs, à la suite des récipients enfilés sur le câble sont disposés 40 blocs de bois qui, normalement, flotteront en plus ou moins grand nombre sur la surface de l'eau, suivant la hauteur à laquelle se maintiendra l'aéronat.

Cette hauteur moyenne doit être de 60 mètres au-dessus de l'eau.

Nous avons expliqué le rôle de l'équilibreur ou *serpent*, qui est

une sorte de guide-rope employé dans les ascensions au-dessus de l'eau.

L'équilibreur peut être soulevé au moyen de câbles qui passent sur des treuils.

Cette manœuvre s'effectue pour retirer, au fur et à mesure des besoins, les bidons d'essence qui sont enfilés sur le câble. C'est le récipient supérieur qui doit être enlevé après que la manœuvre a permis de détacher les câbles de suspension, qui sont ensuite attachés plus bas sur l'équilibreur.

On a estimé que la diminution de la force

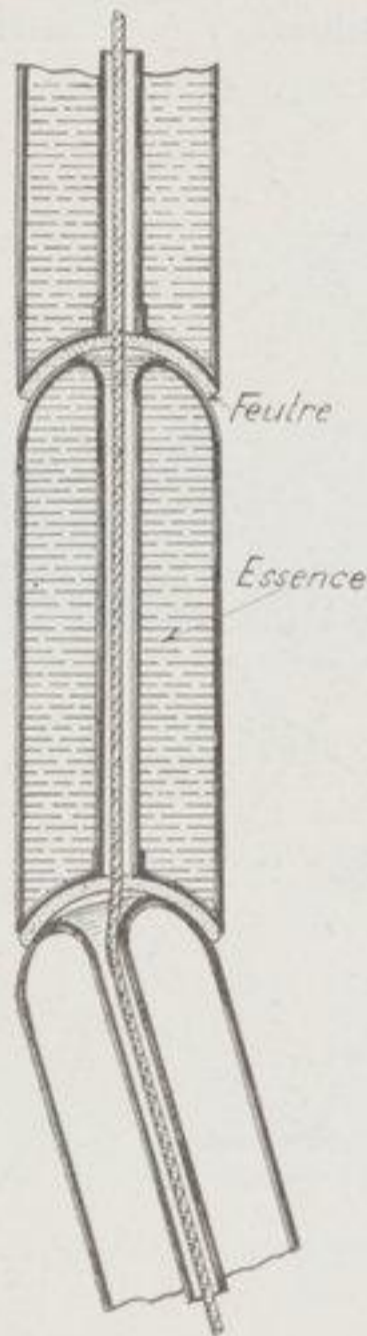


Fig. 327. — Coupe de l'équilibreur de l'America.

ascensionnelle de l'aéronat, due aux fuites de l'enveloppe, sera de 90 kilos par jour. Mais comme pendant une journée la consommation d'essence prévue est de 450 kilos environ, il en résultera un excédent quotidien de force ascensionnelle pouvant atteindre 360 kilos. Ce serait là un grave inconvénient si une correction n'était pas ap-

portée à cette variation connue de la force ascensionnelle. Pour la ramener à sa valeur normale on enlève de l'enveloppe un certain volume d'hydrogène, qui est remplacé par de l'air introduit dans les ballonnets.

L'hydrogène retiré de l'enveloppe n'est pas perdu. Le carburateur du moteur arrière a été disposé, en effet, pour pouvoir utiliser comme combustible,

soit l'essence, soit l'hydrogène, de sorte que le rayon d'action de l'appareil peut s'en trouver augmenté.

Le gouvernail de direction est constitué par une série de trois plans verticaux disposés à l'arrière de la poutre armée, et manœuvrés, de la nacelle, par des câbles.

L'aéronat dirigeable *America* ainsi équipé, ayant à bord six passagers, parmi lesquels MM. Wellmann et Melvin Vaniman, ingénieur

du dirigeable, partit le 15 octobre 1910, à 8 h. 1/2 du matin, de son hangar d'Atlantic City, pour traverser l'océan Atlantique. Pendant toute cette journée, le voyage se poursuivit d'une façon normale et l'équipage put, à l'aide du poste de télégraphie sans fil, signaler à plusieurs postes de terre et à des paquebots que tout allait bien à

bord. Jusqu'au 16 octobre, dans l'après-midi, le dirigeable suivit sa même direction vers l'Europe et se trouva au sud du cap Sablé.

Depuis lors on resta sans nouvelles de l'aéronat jusqu'au 18 octobre.

Ce jour-là, à 5 heures du matin, le commandant du steamer *Trent*, faisant le trajet des îles Bermudes à New-York, annonçait par un radiotélégramme qu'il avait re-

cueilli à 5 heures du matin l'équipage de l'*America*, à cent cinquante milles au large du cap Hatteras, sur la côte de la Caroline du Nord.

Depuis le 16 octobre, le dirigeable, qui ne possédait plus ses moyens de direction et de propulsion, avait été poussé vers le sud, hors de sa route, par un fort vent du nord qui l'avait conduit vers les îles Bermudes. A l'aide du poste de télégraphie sans fil ins-

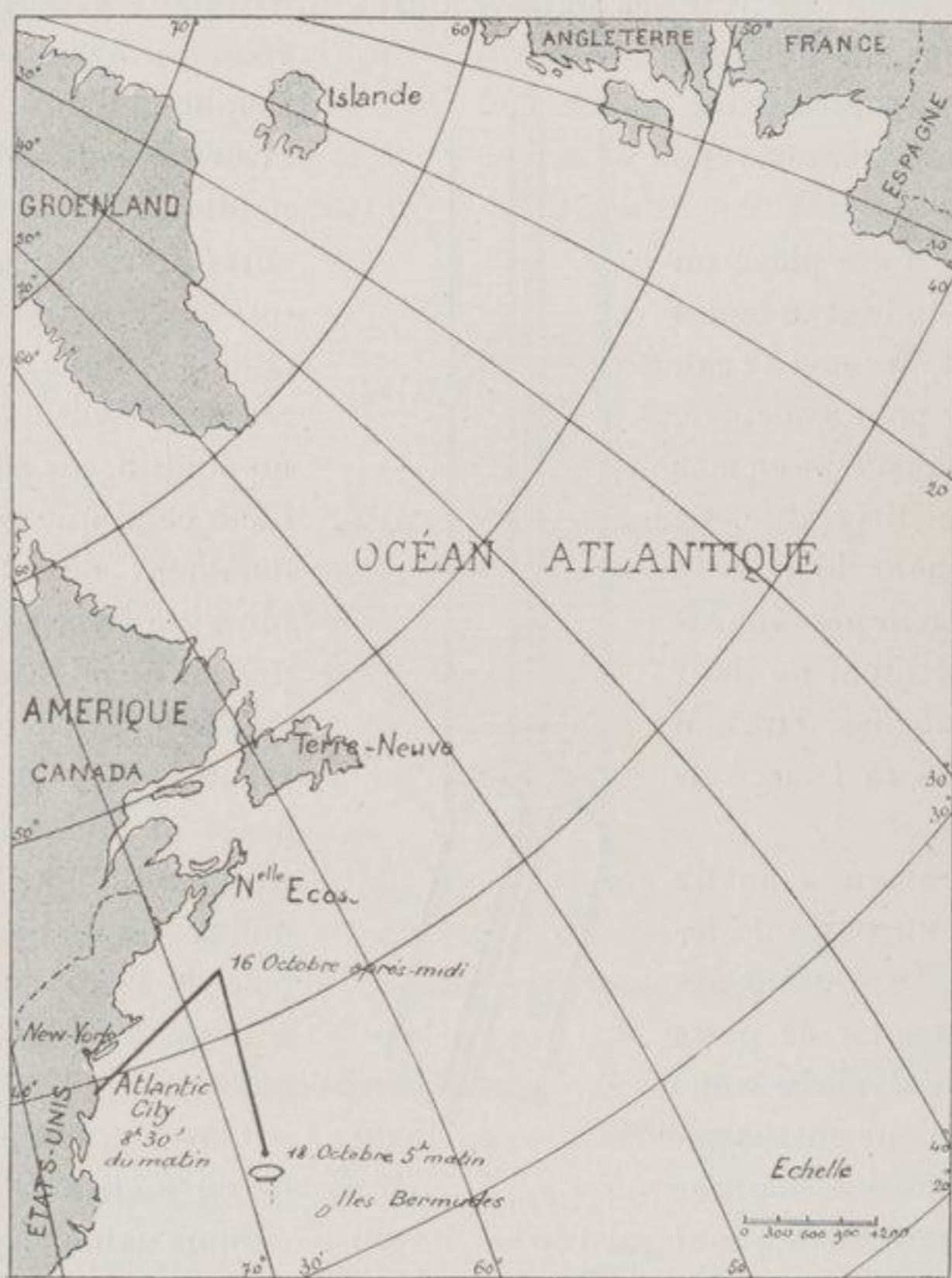


Fig. 328. — Tracé du parcours du dirigeable *America* au-dessus de l'Atlantique.

tallé à bord, l'équipage demanda du secours et ce message, reçu par le steamer *Trent*, permit au commandant du bateau de se porter au secours des aéronautes.

Après trois heures de manœuvres rendues fort difficiles par suite d'un vent violent, l'équipage de l'aéronat, qui avait très péniblement pu quitter le dirigeable en s'embarquant dans le canot, fut recueilli à bord du steamer.

Le dirigeable fut abandonné et, aussitôt délesté, disparut dans les airs en prenant la

phie sans fil qu'ils doivent leur salut.

Il convient cependant de reconnaître l'ingéniosité avec laquelle avaient été établis les divers organes du dirigeable et les précautions qui avaient été prises pour assurer sa marche. On peut regretter que ces précieux éléments n'aient pas été mis au service d'une expédition qui ait été couronnée du succès qu'elle méritait.

Un nouvel aéronat, le *Suchard*, a été construit et lancé à Kiel le 15 février 1911,

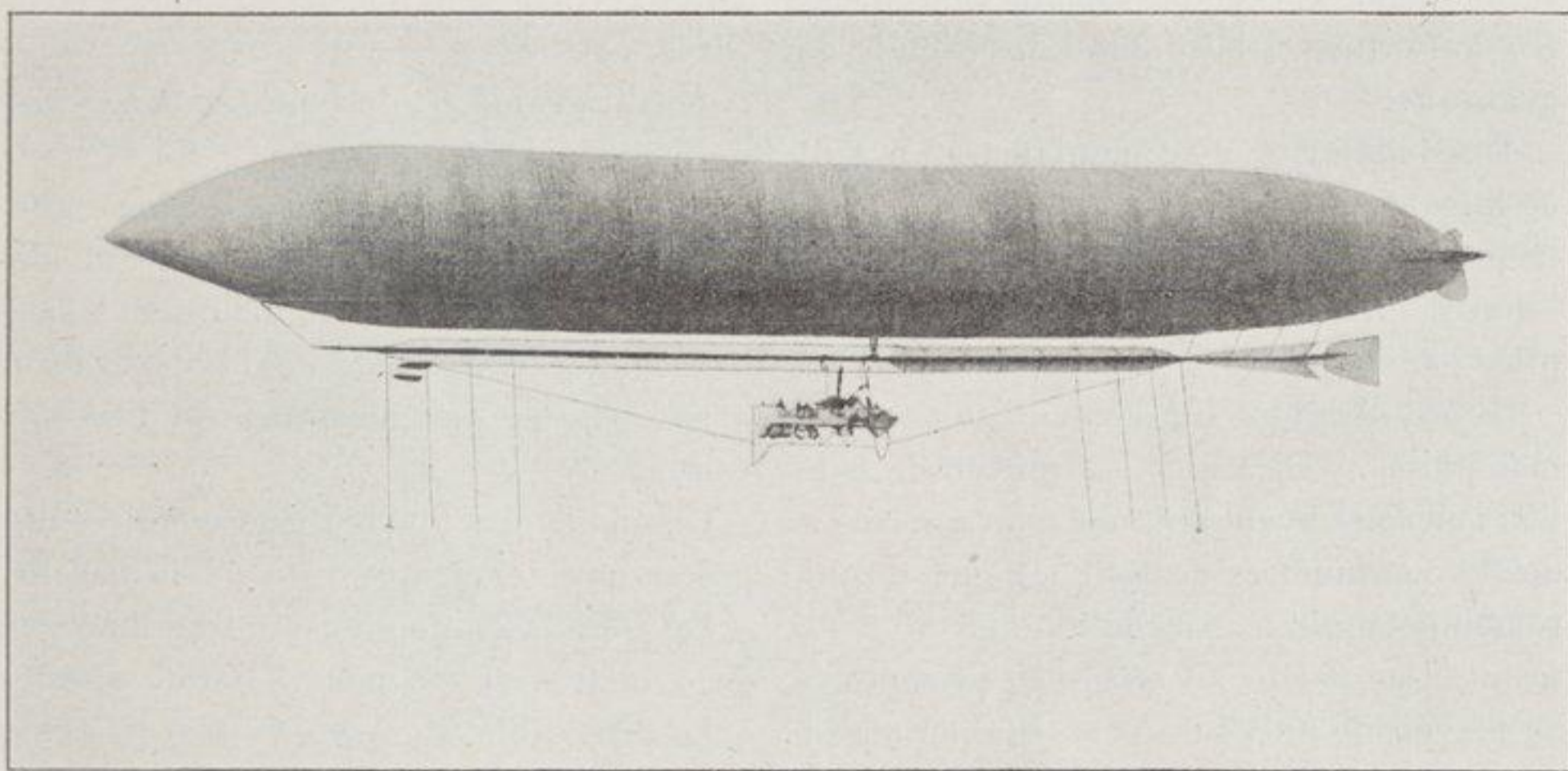


Fig. 329. — Le dirigeable *Morning-Post*.

direction du nord. On n'en a retrouvé aucune trace.

L'ascension du dirigeable *America* avait duré soixante-neuf heures.

Cette périlleuse expédition fait honneur au courage de M. Wellmann et de ses compagnons.

Il est fort heureux que les audacieux sportsmen n'aient pas payé de leur vie leur héroïque entreprise. Le hasard a amené sur leur route un paquebot, dans une région de l'Atlantique où ne passent régulièrement qu'une fois par semaine les deux navires qui font le service entre les îles Bermudes et New-York; c'est aussi à la télégra-

phie sans fil qu'ils doivent leur salut.

L'*Aérophile* donne à ce sujet des détails instructifs.

Le *Suchard* est du type « non rigide », de 6.730 mètres cubes, correspondant à 60^m,50 de longueur sur 17^m,10 de diamètre. Il contient, pour la stabilisation, un « ballonnet à air » de 3.500 mètres cubes; son poids propre est de 2.130 kilogrammes.

De même que dans l'aérostat de Wellmann, la nacelle, qui a 10 mètres de long sur 3^m,10 de large, constitue un véritable canot destiné au sauvetage en cas de naufrage aérien. Elle est munie de deux mo-

teurs, dont l'un de réserve, actionnant deux hélices. Ces moteurs développent une puissance de 100 chevaux environ à 1.200 tours; en cas de panne de leur part, un petit moteur auxiliaire de 4 chevaux servirait à actionner le ventilateur alimentant le ballonnet. La nacelle-canoë a également une hélice qui lui permettrait de progresser avec le secours des gros moteurs si, après avoir largué les câbles qui la relient à l'enveloppe, elle se trouvait à flot.

Le réservoir d'essence nécessaire pour ce grand voyage en contient 1.700 kilos renfermés dans sept compartiments cloisonnés: il y aura aussi à bord 300 kilos d'huile de graissage.

Trois batteries d'accumulateurs, pesant 50 kilos chacune, fourniront l'éclairage électrique nécessaire: au fur et à mesure que l'une d'elles sera épuisée, elle sera précipitée par-dessus bord.

Le lest sera tout simplement de l'eau de mer puisée, à la traîne, au moyen de flotteurs en acier ayant la forme d'un gros obus de 70 centimètres de long et qui seront remontés dans la nacelle au moyen d'un treuil. Une partie de cette eau permettra, au moyen de pulvérisateurs, d'asperger la partie supérieure du ballon afin d'entraver les dilatations brusques dues à l'action solaire.

Le départ de l'expédition aura lieu des îles Canaries, afin de profiter des vents alizés, comme le fit Christophe Colomb, et d'aller, autant que possible, vent arrière ou « au plus près du vent » vers les Antilles.

La traversée de la Manche en aérostat dirigeable, dont l'utilité apparaît plus nettement que celle de la traversée de l'Océan Atlantique et qui offre moins de périls, a été effectuée le 16 octobre 1910 par le dirigeable *Bayard-Clément II*, parti de Lamotte-Breuil, dans l'Oise, et atterrissant à Londres après un voyage de six heures sans escale.

Quelques jours plus tard, un autre aéro-

stat dirigeable, le *Morning-Post*, a traversé également la Manche sur une plus grande largeur, en effectuant le voyage de Moisson, en Seine-et-Oise, au camp d'Aldershot, à Farnborough en Angleterre.

Le dirigeable *Morning-Post* a été construit pour l'Angleterre, par les ateliers Lebaudy, à Moisson. C'est le plus grand aérostat qui ait été construit en France. Son volume est de 10.000 mètres cubes. L'enveloppe a une longueur de 103 mètres; son diamètre est de 12 mètres. Elle a une forme cylindrique terminée, à l'avant et à l'arrière, par deux parties arrondies et effilées.

Le dirigeable est du type *Lebaudy*, c'est-à-dire *demi-souple*.

L'enveloppe est armée, à sa partie inférieure, par une carène métallique qui supporte la nacelle, dans laquelle sont placés deux moteurs à pétrole Panhard-Levassor, ayant chacun une puissance de 135 chevaux.

Ces moteurs actionnent deux hélices disposées une de chaque côté de la nacelle.

Les hélices sont en bois, ont un diamètre de 5 mètres et tournent à faible vitesse.

Le dirigeable *Morning-Post*, après cinq ascensions d'essai concluantes, fit ses préparatifs pour entreprendre le voyage de France en Angleterre. La route avait été soigneusement repérée. Un ballon captif indicateur avait été installé au sémaphore de Saint-Léger sur les côtes de France, près de Saint-Valéry-en-Caux, et un autre à Brighton sur les côtes anglaises.

Le 26 octobre 1910, le dirigeable partait de Moisson à dix heures du matin, ayant à bord le pilote Capazza, l'ingénieur Julliot, et six autres passagers. Suivant le livre de bord de l'aérostat, l'altitude atteinte est aussitôt de 200 mètres. A onze heures cinq, le dirigeable passe au-dessus de Rouen (Fig. 330), et à midi trois il arrive au sémaphore de Saint-Léger. Il est, à ce moment, à une altitude de 600 mètres et commence la tra-

versée de la Manche. Le ballon captif du sémaphore indique un vent d'est assez vif, ce qui permet au pilote de corriger la direction pour arriver à Brighton, sur la côte anglaise.

Pendant la traversée, l'aéronat rencontre un yacht, un torpilleur, un trois-mâts et un vapeur, qui sont tous dépassés, et après

plus de deux heures de voyage au-dessus de l'eau, le dirigeable passe au-dessus de Brighton. Une heure et demie après, à trois heures trente, il planait au-dessus du camp d'Aldershot, à 700 mètres d'altitude. Le voyage était terminé. Le dirigeable atterrit devant son hangar, après quelques manœuvres nécessitées par un fort

vent, et en remisant le bel engin dans ce hangar, dont les dimensions étaient un peu trop justes, l'enveloppe, en frottant contre une des fermes métalliques, se déchira à la partie supérieure. La durée du voyage a été de cinq heures et demie et la distance parcourue de 370 kilomètres environ, dont 130 au-dessus de la mer.

Après ces deux traversées successives de la Manche en partant de France pour arriver en Angleterre, on devait s'attendre à voir cette traversée tentée en sens inverse,

d'Angleterre au Continent. Elle fut, en effet, effectuée peu de jours après par un petit aérostat dirigeable, *City of Cardiff*.

Ce dirigeable, construit par un sportsman anglais de Cardiff, M. Willow, a un volume qui atteint à peine 1.200 mètres cubes. Il est actionné par un moteur de 35 chevaux qui peut lui donner au maximum une vitesse de 35 kilomètres à l'heure.

M. Willow avait fait avec son petit dirigeable quelques ascensions. Dans une d'elles, il fit en pleine nuit, seul à bord, le voyage de Cardiff à Londres, d'une durée de neuf heures.

Le 4 novembre 1910, à trois heures trente du soir, le dirigeable *City of Cardiff*, monté par M. Willow

pilote et son ingénieur, quittait le hangar de Wormwood-Scrubs, près de Londres. Le voyage au-dessus de l'Angleterre s'effectua sans incident.

A six heures trente, le dirigeable arrivait sur la côte anglaise de la Manche, au-dessus de Folkestone, et s'élançait sur la mer. Un brouillard épais obligea les aéronautes à s'élever à environ 1.000 mètres d'altitude, pour pouvoir se diriger à l'aide de la boussole et des étoiles. Vers huit heures trente, l'aéronat arrivait sur les côtes françaises,

Le 4 novembre 1910, à trois heures trente du soir, le dirigeable *City of Cardiff*, monté par M. Willow

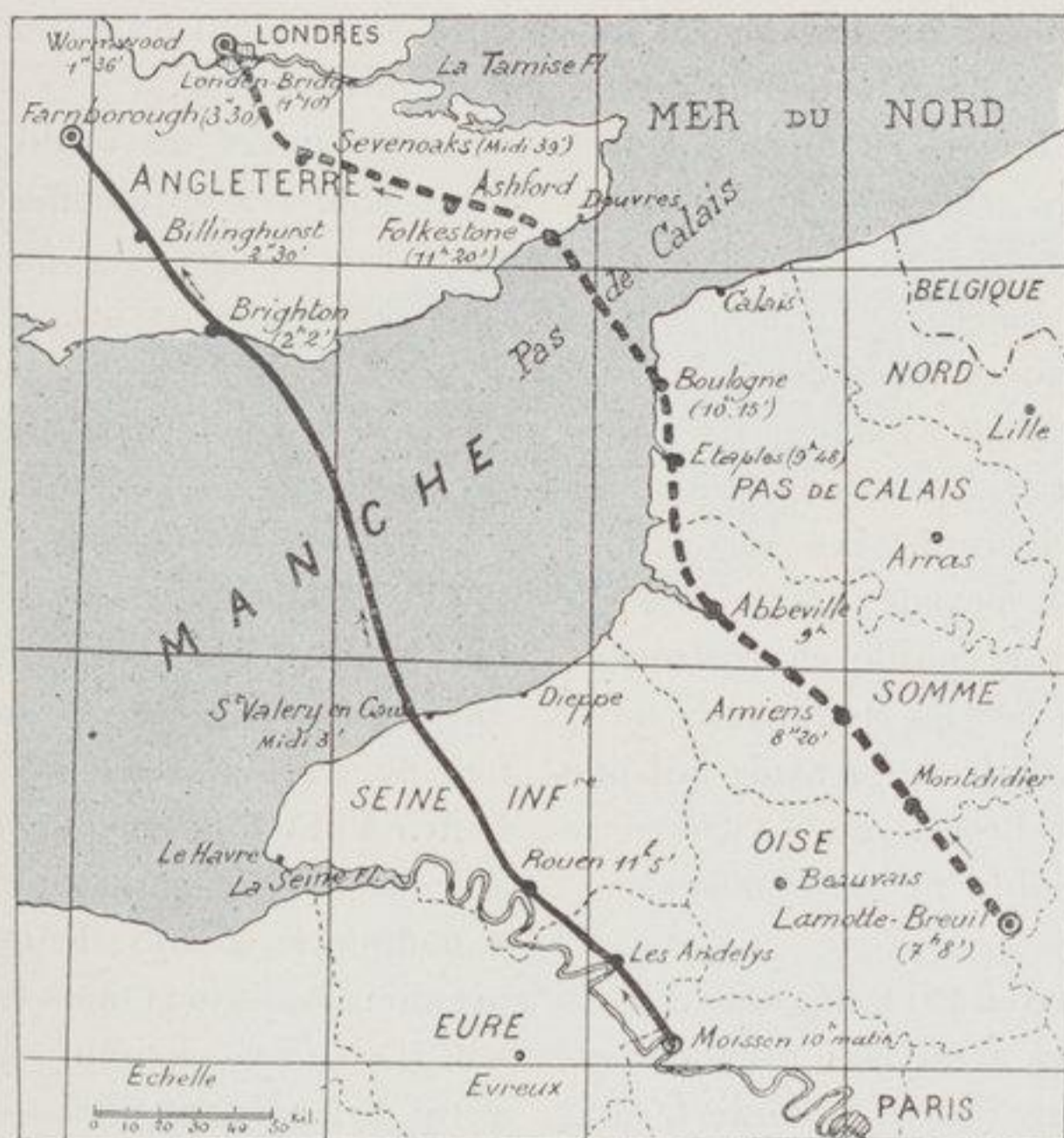


Fig. 330. — Voyages du *Morning-Post* et du *Clément-Bayard* entre la France et l'Angleterre.

aux environs de Saint-Valéry. Il avait à vaincre un fort vent du sud-ouest qui gênait sa marche vers Paris.

Une avarie survenue à la courroie du ventilateur fournissant l'air au ballonnet compensateur, obligea le pilote à réparer en cours de route cette courroie, le moteur étant arrêté. Cette réparation ne put suffire et la forme de l'enveloppe ne pouvant pas être maintenue, l'atterrissage fut inévitable. Il eut lieu à deux heures du matin, aux environs de Douai. Le dirigeable fut poussé contre des arbres et quelques organes furent détériorés.

Les aéronautes lestèrent leur appareil en emplissant de terre les sacs vides qu'ils possédaient et attendirent dans leur nacelle le lever du jour. Vers six heures du matin, des secours leur arrivèrent. Les réparations furent faites aux organes détériorés du dirigeable; il fut ravitaillé en hydrogène et il partit pour Issy-les-Moulineaux où il arriva en pleine nuit, après avoir fait une escale à Lamotte-Breuil où se trouve le hangar du dirigeable *Bayard-Clément*.

Au mois de février 1911, un nouveau dirigeable allemand a fait ses premiers essais. Ce dirigeable, *Siemens-Schuckert*, comporte une enveloppe dont le volume est de 13.000 mètres cubes. Elle a une longueur de 145 mètres et un diamètre de près de 18 mètres. L'enveloppe est cylindrique. Elle est arrondie en avant et effilée à l'arrière. Elle est divisée en un certain nombre de compartiments et est solidaire d'une quille rigide à section trapézoïdale, terminée en biseau à chaque extrémité. Cette quille sert à supporter trois nacelles disposées une à l'avant, une au milieu et la troisième à l'arrière de la quille. La quille est recouverte d'étoffe et sert à recevoir les divers récipients d'eau, d'huile et d'essence.

Les nacelles d'avant et d'arrière sont appelées les nacelles motrices, car elles portent chacune deux moteurs Daimler de 120

chevaux, actionnant trois hélices, deux disposées latéralement sur les flancs de la nacelle, et la troisième à l'arrière.

Le dirigeable comprend donc quatre moteurs actionnant six hélices.

Dans la nacelle du milieu, qui est moins basse que les autres, se tient le pilote. Elle porte deux moteurs auxiliaires de 2½ chevaux, servant à actionner les ventilateurs qui maintiennent les ballonnets-compensateurs pleins d'air.

Les premiers essais du dirigeable *Siemens-Schuckert* ont été effectués le 23 janvier 1910, avec douze personnes à bord. Ils furent jugés satisfaisants.

A la suite de la catastrophe du dirigeable militaire *République*, survenue le 25 septembre 1909, le journal le *Temps*, sur l'initiative de son directeur, M. Hébrard, et de son Conseil d'administration, ouvrit, ainsi que nous l'avons dit, une souscription nationale pour remplacer le dirigeable détruit et l'offrir à l'État. Le Société *Zodiac* fut chargée de construire le nouveau dirigeable, qu'on a nommé le *Temps*, lequel a effectué ses premiers essais le 11 mars 1911. D'autre part, MM. Lebaudy offrirent spontanément un autre dirigeable au ministre de la Guerre, et ce dirigeable, qui a reçu le nom de *Capitaine-Marchal*, a effectué sa première sortie quelques jours après, le 24 mars 1911. Le dirigeable militaire le *Temps* comporte une enveloppe à forme ellipsoïde dissymétrique. Sa longueur est de 50^m,20 et son diamètre, au maître-couple, de 9 mètres; son volume est de 2.300 mètres cubes. Il est muni de deux ballonnets compensateurs, pouvant contenir 5¼ mètres cubes d'air.

La nacelle est en bois; elle a une longueur de 25 mètres et peut se démonter en quatre parties.

Le dirigeable est actionné par un moteur Dansette et Gillet de 70 chevaux, à quatre cylindres. Ce moteur commande le mouvement de rotation de deux hélices en bois,

entoilées, ayant 3^m,10 de diamètre et disposées de part et d'autre de la nacelle sur un pylône surélevé.

Le dirigeable le *Temps* a effectué, le 11 mars 1911, deux premières ascensions qui furent très réussies. Ces ascensions font partie d'une série d'essais dits de réglage, destinés à permettre la retouche de certains points de détail si le délégué du mi-

moteurs Panhard-Levassor, d'une puissance de 130 chevaux, disposés en tandem : ils commandent la rotation de deux hélices placées une de chaque côté de la nacelle et supportées par deux poutres métalliques faisant saillie au-dessus de cette nacelle.

La première sortie de ce dirigeable a été faite avec succès le 24 mars 1911, avec neuf personnes à bord. L'aéronat a évolué

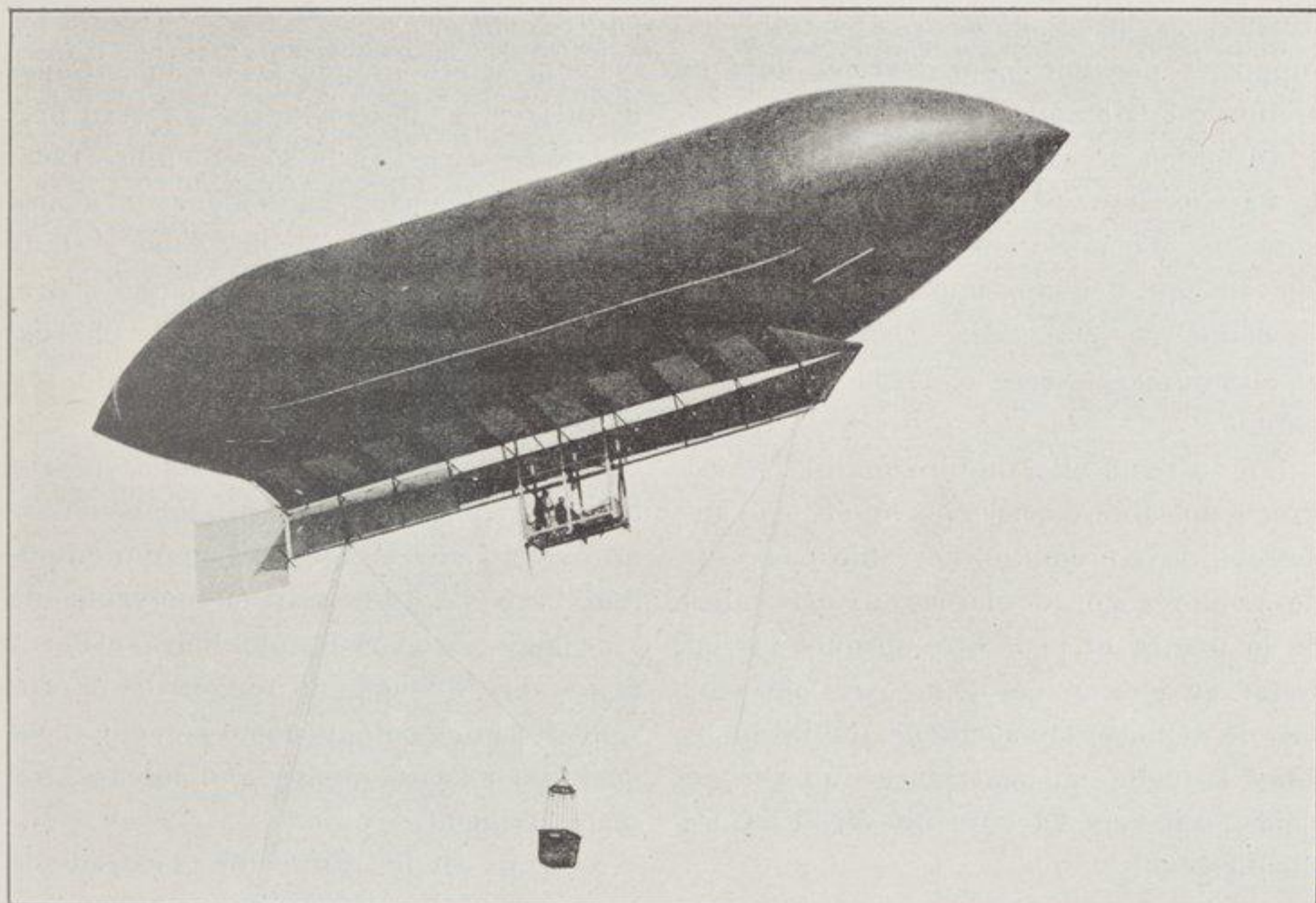


Fig. 331. -- Le dirigeable *Malécot*.

nistre de la guerre, chargé de recevoir le dirigeable, le juge utile. Les ascensions de réglage seront suivies des essais de réception proprement dits, consistant en une ascension d'une durée de cinq heures et une ascension d'altitude.

Le dirigeable *Capitaine-Marchal*, qui porte le nom de l'officier qui commandait le dirigeable *République* le jour de la catastrophe, a un volume de 7.200 mètres cubes et une longueur de 85 mètres. Il est du type *République* et actionné par deux

pendant une heure au-dessus de la plaine de Moisson.

Il nous reste, en terminant la description des divers dirigeables qui ont été construits, à examiner deux dirigeables spéciaux : le *dirigeable Malécot* et le *dirigeable lorrain*.

Le *dirigeable Malécot* (Fig. 331) est un appareil mixte, dans lequel on a cherché à profiter des avantages de l'appareil plus léger et de l'appareil plus lourd que l'air.

Il se compose d'une enveloppe faite en

soie, ayant une forme cylindrique allongée, terminée en pointe à chaque extrémité. Sa longueur est de 33 mètres et son diamètre de 7^m,30. Le volume de l'enveloppe est d'environ 1.000 mètres cubes. Elle est munie d'un ballonnet à air.

Au-dessous de l'enveloppe sont disposés des panneaux entoilés sur une longueur de 20 mètres et dont la surface totale est de 140 mètres carrés. Ces panneaux, qui constituent la partie *aéroplane* de l'appareil, sont supportés par une poutre armée dont la section est triangulaire.

Au milieu de cette poutre est suspendue la nacelle. Dans cette nacelle se tient l'équipage ; elle porte aussi un moteur de 28 chevaux qui actionne une hélice de 2^m,65 de diamètre. Cette hélice, faite en noyer et aluminium, tourne à 1.200 tours par minute.

Une autre nacelle, dite de stabilisation, est fixée à un câble d'acier sans fin et pend au-dessous de la première. Le câble passe sur des poulies à gorges placées aux extrémités de la poutre et peut être enroulé sur un treuil, ou déroulé. Ces manœuvres ont pour but de déplacer la nacelle de stabilisation, dans laquelle on peut placer un certain poids, soit vers l'avant, soit vers l'arrière du dirigeable.

Lorsque le dirigeable effectue une ascension, sa force ascensionnelle est suffisante pour soulever l'appareil et la première nacelle portant l'équipage et le moteur, mais cette force ascensionnelle ne peut pas enlever la nacelle de stabilisation. Au repos donc, le dirigeable reste en contact avec le sol par cette seconde nacelle.

Lorsque le moteur est mis en marche, l'hélice fonctionne ; l'appareil tend à avancer. La réaction de l'air sous les panneaux entoilés du dirigeable détermine la sustentation de l'ensemble de l'engin y compris la nacelle de stabilisation. Le dirigeable perd le contact du sol et progresse dans l'atmosphère.

Pour faire varier l'altitude, soit dans le sens de la montée, soit dans le sens de la descente, on manœuvre la nacelle de stabilisation à l'aide du câble et on la déplace soit vers l'arrière de l'appareil, soit vers l'avant. Le dirigeable lève ou baisse son avant et, par conséquent, monte ou descend.

La direction est obtenue à l'aide d'un gouvernail vertical placé à l'arrière de la poutre armée.

La première grande ascension faite par le dirigeable *Malécot* après les essais préparatoires a eu lieu le 27 septembre 1908. Dans cette ascension, l'aéronat, ayant à bord MM. Malécot et Yvon, a évolué à une altitude de 500 mètres pendant près d'une heure, allant jusqu'au-dessus du parc de Chalais-Meudon pour revenir atterrir devant son hangar d'Issy-les-Moulineaux.

Le 17 octobre, le dirigeable *Malécot* ayant le même équipage partait à 9 heures d'Issy. Après avoir suivi les fortifications qui entourent Paris, il atterrissait au polygone de Vincennes. Il repartait en contournant Paris, mais, vers St-Ouen, un remous d'air provoquait sa descente, pendant laquelle il eut quelques avaries réparées, d'ailleurs, sur place aisément.

A 3 h. 40 le dirigeable s'élevait de nouveau et arrivait une heure après sans incident, devant son hangar, à Issy-les-Moulineaux.

Les essais du dirigeable *Malécot* effectués devant une commission militaire ne durent pas être concluants, car l'autorité militaire n'acheta pas l'appareil. D'ailleurs, un violent ouragan démolit le hangar dans lequel il était remisé et endommagea sérieusement le dirigeable.

Un autre curieux aéronat est le *dirigeable lorrain* de MM. Bot et Lallemand en construction au parc aéronautique de Lunéville.

Les auteurs le nomment *aéroplane-diri-*

geable, parce qu'il tient tout à la fois de l'aéroplane et de l'aéronat. L'enveloppe, en forme de croissant, comporte un ballon destiné à recevoir de l'hydrogène, terminé, à sa partie inférieure, par une surface courbe qui constitue le *planeur*.

Cette enveloppe est munie d'un ballonnet à air disposé intérieurement et destiné à maintenir la permanence de sa forme.

Le planeur est une sorte de poutre armée constituée par des tubes d'acier étirés. Elle a une longueur de 62^m,50 et 15 mètres de largeur. Tronquée à l'avant sur une largeur de 5 mètres, elle reçoit les deux hélices de l'appareil.

La forme arquée de la poutre peut permettre de l'utiliser, le cas échéant, comme parachute, à la condition toutefois que des remous d'air ne viennent pas, en déferlant latéralement, faire chavirer l'ensemble. Pour obvier à ce danger, l'enveloppe est

traversée en son milieu par une cheminée en aluminium de 1^m,50 de diamètre.

La nacelle suspendue au planeur a 9 mètres de longueur. Placée à 10^m,50 du planeur, elle lui est reliée par une suspension rigide dans le sens transversal, mais articulée dans l'autre sens, de façon à permettre la variation de l'angle que fait le planeur avec l'horizon. En ordre de marche, elle pèse 3.000 kilos, et la charge utile 1.300 kilos.

En outre des deux hélices de propulsion, tournant en sens inverse l'une de l'autre pour compenser les mouvements secondaires gyroscopiques, une hélice de sustentation est placée au-dessous de la nacelle. Son diamètre est de 6 mètres et elle tourne à une vitesse de 160 tours par minute.

La nacelle porte, à l'avant et à l'arrière, une roue munie d'un pneumatique pour atténuer les chocs contre le sol lors des atterrissages.



MATÉRIEL DE DIRIGEABLES

HANGARS.

CAMPEMENT DE DIRIGEABLE.

INSTALLATION D'UN POSTE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL A BORD D'UN DIRIGEABLE.

TIR CONTRE DIRIGEABLE.

PARALLÈLE ENTRE LE SOUS-MARIN ET LE DIRIGEABLE.

Nous avons, dans le troisième volume des *Merveilles de la Science* (1), décrit quelques types de moteurs établis pour actionner des dirigeables. Ces moteurs sont, d'une façon générale, ceux qui sont utilisés pour commander les voitures automobiles. Pour des puissances plus considérables, ils sont établis spécialement, mais le principe de leur fonctionnement reste néanmoins le même. Nous ne reviendrons donc pas sur la description de ces moteurs.

D'autre part, la confection des hélices, organes propulseurs des aéronefs, a donné lieu à des études délicates et approfondies dont les résultats ont été plus particulièrement appréciés en *aviation*. Nous examinerons ces organes dans la partie de ce livre qui va suivre.

En dehors de ces organes et de ceux que nous avons examinés au cours de la description des divers dirigeables, on a établi un matériel spécial pour abriter ces vaisseaux aériens, pour les maintenir campés en plein air en toute sûreté. On a agencé à bord des aéronefs des installations permettant, à l'aide de la télégraphie sans fil,

de mettre les aéronautes en relation constante avec les différents postes disséminés sur le territoire.

On a aussi créé un matériel d'artillerie destiné à protéger les armées contre les investigations des dirigeables et des aéroplanes ennemis.

Nous allons, en terminant la partie de cet ouvrage consacrée aux dirigeables, examiner succinctement en quoi consistent ces matériels spéciaux.

*Hangars
pour diri-
geables*

Il est nécessaire d'aménager, pour mettre les dirigeables tout gonflés à l'abri des vents et des intempéries atmosphériques, des garages où l'aéronef puisse pénétrer facilement et y stationner en toute sécurité pendant le temps nécessaire.

En France, un certain nombre de hangars ont été édifiés pour recevoir les dirigeables militaires. On en a construit au parc de Chalais-Meudon, au champ de manœuvres d'Issy-les-Moulineaux, à Verdun, à Toul, au camp de Beauval, près de Meaux.

En outre, des Sociétés privées, dont le but est de développer le tourisme aérien, ont établi des hangars en divers points du

(1) MERVEILLES DE LA SCIENCE. — Tome III : *Moteurs*.

territoire français. C'est ainsi qu'on a édifié les hangars de Sartrouville (Seine-et-Oise), de Juvisy, de Fontainebleau, d'Issy-les-Moulineaux, de Beauval, de Reims, de Nancy, d'Orléans, Tours, Bordeaux, Pau, Clermont-Ferrand et Lyon.

Cela est la conséquence de ce que l'on pourra nommer, par la suite, l'établissement du premier réseau français de transport aérien.

A l'étranger, et particulièrement en Allemagne, on a construit un grand nombre de hangars pour dirigeables. La société allemande Zeppelin a ouvert un concours de

porter aisément au moyen d'un véhicule quelconque. Le hangar démontable réalisé (Fig. 332 et 333) se compose de neuf fermes A, cintrées, en acier, et d'un pylône B, à section carrée, placé à l'extrémité arrière. Les fermes et les poutres qui les relient ont une section en forme de caisson; elles sont constituées par un assemblage à treillis métallique.

A l'arrière, le hangar est terminé en forme de pointe pour offrir le minimum de résistance au vent.

La charpente ainsi constituée est maintenue fixée sur le sol par une série de hau-

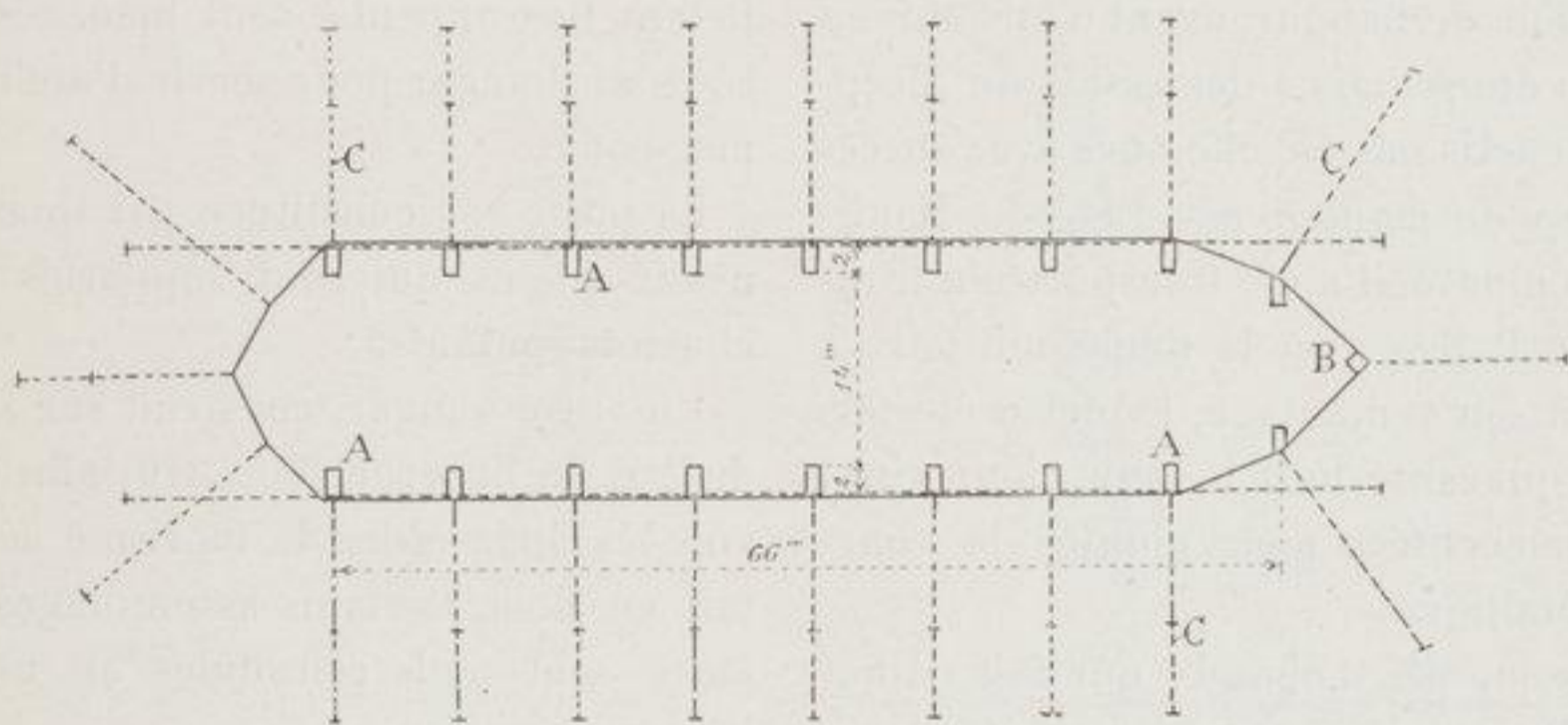


Fig. 332. — Vue en plan du hangar démontable du dirigeable République.

hangars, dont nous dirons quelques mots plus loin, pour lequel ont été établis d'intéressants modèles.

En France, on a construit des hangars de types variés.

Lors de la participation du dirigeable République aux manœuvres du Bourbonnais, en 1909, le Gouvernement français commanda un hangar démontable devant être édifié à la Palisse, au centre des opérations militaires.

Ce hangar, étudié par M. Vaniman, ingénieur du dirigeable America, devait résister aux plus violentes tempêtes, avoir un poids et un encombrement aussi réduits que possible, être composé de tronçons ne pesant pas plus de 500 kilos et pouvoir se trans-

bans C faits en fils d'acier galvanisé, pouvant supporter, à la rupture, une charge de 180 kilogrammes par millimètre carré. Ces haubans sont terminés, à leur partie inférieure, par une chaîne portant en bout une plaque d'ancrage D. Un dispositif de tension permet d'effectuer le réglage de chaque hauban. La plaque d'ancrage est solidement encastrée dans la terre. D'autres câbles, disposés longitudinalement en forme de croix de Saint-André, entre les fermes, empêchent la déformation dans le sens longitudinal.

Au-dessus de la charpente métallique est disposée une toile imperméable fixée contre l'ossature.

En avant, le hangar est muni d'une porte formée par deux rideaux raidis par des

ceintures horizontales de câbles en chanvre et fixés au sol par six haubans munis de plaques d'ancrage. La disposition des haubans est telle que, lorsque la porte est fermée, elle a une forme effilée pour offrir moins de résistance au vent.

Pour ouvrir la porte, une manœuvre permet d'appliquer sur les piliers latéraux chaque moitié de porte et de dégager ainsi l'ouverture d'accès du hangar.

Les fermes et le pylône sont divisés en tronçons boulonnés, assujettis entre eux lors du montage, et qu'il est aisé de séparer, par dévissage des boulons, lors du démontage.

Ce modèle de hangar, avant d'être mis en service, a été soumis à des essais de réception. Ces essais ont été effectués avec succès au champ de manœuvres d'Issy-les-Moulineaux. Démonté, il a été transporté en tronçons à La Palisse, où le Génie militaire a procédé à son remontage, lequel a été terminé en quarante-huit heures, dont vingt ont été nécessitées pour monter la charpente métallique.

A Moisson, MM. Lebaudy ont fait édifier en 1909 un vaste hangar pour abriter leurs dirigeables en cours d'essais.

Le hangar, construit par M. de Sainte-Beuve, couvre 5.000 mètres carrés. Il a une longueur de 130 mètres, 38 mètres de largeur, et 30 mètres de hauteur.

La nef principale a 18 mètres de large et une longueur de 110 mètres. Il reste donc sur les côtés au niveau du sol, du fait de l'obliquité des piliers des fermes, une largeur de 10 mètres qui a permis d'installer à l'intérieur du hangar, et sur chaque côté, des ateliers ou magasins.

La charpente est entièrement confectionnée en bois. Elle peut ainsi être facilement démontée et remontée rapidement. Les piliers latéraux sont inclinés à 60 degrés. Les fermes sont constituées par des montants, des croisillons, et des traverses; toutes ces pièces sont assemblées au

moyen de boulons. La couverture est faite en tuiles, sauf la partie supérieure du hangar qui est recouverte de carton bitumé. La porte d'entrée est formée par une très grande toile que l'on écarte en manœuvrant des câbles.

Le hangar pour dirigeables construit en 1910 au camp d'Aldershot, en Angleterre, a une longueur de 120 mètres, une largeur extérieure de 38 mètres, et une hauteur intérieure de 25 mètres. Il est composé de 13 fermes, dont la partie supérieure est en forme de demi-circonférence d'un rayon de 10 mètres.

Les fermes reposent sur des piliers en béton. Des appentis sont ménagés sur les côtés du hangar pour servir d'ateliers et de magasins.

La porte est constituée par quatre panneaux pleins qui sont supportés par des chariots roulants.

Un autre hangar, construit sur les bords du lac de Lucerne (Fig. 310) afin de recevoir les dirigeables de tourisme aérien, est fait en bois. Certains assemblages importants sont seuls consolidés au moyen de brides métalliques.

La longueur de ce hangar est de 96 mètres, sa largeur de 46 mètres, et sa hauteur de 30 mètres. Il est formé par l'assemblage de 13 fermes réunies par des longerons longitudinaux et entretoisées par un certain nombre de « croix de Saint-André ».

Les parois du hangar sont en planches.

La porte est constituée par deux panneaux à claire-voie pouvant pivoter autour de leurs montants extérieurs.

A un concours de hangars qui a eu lieu à Friedrichshafen, il a été présenté de curieux projets. Parmi eux figure un hangar tournant dont la longueur est de 150 mètres, la largeur 20 mètres, et le poids, de 900.000 kilogrammes.

Ce hangar est supporté à la fois par un pivot central, par un dispositif à flotteur,

qui peut se déplacer dans un bassin annulaire dont le diamètre intérieur est de 3 mètres et le diamètre extérieur de 32 mètres, et enfin, vers les extrémités, par des wagonnets pouvant rouler sur une voie circulaire ayant 45 mètres de diamètre.

Il est prévu une machine électrique d'une puissance de 50 chevaux pour donner au hangar son mouvement de rotation. En outre, un dispositif à air comprimé peut permettre le réglage de la répartition de la charge sur les trois sortes de supports, en provoquant soit le déplacement dans le

suivant la circonférence extérieure, réservant entre eux un espace suffisant pour laisser pénétrer des dirigeables dans les sortes de cases ainsi constituées.

Un autre dispositif, plus intéressant, consiste à placer trois hangars partant d'un même point et dont les axes font entre eux un angle de 120 degrés.

A leur extrémité commune, ces hangars sont raccordés par une sorte de hall circulaire d'un diamètre suffisant pour que le dirigeable puisse être retourné bout pour bout à l'intérieur des hangars. Chacun des

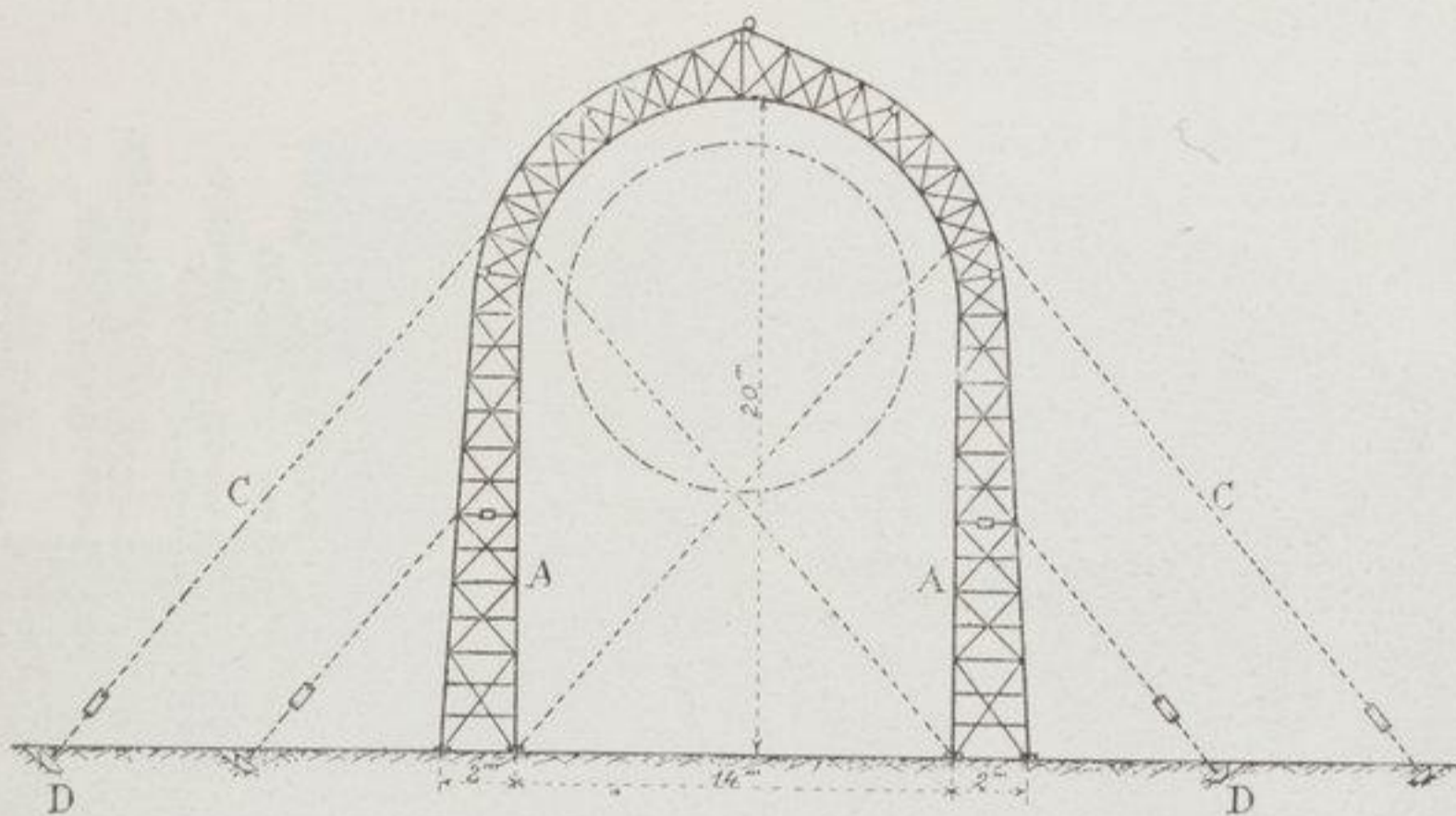


Fig. 333. — Coupe transversale du hangar du dirigeable République.

sens vertical du pivot central, soit celui du flotteur.

Les parois verticales du hangar sont en tôle raidie par des nervures verticales et horizontales. La porte est constituée par une série de plaques de tôle qui peuvent se replier les unes sur les autres en faisant une manœuvre d'engrenages.

Le type de hangar est, on le voit, assez compliqué.

Un autre projet comporte une sorte de *rotonde* pour dirigeable, ressemblant aux *rotondes* établies pour garer les locomotives. C'est un hangar circulaire de 180 mètres de diamètre, supporté par un fort pilier au centre et une série d'autres piliers disposés

trois hangars longitudinaux porte une ouverture à son extrémité; une autre ouverture est percée, dans son prolongement, dans la paroi du hall circulaire. L'ensemble possède donc six ouvertures par lesquelles on peut, à volonté, faire sortir le dirigeable, suivant la direction du vent.

La disposition des portes de hangars a donné lieu aussi à des recherches.

Ces portes, en effet, par suite de leurs grandes dimensions et de leur poids considérable, sont assez difficiles à manœuvrer.

Parmi les modèles établis, dont nous avons donné plus haut quelques exemples, il en est un qui consiste à constituer la porte en

deux vantaux, chacun d'eux ayant une forme en arc de cercle. Les vantaux métalliques reposent sur des galets qui peuvent rouler sur un rail. Les rails sont disposés sur le sol, un de chaque côté du hangar; ils ont la forme d'un arc de cercle de même rayon que le vantail. Pour ouvrir la porte du hangar, on pousse les deux vantaux l'un à droite, l'autre à gauche, mais au lieu de se

tion du vent et des brusques tourbillons

Cependant quelques dirigeables ont pu, parfois, être maintenus campés en plein air pendant plusieurs journées.

En France, lors de ses derniers essais, l'aéronat *Lebaudy*, à plusieurs reprises, a été campé en plein air au parc de Chalais-Meudon ou sur le plateau de Satory. Il est intéressant de connaître quelles étaient les

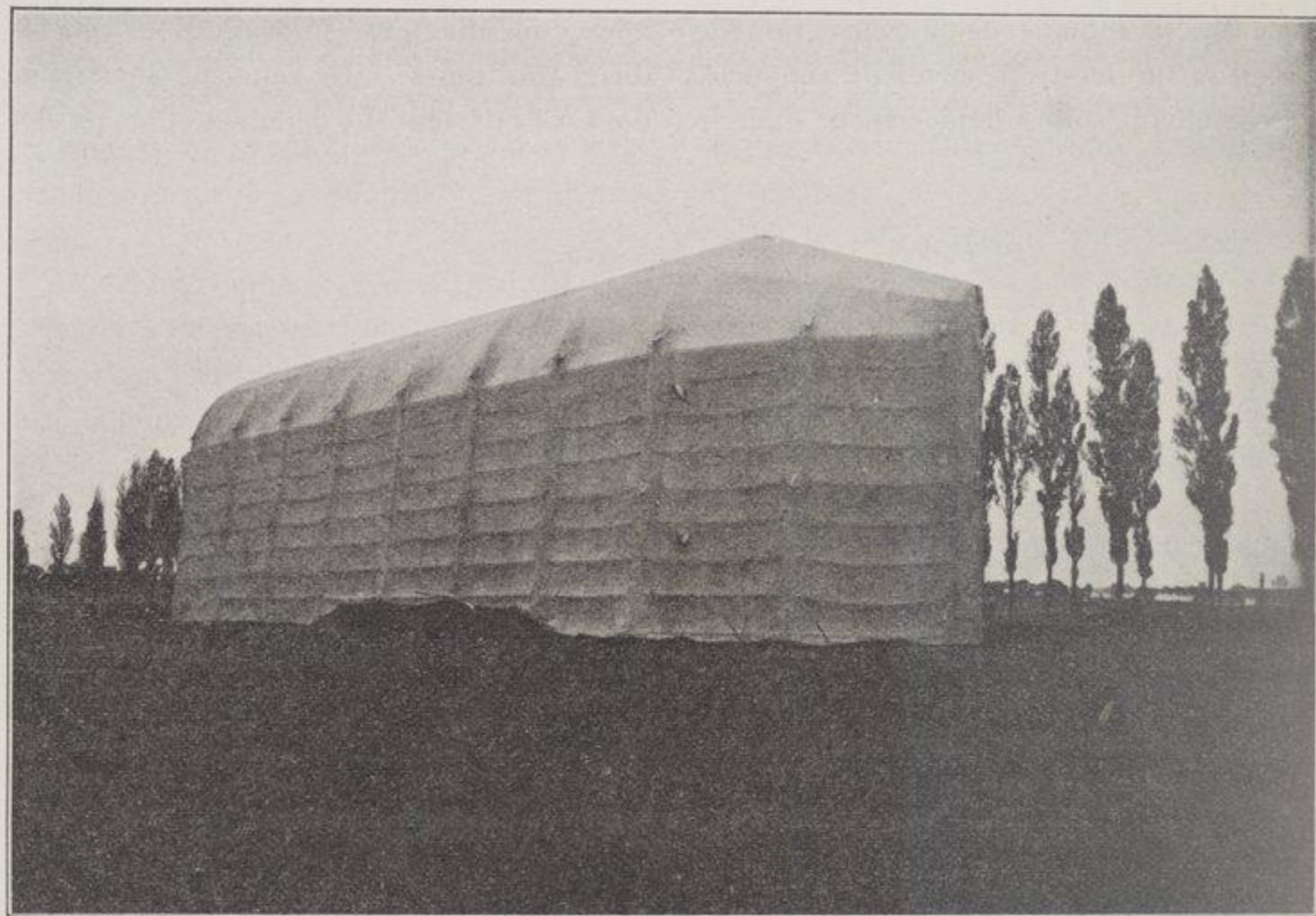


Fig. 334. — Vue d'ensemble du hangar démontable du dirigeable *République*.

développer comme des vantaux qui tournent autour d'une charnière, ils roulent sur le rail circulaire et viennent s'appliquer extérieurement contre les parois du hangar.

Campement de dirigeable La nécessité d'établir, de distance en distance, des hangars pour permettre aux aérostats dirigeables d'être en sécurité pendant les escales, provient surtout de la difficulté que l'on rencontre à constituer un campement de dirigeable offrant toute sûreté, par suite du changement incessant de la direc-

dispositions prises pour maintenir le dirigeable amarré au sol. Nous allons les indiquer.

Entre deux chevalets démontables placés à une distance l'un de l'autre suffisante pour que le dirigeable puisse sans inconvénient passer entre eux, est tendu un filet qui doit servir de *housse d'arrimage* à l'appareil.

Le filet est placé à une hauteur telle que l'aéronat puisse, avec tout son grément, passer au-dessous de lui.

Lorsque le dirigeable a atterri, on l'amène tout gonflé au-dessous de la housse.

On place une grande quantité de sacs de lest dans la nacelle, on rabat la housse sur l'enveloppe, et on l'attache à la plate-forme métallique constituant la partie inférieure de cette enveloppe. L'appareil se trouve donc emprisonné dans le filet, qui porte, aux places convenables, des câbles d'amarrage.

Des amarres rayonnantes partent des bords de la plate-forme et sont fixées sur une série de pieux profondément enfoncés dans la terre. Au-dessus de *l'équateur du filet* sont disposées d'autres amarres, lesquelles sont fixées à une autre série de pieux un peu plus éloignés de l'aéronat que les premiers.

Le dirigeable se trouve ainsi amarré latéralement.

Au-dessous de la plate-forme sont passés des cordages supportés par des chevalets et tendus fortement, limitant ainsi le mouvement de l'appareil dans le sens vertical.

Le réseau d'amarres est complété par un câble partant de l'avant, et se subdivisant en plusieurs brins de grande longueur. Ces brins sont fixés à des voitures très lourdes portant les tubes d'hydrogène. Enfin, deux autres câbles passant par l'avant de l'appareil et disposés perpendiculairement à son axe sont fixés au sol.

Le dirigeable est, de la sorte, immobilisé dans tous les sens. On a le soin de l'orienter de façon que son avant soit dirigé du côté d'où vient le vent.

Lorsque la direction du vent change, on oriente l'aéronat en déplaçant les points d'attache des amarres d'avant et en fixant aux pieux qui se présentent en bonne place les amarres aboutissant à la plate-forme métallique de l'enveloppe ainsi qu'au filet.

Télégraphie sans fil à bord des dirigeables Les aérostats dirigeables affectés au service des armées sont destinés à effectuer des reconnaissances. Il est, par conséquent, très utile que ces appareils puissent se mettre aisément en communication avec les chefs de l'armée à laquelle ils appar-

tiennent, de façon à les tenir constamment au courant des observations faites.

Les communications peuvent être assurées soit par des signaux optiques, soit par pigeons voyageurs, soit par la télégraphie sans fil. Ce dernier moyen, grâce aux progrès de la science électrique, est celui qui est de plus en plus employé, car il a sur les autres des avantages considérables.

L'installation à bord d'un aérostat dirigeable d'un poste de télégraphie sans fil exige certaines précautions; des dispositions spéciales doivent être prises pour que le poste puisse utilement fonctionner sans que la sécurité des aéronautes puisse être compromise.

Le commandant du génie Ferrié, chef du Service de télégraphie militaire, dans une intéressante communication faite à la Commission scientifique de l'Aéro-Club de France, a indiqué les conditions d'établissement d'un poste de télégraphie sans fil à bord d'un dirigeable. Nous allons, en résumant cette communication, donner un aperçu de cette installation.

Une station complète de télégraphie sans fil comporte les appareils de *transmission*, les appareils de *réception*, l'*antenne*. Les appareils de transmission servent à produire les ondes, les appareils de réception à les percevoir, et l'antenne, avec sa *prise de terre*, qui peut être reliée soit aux appareils de transmission, soit aux appareils de réception, suivant le cas, fait office, dans le premier cas, de *distributeur d'ondes* et, dans le second cas, de *collecteur d'ondes*.

On sait que les signaux d'un poste sont émis à une distance plus ou moins grande, suivant que l'énergie de production des ondes est plus ou moins considérable, que la hauteur de l'antenne est plus grande, et qu'elle comporte un plus ou moins grand nombre de fils (1).

La *prise de terre* prolonge, pour ainsi

(1) Voir : MERVEILLES DE LA SCIENCE. — TOME II : *Électricité*.

dire, l'antenne et on peut la remplacer, lorsque le terrain se prête mal à cette prise de terre, par des fils isolés placés au-dessus du sol. On a donné à ce dispositif le nom de *contreponds*.

Pour une installation de télégraphie sans fil à bord d'un dirigeable, on ne peut pas avoir une « prise de terre ». On utilisera donc le dispositif avec *contreponds*.

Le poste à terre ainsi disposé est représenté par la figure 335. Ses appareils de transmission sont supposés en A, ceux de réception en B, l'antenne C et le contreponds D sont reliés respectivement aux bornes E et F pour transmettre des signaux et aux bornes G et H pour en recevoir.

Si la *prise de terre* était possible, elle s'effectuerait par le fil I s'enfonçant dans le sol.

Nous avons, dans le volume II des *Merveilles de la Science*, décrit les divers organes de transmission et de réception et la façon dont ils fonctionnent.

Nous avons vu que la tension électrique des oscillations hertziennes est considérable à l'extrémité de l'antenne. Il se produit aux points extérieurs J et K de l'antenne et du contreponds une succession d'*aigrettes* dont l'importance augmente avec l'énergie utilisée et, par conséquent, avec le rayon d'action du poste. Les aigrettes, qui, dans un poste à terre, n'ont pas d'inconvénient, sont, au contraire, dangereuses lorsque le poste est installé à bord d'un dirigeable, car elles peuvent enflammer le gaz hydrogène s'échappant du ballon, et provoquer une catastrophe.

Il convient donc de diminuer le plus possible la production des aigrettes et, en tous cas, d'éloigner des clapets de l'aéronat, les points où elles peuvent se manifester.

La diminution de l'importance des aigrettes dépend du procédé de production des ondes. En employant le procédé d'*étincelles musicales* qui consiste à produire les étincelles en nombre tel qu'on obtient un son musical, le nombre d'aigrettes est diminué. Par le procédé des *ondes entretenues*, le nombre d'aigrettes est encore plus réduit.

Ainsi, à bord d'un dirigeable, la difficulté consiste, pour installer avec sécurité un poste de télégraphie sans fil, à disposer convenablement l'*antenne* et le *contreponds*.

Les appareils de transmission et de réception sont placés dans la nacelle.

L'antenne est, généralement, constituée par un fil métallique d'une longueur variant de 100 à 200 mètres, qui

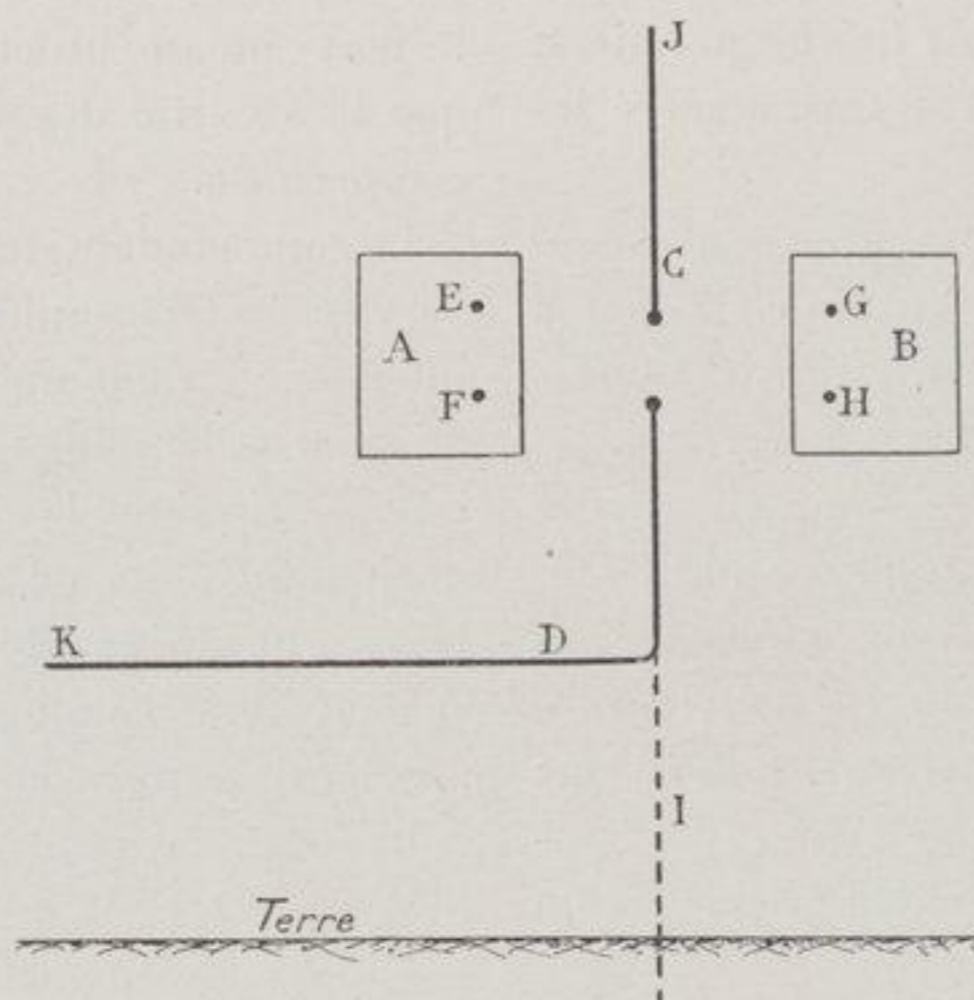


Fig. 335. — Disposition d'une installation de télégraphie sans fil.

pend de la nacelle et qui est lesté à son extrémité inférieure afin que pendant la marche du dirigeable sa position ne soit pas trop oblique.

Pour constituer le *contreponds*, on peut prendre des combinaisons différentes, appropriées à la disposition des organes du dirigeable.

Pour les aérostats dont l'enveloppe est entièrement en tissu, la nacelle métallique ou certains agrès métalliques peuvent faire office de contreponds, mais il importe que les extrémités de ces organes où peuvent se produire des aigrettes soient éloignées de l'enveloppe et de l'orifice des soupapes

qu'elle porte. On peut disposer aux extrémités, des boules métalliques qui atténuent la longueur des aigrettes.

Lorsque les dirigeables comportent des pièces métalliques mises en contact avec l'enveloppe, il est nécessaire de constituer le contre-poids par un fil métallique spécial isolé des autres organes. Ce dispositif s'applique aux dirigeables type *Zeppelin* et aux dirigeables type *République*.

Dans ce dernier type qui comporte, on le sait, une plate-forme métallique solidaire de l'enveloppe, on peut disposer le contre-poids

On peut aussi, dans certains cas, constituer le contre-poids par un câble métallique supporté par un cerf-volant. Mais cette disposition peut être gênante pour la marche de l'aéronat.

D'une façon générale, il convient de recouvrir tous les organes entre lesquels peuvent se produire des étincelles, d'un treillis métallique semblable à celui qui entoure la lampe des mineurs.

Pour produire les ondes à bord d'un dirigeable on commande par le moteur de l'aéronat, un *alternateur à fréquence musicale*.

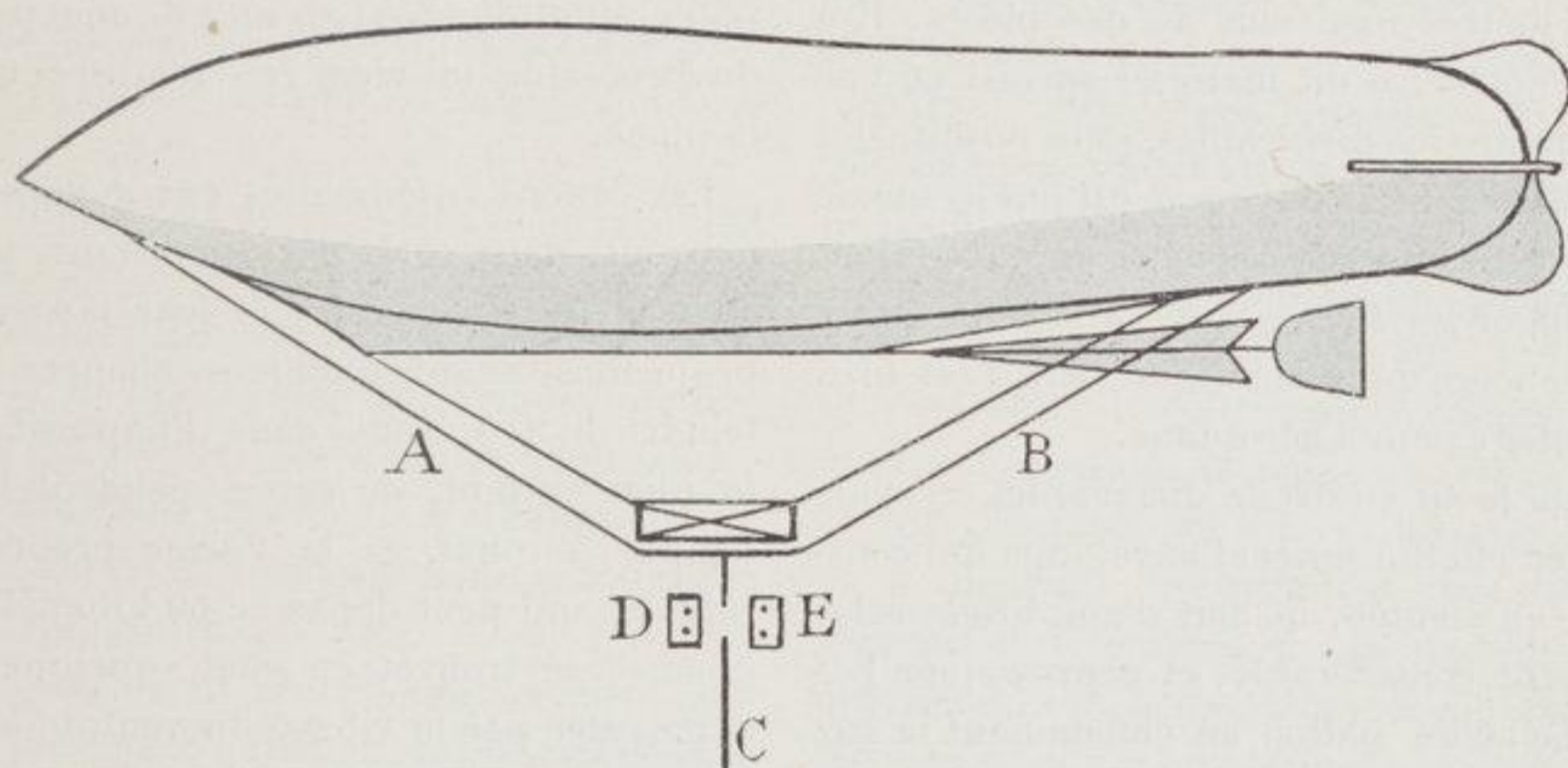


Fig. 336. — Installation d'un poste de télégraphie sans fil, à bord d'un dirigeable type *République*.

ainsi que l'indique la figure 336. Ce contre-poids est formé par un fil métallique AB, sectionné en plusieurs tronçons reliés par des isolants et suspendu par des câbles isolants, à l'enveloppe.

L'antenne C pend perpendiculairement au-dessous de la nacelle. Les appareils de transmission D et ceux de réception E (représentés schématiquement au-dessous de cette nacelle) sont placés à l'intérieur, mais les câbles qui y aboutissent et qui forment le *contre-poids* et l'*antenne* sont isolés de la carcasse métallique de la nacelle, laquelle communique avec la plate-forme de l'enveloppe par des suspentes en acier.

On peut, à volonté, embrayer ou débrayer cet alternateur.

La réception s'effectue généralement au son, au moyen d'un téléphone dans lequel on perçoit les signaux Morse envoyés : ils ont une durée plus longue quand il s'agit d'un trait que lorsqu'il s'agit d'un point. On peut aussi établir des appareils inscripteurs; ils offrent plus de complications.

La portée d'un poste de télégraphie sans fil de dirigeable dépensant une énergie de 2kilowatts peut dépasser 50 kilomètres, et le poids de l'installation complète peut varier de 100 à 400 kilogrammes suivant la portée à atteindre.

Tir contre dirigeables Les aérostats dirigeables ayant été affectés, aussitôt que leur direction a été véritablement obtenue d'une manière efficace, au service des armées, pour effectuer des reconnaissances, il était certain qu'on allait chercher à créer un autre engin de guerre pouvant entraver l'action de ces dirigeables.

On a donc songé à détruire les aérônats à l'aide de pièces d'artillerie.

Les divers modèles existants de pièces d'artillerie établis pour tirer dans un plan horizontal ne pouvaient convenir pour atteindre un dirigeable passant à 1.000 ou 1.500 mètres au-dessus de ces pièces. Il a fallu construire un matériel spécial en vue de détruire les dirigeables, puis, ensuite, les aéroplanes. Le problème n'est pas le même en ce qui concerne ces deux engins aériens et si, pour les dirigeables, l'efficacité du tir reste encore problématique, elle l'est bien davantage pour l'aéroplane.

Dans le tir contre le dirigeable, on cherche, en effet, à percer l'enveloppe qui constitue, en somme, un but d'amplitude relativement considérable, et à provoquer l'éclatement du ballon en enflammant le gaz hydrogène au moyen d'obus spéciaux, ou encore à l'obliger, par suite de la perte de son gaz, à atterrir, de façon à pouvoir s'en rendre maître.

Contre l'aéroplane, le tir ne peut être de quelque utilité que s'il atteint le pilote ou le moteur. C'est, on s'en rend compte, une bien minime chance de succès.

Quoi qu'il en soit, on a constitué un matériel d'artillerie spécial contre les dirigeables et les aéroplanes.

Le dirigeable, quoique plus aisément vulnérable que l'aéroplane, est cependant bien difficile à atteindre. Son altitude est peu aisée à déterminer. En outre, son déplacement continu, qui peut se produire dans n'importe quel sens, rend le réglage du tir pour ainsi dire impossible.

Il est nécessaire, enfin, que l'engin qui se

propose la destruction du dirigeable puisse suivre le vaisseau aérien avec une vitesse sensiblement égale à la sienne, pour tenter de l'empêcher d'évoluer au-dessus de toutes les troupes dont il veut connaître la disposition. C'est pour cela que le canon créé contre les engins aériens a nécessairement été un canon automobile pouvant, par ses propres moyens, se déplacer aisément et avec rapidité.

Des pièces de siège spécialement aménagées peuvent tirer contre les dirigeables : mais ces pièces ne se déplaçant pas, leur chance de réussite est véritablement bien faible étant donnée l'aisance de manœuvre du dirigeable qui vient reconnaître l'état de la place.

Les canons automobiles eux-mêmes, qui peuvent, dans certaines conditions, pourchasser les dirigeables et leur lancer des projectiles ayant quelques chances d'atteindre le but, sont dans l'impossibilité, le plus souvent, de suivre pendant longtemps l'aérônats. Si la vitesse propre de celui-ci, qui peut dépasser 60 kilomètres à l'heure, se trouve, en effet, quelque peu augmentée par la vitesse du vent, le canon automobile marchant sur route aura déjà de la difficulté à maintenir pendant longtemps une allure qui peut facilement devenir anormale et, de plus, il est bien évident que le pilote du dirigeable s'attachera fort peu à suivre la direction de cette route sur laquelle peut le plus aisément se déplacer l'ennemi.

Pour toutes ces raisons, on admet que l'efficacité du tir contre les dirigeables est assez précaire, mais on n'en a pas moins créé un matériel d'artillerie contre les patrouilles aériennes.

L'Allemagne s'est préoccupée de cette question aussitôt que nos premiers dirigeables ont été militarisés. Les usines Krupp ont construit un canon qui peut facilement tirer dans toutes les directions. Les roues qui le supportent peuvent, lorsque le canon

est en batterie, se déplacer en pivotant autour des bouts d'essieu et se disposer en avant de l'affût, de telle sorte que celui-ci, en s'appuyant sur elles, puisse décrire, autour de la *bèche de crosse* qui appuie sur le sol, une circonférence complète.

L'affût proprement dit du canon comporte un dispositif à *recul différentiel*. Ce dispositif, semblable à celui qui existe sur quelques pièces françaises, consiste à faire déplacer vers l'avant le canon sur l'affût, par l'action de ressorts, avant que le coup de feu soit tiré. Lorsque le coup part, le recul du canon se produit : il a pour effet de comprimer les ressorts précédemment détendus et de ramener le canon à sa position normale.

Quelques autres adjonctions permettent d'effectuer le tir sous un grand angle. Le projectile utilisé est *fumigène*, c'est-à-dire qu'il laisse tout le long de sa trajectoire une trace qui permet de le suivre d'un bout à l'autre de son excursion. L'efficacité de ce projectile est la même sur toute la longueur de la trajectoire.

Les obus sont de différents types. Certains portent en avant une capsule de mousse de platine qui est portée à l'incandescence lorsque l'obus traverse l'enveloppe et se trouve en contact avec l'hydrogène. Cette incandescence provoque l'allumage d'une charge de poudre qui peut faire éclater un récipient contenant de l'oxygène. Le mélange d'hydrogène et d'oxygène forme un gaz détonant qui fait exploser l'enveloppe.

D'autres types d'obus contiennent une matière qui s'enflamme au départ. Les flammes peuvent sortir de l'obus par des orifices disposés vers l'avant, et lorsque l'obus traverse l'enveloppe, ces flammes provoquent la combustion de l'hydrogène qu'elle contient et la destruction de l'aéronat.

En plus des brûleurs, certains obus possèdent des bras articulés munis de dents de scie. Ces bras repliés avant le lance-

ment, se développent par suite de la rotation de l'obus, et contribuent à augmenter l'amplitude et la gravité de la déchirure faite dans l'enveloppe lorsqu'elle est traversée par le projectile.

Les usines Krupp ont établi plusieurs autres pièces d'artillerie contre les dirigeables, dont une pièce de marine du calibre 105 millimètres, avec projectile de 18 kilos dont la vitesse initiale est de 700 mètres. La pièce peut s'incliner sous un angle de 75 degrés.

On a établi également en Allemagne des automobiles blindées, actionnées par un moteur de 60 chevaux et supportant une tourelle blindée, dans laquelle est disposé un canon à tir rapide de 50 millimètres pouvant s'orienter dans tous les sens.

On a songé aussi à munir les dirigeables d'engins destructeurs pouvant être employés contre des dirigeables ennemis. Des canons légers dont le poids ne dépasse pas 75 kilogrammes ont été réalisés. En outre, on a construit des torpilles volantes qui peuvent être lancées de la nacelle d'un dirigeable, ou même, d'un aéroplane. La torpille effectue son lancement, à une vitesse initiale de 50 mètres par seconde ; cette vitesse s'accélère au fur et à mesure et peut atteindre 300 mètres à la seconde. La torpille peut contenir 2 kilogrammes d'explosif : elle a une portée de 4.500 mètres. On règle son moment d'éclatement au moyen d'un mécanisme d'horlogerie, ou bien on la dispose pour exploser lorsqu'elle touche le but.

*Parallèle
entre les aé-
rostats diri-
geables et les
sous-marins*

Nous ne saurions clore le dernier chapitre de l'aérostation dirigée sans établir une brève comparaison entre les *deux flotteurs* com-

binés par la Science pour l'air et pour l'eau. Le *dirigeable* et le *sous-marin*, sont tous deux des organes importants de la guerre, appelés à naviguer dans des éléments essen-

tiellement différents, mais astreints, cependant, à des principes mécaniques fondamentaux qui sont les mêmes, de telle sorte que l'on peut dire que le *dirigeable* constitue la *solution aérienne* d'un certain nombre de problèmes dont le *sous-marin* serait, d'autre part, la *solution aquatique*.

Ces deux organes sont nés le jour où l'on a pu emmagasiner une énergie suffisante sous un poids et un volume restreints, et bien que le dirigeable et le sous-marin doivent satisfaire à des conditions fort différentes, ils n'en ont pas moins un grand nombre de points communs qu'il est intéressant de mettre en relief.

Tout d'abord, le dirigeable et le sous-marin résolvent d'une manière analogue le problème de la sustentation dans l'air et dans l'eau : l'un et l'autre possèdent une densité moyenne très voisine de celle du milieu dans lequel ils évoluent. C'est ce que l'on exprime en disant que leur force ascensionnelle, ou flottabilité, est voisine de zéro, au contraire de l'aéroplane ou du navire de surface, l'un nettement plus lourd que l'air, l'autre plus léger que le volume d'eau déplacé par sa coque complètement immergée.

Il convient cependant de remarquer que tous les types de dirigeables, sauf le type Malecot, ont une force ascensionnelle *positive*, c'est-à-dire qu'ils pèsent moins lourd que le volume d'air déplacé. Les sous-marins, au contraire, peuvent fort bien naviguer avec une flottabilité négative sensible, car l'action des gouvernails horizontaux permet, pendant la marche, de maintenir le navire à l'immersion voulue.

Si, maintenant, nous examinons la forme même des dirigeables et des sous-marins, nous constatons une similitude presque parfaite. L'un et l'autre sont allongés et affectent la forme d'un cigare à section circulaire et renflé à l'avant. On a remarqué, dans les deux cas, que cette forme est la plus favorable à l'utilisation de l'effort propulsif.

La section circulaire est, en outre, celle qui présente la plus grande résistance à la pression extérieure, et cette considération a son intérêt si l'on songe aux pressions considérables que peut avoir à supporter la coque d'un sous-marin, car, à 30 mètres d'immersion, cette pression est déjà de 3 kilogrammes par centimètre carré.

De même, il est logique d'allonger le dirigeable comme le sous-marin dans le sens de la marche, afin d'améliorer la stabilité de route, c'est-à-dire l'aptitude de l'appareil à suivre une trajectoire déterminée *en direction*, sans avoir à donner d'amples mouvements au gouvernail.

On voit, d'ailleurs, qu'au point de vue des formes, la logique a amené à donner à l'ensemble de l'enveloppe des dirigeables, comme à la coque des sous-marins, sensiblement l'aspect des poissons les plus rapides, comme le thon ou le marsouin.

D'autre part, lorsqu'il s'est agi de donner au dirigeable la stabilité nécessaire pour l'empêcher, par suite de sa forme, de rouler sur lui-même, il a fallu l'alourdir suivant une génératrice, et c'est ainsi que l'on a été conduit à le munir d'une nacelle allongée qui reste constamment à la partie inférieure de l'appareil, en raison de son poids.

De même, dans le sous-marin, les poids sont répartis de façon à ce que le *centre de gravité* de l'ensemble soit placé plus bas que le *centre de poussée* de l'eau sur la coque. La stabilité du dirigeable, comme celle du sous-marin, est donc une stabilité due à la répartition des poids ou, plus simplement, une *stabilité de poids*, par opposition à la *stabilité de forme* qui est celle des navires de surface, ou, tout au moins, de la plupart d'entre eux.

Les appareils de manœuvre du dirigeable et du sous-marin présentent enfin des analogies remarquables ; leur manœuvre en direction est assurée par un gouvernail vertical placé dans le plan longitudinal à

l'arrière, tandis que pour obtenir les changements d'altitude ou d'immersion, ils ont chacun à leur disposition deux procédés comparables; le dirigeable peut, soit changer de poids en jetant du lest ou en manœuvrant ses ballonnets-compensateurs, soit agir, pendant la marche, sur ses gouvernails horizontaux, ou plans stabilisateurs. De même, le sous-marin peut, soit changer son poids en vidant ou remplissant convenablement ses récipients spéciaux ou *water-ballasts*, soit manœuvrer des gouvernails horizontaux ou gouvernails de plongée.

C'est surtout en ce qui concerne la puissance motrice que le dirigeable et le sous-marin diffèrent. Alors que le premier a pu s'affranchir de l'accumulateur électrique trop lourd, en utilisant, bientôt après son apparition, le moteur à combustion in-

terne, l'autre a dû, jusqu'à présent, s'en tenir, pour la propulsion en plongée, à son premier système moteur.

D'intéressants essais sont faits actuellement avec des chaudières à vapeur spéciales, capables de fournir de la vapeur plusieurs heures après la mise-bas des feux; les dispositions nouvelles de production de force motrice en plongée ne peuvent que donner un essor nouveau aux sous-marins.

En dehors de la différence des organes moteurs, il est curieux de noter que les recherches au sujet de la navigation aérienne par les dirigeables ont abouti à l'adoption de méthodes identiques à celles qui ont été employées pour la navigation sous-marine.



AVIATION

HISTORIQUE DU PLUS LOURD QUE L'AIR.

Historique Un autre problème, encore plus complexe que celui de l'aérostation dirigée et dont la solution paraissait beaucoup plus incertaine, a été résolu magistralement dans ces dernières années, par la création du merveilleux nouvel engin de navigation aérienne : l'*aéroplane*. Tandis que les appareils aériens que nous avons examinés précédemment se soutiennent dans l'atmosphère par l'emmagasinement, dans une capacité close, d'un certain volume de gaz plus léger que l'air, les engins que nous allons décrire, ne possédant aucune réserve de gaz léger pour assurer leur sustentation et étant, par cela même, appliqués sur le sol par leur propre poids, ce qui leur a fait donner le nom de *plus lourds que l'air*, se soutiennent dans les airs et se dirigent par suite de l'action propulsive des organes mécaniques dont ils sont munis.

L'origine de ces appareils remonterait, si l'on en croit la légende, à des temps fort reculés.

Ovide, en effet, raconte que Dédale et son fils Icare, prisonniers en Crète, où ils avaient construit le Labyrinthe, et songeant à regagner la Sicile, leur pays natal, dont la mer les séparait, s'écrient : « La terre et les ondes s'opposent à notre pas-

sage, mais le ciel est ouvert, nous irons par ce chemin. »

Dédale, alors, suivant le poète latin, « dispose des plumes avec ordre, en prenant d'abord les plus petites, chacune d'elles étant moins longue que celle qui la suit, et toutes s'élevant par une gradation insensible. Il attache ces plumes au milieu avec du lin, à leur extrémité avec de la cire, et il leur imprime ensuite une légère courbure, afin de mieux imiter l'aile des oiseaux. Non loin de là était une colline qui ne s'élevait pas tout à fait à la hauteur d'une montagne, mais dominait cependant la plaine. C'est de là qu'ils s'élancent pour commencer leur périlleux voyage. »

Icare, dans son vol, s'étant trop rapproché du soleil, la cire maintenant les ailes se fondit, les ailes se détachèrent de son corps, qui fut précipité dans la mer. De cette fable de l'Antiquité, si l'on retranche tout ce qu'y ajouta la poétique imagination des Grecs, il reste une tradition qui doit se rapporter à quelques tentatives de vol aérien, faites à l'origine des sociétés humaines et que les recherches et la mort de l'éminent aviateur allemand Lilienthal ont effectivement renouvées à travers les siècles.

L'Antiquité grecque rapporte qu'un mécanicien, Archytas, qui vivait à Tarente

vers l'an 360 avant Jésus-Christ, et qui a inventé la vis, la poulie, et le cerf-volant, avait construit une *colombe volante*. C'était un oiseau de bois qui se soutenait dans les airs, par une action mécanique, disaient certains, par « le souffle du gaz renfermé et caché », affirmaient quelques autres.

Il faut arriver au premier siècle de l'ère chrétienne pour trouver un fait relatif à l'art de voler, malheureusement altéré par l'esprit de mysticisme et de superstition de ce temps. Il s'agit de Simon le Magicien.

Ce Simon, de Samarie, était un jongleur extraordinaire fort admiré des païens, des nouveaux chrétiens, et de Néron lui-même, pour ses prodiges qui lui valurent son surnom de Magicien. Une rivalité d'influence s'établit bientôt entre Pierre, le premier des papes, et Simon, et se termina par ce que les historiens du temps nomment le *combat apostolique*, dont voici les amusantes phases qui nous conduisent à la tentative de vol aérien.

Simon le Magicien avait, paraît-il, l'habitude de faire garder sa porte par un gros dogue, qui dévorait tous ceux que son maître ne voulait pas laisser entrer. Pierre voulant parler à Simon, ordonna au chien d'aller lui dire, en langage humain, que Pierre, serviteur de Dieu, le demandait. Devenu aussi doux qu'un mouton, mais plus intelligent, le chien s'acquitta de la commission, à la grande stupéfaction du magicien. Pour prouver néanmoins à Pierre qu'il était aussi fort que lui, Simon ordonna à son dogue fidèle, d'aller lui répondre qu'il pouvait entrer. C'est ce que le docile animal exécuta sur-le-champ. A prodige, prodige et demi!

Pour prendre sa revanche et rétablir son prestige de magicien, un peu compromis par « le miracle » de Pierre, Simon de Samarie annonça à la cour de Néron, qu'à un jour fixé, il s'élèverait de terre, et parcourrait facilement les airs, sans ailes, ni char,

ni appareil d'aucune sorte. Tout le peuple s'assembla pour être témoin de ce spectacle extraordinaire. Mais au moment où le magicien s'élançait du haut d'une tour, pour accomplir le prodige annoncé, Pierre se mit en prières, et par la puissance de sa volonté, affirme la légende, arrêta le magicien dans son vol. Simon tomba lourdement sur le sol, et se cassa les jambes dans sa chute. On peut expliquer sans « miracle » le fait historique de la tentative de vol aérien, faite par Simon de Samarie. Il avait probablement fabriqué des ailes factices, qui, appliquées à son corps, devaient lui donner la faculté de voler. Mais l'appareil étant sans doute mal conçu, se détraqua en l'air, et l'infortuné mécanicien fut précipité à terre.

Toutefois il ne perdit point la vie à la suite de cet accident.

On a su, en effet, comment mourut Simon le Magicien. Il avait imprudemment annoncé que, si on lui tranchait la tête, il ressusciterait trois jours après.

Néron le prit au mot, et le fit décapiter. Inutile d'ajouter que le miracle de la résurrection ne se produisit pas.

Dans l'*Histoire de Constantinople*, Cousin raconte qu'au XII^e siècle, sous le règne de l'empereur Emmanuel Commène, un Sarrasin qui passait d'abord pour magicien, mais qui ensuite fut reconnu pour fou, se vanta qu'il traverserait, en volant, l'Hippodrome. Il monta sur la tour de l'Hippodrome, vêtu d'une robe blanche fort longue et fort large, dont les pans retroussés avec de l'osier, devaient lui servir de voile pour recevoir le vent. L'Empereur et le Sultan des Turcs étaient présents à l'expérience et se trouvaient partagés entre l'espérance de la réussite et la crainte que le Sarrasin ne pérît honteusement. « Il étendait quelquefois les bras pour recevoir le vent; quand il crut l'avoir favorable, il s'éleva comme un oiseau, mais son vol fut aussi infortuné que celui d'Icare, car le poids de son corps ayant plus de force pour l'entraîner en bas que

ses ailes artificielles n'en avaient pour le soutenir, il se brisa les os ».

Au XIII^e siècle, le génial Roger Bacon dit dans son ouvrage intitulé : *De secretis operibus artis et naturæ* :

« On peut construire des bateaux allant sur l'eau sans rameurs, de grands vaisseaux, conduits par un seul homme et marchant avec plus de vitesse que ceux conduits par une foule de matelots ; on fabriquera des voitures qui rouleront avec une vitesse inimaginable sans aucun attelage ; enfin, on peut faire des machines pour voler, dans lesquelles l'homme, étant assis ou suspendu au centre, tournerait quelque manivelle qui mettrait en mouvement des ailes faites pour battre l'air, à l'instar de celles des oiseaux. »

Plus loin, passant à l'application de ses idées, Roger Bacon donne la description d'une *machine volante*.

Après la mort de cet illustre savant, on trouve un certain nombre de mécaniciens qui essayent de construire des appareils imitant le vol des oiseaux. Quelques-uns, parmi eux, osent même confier leur vie au jeu de ces machines.

Jean-Baptiste Dante, habile mathématicien, qui vivait à Pérouse, vers la fin du XV^e siècle, construisit des ailes artificielles, lesquelles, appliquées au corps de l'homme, lui permettaient, a-t-on dit, de s'élever dans les airs.

D'après un mémoire lu à l'Académie de Lyon, le 11 mai 1773, au sujet du *vol aérien*, J.-B. Dante aurait fait plusieurs fois l'essai de son appareil, sur le lac de Trasimène. Mais ces expériences eurent une assez triste fin. Le jour de la célébration du mariage de Barthélemy d'Alviane, Dante voulut donner à la ville de Pérouse le spectacle d'une ascension. « Il s'éleva très haut, et vola par-dessus la place ; mais le fer avec lequel il dirigeait une de ses ailes, s'étant brisé, il tomba sur le toit de l'église de Saint-Maur et se cassa la cuisse. »

Dante ne mourut point des suites de cet accident, qui lui valut une chaire de mathématiques à Venise.

Selon le même écrivain, un accident semblable serait arrivé précédemment à un savant bénédictin anglais, Olivier de Malmesbury. Ce bénédictin passait pour fort habile dans l'art de prédire l'avenir ; cependant, il ne sut point deviner le sort qui l'attendait. Il fabriqua des ailes, d'après la description qu'Ovide nous a laissée de celles de Dédale, les attacha à ses bras et à ses pieds, et s'élança du haut d'une tour. Mais ses ailes le soutinrent à peine l'espace de cent vingt pas ; il tomba au pied de la tour, se cassa les jambes, et traîna depuis ce moment une existence languissante.

Il se consolait néanmoins de sa disgrâce en affirmant que son entreprise aurait certainement réussi s'il avait eu soin de se munir d'une queue !

On affirme que Léonard de Vinci aurait construit une machine à voler. Le célèbre artiste de la Renaissance, qui fut en même temps peintre, chimiste, mécanicien et physicien de premier ordre, avait assez de génie pour aborder une telle entreprise.

Dans l'*Histoire des sciences mathématiques en Italie*, M. Libri dit que « Léonard de Vinci étudia longuement le mouvement des animaux et le vol des oiseaux. Il avait entrepris ces recherches pour essayer s'il serait possible de faire voler les hommes ».

Après Léonard de Vinci, les essais de machines à voler sont assez rares.

Vers l'année 1600, un architecte italien, Guidotti, « se servit plusieurs fois, avec succès, d'ailes en baleine recouvertes de plumes, mais il tomba et se cassa les jambes ».

Un peu plus tard, en 1660, un savant anglais, Hooke « imagina, dit l'Encyclopédie de Diderot, d'employer des ailes assez semblables à celles des chauves-souris pour les bras et les jambes et fit une machine pour s'élever en l'air par le moyen de girouettes horizontales placées un peu de tra-

vers au vent, lesquelles, en faisant le tour, font tourner une vis continue au centre, qui aide à faire mouvoir les ailes et que la personne dirige pour s'élever ».

La même année, un danseur de corde, nommé Allard essaya, sans y réussir, de voler, en présence de Louis XIV, de la terrasse de Saint-Germain en Laye jusqu'à la forêt du Vésinet, en passant au-dessus de la Seine.

En 1670, dans un ouvrage publié par un jésuite de Brescia, nommé Lana, il est décrit la construction d'un *vaisseau volant*, accompagnée d'une figure.

Ce vaisseau volant (Fig. 337), tout à fait fantaisiste, devait, dit son auteur, être à mâts et voiles. Il porterait à la poupe et à la proue deux montants de bois surmontés chacun, à leur extrémité, de deux globes de cuivre.

Lana assure que si l'on chasse l'air contenu dans ces boules de cuivre, ces globes étant devenus plus légers que l'air environnant, s'élèveront dans l'atmosphère et entraîneront le vaisseau. Ce procédé fantaisiste qui, malgré l'emploi des ballons n'a aucun rapport avec l'aérostation, aurait été bien peu efficace pour assurer la sustentation du vaisseau « plus lourd que l'air ».

En 1736, un Portugais, Barthélemy Lourenço, prétendit avoir découvert « un instrument pour cheminer dans l'air de la

même manière que sur la terre et par mer... ».

« Il ne faut pas s'étonner, dit David Bourgeois dans son ouvrage *l'Art de voler*, si la machine de Lourenço n'a jamais été employée et si elle était tombée dans l'oubli. Elle représente, sous une espèce de figure d'oiseau, un corps de bâtiment soutenu par

des tuyaux où le vent devait s'engouffrer, et se porter à des espèces de voiles attachées au-dessus du navire pour l'enlever; à défaut du vent, on devait y suppléer en faisant usage de gros soufflets.

« Un grand nombre de morceaux d'ambre étaient attachés à un bout de fil de fer, afin, à ce que présumait l'auteur, d'attirer en l'air le bas du bâtiment qui, pour cet effet, était garni de nattes faites de paille de seigle. Deux sphères contenaient, suivant lui, le secret attractif, et une pierre d'aimant.

Des ailes attachées aux côtés n'avaient d'autre emploi que d'empêcher la machine de chavirer. Elle devait être montée par dix hommes. »

La figure 338 représente l'appareil de Lourenço dont parle David Bourgeois : il existe à notre Bibliothèque nationale des estampes.

En 1768, un mécanicien, nommé Le Besnier, originaire de la province du Maine, fit, à Paris, diverses expériences avec une *machine à voler*.

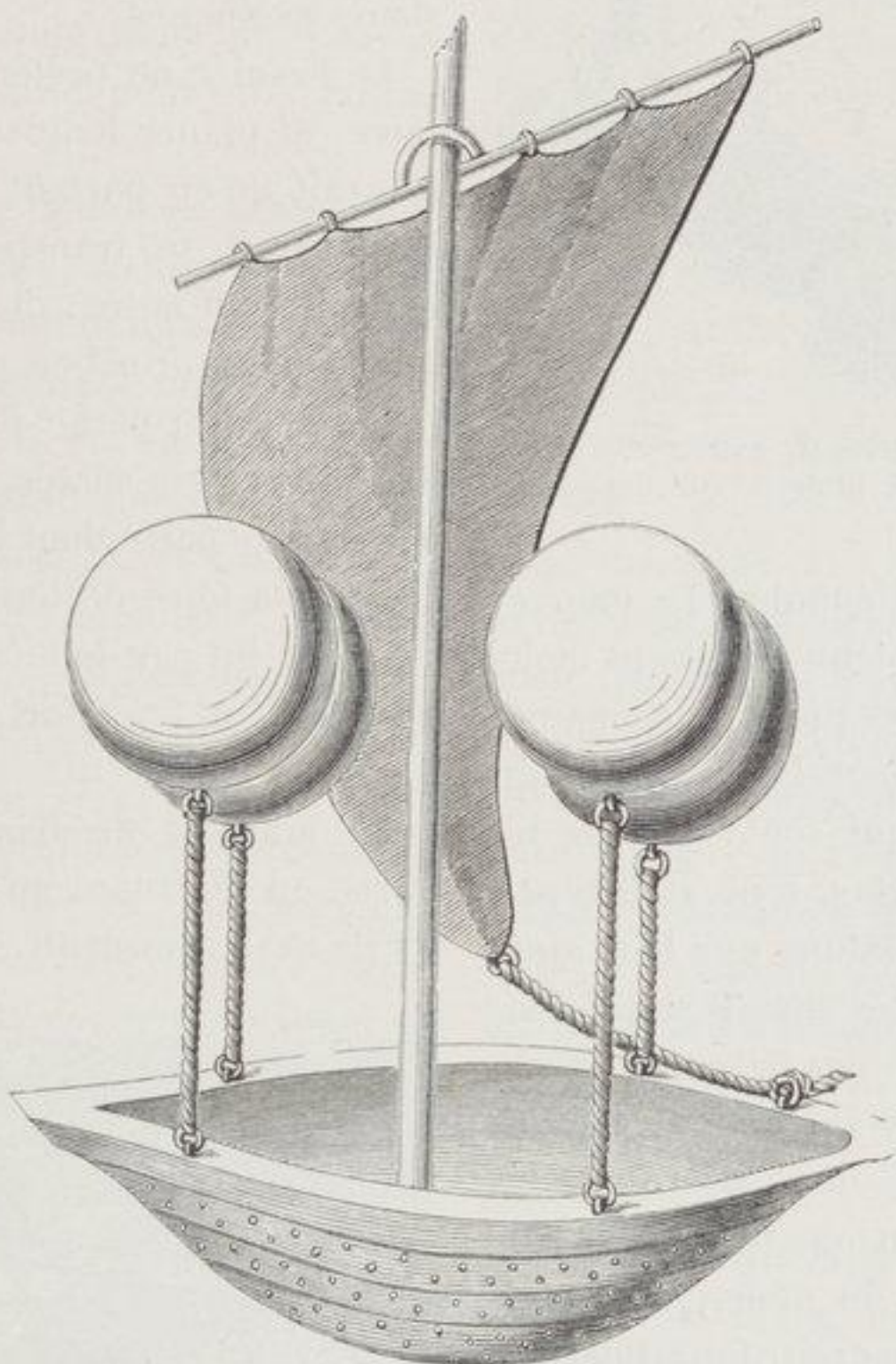


Fig. 337. — Vaisseau volant de Lana.

Cette machine était composée de quatre ailes de taffetas formées, chacune, de deux volets et reliées deux à deux par des barres

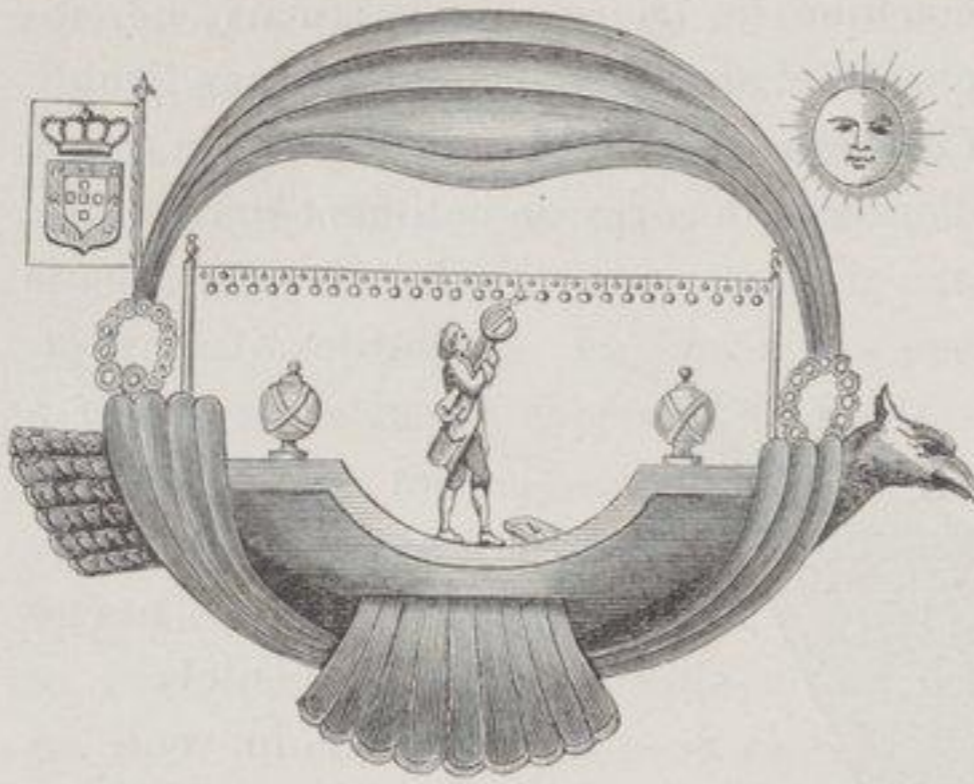


Fig. 338. — La machine de Lourenço.
(D'après une estampe de la Bibliothèque nationale.)

qui reposaient sur les épaules. Le mouvement des ailes était obtenu en faisant mouvoir alternativement les pieds et les mains.

« Les ailes, dit le *Journal des Savants* du 13 septembre 1768, qui sont chacune un châssis oblong de taffetas, sont attachées à chaque bout de deux bâtons que l'on ajustait sur les épaules. Ces châssis se pliaient du haut en bas, comme des battants de volets brisés. Ceux de devant étaient remués par les mains, et ceux de derrière par les pieds, en tirant chacun une ficelle qui leur était attachée. L'ordre du mouvement était tel, que, quand la main droite faisait baisser l'aile de droite de devant, le pied gauche faisait remuer l'aile gauche de derrière; ensuite la main gauche et le pied droit faisaient baisser l'aile gauche de devant et l'aile droite de derrière.

« Ce mouvement en diagonale paraissait très bien imaginé, parce que c'est celui qui est naturel aux quadrupèdes et aux hommes quand ils marchent, ou lorsqu'ils nagent. On trouvait néanmoins qu'il manquait deux choses à cette machine pour la rendre d'un plus grand usage : la première, qu'il faudrait y ajouter une grande pièce très légère,

qui, étant appliquée à quelque partie choisie du corps, pût contre-balancer dans l'air le poids de l'homme; la seconde, que l'on y ajustât une queue qui servit à soutenir et à conduire celui qui volerait; mais on trouvait bien de la difficulté à donner le mouvement et la direction à cette espèce de gouvernail, après les expériences qui avaient été inutilement faites autrefois par plusieurs personnes. »

Le Besnier ne prétendait pas s'élever de terre, ni planer longtemps en l'air, mais il assurait qu'en partant d'un lieu peu élevé, il pourrait se transporter aisément d'un endroit à un autre, de manière à franchir, par exemple, un bois ou une rivière.

Besnier fit, paraît-il, usage de ses ailes avec un certain succès, et un baladin lui en acheta une paire dont il se servit heureusement à la foire de Guibray.

Il n'en fut pas de même d'un certain Bernon, qui, à Francfort, se tua en essayant de voler.

Le marquis de Baqueville se blessa à Paris, en effectuant un vol avec un appareil qu'il avait construit. Cet appareil avait



Fig. 339. — Machine à voler de Le Besnier.
(D'après une ancienne estampe.)

d'énormes ailes. Le marquis de Baqueville annonça qu'il s'élancerait de la fenêtre de son hôtel, situé sur le quai, au coin de la

rue des Saints-Pères, et traverserait la Seine en volant pour descendre dans le jardin des Tuileries. Il s'élança, en effet, dans l'air, de sa fenêtre.

Il paraît que dans les premiers instants son vol fut assez heureux; mais, lorsqu'il fut parvenu au milieu de la Seine, ses mouvements devinrent incertains et il finit par tomber sur un bateau-lavoir. Les dimensions de ses ailes amortirent un peu la chute : il en fut quitte pour une cuisse cassée.

Pancton, en 1768, donne la description d'une machine volante, actionnée par la force de l'homme, communiquant une vitesse circulaire suffisante à un *ptérophore* qui soutient l'appareil en l'air. Un autre *ptérophore* le déplacerait horizontalement. La machine ainsi décrite est une sorte d'hélicoptère où déjà se manifeste l'emploi d'organes tournants, palettes ou hélices, pour assurer la sustentation et la propulsion.

En 1772, l'abbé Desforges, chanoine à Étampes, fit publier, par la voie des journaux, qu'il avait trouvé l'art de voler; mais il ajouta qu'il n'aurait pas plutôt exposé sa machine au grand jour, que sa simplicité la ferait bientôt imiter, et il proposa, en conséquence, que quand l'expérience aurait couronné du plus grand succès sa voiture volante, on lui délivrât une somme de cent mille livres, dont il demandait que la consignation fût faite chez un notaire, avant l'expérience.

L'argent fut trouvé et déposé chez un notaire de Lyon. L'expérience devait avoir lieu à Étampes; on y courut de toutes parts. Le chanoine se plaça dans sa voiture, sur la vieille tour de Guitel.

Sa machine avait la forme d'une nacelle, longue de sept pieds et large de trois et demi. Elle était couverte pour être à l'abri de la pluie. Elle était complètement faite au moyen d'assemblages, sans qu'il entrât un clou dans sa construction. Elle était

munie de quatre charnières servant au mouvement des ailes, qui devaient, par leur battement, soulever l'appareil.

Selon l'inventeur, tout avait été prévu; la voiture volante, qui pouvait au besoin, servir de bateau, devait faire trente lieues à l'heure; ni les vents, ni la pluie, ni l'orage, ne devaient arrêter son essor.

Le chanoine, une fois dans sa voiture, déploya ses ailes qui furent mises en mouvement avec une grande vitesse. Mais, d'après un mémoire du temps, il parut aux spectateurs que plus il les agitait, plus sa machine semblait presser la terre et vouloir s'identifier avec elle, comme si la mécanique du chanoine avait un mouvement contraire à celui qu'il avait voulu lui donner.

La machine se refusa obstinément à prendre son vol. L'expérience ne put donc avoir lieu et la Comédie Italienne joua, à propos de cette tentative avortée, un vaudeville ayant pour titre le *Cabriolet volant*, qui fit courir tout Paris.

Quelques années plus tard, de 1780 à 1783, Blanchard, dont nous avons raconté les prouesses aéronautiques, faisait l'exhibition dans l'hôtel de Taranne, appartenant à l'abbé Viennay, son protecteur, d'un *bateau volant*.

Blanchard travailla plusieurs années à son bateau volant, mais il n'en fit jamais une expérience sérieuse.

Il montra longtemps sa machine dans les jardins de l'hôtel de la rue Taranne, toujours au moment de procéder à une expérience de vol aérien, et ne se décidant jamais à la faire. Il avait construit deux appareils différents, qu'il modifiait d'ailleurs sans cesse. C'était d'abord son *bateau volant* proprement dit, espèce de nacelle aérienne, munie de rames, dont il voulait faire usage dans son ascension au Champ-de-Mars le 2 mars 1784, mais dont il ne put tirer aucun parti.

Blanchard, outre ce premier système,

avait construit une paire d'ailes qu'il appliquait à son corps, et qui lui permettait de s'élever jusqu'à 25 mètres de hauteur, au moyen d'un contre-poids.

Pour se servir de ce dernier appareil, que représente la figure 340, il se plaçait à terre, et s'élevait à 25 mètres de hauteur, au moyen d'un contre-poids de 10 kilos, qui glissait le long d'un mât.

Mais pour voler, il aurait fallu supprimer ce contre-poids, et là était la difficulté. Pendant plusieurs années, il chercha, sans y parvenir, le moyen de se délivrer de cette entrave.

Le peu de résultats pratiques provenant des essais faits avec les appareils précédents, fit abandonner ce genre de recherches.

La découverte des aérostats, en 1783, vint couper court à ces essais. A partir de ce moment et pendant de nombreuses

années, les *volateurs* cédèrent la place aux *aéronautes*.

« Je rends, écrivait Blanchard, à l'occasion de sa première ascension en ballon au Champ-de-Mars, le 2 mars 1784, un hommage pur et sincère à l'immortel Montgolfier, sans le secours duquel j'avoue que le mécanisme de mes ailes ne m'aurait peut-être jamais servi qu'à agiter un élément indocile qui m'aurait obstinément repoussé sur la terre, comme la lourde autruche, moi, qui comptais disputer à l'aigle le chemin des nues. »

Néanmoins les expériences faites avec ces diverses machines à voler ne furent pas inutiles, lorsqu'on songea à donner à l'aéronaute le moyen de se séparer de son ballon au milieu des airs, c'est-à-dire lors-

qu'on voulut créer le *parachute*, appareil propre à favoriser la descente du navigateur, dans les cas périlleux ou embarrassants. Ce dernier problème put être plus facilement résolu, grâce aux données fournies par les anciennes expériences concernant le vol aérien.

Il y eut, cependant, en cette même année 1784 qui marqua une orientation nouvelle dans le problème de la sustentation aérienne, une tentative intéressante concernant un appareil « plus lourd que l'air ».

Lanoy et Bienvenu construisirent un *hélicoptère* qui put voler.

Une Commission déléguée par l'Académie des Sciences pour examiner cet appareil, dit, dans son rapport, que « cette machine est une espèce d'arc que l'on bande en faisant faire à sa corde quelques révolutions autour de la flèche, qui est, en même temps, l'axe de la machine. La partie

supérieure de cet axe porte deux ailes inclinées en sens contraires et qui se meuvent rapidement, lorsqu'après avoir bandé l'arc, on le retient vers son milieu.

« La partie inférieure de la machine est garnie de deux ailes semblables qui se meuvent en même temps que l'arc et qui tournent en sens contraire des ailes supérieures.

« L'effet de cette machine est très simple; lorsqu'après avoir bandé le ressort et mis l'axe dans la situation verticale, par exemple, on a abandonné la machine à elle-même, l'action du ressort fait tourner rapidement les deux ailes supérieures dans un sens et les deux ailes inférieures en sens contraire.

« Ces ailes étant disposées de manière que

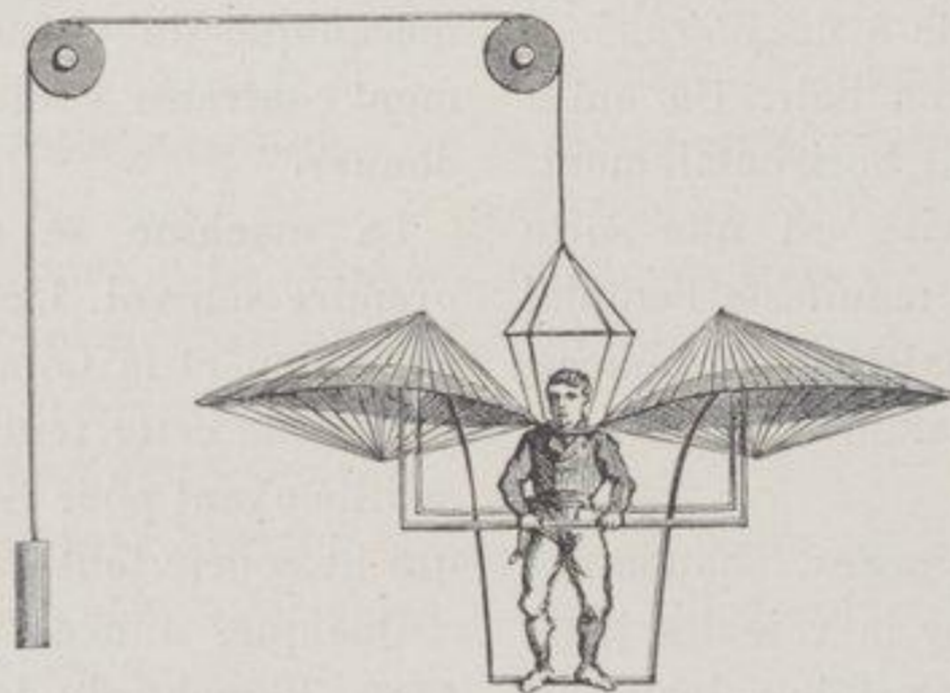


Fig. 340. — Appareil de Blanchard.

les *percussions* horizontales de l'air se détruisent et que les *percussions* verticales s'ajoutent pour enlever le moteur, la machine s'élève, en effet, et retombe ensuite par son propre poids ».

Et le rapport sur cet ingénieux jouet concluait ainsi : « Nous ne doutons pas qu'en mettant plus de précision dans l'exécution de cette machine, on ne parvienne facilement à en construire de plus grandes, et à les élever plus haut et plus longtemps; mais, les limites, en ce genre, ne peuvent être que très étroites ».

Donc, en dehors de ce dernier appareil, capable seulement de soulever son propre

ailes battantes qu'il réussissait à soulever du sol en s'aidant d'un contrepoids, à la manière de celle de Blanchard.

Pour pouvoir supprimer le contrepoids, il eut l'idée de placer au-dessus de sa machine un petit ballon contenant de l'hydrogène, et il prétendait pouvoir assurer la direction de l'appareil.

Nous avons déjà, dans l'histoire des aérostats, parlé des tentatives de Degen et de leur complet insuccès.

Jusqu'en 1840, quelques travaux sont effectués sur le même sujet en France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie, mais aucun fait remarquable ne mérite de rete-

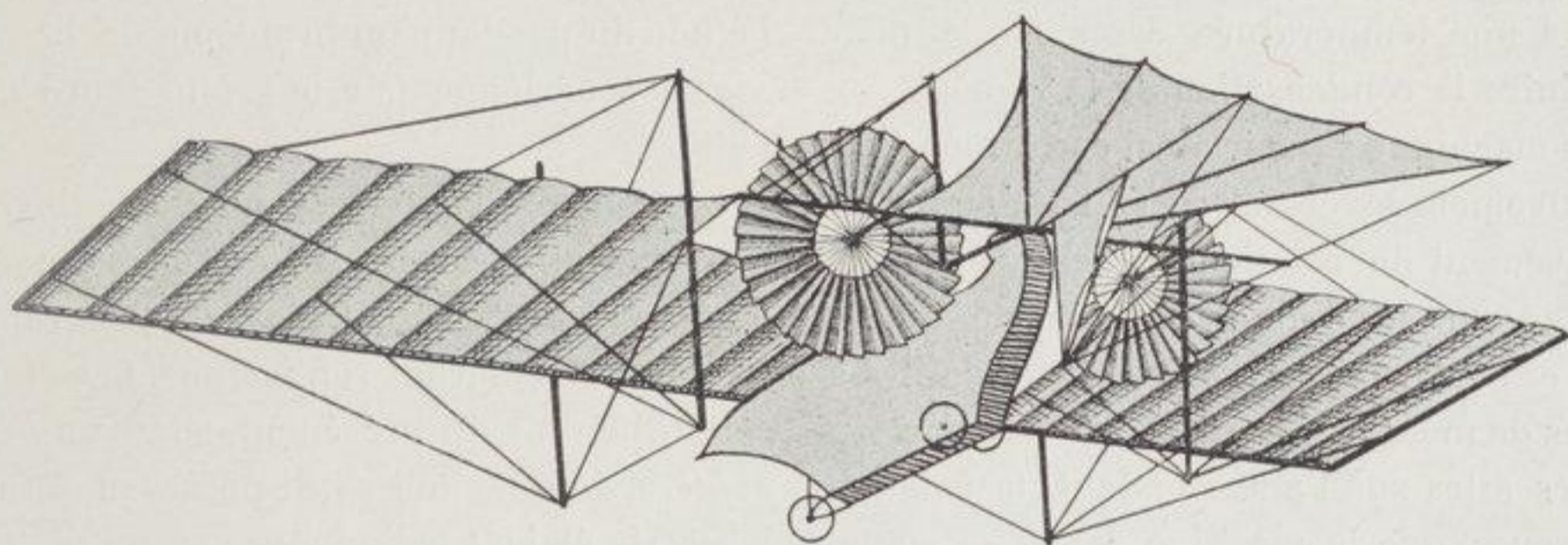


Fig. 341. — Appareil Henson.

poids, et qui, d'ailleurs, passa inaperçu, les autres appareils lourds furent abandonnés. Les montgolfières et les aérostats étaient les seules machines aériennes sur lesquelles tout le monde comptait, vers la fin du XVIII^e siècle, pour réaliser la Navigation aérienne dirigée.

Nous avons précédemment indiqué par quelles étapes successives l'Aérostation dut passer avant l'établissement définitif des dirigeables.

Ces recherches, et la période troublée que traversèrent la France et l'Europe à la fin du XVIII^e siècle et au commencement du XIX^e, firent négliger les études relatives au *plus lourd que l'air* et retardèrent les expériences.

En 1812, l'horloger Degen, de Vienne, vint faire à Paris des essais sur une machine à

nir l'attention.

Vers cette époque, un brevet est pris pour une machine volante comportant un moteur à vapeur. C'est l'appareil Henson (Fig. 341).

Le brevet concernait une machine formée par un châssis en bois, d'une longueur de 30 mètres et d'une largeur de 10 mètres, d'un poids très réduit quoique solide, et sur lequel était tendue une étoffe.

Ce châssis faisait fonction d'aile, mais ne comportait aucune articulation et devait s'avancer dans l'air obliquement, l'avant relevé. Sur le côté placé le plus bas, une queue d'environ 15 mètres de longueur était fixée en son milieu, et portait à son extrémité-arrière, et en dessous, un gouvernail servant à diriger l'appareil et manœuvré par des cordes.

A ce châssis était suspendue une sorte de voiture destinée à recevoir les voyageurs et même les marchandises à transporter, ainsi qu'un moteur à vapeur destiné à produire l'avancement de l'appareil dans l'atmosphère.

La machine à vapeur avait une puissance de 20 chevaux. La vapeur était fournie par une chaudière composée d'une série de tubes coniques placés au-dessus du foyer et sur tout son pourtour.

La machine à vapeur était munie d'un condenseur constitué par un faisceau tubulaire comportant un grand nombre de tubes de petit diamètre dans lesquels la vapeur en circulant se refroidissait. L'action de l'air, pendant la marche, devait maintenir ces tubes à une température assez basse pour produire la condensation de la vapeur.

La machine à vapeur ainsi constituée était relativement légère et servait à donner un mouvement de rotation à deux sortes de roues ayant un diamètre d'environ 7 mètres et portant des ailes assez semblables à celles de moulins à vent. C'est par l'action de ces ailes sur l'air, pendant la rotation des roues, que la machine devait se soutenir et progresser dans l'atmosphère.

Cet appareil, ingénieusement combiné, ne put effectuer des essais satisfaisants. La puissance du moteur, en effet, était trop faible pour le poids considérable de l'ensemble qui était d'environ 1.500 kilos.

Après une série d'expériences sans résultats positifs, Henson s'aboucha avec un autre chercheur, Stringfellow, qui ne manquait pas d'ingéniosité et ils résolurent d'établir un modèle réduit de la machine à voler. Ce modèle, d'environ 10 mètres de surface et d'un poids de 14 kilos, actionné par deux hélices à quatre ailes tournant à la vitesse de quatre cents tours par minute, comportait une petite machine à vapeur. Le mauvais équilibrage de ce modèle ne permit pas de faire de bons essais et il fut abandonné.

Cependant Stringfellow entreprenait seul,

bientôt après, la construction d'un autre modèle encore plus réduit, dont la surface était ramenée à 2 mètres et dont le poids, y compris l'eau et le combustible, atteignait à peine 3 kilos. La machine à vapeur devant lui donner le mouvement, avait des pistons dont le diamètre était de 18 millimètres et la course de 50 millimètres. Cette machine actionnait deux sortes d'hélices de 40 centimètres de diamètre. L'appareil put effectuer un vol de 40 mètres.

Voilà donc un premier monoplane capable de se soutenir en l'air par ses propres moyens, mais ne pouvant enlever que son moteur. Il y avait là, cependant, de quoi encourager tous les chercheurs à poursuivre l'étude du passionnant problème de la navigation aérienne par le « plus lourd que l'air ».

En 1850, en Angleterre, un autre inventeur, Philipps, construisit une machine volante qui s'est, paraît-il, élevée à une grande hauteur en enlevant son moteur. Cet appareil, différent du précédent, était un *hélicoptère*, dont les hélices, disposées sur un axe vertical, étaient actionnées par un moteur à vapeur.

A partir de cette époque, les essais d'appareils sont plus fréquents. Ces appareils ou machines volantes sont généralement d'un des trois types suivants : ou ils comportent des ailes battantes qui par leur mouvement alternatif doivent assurer leur sustentation ; ces appareils cherchant à réaliser les mouvements des oiseaux ont été appelés *ornithoptères* : ou bien ce sont des *hélicoptères*, actionnés par des hélices montées sur des axes verticaux ; ou enfin, ce sont des appareils à ailes fixes, c'est-à-dire à surfaces portantes constituées, en principe, comme l'appareil d'Henson, et auxquels on a donné le nom d'*aéroplanes*.

Les appareils à ailes battantes ont été fort nombreux, mais, comme les résultats obtenus avec eux ont été rarement satisfaisants, les recherches se sont peu à peu orientées



Fig. 342. — Chute de l'homme volant à Londres. (D'après une gravure de l'époque.)

vers les hélicoptères et, ensuite, vers les aéroplanes, qui ont fourni la solution tant cherchée de la sustentation du *plus lourd que l'air*.

Quelques constructeurs de machines volantes constituaient leur appareil avec une sorte de grand parapluie formant parachute, et destiné, par conséquent, à retarder sa descente, sous l'effet de son propre poids, cependant que des ailes manœuvrées à bras par l'intermédiaire d'un mécanisme, devaient permettre à l'appareil de s'enlever.

Letur, en 1852, et Degroof, en 1864, exécutèrent des appareils semblables avec lesquels ils firent des expériences malheureuses.

L'appareil de Letur, dont la surface était de 73 mètres carrés, était muni de deux ailes et d'un gouvernail. L'inventeur de la machine se faisait enlever par un aérostat et, une fois dans les airs, se détachait de lui en coupant les attaches. L'appareil descendait comme le fait un parachute, et c'est pendant la descente que les expériences de sustentation s'effectuaient. Lors d'un essai ainsi organisé, fait à Londres en 1853, le câble retenant l'appareil à l'aérostat ne put être rompu, et Letur, traîné sur un assez long trajet, fut mortellement blessé.

Quant à Degroof, il mit de longues années à construire son *appareil volateur*, qui comportait aussi un parachute muni de deux ailes de 8 mètres de longueur et d'une queue de 7 mètres.

En 1874, les journaux anglais annonçaient que le 9 juillet, à sept heures et demie, Degroof, inventeur belge, dit *l'homme volant*, tenterait une ascension à Cremorn-Garden, et traverserait les airs sur une longueur de 1.500 mètres.

Degroof avait, l'année précédente, essayé pour la première fois son appareil, dont les ailes, semblables à celles de la chauve-souris, avaient leurs membranes faites en baleines, entre lesquelles était tendue de la soie caoutchoutée.

L'essai avait eu lieu sur une des places de Bruxelles. Il s'était élancé d'une grande hauteur; mais il était tombé lourdement, quoique sans se faire de mal, et la foule, mécontente, avait mis son appareil en pièces.

Cependant, une seconde expérience faite le 29 juin 1874, à Londres, réussit : Degroof se fit enlever dans son appareil par un aérostat, puis l'appareil fut séparé de l'aérostat, livré à lui-même et lancé dans l'espace. Il descendit lentement et toucha terre sans incident. C'était, en somme, un plus grand succès pour le parachute que pour la machine à voler.

Enfin le 9 juillet 1874 une autre expérience était tentée, expérience qui devait lui être fatale. L'appareil attaché à l'aérostat, celui-ci s'éleva lentement dans une atmosphère absolument calme. Après quelque temps de voyage, comme l'aérostat se rapprochait de terre, le câble de retenue fut coupé, mais l'appareil, au lieu de descendre doucement les ailes déployées, tourna sur lui-même et Degroof vint, circonstance macabre, s'abattre dans un cimetière, sur une tombe.

Il était sans connaissance, mais respirait encore. Transporté à l'hôpital, il mourut en y entrant, pendant que la foule, ignorant ce qui venait de se passer, mettait l'appareil en pièces, avant que la police ait eu le temps de l'en empêcher.

Avant Degroof, Le Bris avait, en 1857, construit un appareil à voler ayant la forme d'un oiseau (Fig. 343). Le corps, en forme de sabot, avait une longueur de 4 mètres et un peu plus d'un mètre de large. L'expérimentateur se plaçait dans cette sorte de nacelle et pouvait, par la manœuvre de deux leviers, faire fonctionner deux ailes disposées une de chaque côté.

Les ailes étaient fixées sur des nervures flexibles en bois, et avaient une longueur de 7 mètres. Leur inclinaison pouvait être rendue variable par la manœuvre de petits

câbles aboutissant à la nacelle et passant sur des poulies fixées à l'avant.

Jusqu'en 1868, date de la première Exposition aéronautique de Londres, un certain nombre d'appareils à voler, à ailes battantes, sont brevetés, mais n'offrent pas grand intérêt. A cette Exposition, quelques-uns de ces appareils sont fort remarquables. L'un d'eux, construit par Spencer, constitué par une surface portante de 12 mètres carrés, était muni de deux ailes de 2 mètres carrés de surface. Manœuvré par son inventeur, cet appareil put effectuer des vols de 40 mètres. Son succès fut très grand.

C'est en 1871, que Penaud fit connaître le parti que l'on pourrait tirer, pour propulser des petits appareils à voler, de l'énergie emmagasinée dans une tresse de caoutchouc fortement tordue et qu'on laisse ensuite se dérouler, sous l'action de son élasticité.

Pendant près de vingt années Penaud, Plin et Jobert, Hureau de Villeneuve, Tatin, Trouvé, construisirent un grand nombre d'appareils à voler de petites dimensions, qui ont été un peu considérés comme des jouets scientifiques, mais qui, en réalité, ont été successivement établis pour étudier, en dehors de la force motrice qui les propulsait, l'équilibre dans l'air des surfaces constituant les ailes, surfaces auxquelles de nombreuses formes et dispositions ont été données.

Les oiseaux mécaniques ainsi constitués volaient avec rapidité. Penaud en a établi plusieurs, disposés de façons différentes, et a déterminé les conditions du vol mécanique dans un intéressant mémoire dont voici quelques extraits :

« Au milieu de la théorie de l'aile que donnaient Petitgrew, Marey, d'Esterno, etc... et des mouvements si compliqués qu'ils assignaient à cet organe, et à chacune de ses plumes, mouvements dont la plupart étaient inimitables pour un appareil mécanique, nous nous décidâmes à chercher nous-mêmes par le raisonnement seul, appuyé sur les lois de la résistance de l'air et quelques faits d'observation la plus simple, quels étaient les mouvements nécessaires de l'aile.

« Nous trouvâmes : 1° une oscillation double, abaissement et relèvement, transversale à la trajectoire suivie par le volateur; 2° le changement de plan de la rame pendant ce double mouvement, la

face inférieure de l'aile regardant en bas et en arrière pendant l'abaissement, de façon à soutenir et

à propulser; cette même face regardant en bas et en avant pendant le relèvement, de façon que l'aile puisse se relever sans éprouver de résistance sensible et en coupant les airs par sa tranche, tandis que l'oiseau se meut dans les airs.

« Ces mouvements étaient d'ailleurs admis par un grand nombre d'observateurs; mais, en considérant la difficulté de la construction de notre oiseau mécanique, nous dûmes, malgré notre désir de faire un appareil simple et facile à comprendre, chercher à perfectionner ce jeu un peu sommaire. Il est évident, d'abord, que les différentes parties de l'aile, depuis sa racine jusqu'à son extrémité, sont loin d'agir sur l'air dans les mêmes conditions.

« La partie interne de l'aile, dénuée de vitesse propre, ne saurait produire aucun

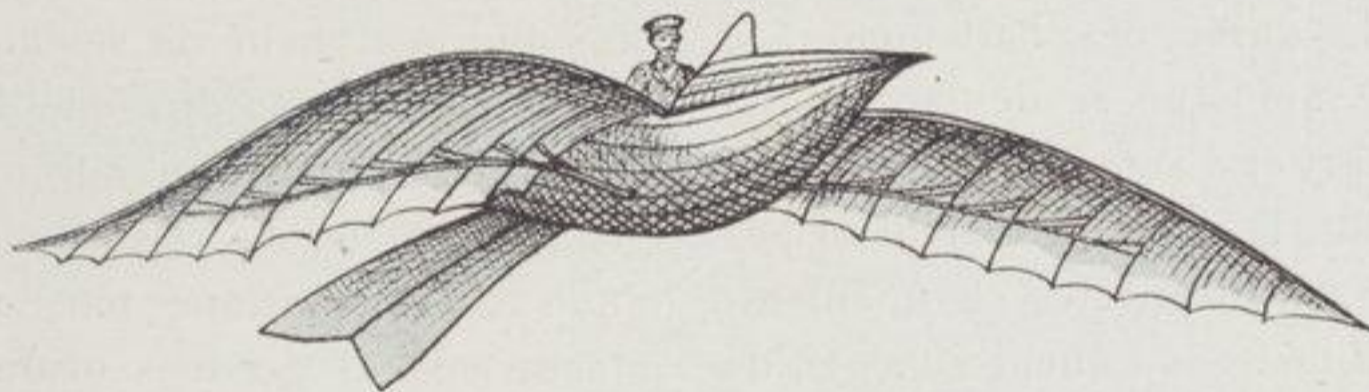


Fig. 343. — Appareil de Le Bris.

effet propulsif à aucune période du battement, mais elle est loin d'être inutile, et l'on comprend que pendant la rapide translation de l'oiseau dans l'espace, elle peut, en présentant sa face inférieure en bas, et un peu en avant, « faire cerf-volant » pendant le relèvement comme pendant l'abaissement et soutenir aussi, d'une façon contraire, une partie du poids de l'oiseau.

« La partie moyenne de l'aile a un jeu intermédiaire entre celui de la partie interne de l'aile, et celui de la partie externe ou rame. De la sorte, l'aile, pendant son action, est tordue sur elle-même d'une façon continue, depuis sa racine jusqu'à son extrémité.

« Le plan de l'aile, à sa racine, varie peu pendant la durée des battements; le plan de l'aile médiane se déplace sensiblement, de part et d'autre, de sa position moyenne; enfin, la rame et surtout sa position extrême éprouvent des changements de place notables. Ces gauchissements de l'aile se modifient à chaque instant du relèvement et de l'abaissement, dans le sens que nous avons indiqué; aux extrémités de ses oscillations, l'aile est à peu près plane. Le jeu de l'aile se trouve, de la sorte, intermédiaire entre celui d'un *plan incliné* et celui d'une *branche d'hélice à pas* très long et incessamment variable :

« Malgré les différences de leurs théories, entre elles et avec celle-ci, divers auteurs nous donnaient, tantôt l'un, tantôt l'autre, des confirmations de la plupart de ces idées.

« Selon nous, il y a une distinction complète à établir entre le vol sur place et le vol avançant ordinaire, et l'amplitude des changements de plans de la rame est essentiellement « fonction de la vitesse de translation » du volateur. A l'extrémité de l'aile, où se produisent les changements de plans les plus considérables, ils atteignent

90 degrés et plus, dans le vol sur place, mais ils sont bien moindres dans le vol avançant

« D'après nos calculs, les portions extrêmes de la surface de la rame du corbeau ne sont, en plein vol, inclinées vers l'avant pendant l'abaissement que de 7 à 11 degrés au-dessous de l'horizon et de 15 à 20 degrés au-dessus, pendant le relèvement. Le plan de l'aile, à sa racine, fait d'ailleurs, pendant ce temps, cerf-volant sous un angle de 2 à 4 degrés seulement.

« Il est facile de vérifier la petitesse des inclinaisons de l'aile et, par suite, de ses angles d'attaque sur l'air, en regardant voler un oiseau qui se meut sur un rayon visuel horizontal. On ne voit, en effet, alors à peu près que la tranche de ses ailes. Il est, en somme, inexact de dire que l'aile change de plan; à peine pourrait-on dire qu'elle change de plans. La vérité est qu'elle passe d'une façon continue par une série de gauchissements gradués et d'une intensité généralement assez faible. C'est du reste ainsi que l'avait compris un auteur anglais, sir G. Cayley, dont nous nous avons retrouvé les travaux, publiés en 1810, depuis la construction de notre oiseau, et dont la connaissance nous eût évité plusieurs recherches.

« C'est avec ces idées, qui ont été jugées favorablement par l'Académie, que nous entreprîmes, en septembre 1871, l'application du caoutchouc tordu au problème de l'oiseau mécanique. Les ailes de notre oiseau battent dans un même plan, par l'intermédiaire des bielles et d'une manivelle. Après quelques essais grossiers, nous reconnûmes la nécessité d'avoir, pour cette transformation de mouvement, un mécanisme très solide, relativement à son poids, et je m'adressai à un habile mécanicien, M. Jobert, pour la construction d'un mécanisme d'acier, que mon frère, M. E. Pénaud, avait imaginé. »



Phot. J. Boyer.

Fig. 344. — Vue générale d'un atelier de fabrication d'aéroplanes.

On voit, par ce mémoire de Penaud, que l'observation du vol des oiseaux et des mouvements de leurs ailes avait été poussée fort loin. D'ailleurs, vers cette époque, plusieurs savants étudiaient le vol des oiseaux : Marey, en France, Petitgrew, en Angleterre, Mouillard, en Égypte, d'Esterno, en France, et bien d'autres, établissaient scientifiquement les phases compliquées des différents vols d'un grand nombre d'oiseaux. Nous nous étendrons avec plus de détails, un peu plus loin, sur ces fort instructives études.

Pline et Jobert ont construit aussi, en 1872, des machines volantes qui ont bien fonctionné, mues par le caoutchouc tordu. L'une d'elles se composait d'un axe horizontal formé du faisceau de caoutchouc qui était tordu pour produire la propulsion. Elle était munie, en outre, de quatre ailes qui changeaient de place pour battre l'air et imiter la flexion naturelle de l'aile de l'oiseau. Une queue à surface triangulaire, était disposée en bout de l'axe.

Le docteur Hureau de Villeneuve a construit également un grand nombre d'appareils volateurs destinés à exécuter les mouvements de l'oiseau dans l'air.

L'un de ces oiseaux mécaniques (Fig. 345), a l'aspect d'une chauve-souris et, grâce à la détorsion d'un faisceau de brins de caoutchouc, il fend l'air avec une vitesse de 9 mètres par seconde.

Trouvé construisit, en 1891, un oiseau mécanique qui comportait comme moteur, au lieu du faisceau de caoutchouc tordu, un dispositif spécial fort ingénieux.

Dans un tube manométrique flexible, semblable à ceux qui sont utilisés dans les manomètres métalliques de Bourdon que nous avons décrits dans le 1^{er} volume de cet

ouvrage (1), se produisait l'explosion d'un mélange dosé d'oxygène et d'hydrogène. Le tube, par suite de la pression intérieure, se déformait. Les extrémités, auxquelles étaient fixées des ailes, s'écartaient et se rapprochaient successivement, de sorte que les ailes effectuaient des mouvements appropriés en battant l'air. Une queue était placée à l'arrière. Cet oiseau, lancé par une escarpolette, volait pendant environ 80 mètres et lorsque le mécanisme se trouvait arrêté il descendait doucement à terre, en planant.

A l'étranger, un grand nombre de constructeurs établirent des oiseaux mécaniques semblables, et l'un d'eux, qui figurait à Vienne à l'Exposition aéronautique de 1894, était un oiseau, construit par Welner, imitant le vol de l'abeille. D'autres furent établis, ayant comme moteurs des moteurs à vapeur ou à air comprimé.

Dans la seconde classe des appareils plus lourds que l'air, nommés *hélicoptères*, on a cherché à réa-

liser la sustentation au moyen d'organes qui, au lieu d'être animés de mouvements alternatifs, comme les ailes des *ornithoptères*, ont reçu un mouvement de rotation. Ces organes : rames, palettes, hélices, sont disposés sur un axe vertical, de sorte que leur mouvement de rotation s'effectue dans un plan horizontal et provoque l'enlèvement de l'appareil.

Dès l'année 1784, un projet d'hélicoptère était présenté par Launoy et Bienvenu, à l'Académie des Sciences. Le moteur qui actionnait l'organe de sustentation était un ressort en baleine.

Divers autres appareils furent établis plus

(1) MERVEILLES DE LA SCIENCE. TOME I : Chaudières et Machines à vapeur.

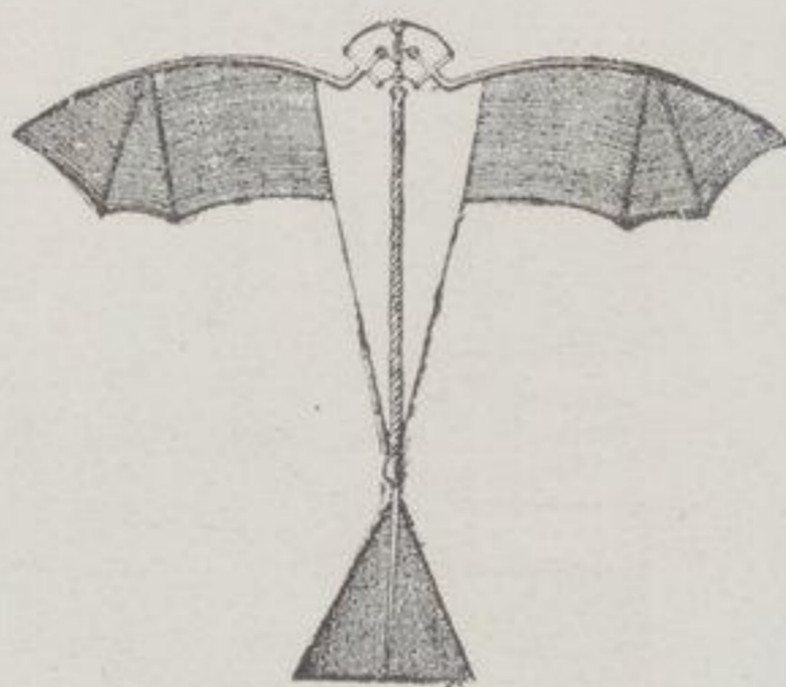


Fig. 345. — Oiseau mécanique du docteur Hureau de Villeneuve.

tard sur le même principe, mais tous ces appareils n'étaient que des jouets scientifiques, avec lesquels on obtint cependant des résultats qui encouragèrent un grand nombre d'inventeurs à poursuivre les recherches dans cette voie. Marc Seguin, Philipps, Babinet construisirent quelques-uns de ces jouets.

En 1851, Le Bris, qui devait, quelques années plus tard, construire un oiseau mécanique dont nous avons parlé, commença ses recherches sur un hélicoptère.

En 1863, Ponton d'Amécourt qui, depuis dix ans, avait combiné plusieurs appareils, fit construire, secondé par de La Landelle,

Malgré les résultats peu brillants de l'hélicoptère de Ponton d'Amécourt, les recherches continuèrent de divers côtés sur ces appareils.

En 1870, Pomier et de la Pauze en construisirent un dont le moteur fonctionnait par l'explosion de la poudre. Ce moteur actionnait une hélice dont l'axe était incliné par rapport à la verticale pour produire l'ascension oblique de l'appareil.

En 1874, Aschenbach établit un hélicoptère à vapeur. Cet appareil (Fig. 346), était muni d'une chaudière à vapeur et d'un moteur actionnant une grande hélice à quatre ailes qui tournait entre des palettes de bois

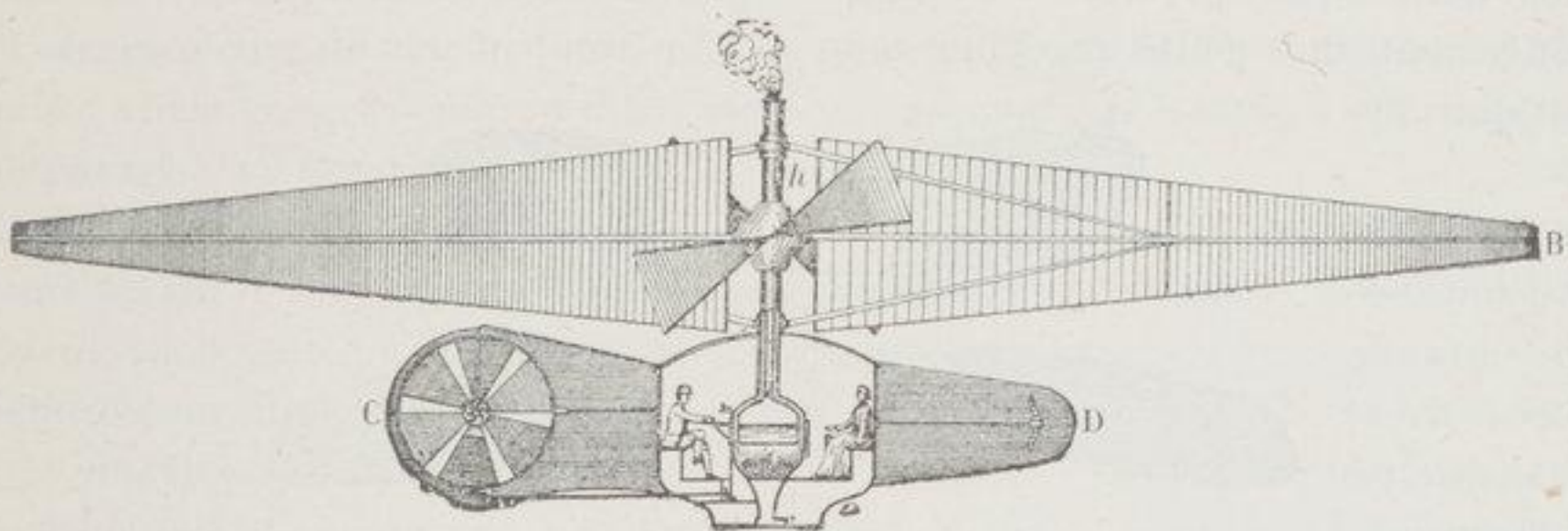


Fig. 346. — Hélicoptère à vapeur d'Aschenbach.

Nadar, puis par Babinet, un hélicoptère à vapeur, dans lequel on utilisait la rotation d'une hélice pour réaliser la sustentation. Cet appareil s'allégeait sensiblement pendant le fonctionnement du mécanisme, mais il ne put cependant quitter le sol.

Pour pouvoir faire face aux dépenses assez élevées que nécessiterent les études et la réalisation de cet hélicoptère, Nadar avait conçu le projet de construire un immense aérostat et, en effectuant des ascensions publiques, il comptait recueillir des ressources suffisantes pour continuer les travaux sur *le plus-lourd-que-l'air*. Il construisit l'aérostat le *Géant* dont nous avons précédemment raconté le tragique voyage en Hanovre, et nous avons également relaté l'insuccès d'un autre projet de Nadar qui devait fournir des fonds pour établir des hélicoptères.

CD, lesquelles, d'après l'inventeur, devaient fournir à l'hélice un point d'appui aérien plus efficace. A l'arrière des palettes de bois était disposé un gouvernail circulaire.

Au centre de l'appareil était ménagé un espace dans lequel se logeait la nacelle où prenaient place les voyageurs aériens.

Deux autres hélices plus petites étaient disposées au-dessus de la chaudière et tournaient entre une autre pièce de bois AB, destinée à servir de *coupe-vent*.

Dieuaide, en 1877, conçut et exécuta un autre dispositif. Son hélicoptère (Fig. 347) comportait deux hélices à larges pales rectangulaires, mises en mouvement par une machine à vapeur. La chaudière était installée à terre et envoyait la vapeur à la machine au moyen d'un tube. A la suite d'expériences répétées, on reconnut que la force ascen-

sionnelle ainsi obtenue ne dépassait pas 14 kilogrammes par cheval-vapeur.

La même année, un physicien de Milan, le professeur Forlarini, exécutait un hélicoptère à vapeur qui put, par ses propres moyens, quitter le sol.

Pour alléger son appareil du poids de la chaudière, il emplissait une capacité sphérique *b* (Fig. 318) de vapeur surchauffée sous pression. Cette vapeur permettait de mettre en mouvement une petite machine comportant deux cylindres.

La machine actionnait une hélice de grande surface, dont l'axe était disposé verticalement. C'était l'hélice de sustentation.

Une autre hélice placée au-dessous et faisant corps avec le mécanisme moteur, avait pour fonction d'empêcher l'appareil de tourner sur lui-même pendant la marche de l'hélice de sustentation.

L'hélicoptère, ainsi constitué par Forlarini, s'éleva à 13 mètres de hauteur et put se maintenir en l'air pendant environ 20 secondes.

Malgré cet essai encourageant, les expériences avec cet appareil ne furent pas continuées.

En 1878, Castel construisit un hélicoptère mù par l'air comprimé. Le moteur

actionnait, par l'intermédiaire de roues d'engrenage, quatre paires d'hélices superposées (Fig. 349). Les hélices étaient dispo-

sées par paires, deux de chaque côté de l'appareil, au-dessus les unes des autres. Elles tournaient dans des sens inverses. L'appareil servant à comprimer l'air destiné à alimenter le moteur,

restait à terre et était relié à l'hélicoptère par un tube de caoutchouc.

Un accident mit fin aux essais de l'appareil.

Un an plus tard Mélikoff conçut un hélicoptère dont le curieux moteur était une turbine à réaction, qui fonctionnait par des explosions successives d'un mélange

formé d'air et de vapeur d'éther. L'hélice de sustentation était disposée de façon que les faces internes pussent faire office de parachute. Une petite hélice comportant trois ailes servait à assurer la propulsion.

De nombreux chercheurs ont encore établi des hélicoptères jusqu'au moment où les aéro-

planes se sont imposés par suite des prouesses extraordinaires accomplies par les aviateurs modernes.

Les frères Dufaux, en 1905, construisent un hélicoptère d'un poids de 17 kilos, qui s'en-

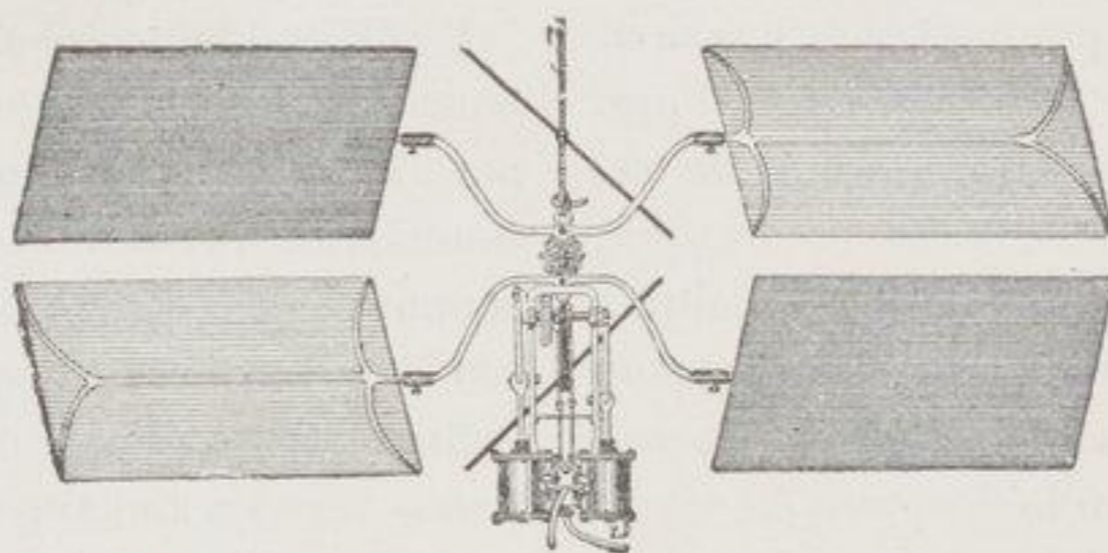


Fig. 317. — Hélicoptère de Dieuaide.

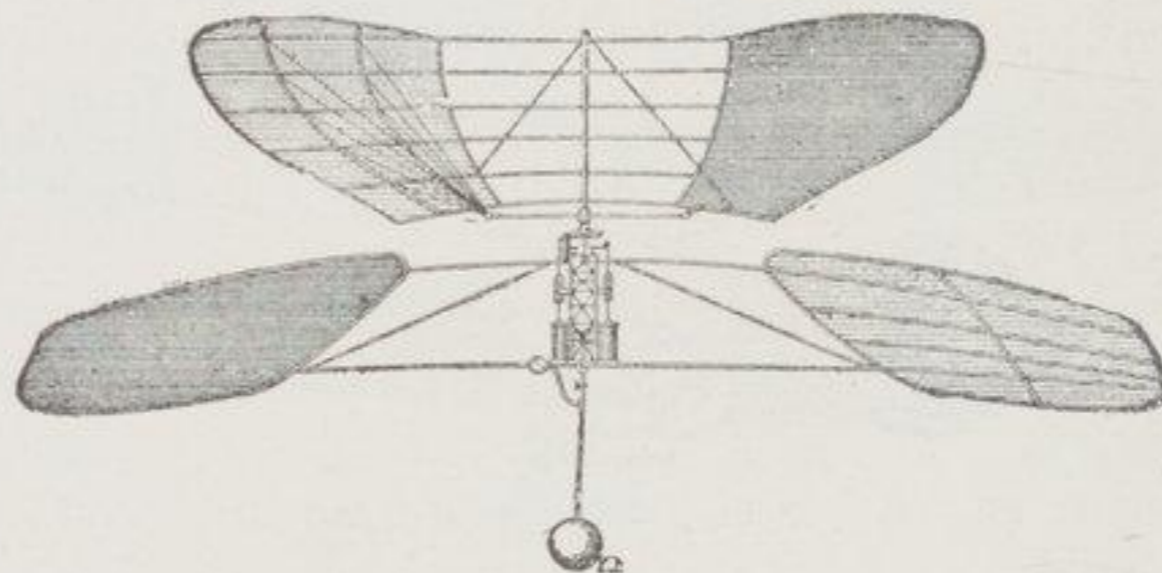


Fig. 318. — Appareil à vapeur du professeur Forlarini.

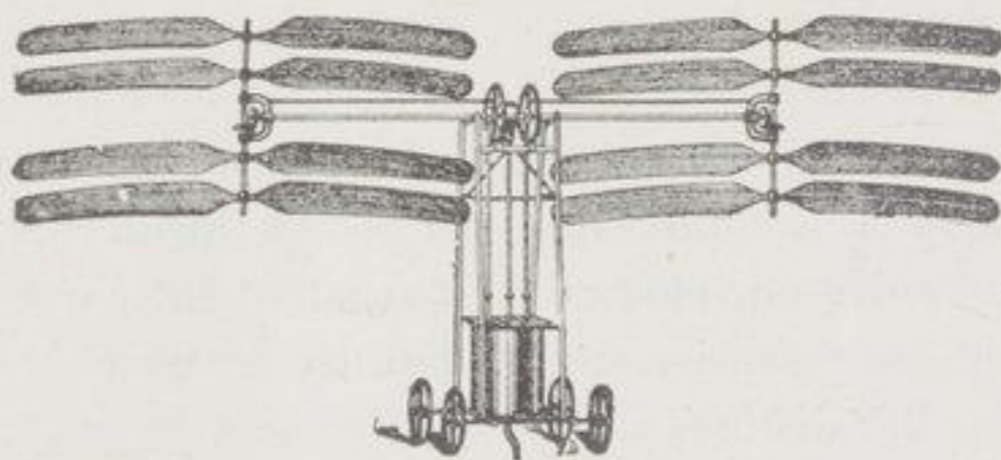


Fig. 319. — Hélicoptère à air comprimé de Castel.

leva. En 1907, MM. Bréguet et Richet en établissent un pouvant supporter un homme; il peut quitter le sol par ses propres moyens. La même année un autre hélicoptère, dû à M. Cornu, parvenait également à s'enlever.

Nous examinerons plus loin avec plus de détails ces appareils volants.

La troisième catégorie d'appareils plus lourds que l'air, les *aéroplanes*, donnait lieu, en même temps, à des recherches.

Après l'aéroplane d'Henson, dont Steingfellow exécuta un modèle réduit qui parvint à voler, un autre appareil à *ailes fixes* fut construit en 1852 par Michel Loup. C'était une sorte de grand oiseau comportant une grande surface de *glissement*, et devant être mù au moyen de quatre rames tournantes.

Le mot d'*aéroplane* est donné en 1855, par Plinè, à un appareil constitué par un ballon plus lourd que l'air muni de grands plans horizontaux. Les frères Du Temple, deux ans plus tard, prenaient un brevet pour un aéroplane, appareil auquel ils travaillèrent pendant vingt ans sans arriver à des résultats satisfaisants. Cet appareil comportait deux ailes de grande surface; il était muni d'une queue et d'un gouvernail à l'arrière. Un châssis supporté par trois roues devait permettre le lancement de l'aéroplane. Une hélice placée à l'avant devait, par traction, produire son avancement. L'hélice était actionnée par un moteur à vapeur. Pour diminuer le plus possible le poids de l'appareil moteur qui comportait la chaudière génératrice de vapeur, les frères Du Temple avaient combiné une chaudière multitubulaire, qui sous un faible volume et un poids réduit pouvait produire de la vapeur rapidement et en quantité suffisante pour alimenter le moteur. Ces chaudières ont été employées dans la marine militaire, surtout pour les torpilleurs, et nous en avons donné la description dans le premier volume de cet ouvrage (1).

Pendant plus de dix ans, les recherches continuent sans donner lieu à des essais retentissants. De Louvrié, d'Esterno, Wenham, Edwards, Danjard, etc., se livrent à des études sur la sustentation à l'aide de grandes surfaces fixes.

Wenham propose de superposer un certain nombre de plans de sustentation, de façon à obtenir une plus grande surface sans augmenter trop considérablement les dimensions de l'appareil.

En 1872, Penaud, dont nous avons résumé le remarquable mémoire sur les mouvements des ailes des oiseaux, réalisa des *planophores* dans lesquels le problème de la stabilité se trouvait résolu, et voici l'opinion qu'il exprimait à ce sujet en 1875, dans un rapport présenté à l'Académie des Sciences :

« Le problème de l'aviation, du *plus lourd que l'air*, suivant une expression déjà populaire, est résolu, en principe, dans ses trois formes principales : l'oiseau mécanique, l'hélicoptère, l'aéroplane. Les questions fondamentales d'équilibre, de soutien, de propulsion sont éclairées; la vraie théorie du vol est connue, la démonstration est faite. Il faut maintenant remplacer les ressorts par des moteurs thermiques, dont l'action soit continue et la puissance suffisante.

« Il faut donner aux appareils dans leur ensemble et dans leurs détails, des formes qui les rendent propres à porter des voyageurs; il faut les munir de moyens de départ et d'atterrissage. »

Penaud voulait établir un aéroplane comportant un moteur à vapeur actionnant deux hélices tractives. L'appareil avait une seule surface portante; c'était donc un *monoplan*; il devait être muni de deux gouvernails horizontaux et d'un gouvernail vertical. La construction de cet appareil fut abandonnée parce qu'on ne pouvait pas obtenir un moteur suffisamment puissant, tout en n'ayant qu'un poids réduit.

(1) MERVEILLES DE LA SCIENCE. — Tome I : *Chaudières et Machines à vapeur.*

D'ailleurs, les divers appareils réalisés par la suite jusqu'à l'apparition et à la mise au point des moteurs à explosion, ne purent fournir que des indications intéressantes au point de vue de la disposition des surfaces portantes, mais ne donnèrent pas de résultats appréciables au point de vue du vol, parce que le poids de l'ensemble était trop considérable par rapport à la puissance du moteur employé.

Parmi les essais qui offrent le plus d'intérêt, il faut citer celui de Liefeld, qui construisit en 1878 un appareil comportant deux châssis, sur chacun desquels étaient placés 25 plans de sustentation superposés. L'appareil était muni d'une queue et portait à l'avant une hélice à 9 ailes qui était mue par le pilote de la machine.

Pour provoquer l'enlèvement de son appareil, Liefeld l'attela à une locomotive. L'appareil ne quitta le sol que lorsque la locomotive eut atteint la vitesse de 74 kilomètres à l'heure, mais il fut projeté par le vent sur les poteaux télégraphiques.

Tatin, en 1879, construisit un aéroplane actionné par un moteur à air comprimé. L'air, à une pression de 20 kilos, était emmagasiné dans un récipient de 8 litres et alimentait un moteur horizontal donnant le mouvement de rotation à 2 hélices tractives. L'appareil comportait une grande surface portante constituée par un seul plan et était muni d'une queue. Cet aéroplane a pu effectuer plusieurs vols à Chalais-Meudon, en enlevant simplement son moteur. Tatin établit plusieurs autres aéroplanes pendant les années qui suivirent et l'un d'eux, mû par un moteur à vapeur, fut essayé en 1890 à Sainte-Adresse; il vola pendant 80 mètres, mais son défaut d'équilibre provoqua sa chute. En 1897, une machine semblable put voler en ligne droite pendant 140 mètres, mais toujours sans enlever son pilote.

En 1881, Mouillard, qui avait étudié en détail le vol des oiseaux, et Goupil, en 1883, établirent des aéroplanes dans le but de

déterminer les conditions d'équilibre et de sustentation des appareils volants.

Après les essais précédents et à partir de l'année 1890, les expériences se multiplient et partout, dans le monde entier, se poursuivent les constructions d'appareils à voler.

En Angleterre, Sir Hiram Maxim, le constructeur bien connu des canons et d'un appareil télégraphique imprimeur, construisit un aéroplane de dimensions considérables. Commencé en 1889, il fut achevé en 1894. Les surfaces portantes avaient une longueur de 30 mètres et une largeur de 40. Elles étaient disposées en cinq plans superposés et avaient une surface totale de 500 mètres carrés environ. Les deux moteurs à vapeur qui devaient actionner l'appareil avaient une puissance de 300 chevaux. Le poids total de l'aéroplane était de 4.000 kilogrammes.

L'appareil générateur de vapeur était une chaudière Thornycroft à grande surface de vaporisation, chauffée au pétrole, injecté à une pression de 4 kilos. Le poids de la chaudière était de 600 kilogrammes avec l'eau qu'elle contenait. Les deux machines à vapeur, de 150 chevaux chacune, étaient à deux cylindres et comportaient une distribution à tiroirs cylindriques. Elles actionnaient deux hélices de 7 mètres de diamètre qui devaient propulser l'appareil.

L'aéroplane était disposé sur un wagonnet qui roulait sur une voie d'une longueur de 600 mètres. Les rails de la voie étaient disposés de façon que les roues du wagonnet pussent porter soit en dessous, lors du départ de l'appareil, soit en dessus, dans le cas où il s'enlèverait de terre. L'enlèvement devait s'effectuer lorsque l'appareil aurait atteint une vitesse de 40 kilomètres à l'heure.

Lors des essais, qui se prolongèrent pendant un temps fort long, l'appareil se souleva et les roues roulèrent sur le rail

supérieur; mais le défaut de stabilité de l'aéroplane provoqua sa chute. L'appareil fut brisé et la tentative de réalisation du vol, qui avait coûté à Sir Hiram Maxim un million, ne fut pas poursuivie.

En 1893, Philipps fit l'essai d'un appareil volant muni d'un moteur à vapeur. Cet appareil était constitué par un corps formant nacelle, d'une longueur de 7^m,50 et ayant moins de 1 mètre de largeur. Perpendiculairement à cette nacelle était disposé un grand châssis rectangulaire dans lequel étaient placés des volets en forme de lames de persiennes, qui constituaient les surfaces portantes. Les lames avaient un profil courbe qui avait été déterminé à la suite d'essais répétés.

La machine à vapeur et la chaudière étaient disposées dans la nacelle. Ce mécanisme donnait le mouvement à une hé-

lice propulsive de 2 mètres de diamètre. Cet appareil fut essayé sur une piste circulaire. Il était guidé dans son déplacement et ne pouvait s'élever très haut. Il parcourut sans pilote près de 300 mètres, avec un poids total de 185 kilos environ, la machine seule pesant environ 160 kilos. Il y avait 25 kilos de surcharge.

En Amérique, Langley, attaché à l'observatoire d'Alleghery (Pennsylvanie), après avoir, dès l'année 1887, commencé des expériences aérodynamiques fort intéressantes, qui se continuèrent pendant près de quatre ans, construisit plusieurs aéroplanes, dont l'un était actionné par un moteur à gaz carbonique et les autres par des moteurs à vapeur.

Les essais de ces divers appareils furent une succession de déceptions pour l'inventeur et démontrèrent la nécessité d'entreprendre des études de détails de plus en plus approfondies. Un cinquième appareil put, en 1896, effectuer un vol, et à la fin de la même année un autre aéroplane à vapeur d'un modèle réduit et ne pesant que 13 kilos, parcourut 1.200 mètres au-dessus du Potomac. Langley, en effet, avait décidé de faire ses essais de vol au-dessus de l'eau.

A la suite des expériences satisfaisantes de son modèle réduit, une somme de 50.000 dollars fut mise en 1898 à sa disposition pour construire un appareil volant, pouvant porter un homme et être utilisé en cas de guerre.

Après une série de déboires, l'appareil fut terminé en 1903, sous la direction du professeur Manley. Il était muni d'un moteur à gaz de

52 chevaux, dont le poids atteignait à peine 2 kilos 5 par cheval.

Le lancement de l'appareil devait s'effectuer sur l'eau comme pour les précédents modèles. Placé sur une plate-forme surmontant une maison flottante, il devait être poussé au moyen d'une catapulte.

Une première fois, le 7 octobre 1903, le nouvel aéroplane était lancé sur les flots, le professeur Manley étant à bord. Le lancement fut mal effectué; l'appareil ne put s'envoler et tomba dans le Potomac. Le professeur Manley fut recueilli par une barque qui se tenait prête à toute éventualité.

L'appareil réparé fut relancé en décembre

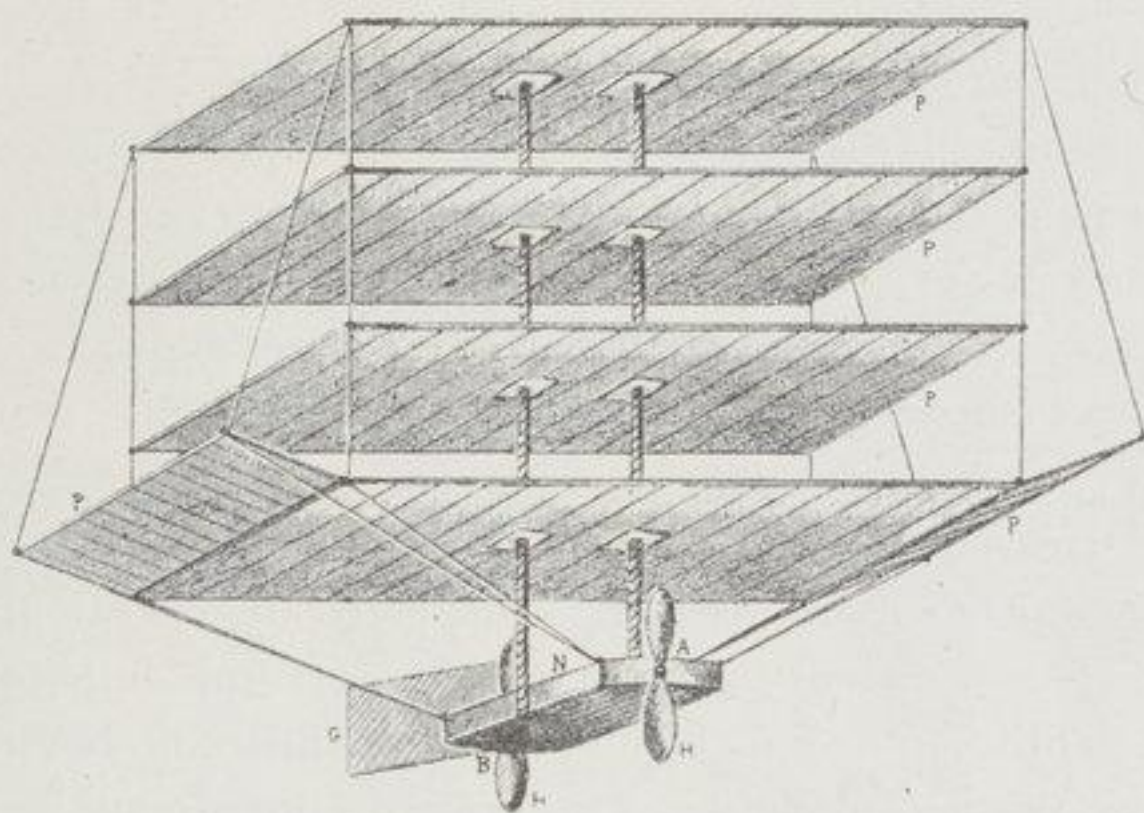


Fig. 350. — Aéroplane de Langley.
PP, planeurs; HH, hélices; G, gouvernail; N, nacelle.

1903; mais, cette fois encore, le lancement ne fut pas bien exécuté : l'aéroplane ayant accroché un poteau de soutien d'arrière, l'appareil tomba de nouveau dans l'eau.

Après cette expérience malheureuse qui, cependant, ne fut provoquée que par un malencontreux accident d'ordre secondaire, l'aéroplane Langley fut totalement abandonné en Amérique et les fonds nécessaires à la continuation des expériences ne purent être recueillis.

Le professeur Langley, qui avait publié en 1905 un rapport remarquable sur ses travaux, fut bafoué, tourné en ridicule, et mourut peu de temps après. Il avait, cependant, établi sur des bases scientifiques son intéressant appareil, qui aurait certainement pu se soutenir dans les airs, par ses propres moyens, si son lancement avait pu être convenablement effectué.

En France, Ader avait construit, dès 1890, un appareil volant prévu pour pouvoir enlever son pilote. C'est à la suite d'une longue série d'études sur le vol des oiseaux et sur l'aérodynamique, commencées depuis 1874, qu'Ader établit son *avion* : c'est ainsi qu'il dénommait son aéroplane.

Son avion, appelé *Éole*, fut construit en vue d'être utilisé pour la défense nationale. Il comportait deux ailes semblables à celles des chauves-souris et qui pouvaient se replier.

L'appareil était supporté par deux roues à l'avant et par une troisième à l'arrière, pouvant servir à diriger l'appareil se déplaçant à terre. Un gouvernail était disposé pour la direction dans l'air.

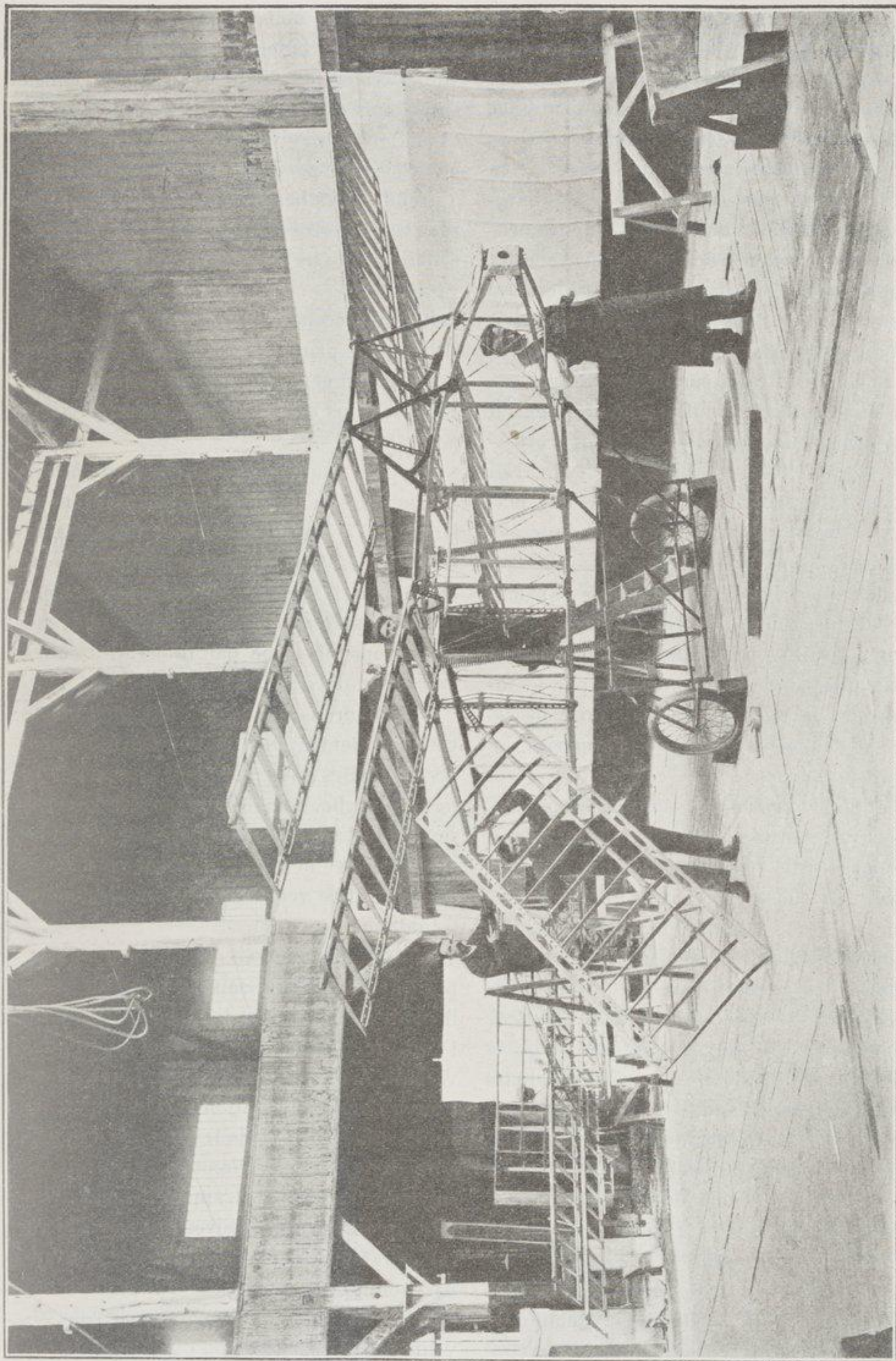
Le moteur actionnant l'appareil était à vapeur et commandait la rotation d'une hélice disposée à l'avant.

Lorsque l'appareil fut achevé, il fut essayé discrètement dans le parc d'Armainvilliers, et voici le passage d'un mémoire d'Ader qui relate ces essais : « Une aire fut tracée en ligne droite, le terrain dégazonné, battu et

égalisé par un rouleau, de manière à voir et à enregistrer la trace des roues, depuis les plus petits allègements, jusqu'aux soulèvements complets. A l'une de ces expériences, le 9 octobre 1890, sur une distance d'environ 50 mètres, l'*Éole* perdit terre pour la première fois avec la seule ressource de la force motrice. Ce petit événement ne fut constaté par aucun procès-verbal, mais nos contremaitres enfouirent en terre des blocs de charbon à l'endroit précis où nous nous étions élevé dans notre appareil. Ce qu'il y a de certain, c'est que ces témoins sont encore dans le sol et qu'il serait possible de les y retrouver si cela devenait nécessaire. »

Les essais de l'avion furent interrompus par suite d'une avarie survenue au générateur de vapeur, mais la Presseregistra cet événement et l'appareil d'Ader fut considéré comme étant la première machine volante ayant quitté le sol par ses propres moyens en enlevant son pilote.

En 1891, l'avion l'*Éole*, modifié et muni d'un nouveau générateur, reprit ses expériences au camp de Satory avec l'autorisation du Ministre de la guerre. « L'aire était encore droite, comme la première, dit Ader, mais bien plus longue, 800 mètres environ, préalablement nivelée et battue. Il y avait, longitudinalement, au milieu, une raie blanche de 1 mètre de largeur pour orienter l'aviateur qui était encore nous-même. Plusieurs essais furent faits en voletant, et à l'une de ces expériences, l'*Éole* sortit de la piste à gauche, sur une longueur d'environ 100 mètres, sans laisser de traces sur le sol; il était à une faible hauteur, mais complètement soutenu par ses ailes. Cette déviation à gauche, en volant, fut causée par le propulseur unique central, dès que l'avion fut libre en perdant terre. Malheureusement, il vint buter violemment contre un matériel de chariots, de baquets, etc., qui avaient servi à tracer, à la chaux, la raie centrale; l'appareil s'avaria au point



Phot. J. Boyer.

Fig. 351. — Ajustage des ailes d'un aéroplane.

de ne plus pouvoir continuer les essais. »

Cependant, les résultats obtenus pendant ces expériences furent connus, et le Ministre de la guerre décida de les faire continuer en vue de la défense nationale.

Un laboratoire fut créé, en 1892, à Auteuil, où se poursuivirent une série de recherches sur le vol des oiseaux, sur les propriétés mécaniques des matériaux, sur les vapeurs et sur les divers combustibles.

Un avion n° 2 avait été projeté, mais comme il était prévu, ainsi que le précédent, à traction centrale par hélice unique, on mit en construction un troisième appareil comportant une double traction, c'est-à-dire deux hélices. Les ailes de cet appareil étaient pliantes. Il était mû par une machine à vapeur. La vapeur était produite par une chaudière; un condenseur complétait l'installation. Des essais préalables avaient été effectués sur le moteur et sur la charpente constituant les ailes, à la suite desquels une commission nommée par le Ministre de la guerre décida de faire procéder à des expériences de l'appareil au camp de Satory.

La piste d'essai fut établie circulaire. Elle avait un diamètre de 450 mètres et une largeur de 40 mètres; une raie blanche tracée à la chaux et ayant un mètre de largeur, indiquait le milieu de cette piste. Les expériences devaient s'effectuer progressivement. Il s'agissait d'abord de quitter la terre et en se maintenant à faible hauteur de suivre la raie blanche sans sortir de la piste. On devait ainsi exercer les aviateurs à se servir de l'appareil en volant soit avec le vent, soit contre lui, et le but final consistait à partir de Satory et à aller atterrir au polygone de Vincennes.

Voici comment Ader raconte l'expérience qui termina les essais.

« Le 14 octobre 1897, la journée s'annonçait mauvaise; il avait plu le matin, le vent était fort; le voyage de Satory n'était pas engageant; il y avait lieu de supposer

que ce jour-là nous n'allions faire aucune expérience et nous n'espérions pas trop voir arriver la Commission; néanmoins, dans l'après-midi MM. les généraux Mensier et Grillon se rendirent sur le terrain. Nous étions bien indécis sur les déterminations à prendre; les beaux jours se faisaient de plus en plus rares et remettre l'expérience, c'était peut-être l'ajourner à l'année suivante.

« A un certain moment, le vent ayant faibli, nous prîmes la résolution de monter dans l'avion et de partir, l'expérience précédente nous ayant un peu enhardi, trop peut-être.

« Après quelques tours de propulseurs et quelques mètres parcourus, nous nous lançâmes à une vive allure; la pression marquait environ sept atmosphères; presque aussitôt, les trépidations de la roue arrière cessèrent; un peu après, nous ne ressentions plus que par intervalles celles des roues d'avant.

« Malheureusement, le vent était redevenu subitement fort et nous éprouvâmes des difficultés pour maintenir l'avion sur la ligne blanche. Nous fîmes monter la pression vers huit à neuf atmosphères, et immédiatement la vitesse s'accrut considérablement. Il ne venait plus des roues aucune trépidation.

« L'avion se trouvait donc librement supporté par ses ailes; sous la force du vent, il avait constamment tendance à sortir de l'aire sur la droite, malgré l'action du gouvernail. Arrivé en un certain point, il se trouva dans une position très critique; le vent soufflait fort et de travers, par rapport à la ligne blanche, direction qu'aurait dû suivre la translation. L'appareil sortit alors vite, quoique progressivement, de l'aire; immédiatement, nous portâmes le gouvernail entièrement à gauche, en donnant encore plus de vapeur, pour tâcher de revenir sur la piste. L'avion obéit, se redressa bien un peu et se maintint pendant quel-

ques secondes vers le retour à l'aire, mais il ne put lutter contre un vent trop fort; au lieu de s'en rapprocher, au contraire, il s'en éloignait de plus en plus. Et la malchance voulut que l'embarquée prit la direction d'une installation d'École de tir, garnie de barrières et de poteaux.

« Effrayé par la perspective d'aller nous briser contre ces obstacles, surpris de voir le sol s'abaisser sous l'avion, et très impressionné de le voir fuir de travers, à une vi-

tantes, puis s'en retournèrent à Versailles.

« Ce moment d'émotion passé, nous parcourûmes, avec M. le lieutenant Binet, le trajet fait par l'avion depuis l'abri jusqu'à son atterrissage et nous dressâmes un croquis (Fig. 352). Nous examinâmes très attentivement les traces des roues; la pluie ayant détrempe le sol dans la matinée, les empreintes étaient très nettes. Depuis l'abri A jusqu'au point R, les traces du départ étaient profondes; elles diminuèrent ensuite; sur

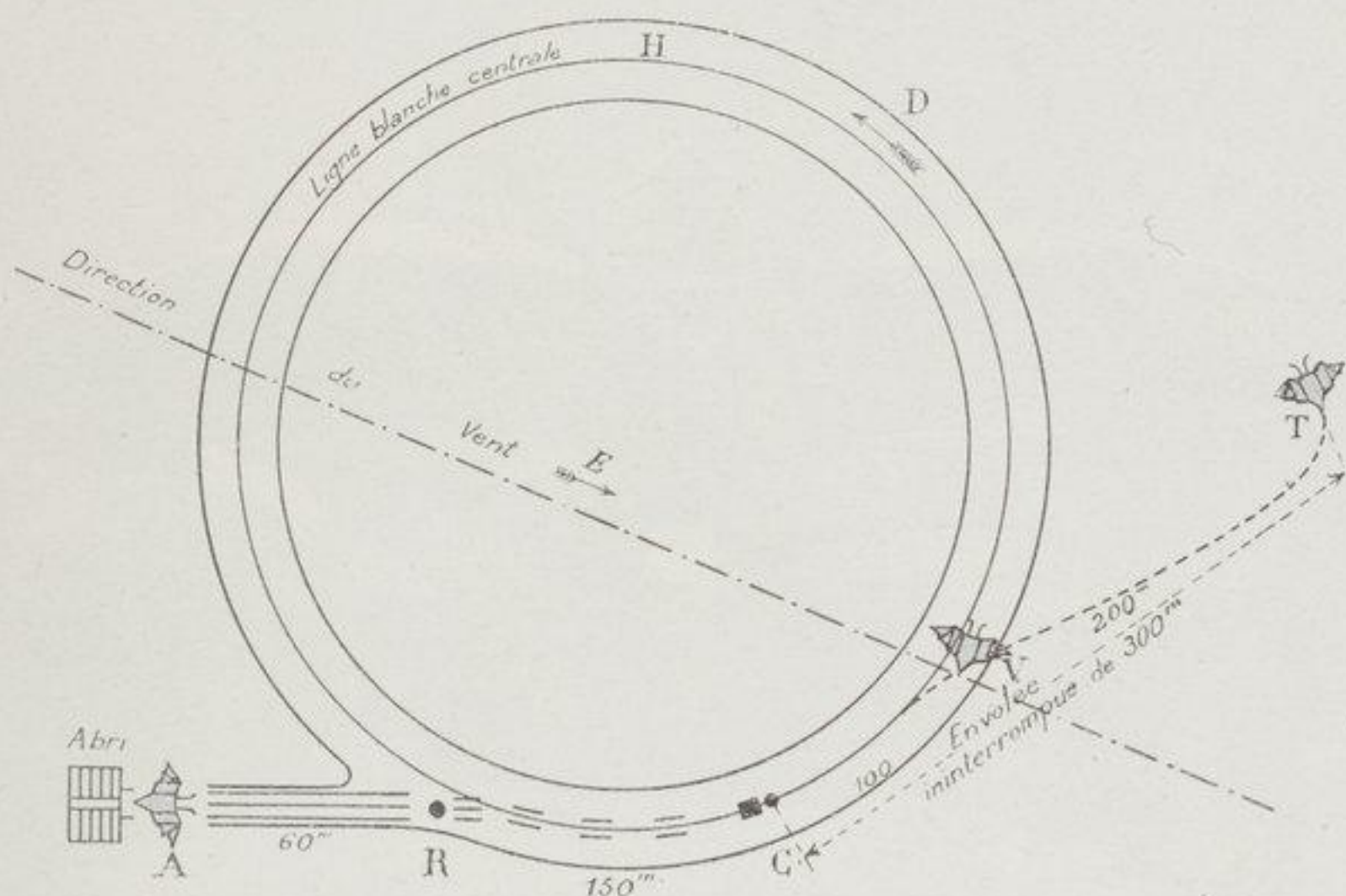


Fig. 352. — Trajet de l'Avion d'Ader.

tesse vertigineuse, instinctivement, nous arrê tâmes tout. Ce qui se passait dans nos idées, à ce moment qui commençait de tourner au tragique, serait difficile à traduire.

« Tout à coup, survinrent un grand choc, des craquements, une forte secousse : c'est l'atterrissage. L'appareil fut très endommagé dans ses ailes, ses roues furent rompues et ses propulseurs brisés. Nous pûmes nous dégager de dessous les ailes sain et sauf.

« MM. les généraux étaient loin lorsqu'ils virent se produire l'accident : ils accoururent nous dire quelques paroles reconfor-

la partie RC elles n'étaient apparentes que par intervalles. Passé le point C, toutes traces disparurent, et nous n'en vîmes plus aucune sur le parcours CV. De même sur celui de l'embarquée VT, ni l'herbe, ni les aspérités du terrain, rien n'indiquait le passage de l'avion; précisément, sur toute cette portion de l'envolée, les roues se présentèrent de travers par rapport au sol, ce qui aurait rendu tout roulement impossible sur un sol plat, et, à plus forte raison, sur un terrain inégal et rugueux.

« Les distances furent trouvées d'environ 60 mètres de A à R, 150 mètres à C, 100 mètres de C à V. Hors la piste, de V à T, il y

avait 200 mètres. L'envolée *ininterrompue* de l'avion, depuis le point C, où il avait perdu terre complètement, jusqu'à son atterrissage au point T, avait donc été de 300 mètres.

« Nous n'avions rien préparé pour mesurer, pendant les diverses expériences, les hauteurs auxquelles s'était élevé l'avion, après qu'il avait quitté le sol; cela, d'ailleurs, nous paraissait peu important; l'ap-

R du croquis, c'est-à-dire à 450 mètres; de si loin, ils ne purent remarquer l'élévation graduelle de l'appareil, mais ils constatèrent parfaitement sa chute, ce qui revient au même, car pour tomber, il faut, d'abord, s'être élevé, chute d'autant plus visible pour eux que l'envolée se présentait en enfilade. En réalité, ce ne fut pas une chute; elle n'en eut que l'apparence, car, après que les machines furent arrêtées, l'avion fit



Fig. 353. — L'Avion d'Ader, à l'Exposition de Locomotion aérienne.

pareil volait : c'était l'essentiel. Néanmoins, pendant cette malheureuse embardée, nous étions sûrement plus haut qu'à l'expérience précédente; en effet, ainsi que nous l'avons déjà dit, nous vîmes le sol s'abaisser de plus en plus, sans pouvoir rien distinguer à sa surface, tellement il fuyait vite, ce qui ne nous permit pas d'évaluer en ce moment critique une hauteur assez exactement pour pouvoir l'affirmer; et encore, c'était de travers que le sol fuyait, ce qui nous produisit l'illusion bizarre de pencher et de tomber constamment à notre droite.

« MM. les généraux se trouvaient au point

encore 30 ou 40 mètres avant d'atterrir, et cela ne dura peut-être pas deux secondes.

« Il ne fut fait d'autres constatations que celles expliquées ci-dessus, et de procès-verbal aucun : à quoi bon? Tout le monde, depuis MM. les généraux jusqu'aux assistants et nous-même, étions convaincus que nous avions fait un grand pas, que nous allions continuer et que nous obtiendrions des résultats encore meilleurs. Il ne vint à l'idée de personne que tout ce que nous avions réalisé avec tant de persévérance pouvait se perdre. »

Cependant, à la suite de cette expérience, l'autorité militaire décida l'abandon absolu des essais. Malgré les nombreuses tentatives faites par Ader pour poursuivre ses études, il ne fut donné aucune autre suite à ses travaux; il dut remettre ses plans à l'administration de la guerre et il donna son appareil au Conservatoire des arts et métiers de Paris, renonçant à continuer ses recherches.

Nous avons reproduit, en grande partie, le rapport d'Ader sur la fameuse expérience du 14 octobre 1897, car il fait de cette ex-

périence un récit très clair dont l'authenticité ne semble pouvoir être mise en doute. Pendant plus de dix ans, le silence le plus complet se fit sur les diverses circonstances de cet essai,

et ce n'est qu'au bout de ce temps que l'on rendit justice à Ader, qui s'est, d'autre part, fait remarquer par ses travaux sur la téléphonie, sa création du *théatrophone* et des moteurs équilibrés en forme de V.

Cependant, on a cru pouvoir, ces temps derniers, soutenir, en se basant sur le rapport de la commission militaire d'expériences, que l'avion d'Ader n'avait pas volé. Il semble plutôt que le rapport défavorable a été provoqué par les circonstances de l'expérience, relatées tout au long dans le rapport d'Ader.

Pendant que ces divers essais étaient ainsi réalisés, un ingénieur allemand, Lilienthal, après avoir pendant longtemps

étudié et observé le vol des oiseaux, conçut le projet d'expérimenter, en dehors du moteur, un appareil destiné à se soutenir dans les airs par l'action du vent et de la résistance de l'air, à la façon des oiseaux planeurs dont les ailes ne battent pas pendant leur vol plané.

C'est en l'année 1891 que Lilienthal fit un essai de vol avec un appareil d'amplitude suffisante pour pouvoir le supporter. Cet appareil était muni de deux ailes ayant une surface de 8 mètres carrés, dont la section, dans le sens du vol, avait une forme

parabolique. Elles avaient 7 mètres d'envergure et 2 mètres de largeur (Fig. 354).

La monture des ailes, qui étaient en soie, était disposée pour pouvoir engager les

avant-bras, de sorte qu'en saisissant deux poignées avec les mains, on pouvait se rendre solidaire de l'appareil et l'entraîner pour le départ en se laissant soulever ensuite.

Lilienthal commença ses vols dans son jardin, en s'élançant sur une pelouse d'une hauteur de 5 à 6 mètres. Puis, il choisit une colline sablonneuse d'environ 10 mètres de hauteur pour procéder à ses essais. Il s'élançait en courant le long de la pente rapide de cette colline contre le vent qui, généralement, soufflait dans sa direction.

Il utilisait ainsi la résistance due à l'air du fait de la vitesse qu'il acquérait en courant, et, en outre, il utilisait l'action du vent, qui, en remontant la pente de la col-

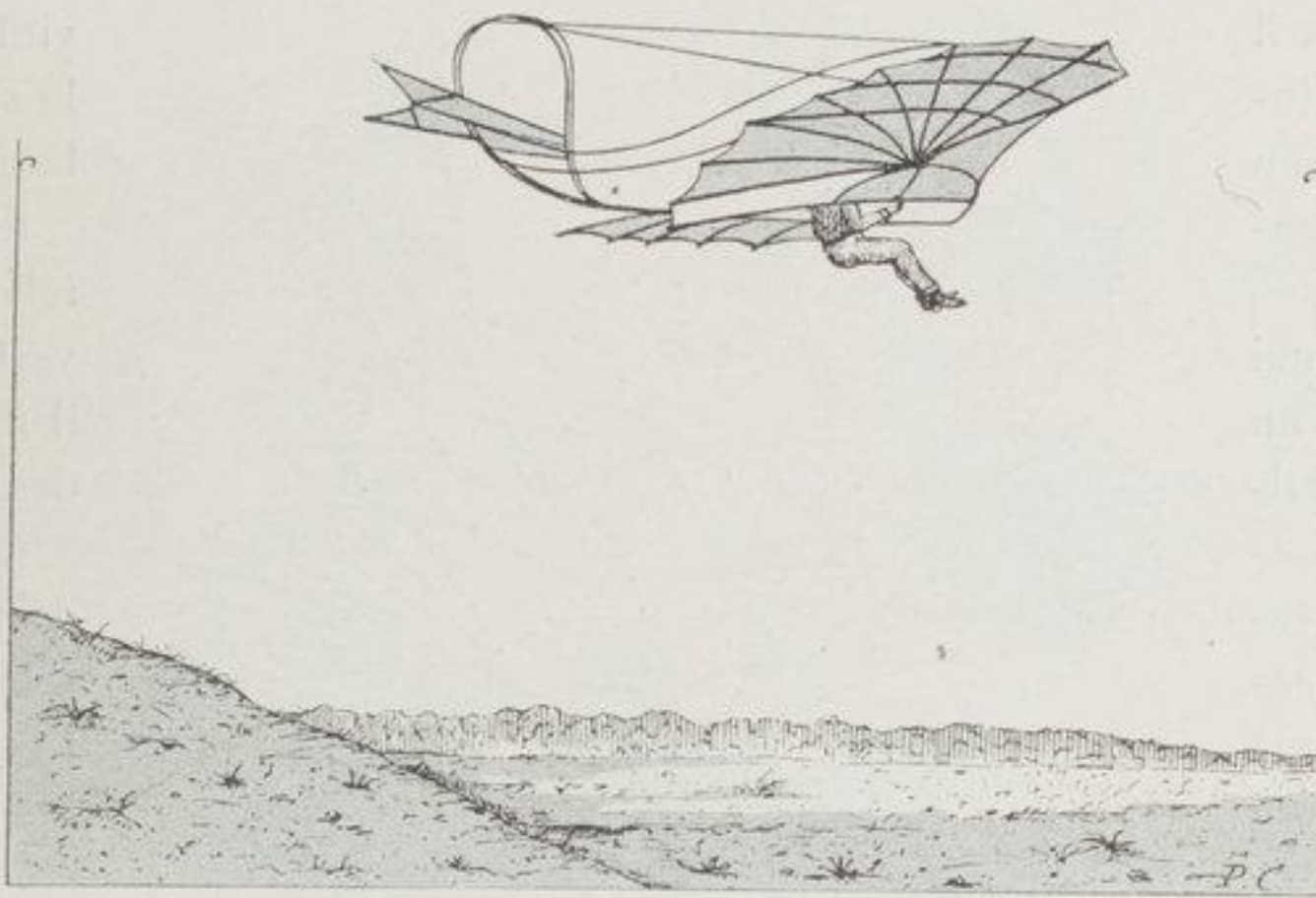


Fig. 354. — Expériences de Lilienthal en 1891.

line, devenait un vent *ascendant* et soulevait son appareil et son pilote. Lilienthal put ainsi parcourir 15 mètres au début de ses essais et plus de 100 mètres par la suite. Lorsque la vitesse du vent devenait considérable, l'appareil était soulevé parfois à une hauteur supérieure à celle de la colline d'où il s'élançait, ce qui lui permettait de parcourir une plus grande distance avant d'atterrir.

Au fur et à mesure que Lilienthal acquerrait plus de sûreté dans ses différents vols, il construisait des appareils dont l'envergure était de plus en plus grande, et il s'élançait de hauteurs de plus en plus considérables.

Il avait muni son appareil d'un gouvernail vertical qui permettait de le maintenir dans sa direction. Il pouvait manœuvrer aussi de façon à faire dévier l'appareil d'un côté ou d'un autre, suivant qu'il déplaçait le centre de gravité de l'ensemble par un mouvement d'extension des jambes. Il avait acquis dans toutes ces manœuvres une telle habileté, qu'il put, dans certains cas, dévier jusqu'à revenir dans la direction du point de départ.

Il s'élança aussi d'une hauteur de 30 mètres et parcourut en vol plané des distances de 200 et 300 mètres.

En 1894, il volait avec un appareil composé de deux séries d'ailes superposées et d'une queue horizontale mobile faisant office de gouvernail (Fig. 355).

Après plus de deux mille expériences de vol faites sans accident, il commença à

jeter les bases d'un autre appareil qui ne devait pas seulement faire du *vol plané*, mais encore réaliser le mouvement du *vol ramé* des oiseaux. Dans cet appareil, les extrémités des ailes pouvaient battre, étant actionnées par un moteur à acide carbonique comprimé, et par l'intermédiaire de leviers.

Pendant qu'il poursuivait ces études, il continuait ses essais de vol plané, et c'est pendant une de ces expériences qu'il trouva la mort. Le vol de l'appareil, d'abord normal jusque vers la moitié du parcours, fut ensuite troublé; l'appareil s'inclina, l'avant dirigé

vers le haut, et il vint s'abîmer sur le sol d'une hauteur de 15 mètres.

Lilienthal fut relevé la colonne vertébrale brisée; il mourut le lendemain.

Ce fut une grande perte pour la science et pour l'aviation, mais il laissa après lui des élèves qui reprirent et continuèrent ses intéressants

essais, lesquels contribuèrent dans une très large mesure à réaliser le vol en aéroplane.

Parmi les plus remarquables de ces élèves, il convient de citer Pilcher en Angleterre, Chanute en Amérique, Ferber en France.

Pilcher avait, en Angleterre, construit un appareil semblable à celui de Lilienthal; mais il avait adopté une manière de lancement tout à fait différente.

Au lieu de courir pour s'enlever, il faisait tirer son appareil par des chevaux.

Les chevaux agissaient sur une corde dont il tenait une extrémité. Il les lançait au galop; l'appareil s'enlevait à la façon d'un

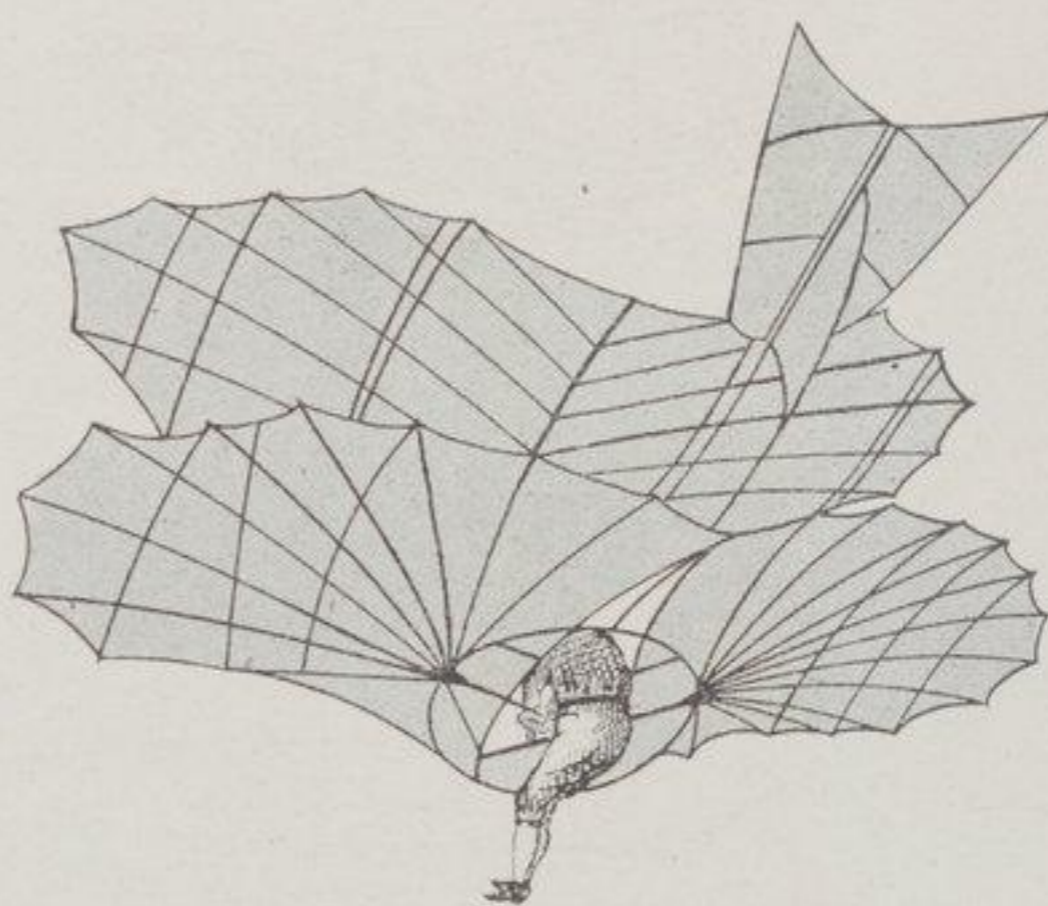


Fig. 355. — Expériences de Lilienthal en 1894.

cerf-volant. Lorsqu'il jugeait qu'une hauteur suffisante était atteinte, il lâchait la corde qui le reliait aux chevaux, et l'appareil livré à lui-même continuait sa trajectoire en vol plané et venait atterrir doucement, par suite du relèvement des ailes vers l'avant, ainsi que le faisait Lilienthal.

Le 30 septembre 1899, pendant un essai fait par un fort vent, la queue de l'appareil fut détériorée pendant le vol; l'équilibre fut détruit, et Pilcher, précipité avec son appareil sur le sol, fut mortellement blessé.

En Amérique, un ingénieur de Chicago, d'origine française, Chanute, qui s'était occupé d'aviation, fut séduit par les expériences de Lilienthal et résolut de les effectuer lui-même. Il les fit ensuite renouveler par ses aides Herring et Avery, son âge ne lui permettant pas de les continuer tout seul.

Il fut conduit à modifier l'appareil de Lilienthal et à rechercher une disposition

permettant d'obtenir automatiquement l'équilibre.

Il superposa cinq paires d'ailes (Fig. 356), de sorte que suivant l'inclinaison prise par l'appareil, les surfaces supérieures s'effaçaient ou, au contraire, devenaient actives, suivant le sens de l'inclinaison, et contribuaient par leur position même à ramener automatiquement l'appareil dans son état d'équilibre. Après la construction de plusieurs autres modèles, il

établit un appareil à voler composé de deux surfaces parallèles et superposées. Cet appareil était muni d'une queue destinée à assurer son équilibre et sa direction (Fig. 357).

Un grand nombre de vols furent effectués avec ce dispositif planeur en 1896 et en 1897 et le trajet parcouru fut, pendant l'un d'eux, de 109 mètres. C'est cet appareil planeur

ainsi constitué, embryon du futur biplan, que les frères Orville et Wilbur Wright utilisèrent pour faire leurs premiers essais de vol. Cependant, ils lui firent subir une importante modification. Ils remplacèrent la queue

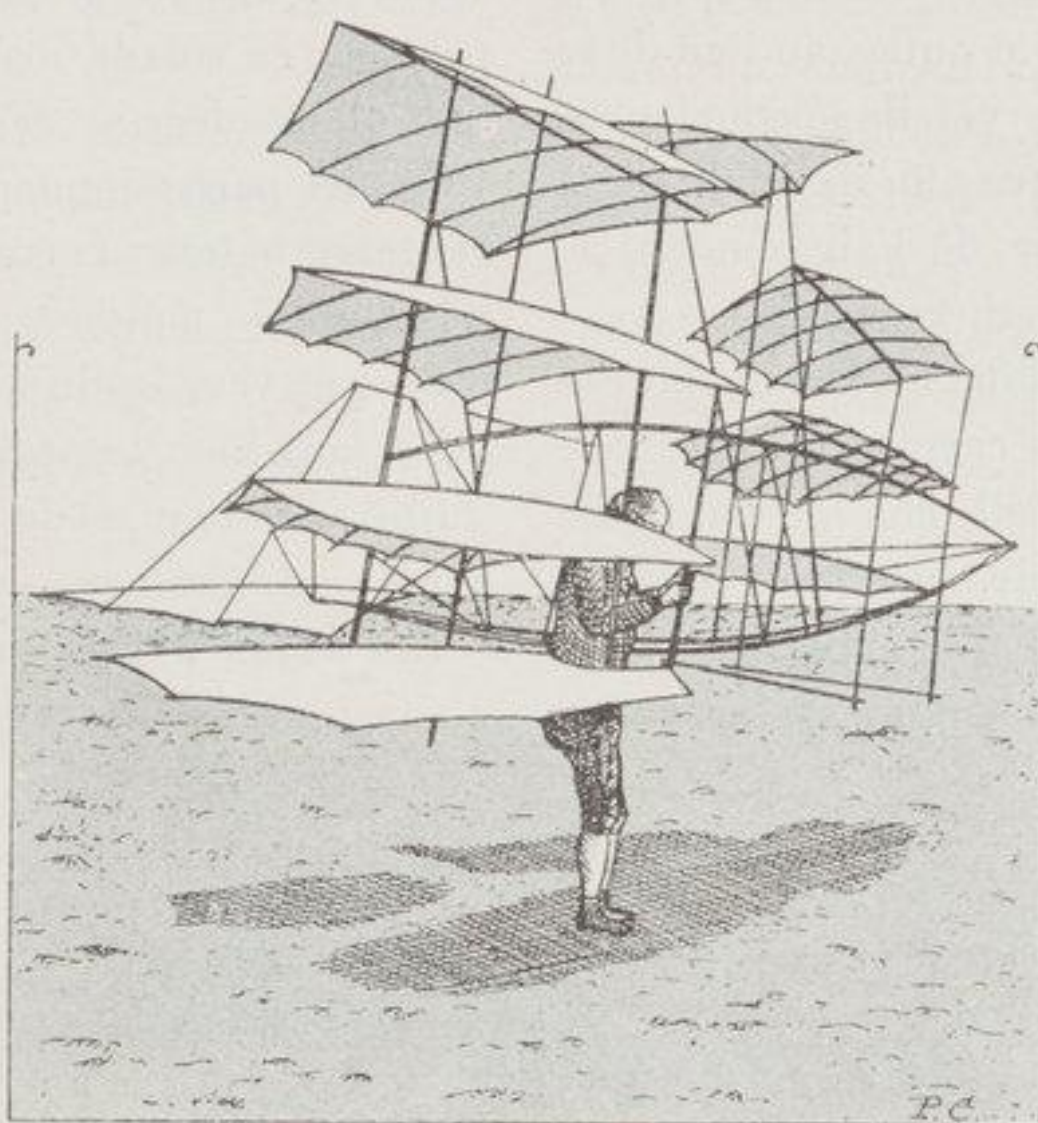


Fig. 356. — Appareil de Chanute à ailes multiples.

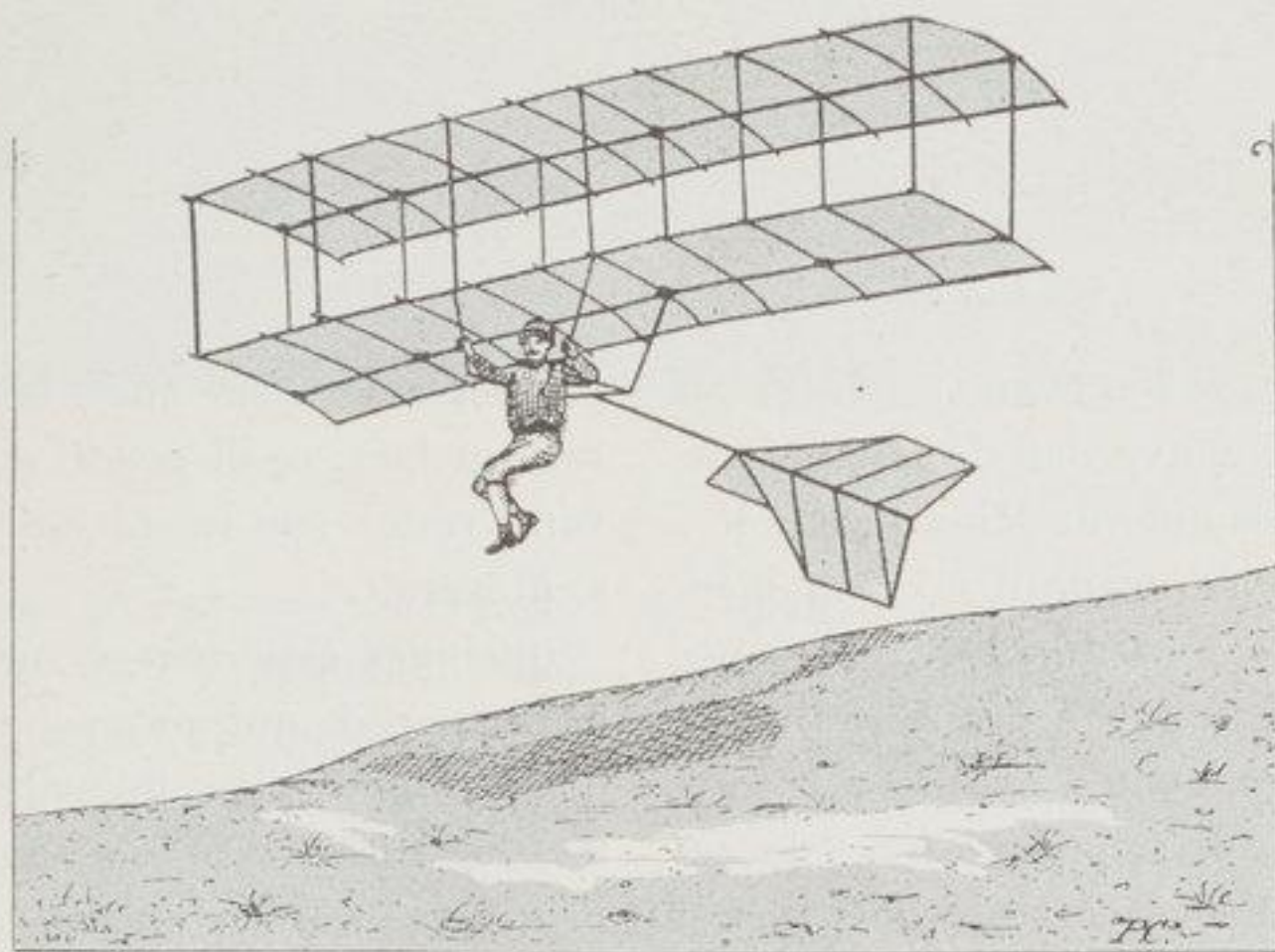


Fig. 357. — Appareil de Chanute à surfaces parallèles.

d'arrière, que ses dimensions rendaient fort encombrante, par un gouvernail de profondeur placé à l'avant. En outre, au lieu de se tenir debout pendant le vol, ils se couchaient sur la surface inférieure afin de diminuer la valeur de la résistance de l'air pendant le glissement de l'appareil (Fig. 358).

L'appareil ainsi modifié en 1900 avait des surfaces de 15 mètres carrés.

Pour lancer l'appareil, comme son pilote ne pouvait plus courir, puisqu'il était allongé dans sa machine, il était nécessaire de le faire soutenir à chacune de ses extré-

mités par un aide; ces deux aides couraient contre le vent et lâchaient le planeur lorsqu'ils sentaient que le vent pouvait le maintenir en l'air.

Parfois même, lorsque le vent

était assez fort, il se soulevait sur place. Par la manœuvre du gouvernail de profondeur, il était placé dans une direction parallèle à celle de la pente, il avançait à ce moment en planant et, à l'atterrissage, une autre manœuvre du même gouvernail relevait l'appareil vers l'avant, annulant ainsi sa vitesse, et lui permettait de se poser à terre doucement en glissant sur des patins dont il était muni.

En 1900, les frères Wright ne firent que quelques expériences. En 1901, ils augmentèrent leurs surfaces portantes et leur donnèrent 27 mètres carrés. Leurs essais se multiplient; ils parcourent, en volant, des distances de 50 et 100 mètres.

En 1902, ils ajoutent à l'arrière de leur appareil un gouvernail vertical qui leur permet, en volant, de modifier leur direction et de décrire des arcs de cercle. En 1903, ils perfectionnent leurs vols, deviennent très habiles à manœuvrer leur appareil à la suite de nombreuses expériences effectuées; et vers la fin de cette même année, possédant bien la pratique du vol, de l'équilibre en l'air, et de l'atterrissage, ils songent à munir leur appareil d'un moteur.

Les frères Wright construisirent un aéroplane dont les surfaces avaient 50 mètres car-

rés de superficie, comportant un moteur de 20 chevaux actionnant deux hélices disposées à l'arrière. Le poids total de l'appareil était de 338 kilogrammes. Pour lancer l'appareil, on le posait

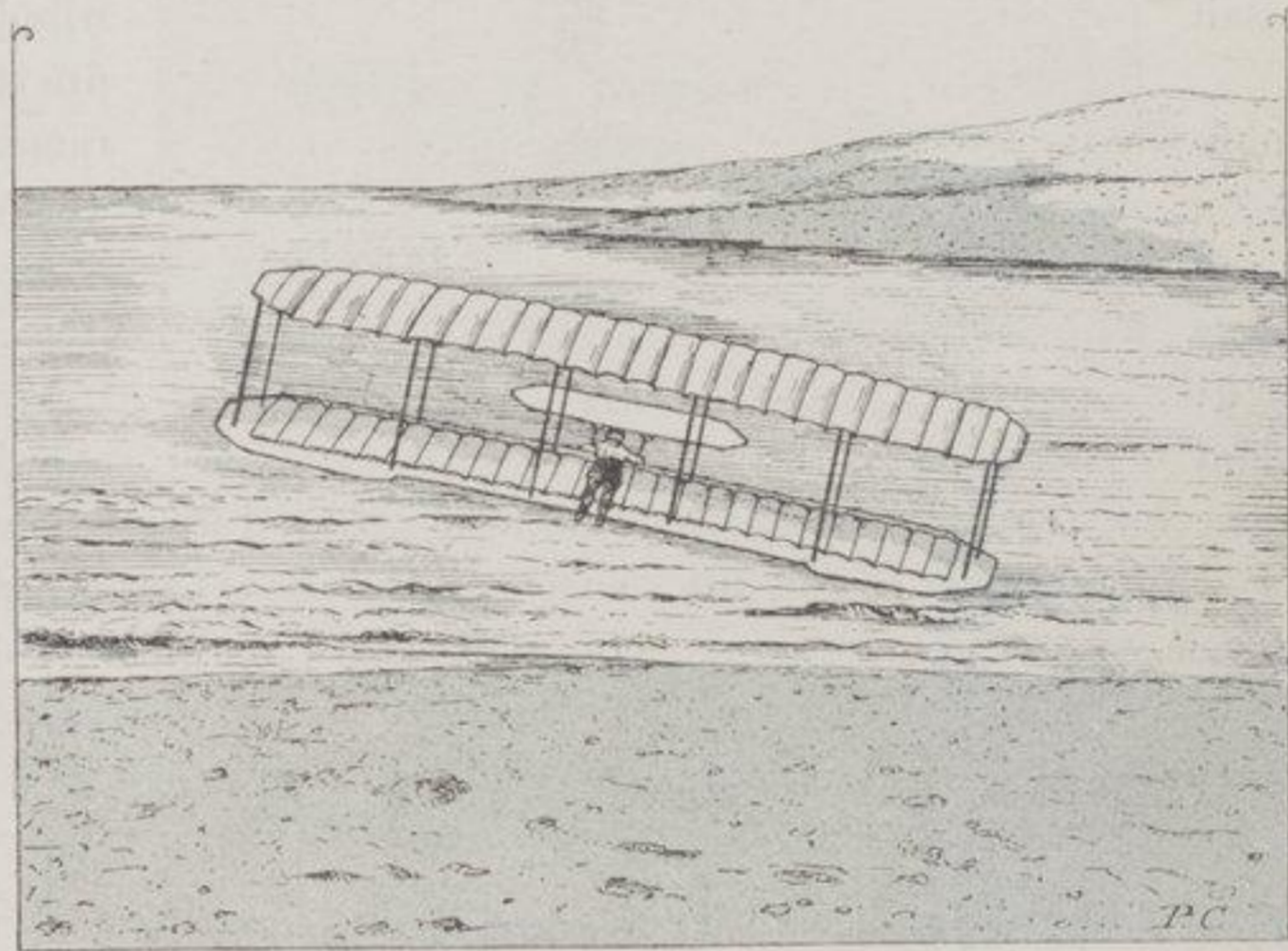


Fig. 358. — Expériences des frères Wright.

par son milieu sur une roue roulant sur un rail en bois, ce dispositif de lancement devant rester sur le sol lorsque l'aéroplane s'enlèverait.

Quelques expériences furent faites avec cet appareil, qui put voler pendant près d'une minute avec une vitesse de 16 kilomètres à l'heure. Une fausse manœuvre provoqua la détérioration de l'aéroplane; mais les frères Wright étaient dans la bonne voie, et après avoir réalisé des vols mécaniques de courte durée, ils devaient, grâce à leur ténacité et à leur esprit d'observation, réussir plus tard, les premiers, de superbes envolées. Pendant toute l'année 1904, on n'entendit plus parler des vols des frères

Wright, de sorte que l'on n'accorda que peu de créance à l'annonce des vols faits à la fin de l'année 1905.

Cependant, en 1905, ils annoncèrent qu'ils avaient effectué, avec un aéroplane modifié, des vols de 25, 33 et 39 kilomètres. Pendant quelques années on ne crut pas, en France, à de telles prouesses; on engagea les frères Wright à venir voler dans notre pays devant

appareils, qui avait 25 mètres carrés de surface, et pesait 30 kilogrammes, fut essayé en Suisse, au château *de Rue*, pseudonyme sous lequel l'officier aviateur devait se faire inscrire, plus tard, pour participer aux meetings d'aviation.

Plusieurs autres appareils furent successivement établis avec des surfaces portantes de formes différentes, et en 1901, à Nice, un

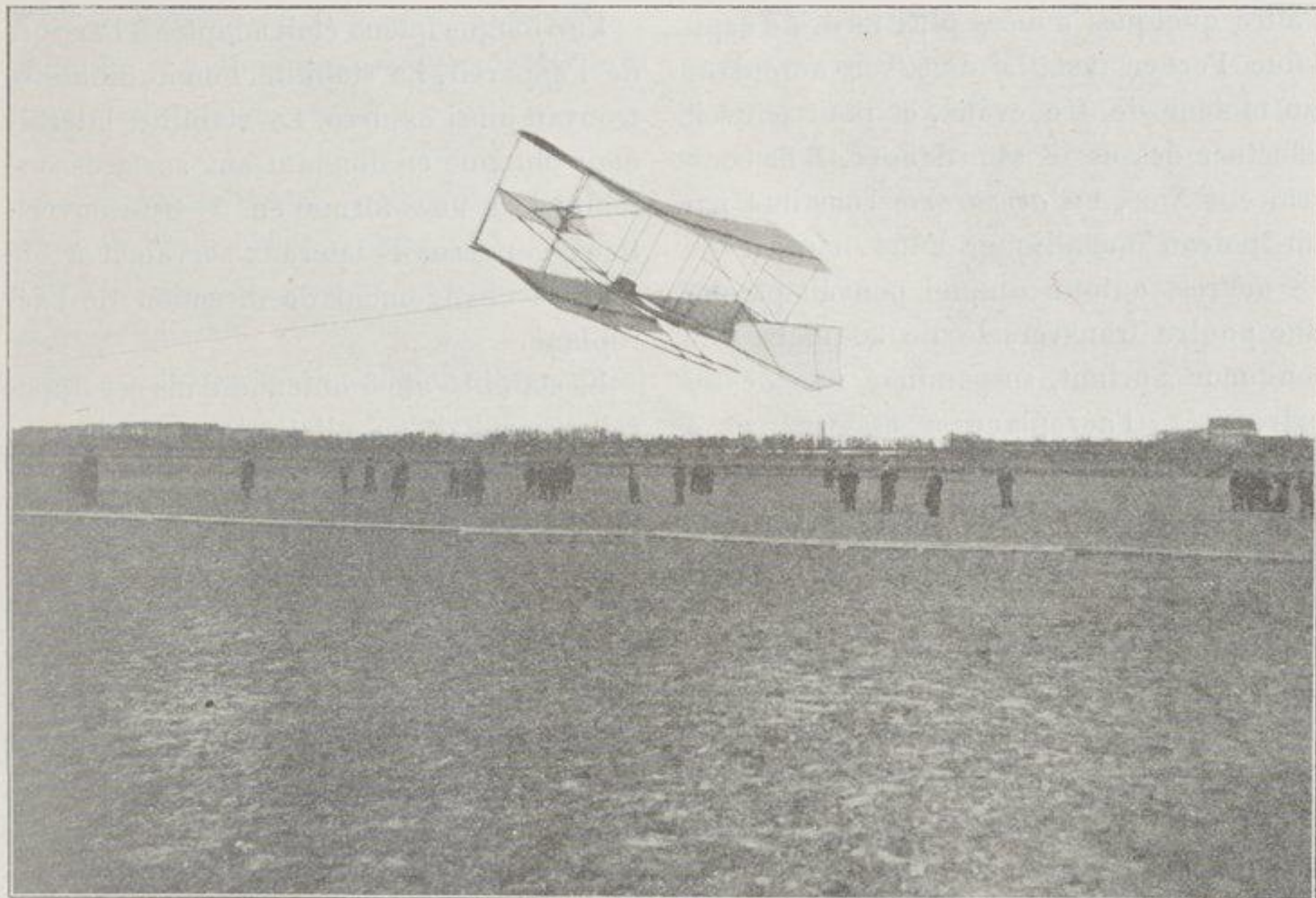


Fig. 359. — Expériences d'Archdeacon et Voisin à Issy-les-Moulineaux.

témoins, et c'est ainsi qu'ils vinrent en France, où le succès de leur vol en aéroplane devait avoir un retentissement considérable.

Nous relaterons plus loin, lors de la description de l'aéroplane des frères Wright, les circonstances qui marquèrent leurs mémorables essais dans notre pays.

Pendant que les frères Wright procédaient, en Amérique, à leurs expériences de de vol plané, en France, le capitaine Ferber, frappé des essais de Lilienthal, commençait, dès l'année 1899, à construire et à essayer des appareils planeurs. Le premier de ces

aéroplane de 15 mètres carrés de surface et de 30 kilos, lancé, avec l'opérateur, de 5 mètres de hauteur, parcourut 15 mètres en longueur et mit deux secondes pour atterrir.

Informé des expériences de Chanute et des frères Wright, Ferber les reprend en France, pour tâcher d'aboutir à la solution avant les Américains.

Il construit un appareil planeur du type Chanute ayant 33 mètres carrés de surface, 9^m,50 d'envergure et pesant 50 kilogrammes. L'appareil, essayé à Beuil (Alpes-Maritimes), en 1902, donna des résultats in-

téressants qui conduisirent à y apporter quelques modifications. En 1903, un appareil plus petit, comportant, sur le côté, deux gouvernails verticaux de direction, fut essayé au Conquet (Finistère).

A la suite de ces essais, le capitaine Ferber songea à munir son aéroplane d'un moteur. A cette époque, les moteurs à pétrole n'avaient pas encore été amenés au degré de perfectionnement qu'ils devaient connaître quelques années plus tard. Le capitaine Ferber installa dans son aéroplane un moteur de 6 chevaux, et pour pouvoir effectuer des essais sans danger, il fit construire, à Nice, un *aérodrome* constitué par un poteau métallique d'une hauteur de 18 mètres, autour duquel pouvait pivoter une poutre transversale de 30 mètres de longueur portant, suspendu à une de ses extrémités, l'aéroplane à essayer, et à l'autre, un contrepoids mobile.

L'appareil ainsi équilibré dans l'espace, pouvait être essayé en toute sécurité pour l'aviateur. Le moteur était disposé à l'avant, le pilote à l'arrière, pour faire contrepoids. La propulsion devait être assurée par deux hélices ayant des pas égaux, mais de sens différents.

Ces essais avaient néanmoins attiré l'attention de ceux que le problème de l'aviation intéressait, et le colonel Renard fit venir le capitaine Ferber au parc d'aérostation de Chalais. Comme la situation du parc ne permet pas l'utilisation des vents ascendants, Ferber installa pour le lancement de l'appareil un plan incliné réalisé d'une manière toute particulière : ce plan était constitué par un câble fixé d'une part à un pylône de 20 mètres de hauteur et soutenu à son autre extrémité par un câble transversal supporté par deux autres pylônes de 10 mètres de hauteur entre lesquels l'aéroplane peut aisément passer à la fin de sa période de lancement. L'inclinaison du câble principal était de 33 %; cette pente permettait à l'appareil d'acquérir une vitesse initiale

de 10 mètres par seconde en quittant le câble. Un chariot, roulant sur le câble, supportait l'aéroplane, lequel, au moyen d'un dispositif de déclenchement, était libéré au moment où il atteignait l'extrémité la plus basse de ce câble.

L'aéroplane était muni à l'avant de deux roues pour faciliter l'atterrissage. Des patins disposés à l'arrière faisaient office de freins en glissant sur le sol.

Une longue queue était adaptée à l'arrière de l'appareil. La stabilité longitudinale se trouvait ainsi assurée. La stabilité latérale était obtenue en donnant aux surfaces sustentatrices une forme en V très ouvert. Deux gouvernails latéraux servaient à obtenir le changement de direction de l'aéroplane.

La stabilité ainsi obtenue dans cet appareil permettait au pilote de se tenir assis sans avoir besoin de se déplacer constamment en tous sens pour assurer son équilibre.

Un essai ayant établi que la force motrice n'était pas suffisante pour maintenir la sustentation, un moteur de 24 chevaux fut commandé à la Société Antoinette. Ce moteur devait faire tourner deux hélices, dans des sens inverses, à raison de 600 tours par minute. C'était le huitième modèle d'aéroplane construit par le capitaine Ferber. Cet appareil, sorti de son hangar du parc aérostatique de Chalais-Meudon pour faire place au dirigeable *Patrie*, lors de son raid dont nous avons précédemment parlé, fut détérioré par une tempête, en novembre 1906, avant d'avoir procédé à ses essais.

Un neuvième aéroplane, construit par la Société Antoinette sur le modèle du huitième, volait, le 25 juillet 1908, au-dessus du champ de manœuvres d'Issy-les-Moulineaux, et le traversait en conservant un parfait équilibre.

Le capitaine Ferber, qui avait obtenu un congé de trois ans pour s'occuper d'aviation, contribua beaucoup, par ses études, à faire

progresser cette science. Il exécuta de nombreux vols aériens, fit des conférences, forma des pilotes d'aéroplanes.

Il fut malheureusement victime, le 22 septembre 1909, d'un accident mortel.

En atterrissant, après un trajet d'essai d'environ 2 kilomètres, sur un aérodrome près de Wimereux, dans le Pas-de-Calais, les roues portant l'appareil s'engagèrent dans un petit fossé servant à l'écoulement des eaux.

L'aéroplane brusquement immobilisé fit *panache*, et Ferber fut écrasé par le moteur. Il mourut presque aussitôt.

Le capitaine Ferber n'était pas le seul à faire, en France, des recherches sur l'aviation, en même temps que les frères Wright en Amérique.

MM. Archdeacon et Gabriel Voisin effectuaient également, dans le courant de l'année 1904, des essais de vols avec un appareil semblable à celui des frères Wright.

M. Archdeacon, qui avait déjà apporté de précieux encouragements aux industries de locomotion nouvelle qui nous ont successivement donné les vélocipèdes et les automobiles, et à la locomotion aérienne par aérostats, s'intéressa à l'aviation après les expériences de Chanute.

Il fit construire un appareil du type Wright que M. Voisin devait expérimenter.

M. Gabriel Voisin, venu à Paris pour se consacrer à l'aviation, avait pris cette résolution après une conférence faite à Lyon par le capitaine Ferber, en janvier 1904. Il était venu se mettre au service de M. Archdeacon, et dès le mois d'avril de la même année, il commençait ses vols à Berck-sur-Mer en partant du haut d'une dune. Les premiers essais ne réussirent pas très bien, mais le capitaine Ferber, déjà familiarisé avec l'appareil, étant venu rejoindre les deux expérimentateurs, une série de vols put être exécutée avec succès.

A la suite de ces expériences, M. Archdeacon pensa pouvoir faire le lancement en

tirant l'aéroplane à la façon d'un cerf-volant. C'est au champ de manœuvres d'Issy-Moulineaux, aux portes de Paris, que cet essai de lancement eut lieu (Fig. 359). L'appareil fut attelé à une voiture automobile. Il n'était pas monté, et ce fut fort heureux, car il tomba et fut complètement détérioré.

Pour parer au danger d'une chute semblable, les expériences de vol se poursuivirent au-dessus de l'eau. L'aéroplane, qui avait été disposé sur des flotteurs, avait été muni de plans verticaux placés entre les surfaces portantes horizontales; cela formait ainsi des *cellules*. Une autre série de cellules semblablement disposées était placée à l'arrière de l'appareil, constituant une sorte de queue.

L'aéroplane ressemblait ainsi à un grand cerf-volant cellulaire muni d'un gouvernail de profondeur à l'avant. Ces modifications, apportées par M. Voisin à l'appareil du type Wright, devaient donner lieu au modèle d'aéroplane construit plus tard par lui.

L'appareil, essayé sur la Seine, à Billancourt, le 8 juin 1905, fut remorqué par un canot automobile et vola pendant environ 150 mètres à 17 mètres de hauteur (Fig. 361).

Il était piloté par M. Voisin. D'autres essais de vols effectués sur la Seine furent moins heureux; on put, cependant, chose fort intéressante, déterminer que l'appareil commençait à s'enlever avec une traction égale à environ le quart de son poids. Pour faire cette détermination, un dynamomètre avait été interposé entre le câble de traction et l'appareil.

Ces données constituaient, on le voit, une base sérieuse pour pousser les études des mécanismes moteur et propulseur. C'est à cela que M. Voisin travailla, comme associé, d'abord, de M. Surcouf, puis de M. Blériot et de son frère, en construisant des aéroplanes divers dont les modèles étaient exécutés au gré des clients et que nous examinerons plus loin.

En résumé donc, à la fin de l'année 1905, un aéroplane Wright muni d'un moteur avait volé par ses propres moyens, mais le mystère dont on avait entouré ses expériences de vols faisait douter de leur réalité.

En France, on avait appris à faire du vol plané; mais, en dehors de l'expérience d'Ader que nous avons relatée et dont on

l'impulsion des Voisin, des Blériot, des Santos Dumont, des Wright, et de bien d'autres qui successivement vinrent prendre place, dans cette pléiade de chercheurs, les progrès de l'aviation s'affirmèrent d'une façon éclatante et avec une rapidité quelque peu déconcertante même.

Ces progrès, dont la relation constitue l'histoire de l'aviation, sont, à partir de ce



Fig. 360. — Expériences d'Archdeacon et Voisin, à Billancourt.

trouvera un récit complet et documenté dans l'instructif ouvrage de notre confrère Jacques May, intitulé ADER (1), on n'avait encore effectué aucun essai où un appareil plus lourd que l'air ait pu se maintenir dans l'atmosphère par l'action de son moteur et de son propulseur. Au point où en étaient arrivées les études relatives à tout ce qui concernait l'aviation, on ne pouvait tarder à récolter les fruits de ces patientes et tenaces recherches, et c'est pourquoi, sous

(1) *Ader*, par Jacques May, un vol., Librairie aéronautique, Paris.

moment, si intimement liés aux appareils construits et aux prouesses effectuées avec eux, que nous arrêtons ici l'historique général du *plus lourd que l'air*. On trouvera, par la suite, le récit de toutes les étapes heureuses et souvent triomphales, parfois, hélas! tragiques aussi, qui ont marqué cette nouvelle conquête de la Science, depuis l'année 1905 jusqu'à nos jours.

Avant de continuer cette glorieuse histoire de l'aviation par la description des appareils merveilleux qui ont permis à l'homme d'accomplir de si étonnantes et

si audacieuses envolées, il convient de dire quelques mots sur certains travaux spéciaux qui ont grandement contribué à résoudre le problème de l'aviation.

Ces travaux remarquables qui concernent l'observation du vol des oiseaux, les cerfs-volants, les études sur la résistance de l'air, ont permis de jeter les bases scientifiques de la sustentation et du vol, et d'apporter successivement les modifications et les perfectionnements nécessaires pour serrer sans cesse de plus près le résultat depuis longtemps espéré.

Certes, ce n'est pas dans l'imitation mécanique absolue de l'oiseau qu'il faut chercher la solution définitive du problème de la conquête de l'espace.

L'idée naïve de cette imitation était, en quelque sorte, instinctive, mais elle aboutissait à une chimère : on ne peut lui demander que « des indications », surtout en ce qui concerne l'équilibre, indications précieuses à la vérité, car elles ont constamment engagé les chercheurs à ne pas reculer devant ce qui paraissait être un paradoxe, c'est-à-dire : « Soutenir dans le milieu aérien un objet volant plus lourd que lui ».

Le savant Sir Hiram Maxim, qui commença l'étude des machines volantes dès 1856, n'eut garde de dédaigner ce que pouvaient lui suggérer le fonctionnement des ailes de l'oiseau déjà nettement étudiées au xv^e siècle par l'admirable Léonard de Vinci. Mais dès qu'il arriva à serrer de près la question dynamique, il constata que « le moteur puissant » obligeait le mécanicien à sortir de la voie tracée par le vol de l'oiseau. De même que les machines artificielles de locomotion terrestres et aquatiques ont dû être établies sur des plans infiniment plus robustes et plus vastes que les animaux terrestres et aquatiques, de même les machines aériennes doivent être bien plus lourdes et plus robustes que l'oiseau le plus grand. Si l'on s'attachait à mouvoir de telles machines

avec des ailes, on s'attaquerait, suivant l'expression même et originale de Sir Hiram Maxim, à un problème aussi difficile que celui de faire une « locomotive à pattes ». Ce qu'il faut pour une machine volante, c'est quelque chose qui puisse recevoir et restituer directement, d'une façon continue, avec une très grande quantité d'énergie, sans intervention de leviers, ou d'articulations : on a trouvé cette réalisation énergétique dans l'hélice de propulsion.

Il n'en est pas moins vrai, au moteur près, que l'observation des mouvements de l'oiseau était profondément documentaire, comme l'a été celle du poisson pour la conquête mécanique du bateau sous-marin et du submersible. La photographie et le cinématographe sont venus, à point nommé, fournir à ceux qui étudiaient ce problème, de véritables documents. Il n'est pas vraisemblable, ainsi que l'ont dit MM. Painlevé et Borel dans leur *Traité de l'Aviation*, que l'homme arrive, de longtemps, à acquérir la souplesse instinctive avec laquelle l'oiseau *sent*, à chaque instant, le vent et modifie en conséquence la disposition de sa voilure.

Mais peut-être pourra-t-il créer des mécanismes ayant la sensibilité qu'il n'a pas lui-même et exécutant automatiquement les manœuvres nécessitées par le vent. Les recherches du regretté Paul Regnard sur la stabilisation électrique des aéroplanes au moyen du gyroscope, recherches qu'il communiqua peu avant sa mort, en 1910, à l'Académie des Sciences, étaient un pas important dans cette direction de recherches. Sans essayer de « copier l'oiseau », ce qui paraît bien être une entreprise chimérique, les créateurs du « plus lourd que l'air » ont un intérêt réel à « s'inspirer de l'oiseau ». L'orthoptère, l'ornithoptère, et l'hélicoptère, qui ont été au début des recherches de l'aviation, n'ont peut-être pas dit leur dernier mot.



ÉTUDES DIVERSES CONCERNANT L'AVIATION

ÉTUDES SUR LE VOL DES OISEAUX. — DIFFÉRENTES SORTES DE VOL. — VOL RAMÉ. — VOL A VOILE. — VOL PLANÉ. — AILES DES OISEAUX. — OBSERVATIONS DIVERSES. CERFS-VOLANTS. — ÉQUILIBRE DU CERF-VOLANT. — TYPES DIVERS DE CERFS-VOLANTS. — TRAVAUX SUR LA RÉSISTANCE DE L'AIR. — APPAREILS : Hagen, — Dines, — Langley, — Renard, — Cailletet et Colardeau, — Eiffel. — LABORATOIRES AÉRODYNAMIQUES : Eiffel. — DISTRIBUTION DES PRESSIONS.

Etudes sur le vol des oiseaux Les études sur le vol des oiseaux sont nombreuses et ont été faites, nous venons de le dire, en vue de connaître le mécanisme des divers organes des oiseaux pendant le vol, afin de tâcher de réaliser, par similitude, et mécaniquement, la sustentation de l'homme dans l'air. Des travaux remarquables ont été faits, à ce sujet, par d'Esterno, Mouillard, Penaud, Marey.

Marey, le savant physiologiste, a publié, notamment, un très intéressant ouvrage, *Le vol des oiseaux* (1), dans lequel il a donné le résultat des précieuses observations provenant d'un grand nombre d'années de patientes études.

Différentes sortes de vols On a classé le vol des oiseaux en plusieurs catégories, suivant la façon dont il s'effectue. C'est ainsi qu'on distingue le *vol ramé*, le *vol à voile*, le *vol plané*.

(1) *Le Vol des oiseaux*, par Marey, Masson, éditeur, Paris. — *Du Vol des oiseaux*, par M. d'Esterno, Librairie Nouvelle, Paris, 1865. — *Les progrès de l'Aviation depuis 1891, par le vol plané*, par F. Ferber, capitaine d'artillerie, Berger-Levrault et C^{ie}, éditeur, 1905. — *Le Vol plané*, par J. Bretonnière, sous-ingénieur des ponts et chaussées en retraite, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris, 1909.

Dans le *vol ramé*, l'oiseau vole par suite des battements successifs de ses ailes ; dans le *vol à voile*, il ne se déplace que du fait de l'action du vent, ainsi que pourrait le faire sur l'eau une embarcation à voile. Quant au *vol plané*, il est constitué par un *glissement* sur l'air, pouvant s'effectuer même en l'absence du vent. Il importe, toutefois, que l'oiseau ait acquis une certaine vitesse pour réaliser un vol plané.

C'est à la fauconnerie, qui était très en faveur au Moyen Age, que l'on doit les premières observations faites sur la différence essentielle qui distingue le *vol ramé* du *vol à voile*. Les fauconniers, chargés d'élever et de dresser, pour la chasse, les oiseaux de proie, avaient noté les diverses évolutions de ces oiseaux et observé les manœuvres qu'ils opèrent pour atteindre leur proie.

On trouve, décrite dans les Traités de fauconnerie, la curieuse manière dont les oiseaux de chasse : *faucons*, *gerfauts*, *sacres*, opèrent pour fondre sur l'oiseau chassé.

Ces oiseaux chasseurs s'élèvent tout d'abord très haut, puis se laissent tomber sur leur proie. Pour s'élever à une grande altitude, le faucon vole toujours contre le vent, quelque faible qu'il soit. Par de rapides

battements d'ailes, il monte sous un angle assez faible : 15 ou 20 degrés par rapport à l'horizon, mais comme il fait des efforts visibles pour effectuer son ascension, il la fractionne, le plus souvent, en un certain nombre de périodes pendant lesquelles il cesse de s'élever. Il se laisse alors entraîner par le vent au-dessus de son point de départ A (Fig. 361). Le chemin AB ascendant, parcouru en battant des ailes, a reçu le nom de *carrière* en termes de fauconnerie, le chemin BC parcouru en arrière sous l'action du vent est appelé *degré*.

En ce point C, une autre période de vol ascendant commence, se poursuit jusqu'au point D, puis de D en E c'est encore un autre déplacement du faucon vers l'arrière, pendant lequel l'oiseau conserve la hauteur qu'il a atteinte. C'est donc par une succession de *carrières* et de *degrés* que le faucon s'élève à une hauteur suffisante pour fondre sur sa proie. Il serre alors les ailes contre le corps et se laisse glisser en suivant une trajectoire qui le fait tomber sur l'animal contre lequel il a *entrepris*.

Si l'animal chassé, par des mouvements brusques, parvient, par ce qu'on nomme une *esquivade*, à échapper à cette première attaque, le faucon, par un simple changement d'orientation de ses ailes, peut remonter à une hauteur presque égale à celle dont il tombe. C'est ce que l'on appelle une *passade*.

Le faucon peut faire successivement plusieurs *passades*, et répète cette manœuvre jusqu'à ce que sa proie soit *liée* et qu'il puisse la culbuter à terre où il l'achève.

La remontée du faucon, dans une *passade*, après la chute, a reçu le nom de *ressource*; elle est très rapide et provient de

la force vive qu'acquiert l'oiseau pendant sa descente, force vive qui est utilisée pour le faire remonter après un changement d'orientation des ailes.

Certains oiseaux de proie, parmi

lesquels l'aigle, le vautour, la buse, le milan, utilisent le *vol à voile*. Ce vol est pratiqué lorsque le vent souffle.

Ces oiseaux, qui volent avec moins de vitesse que les faucons, s'élèvent à l'aide du vent, en tournant en spirale et sans battre des ailes, jusqu'à une grande hauteur, pour

dominer leur proie. Puis ils *plongent* en s'aidant parfois, dans la descente, de leurs ailes pour tomber sur leur victime.

On a observé que lorsque les oiseaux pratiquent le vol à

voile et qu'ils décrivent leur spirale sans battre des ailes, ils ont les ailes complètement déployées et leurs extrémités dirigées vers l'avant (Fig. 362). Lorsque les oiseaux volent contre le vent ou se laissent glisser rapidement dans l'air, les ailes sont plus ou moins serrées contre le corps et les pointes dirigées vers l'arrière (Fig. 363).

En outre, la courbure que présentent les ailes dans ces deux différentes sortes de

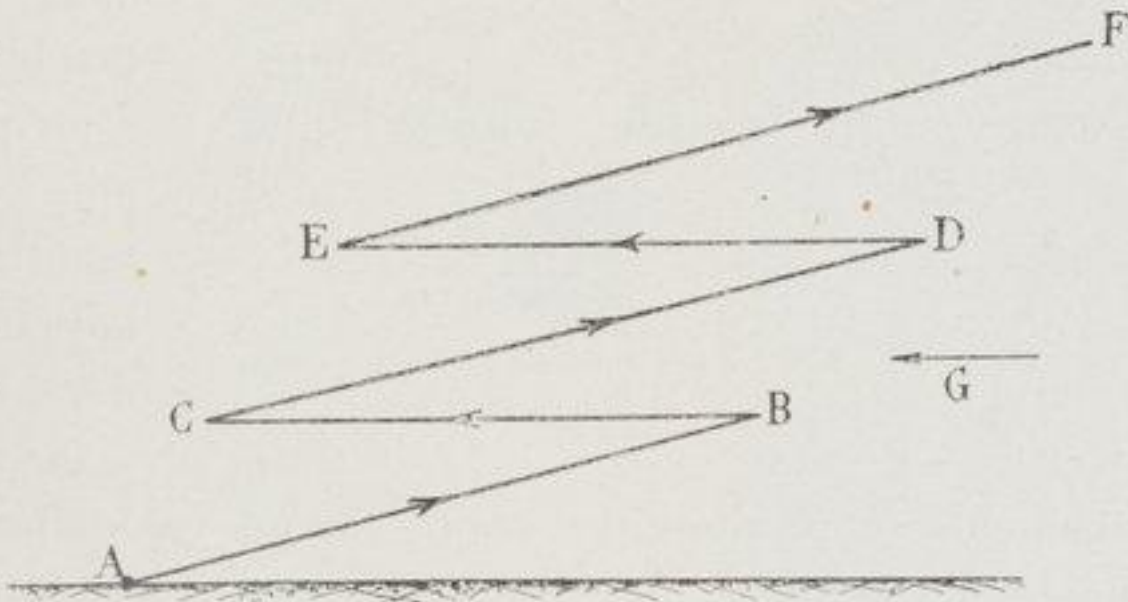


Fig. 361. — Schéma du vol d'un faucon.



Fig. 362. — Position de l'oiseau pendant le vol à voile.

vols diffère, lorsqu'on regarde l'oiseau de face. Dans le vol ramé, les ailes sont incurvées de façon à présenter d'une manière à peu près constante les extrémités dirigées vers le bas (Fig. 364). Au contraire, dans le vol à voile, la courbure des ailes est disposée dans le sens opposé, les extrémités des ailes se trouvant dirigées vers le haut (Fig. 365).

D'autre part, l'orientation de la queue de l'oiseau *voilier* change deux fois pendant qu'il décrit une orbe. Ces changements se produisent aux extrémités opposées d'un même diamètre dont la direction est la même que celle du vent.

Cette orientation permet au vent d'exercer son action sur la surface inférieure de cette queue et d'aider ainsi à la sustentation de l'arrière du corps de l'oiseau.

Examinons les particularités qui caractérisent, chez l'oiseau, les différentes sortes de vols.

Vol ramé Le vol ramé, avons-nous dit, est produit par les battements successifs et plus ou moins rapides des ailes de l'oiseau. Mais avant de pouvoir utiliser ces battements d'ailes pour avancer, l'oiseau prend son *essor*, c'est-à-dire imprime à son corps une certaine vitesse au départ, soit en s'élançant d'un point élevé, soit en courant, soit en sautant. De nombreuses observations viennent corroborer ces particularités.

La rapidité des battements d'ailes augmente avec la diminution de la taille des

oiseaux : les oiseaux les plus petits battent des ailes bien plus rapidement que les grands. D'ailleurs, cette rapidité varie aussi pour la même espèce d'oiseaux, suivant les circonstances dans lesquelles s'effectue le vol.

Elle augmente lors du vol ascendant et diminue dans le vol descendant. Quand on rogne les ailes à un pigeon, par exemple, comme l'a observé Mouillard, la rapidité des battements est plus considérable.

Quelques espèces d'oiseaux ont un vol silencieux ; d'autres, au contraire, ont un vol bruyant. Dans la première catégorie on trouve la chouette, l'engoulevent ; dans la seconde se placent les gallinacés. Les pigeons, par exemple, font

un grand bruit d'ailes en volant, mais le claquement perçu, qui provient du choc des deux ailes qui sont, à ce moment, vertica-

les, ne se produit qu'au départ de l'oiseau, à l'essor.

Marey a, en effet, observé chez les pigeons, les variations de la position des ailes entre le début du vol, le plein vol et la fin du vol. Au commencement du vol, les ailes

viennent se toucher dans leur position verticale (Fig. 367) et produisent le claquement dont nous parlons plus haut. Leur

excursion vers le bas est, par contre, limitée à une position à peu près horizontale, de sorte que pour chacune des ailes, l'angle d'oscillation est sensiblement égal à 90 degrés.

Lorsque l'oiseau a bien pris son vol, les ailes dans leur position extrême supérieure ne se touchent plus (Fig. 368) ; elles laissent



Fig. 363. — Position de l'oiseau pendant le vol ramé.



Fig. 364. — Vue de face de l'oiseau rameur.

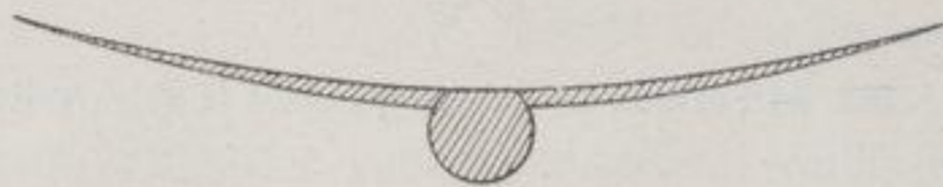


Fig. 365. — Vue de face de l'oiseau voilier.

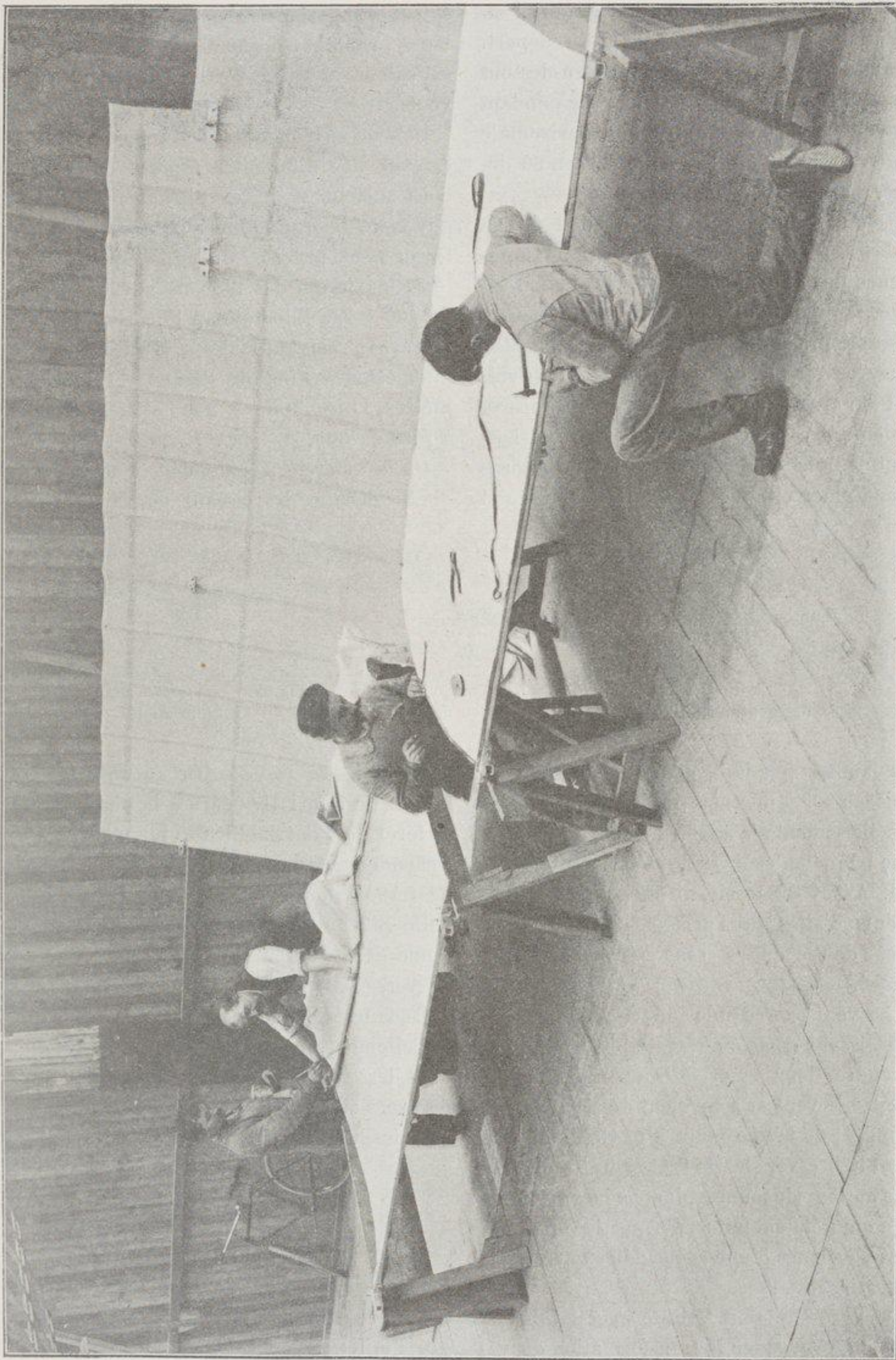


Fig. 366. — Confection des cellules d'un aéroplane.

entre elles une distance assez grande : on n'entend plus le claquement du départ. Vers le bas, les ailes descendent au-dessous de l'horizontale. Elles battent donc pendant le vol de part et d'autre de l'horizontale et décrivent un angle total d'environ 80 degrés.

Quand le pigeon arrive vers la fin de son vol (Fig. 369), la position extrême supérieure des ailes dépasse à peine l'horizontale, tandis que dans la position inférieure, les extrémités des ailes sont beaucoup plus dirigées vers le bas que dans le plein vol.

Pour arrêter son vol et se poser, l'oiseau doit perdre sa vitesse, ce qu'il fait en battant des ailes d'une façon spéciale, son corps étant placé obliquement, la tête relevée et

à voile. Les goélands, par exemple, dit Marey, rament continuellement quand l'air est calme, et volent à voile par les grands vents.

On a pu exactement déterminer la vitesse du vol des différentes espèces d'oiseaux. C'est surtout pour les pigeons voyageurs que cette détermination a pu se faire d'une façon assez précise. On admet que la vitesse maximum des pigeons voyageurs est de 100 à 125 kilomètres à l'heure; la caille peut voler, suivant Jackson, à raison de 60 kilomètres à l'heure; l'aigle à 110 kilomètres, l'hirondelle à 240, et le martinet à plus de 300.

On a cherché également à connaître quelle distance les oiseaux pouvaient par-

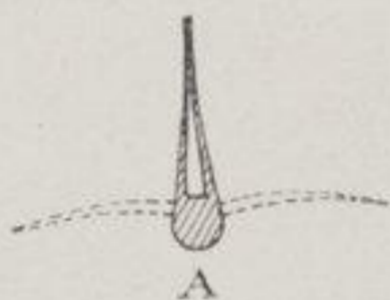


Fig. 367. — Position des ailes au commencement du vol.

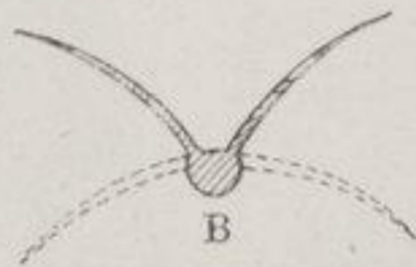


Fig. 368. — Position des ailes au milieu du vol.

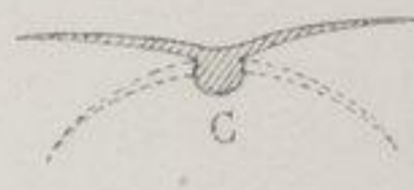


Fig. 369. — Position des ailes à la fin du vol.

les jambes pendantes. Quelquefois, quand l'oiseau est à une certaine hauteur, il cesse ses battements d'ailes, les déploie, ainsi que la queue, et descend doucement vers le sol. Avant d'atterrir, il effectue les battements d'ailes qui l'arrêtent et lui permettent de se poser sans vitesse au point choisi.

Le vent exerce une influence sur le vol des oiseaux *rameurs*. Ceux-ci, en effet, pour prendre leur essor, s'orientent toujours contre le vent et s'envolent ainsi plus facilement; de même pour atterrir ils se placent le bec vers le vent, et Mouillard cite ce cas curieux de jeunes pigeons inexpérimentés, qui s'étaient fait rouler par le vent, pour s'être orientés d'une façon défectueuse pour atterrir.

Lorsque le vent souffle avec violence, il peut provoquer la transformation du vol ramé habituel de certains oiseaux, en vol

courir sans se reposer. On raconte qu'un faucon de Henri II, égaré à la chasse dans la forêt de Fontainebleau, fut retrouvé le surlendemain dans l'île de Malte, distante de 1.400 kilomètres de Fontainebleau.

Un pigeon parcourut en un jour la distance de 530 kilomètres séparant Toulouse de Versailles.

Certains oiseaux qui semblent ne voler que difficilement, comme la caille, font cependant des trajets considérables, et traversent les mers en bandes en se maintenant à de grandes hauteurs.

Vol à voile Le vol à voile est, par définition, celui qui s'effectue sous la seule action du vent. C'est dire que le vent est indispensable pour pratiquer ce genre de vol; les espèces d'oiseaux qui l'utilisent généralement doivent, lorsque l'atmosphère est absolument calme, ou

faire du vol ramé, ou, s'abstenir de voler.

Les oiseaux qui pratiquent le vol à voile sont appelés les *oiseaux voiliers*; on les distingue ainsi des autres qui, le plus souvent, battent des ailes pour voler et qu'on nomme les *oiseaux rameurs*.

Les oiseaux voiliers gardent, dans le vol à voile, les ailes étendues, ces ailes n'effectuant aucun mouvement d'oscillation. Ces oiseaux ont généralement les ailes plates, longues et peu larges. Les espèces les mieux organisées pour ce vol peuvent voler à voile avec un vent très faible, mais il est néanmoins nécessaire que le vent souffle.

La frégate est un des oiseaux les mieux doués pour le vol à voile; les goélands, les mouettes et les pétrels, sont aussi des oiseaux voiliers, mais leurs ailes ont une surface moins grande et il leur faut un vent un peu plus vif qu'à la frégate pour voler à voile.

La possibilité du vol à voile a été longtemps contestée et considérée comme une absurdité. Les observations et les études de d'Esterno, de Basté, de Goupil, et de Marey, ont permis d'établir une comparaison rationnelle entre le vol à voile des oiseaux et la marche à voile des embarcations.

La voile de l'embarcation peut recevoir le vent sur le côté sous un angle assez aigu. Le vent réfléchi sur la voile s'échappe en donnant lieu à une réaction qui provoque le déplacement de la voile et de l'embarcation. Il en est de même lorsque le vent agit sur l'aile de l'oiseau; seulement, au lieu d'être reçu sur le côté, le vent est, dans ce dernier cas, reçu sous l'aile, de sorte que la réaction qui se produit tend à soulever l'aile et l'oiseau dans l'air.

Dans l'embarcation, la présence de la quille l'empêche d'être entraînée dans la direction du vent et lui permet de manœuvrer dans une direction fort différente. Pour l'oiseau, l'action du vent qui provoque son ascension peut aussi être contrebalancée par l'action de la pesanteur qui s'exerce

sur son corps. Quant au gouvernail de l'embarcation, qui la maintient dans une direction déterminée, il est remplacé chez l'oiseau par la queue, dont la manœuvre assure sa direction pendant le vol; l'oiseau peut aussi obtenir le même résultat en déplaçant son centre de gravité, ce qu'il fait aisément par instinct, ou par volonté.

Le vol à voile de l'oiseau contre le vent ne peut, d'après d'Esterno, se produire que grâce à une dépense de vitesse de l'oiseau. Cependant Mouillard a vu des oiseaux qui, partant du repos, s'élèvent sans battre des ailes et avancent contre le vent. La frégate et le pétrel se maintiennent pendant de violentes tempêtes contre le vent et avancent même sans donner de coups d'ailes. Marey a vu des goélands voler à voile contre un vent très vif en avançant lentement. Il résulte des observations diverses ainsi faites sur le vol à voile des oiseaux, que pour qu'ils puissent s'élever directement contre le vent, il faut que celui-ci soit assez fort. Lorsque la brise est faible, l'ascension de l'oiseau voilier s'effectue en décrivant des trajectoires en spirales. C'est ainsi que l'aigle se maintient à de très grandes hauteurs qui dépassent 7.000 mètres, dans un air considérablement raréfié.

On peut expliquer le vol à voile en orbes, en considérant que lorsque l'oiseau vole par vent arrière, le vent a une vitesse plus grande que la sienne, parce que l'oiseau résiste par inertie; il se trouve, dès lors, soutenu et, suivant la vitesse relative que possède le vent par rapport à lui, il peut conserver sa hauteur, monter ou descendre. Il est néanmoins entraîné dans le sens du vent, et plus cet entraînement s'accroît, plus la vitesse de l'oiseau tend à devenir égale à celle du vent. La vitesse *relative* du vent par rapport à l'oiseau tend donc, dans ce cas, à diminuer de plus en plus, et la force ascensionnelle de l'oiseau se trouve également affaiblie. Avant que cette diminution de force ascensionnelle ne provoque une des-

cente trop grande de l'oiseau, celui-ci, en décrivant son orbe, se retourne face au vent.

Il est, à ce moment, animé d'une certaine vitesse qui est un peu inférieure à celle du vent, de sorte qu'il possède une force vive qui est opposée directement au vent lors du changement de direction. Cette force vive est dépensée tout entière pendant le vol contre le vent, et lorsque la vitesse de l'oiseau redevient nulle, il change de nouveau de direction et vole vent arrière. Pendant cette partie de l'orbe décrit, il acquiert de nouveau une certaine vitesse qui lui permet de voler en sens inverse et de décrire en volant une trajectoire fermée.

Vol plané La *vol plané* diffère des deux sortes de vols que nous venons d'analyser, en ce qu'il ne nécessite pas des battements d'ailes comme pour le *vol ramé*, et qu'il n'exige pas de vent comme pour le *vol à voile*.

Le vol plané qui attira surtout l'attention du précurseur Lilienthal lors de ses recherches sur l'aviation, est un glissement sur l'air qui se produit même lorsqu'il n'y a aucun vent, par suite de la vitesse préalablement acquise par l'oiseau, quelle que soit d'ailleurs, la manière dont cette vitesse a pu être obtenue. La force vive que l'oiseau possède est dépensée pendant le planement et contrebalance l'action de la pesanteur, à moins que le vol plané ne soit descendant. Dans ce cas, la pesanteur peut maintenir la vitesse de l'oiseau constante jusqu'à ce que le vol plané redevienne horizontal.

Le vol plané s'observe facilement chez les oiseaux. Un oiseau rameur qui a acquis, en battant des ailes, une certaine vitesse, arrête parfois leur mouvement, et, tout en les maintenant déployées, avance dans l'air en glissant sur lui sans aucun mouvement.

On a pu également remarquer des oiseaux qui s'élançant d'un point élevé et se laissent tomber. Lorsque dans leur chute ils ont atteint, du fait de la pesanteur, une certaine vitesse, ils ouvrent leurs ailes et continuent à se mouvoir dans l'air en vol plané.

On admet que l'angle le plus faible que doit faire la trajectoire du vol avec l'horizon, pour que le vol plané puisse avoir lieu, est d'environ 10 degrés. D'autre part, cette trajectoire n'est pas d'une de ses extrémités à l'autre une ligne droite : elle est pour ainsi dire verticale au début, prend ensuite l'allure d'une courbe parabolique, puis fait avec l'horizon un angle qui se maintient constant jusqu'à la fin.

On peut aisément reproduire le planement de l'oiseau à l'aide d'une feuille de papier pliée en deux de façon à former un *angle dièdre*. A l'intérieur de ce dièdre, on place le long de l'arête qui est disposée horizontalement, une petite tige de métal qui est rendue solidaire de la feuille au moyen de boulettes de cire. Si, aux deux extrémités de cette tige, on fixe deux faibles masses égales, comme la tige déborde également de chaque côté du dièdre, le système est équilibré. Si dans cet état, on le laisse tomber, il descend verticalement (Fig. 370).



Fig. 370. — Expérience de vol plané, 1^{re} phase.

Supposons une des masses enlevée et laissons, comme précédemment, tomber l'appareil. Le *centre de gravité* du système sera déplacé et se portera du côté où se trouve la masse. La feuille de papier descendra obliquement en glissant sur l'air et se portera du côté où se trouve la masse (Fig. 371).

Si maintenant, on rabat vers l'intérieur, les deux bords arrière de la feuille de papier (Fig. 372), la descente se reproduira d'abord comme dans le cas précédent, mais lorsque la vitesse acquise sera suffisante, les bords rabattus agiront comme des gouvernails et

le planeur, déviant de sa trajectoire, s'élèvera brusquement en perdant sa vitesse, puis retombera sur le sol, à moins que la hauteur d'où il est lancé ne soit importante; dans ce cas, le planeur pourra décrire une série d'oscillations avant de toucher le sol.

Si les mêmes bords de la feuille étaient rabattus vers l'extérieur (Fig. 373), le planeur en un point de sa trajectoire normale, au lieu de remonter, descendrait au contraire verticalement, la pesanteur contribuant à accélérer sa chute.

L'observation du vol plané des oiseaux a conduit à énoncer certaines lois relatives à la position du centre de pression de l'air

sous les ailes et à son déplacement. Avanzini admet que lorsque l'oiseau ayant les ailes déployées horizontalement, se laisse tomber verticalement, le centre de pression de l'air coïncide pour chacune des ailes

des manœuvres de la queue qui agit ainsi comme un stabilisateur vertical, soit en portant l'aile en arrière, soit encore en déplaçant son centre de gravité par l'allongement du cou, par exemple. Le déplacement en avant du centre de gravité de l'oiseau a pour résultat d'accélérer la vitesse de son vol plané. C'est ce que l'on a observé chez le héron, qui d'ordinaire vole avec le cou replié et qui, lorsqu'il est poursuivi, allonge son cou pour fuir plus rapidement. Sa

vitesse augmente, en même temps que son centre de gravité est porté plus en avant du fait de l'allongement de son cou.

Ailes des oiseaux Les ailes qui permettent aux

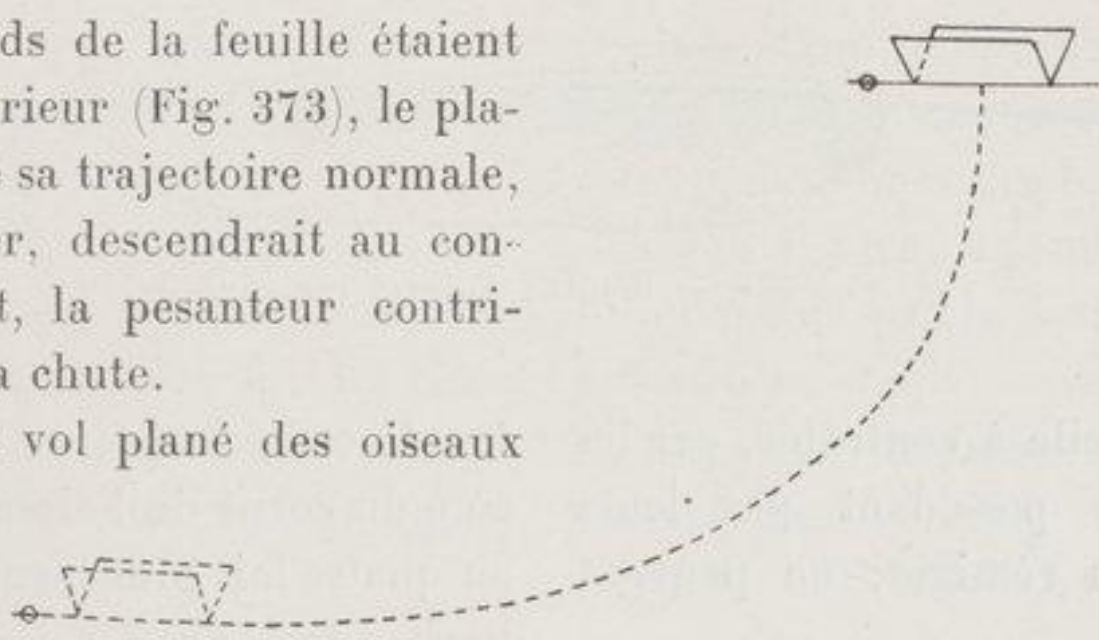


Fig. 371. — Expérience de vol plané, 2^e phase.

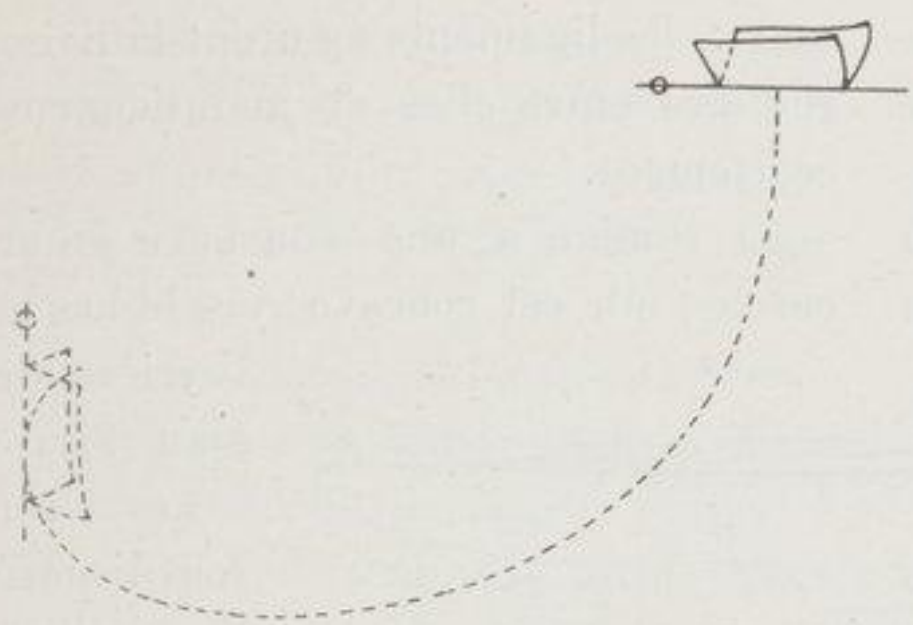


Fig. 372. — Expérience de vol plané, 3^e phase.

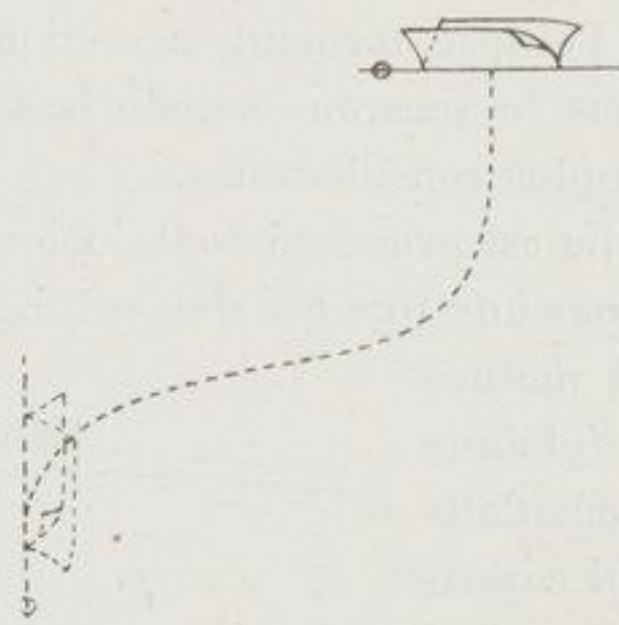


Fig. 373. — Expérience de vol plané, 4^e phase.

avec le centre de figure. Si l'oiseau descend obliquement, plus sa vitesse est grande, plus le centre de pression se rapproche du bord de l'aile et ce rapprochement est d'autant plus considérable que l'aile fait avec la direction du vol un angle plus aigu.

Ce déplacement du centre de pression tend à rompre l'état d'équilibre de l'oiseau dans l'atmosphère; il y remédie soit par

oiseaux d'effectuer les différents vols sont constituées par des plumes. Les plumes sont superposées les unes aux autres et se chevauchent de façon à former à l'oiseau une protection très efficace contre l'abaissement de la température. On donne en exemple les canards des glaces polaires, qui conservent, malgré la rigueur du froid et grâce à leurs plumes, la température,

nécessaire pour assurer le libre jeu des muscles pendant le vol.

Les plumes se chevauchent de telle sorte que le vent, pendant la généralité des vols, les maintient appliquées les unes sur les autres.

Parmi les plumes, les plus grandes, appelées *rémiges*, sont celles qui interviennent surtout dans le vol et le fait est facile à contrôler, car les jeunes oiseaux ne possédant pas leurs grandes plumes ou *rémiges*, ne peuvent pas voler.

La *rémige* (Fig. 374) est constituée par une sorte de tube formé d'une substance cornée à la fois légère et résistante. Ce tube, nommé *canon*, n'a pas une sec-

tion circulaire. Il est elliptique et le grand axe de l'ellipse formant la section est dirigé dans le sens où les efforts à vaincre sont les plus considérables.

Le tube est prolongé tout le long de la plume par une tige qui devient de plus en plus petite à mesure qu'elle s'éloigne du *canon*. Cette tige, qui constitue, pour ainsi dire, l'*armature*

de la *rémige*, a une forme quadrangulaire. Elle porte sur sa face inférieure un sillon longitudinal qui lui donne de la rigidité et sa face supérieure est convexe.

De chaque côté de la tige sont disposées les *lames* de la *rémige*. Elles sont formées par une certaine quantité de petites lames en substance cornée, disposées les unes à la suite des autres. Ce sont les *barbes* de la plume, placées dans une direction transver-

sale par rapport à la tige de la *rémige*. Chaque barbe porte des sortes de franges nommées *barbules*, munies elles-mêmes de très petites aspérités, appelées *barbelles*, lesquelles contribuent à réunir entre elles les barbes de la plume. La *rémige* comporte

donc deux *lames* disposées une de chaque côté de la tige. Ces deux lames ont des dimensions et des formes différen-

tes. Une des lames, celle qui est placée du côté du corps de l'oiseau, est près de trois ou quatre fois plus large que l'autre, et ses barbes font avec la tige un angle se rapprochant plus de l'angle droit que les barbes de la lame étroite.

La *rémige* tient au corps de l'oiseau par le *canon*. Celui-ci est tenu dans une

sorte de gaine placée sur la peau de l'animal : des ligaments assurent la liaison des *rémiges* entre elles et maintiennent leur écartement.

La *rémige* a une courbure en arc de cercle ; elle est concave vers le bas et vers l'arrière de l'oiseau (Fig. 375).

Les *rémiges* sont disposées les unes par rapport aux autres

à la façon des lames d'un éventail. Elle se chevauchent de telle façon que la large lame de l'une se trouve recouverte par la lame étroite de la *rémige* suivante et ainsi de suite. Entre deux tiges de *rémiges* se trouvent donc superposées deux lames, l'une large au-dessous, l'autre étroite au-dessus. Le jeu de ces deux lames superposées, sous l'action de l'air, peut donc être comparé à celui d'une soupape qui



Fig. 374. — Rémige d'oiseau rameur.

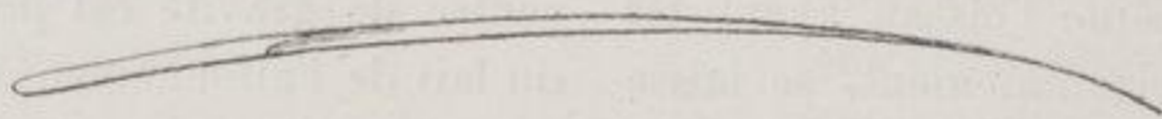


Fig. 375. — Courbure de la rémige.

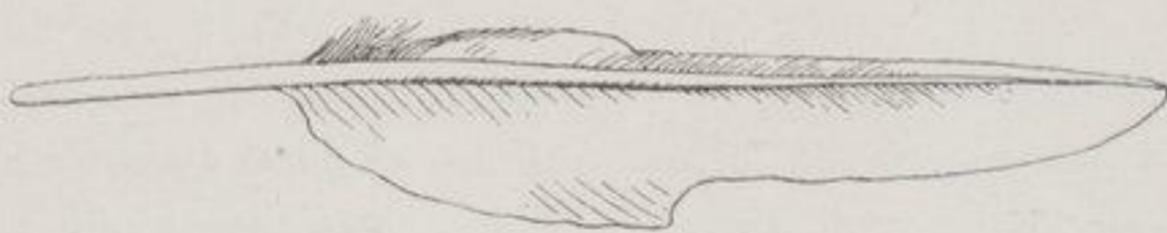


Fig. 376. — Rémige d'oiseau voilier.

s'ouvriraient lorsque l'air aurait une direction du haut vers le bas et qui se fermerait au contraire pour la direction inverse : de bas en haut. Cela revient à dire que l'aile peut laisser un libre passage à l'air lorsqu'elle s'élève, et devient imperméable lorsqu'elle s'abaisse. Ce mécanisme a été considéré par un grand nombre d'observateurs comme très important au point de vue du vol des oiseaux.

L'aile porte, en outre, du côté où s'implantent les rémiges, des petites plumes appelées *couvertures*, disposées sur les deux faces de cette aile, servant à remplir les intervalles laissés libres entre les canons, et à rendre l'aile imperméable.

Les ailes des oiseaux rameurs comportent de fortes rémiges et se terminent en

apprécier les dispositions favorables de la conformation de l'oiseau pour maintenir sa stabilité dans l'air. Les ailes étant attachées en haut du thorax, le centre de gravité du corps se trouve placé très bas par rapport au centre de pression de l'air sur l'aile, ce qui est une bonne condition de stabilité.

Cette stabilité, d'ailleurs, peut être assurée par des manœuvres diverses. Une des ailes peut donner des battements plus étendus que l'autre; le centre de gravité peut être déplacé par la manœuvre du cou qui est sorti ou rentré suivant l'inclinaison que l'oiseau veut prendre. Le déplacement des pattes permet, aussi, de faire varier cette inclinaison et l'orientation donnée à la queue peut lui permettre d'obtenir une direction déterminée. Il y a une mobilité automatique,



Fig. 377. — Différentes phases du vol du goéland.

pointe. Celles des oiseaux voiliers, comme le vautour ou l'aigle, sont arrondies à leur extrémité, et laissent entre les bouts des rémiges des intervalles qui donnent à l'aile une forme déchiquetée.

La queue de l'oiseau est formée de *pennes* qui sont disposées en forme de deux éventails placés symétriquement par rapport à l'axe du corps de l'oiseau. Ces pennes sont mues par de nombreux muscles qui les étalent ou les resserrent. La queue n'est pas, chez l'oiseau, un gouvernail nécessaire, car il peut voler et se diriger sans queue. Elle l'aide néanmoins dans son vol, et on a pu observer que les *oiseaux voiliers* la tiennent déployée pendant leur vol, et que les *oiseaux rameurs*, l'étalent aussi lorsqu'ils s'envolent et lorsqu'ils se posent.

ou voulue de tous les organes.

De même, la forme du corps de l'oiseau, qui est effilée aussi bien à l'avant qu'à l'arrière, est bien appropriée à sa fonction, qui est de glisser dans l'air, en rencontrant le moins de résistance possible de la part de cet air.

Voilà, très succinctement résumées comme on peut le penser, les principales observations faites sur le vol des oiseaux : on en trouvera de plus grands développements dans les ouvrages spéciaux. Ce sont ces études qui ont incité tous les chercheurs à construire des appareils imitant les divers vols des oiseaux et qui ont finalement permis d'arriver à résoudre le problème de la sustentation du « plus lourd que l'air ».

Les travaux sur les études des oiseaux ont été fort longs et pleins de difficultés.

Marey, pour décomposer les mouvements

Observations
diverses

Les observations sur le vol
des oiseaux ont conduit à

des organes d'oiseaux pendant le vol, mouvements pour ainsi dire impossibles à saisir à l'œil nu, a employé des méthodes graphiques pour lesquelles il a combiné des instruments fort ingénieux. De même, pour étudier la succession des mouvements des oiseaux pendant leur déplacement en l'air, il a construit des appareils *chronophotographiques* qui permettent d'obtenir l'image photographique de l'animal prise dans une courte fraction de seconde, de sorte que ces images, placées dans leur ordre, successivement à la suite les unes des autres, représentent les diverses phases du mouvement de l'oiseau pendant le vol, phases que l'on peut dès lors étudier en détail (Fig. 377).

Pour prendre la photographie de l'oiseau pendant son vol, Marey avait fait construire un appareil photographique curieux. Cet appareil avait la forme d'un fusil et était muni d'une crosse pour le maintenir assujéti contre l'épaule. Un grand *barillet* circulaire, semblable à celui d'un revolver, constituait la chambre photographique proprement dite et pouvait recevoir une grande glace sensible. Pour photographier le vol de l'oiseau, le fusil était épaulé et on visait l'animal de la façon dont on opère lorsqu'on chasse. En appuyant sur la détente au moment propice, on provoquait le déclenchement d'un mécanisme intérieur qui déterminait la rotation du barillet. Ce mouvement obligeant la plaque à présenter successivement divers points de sa surface devant l'objectif et déterminant la manœuvre de l'obturateur, on obtenait ainsi une succession d'images photographiques faites en un temps très court, ce qui permettait de détacher les diverses phases du mouvement du vol effectué pendant l'opération photographique.

Nous n'entrerons pas dans les détails des études graphiques et photographiques faites par Marey au sujet du vol des oiseaux : cela sortirait de notre cadre ; on trouvera décrites, d'ailleurs, dans ses intéressants ou-

vrages et dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, la description des expériences faites en vue de ces études.

Cerfs-volants Les nombreuses études et expériences faites sur les cerfs-volants ont également, comme celles effectuées sur le vol des oiseaux, permis de déterminer certaines conditions de sustentation et de stabilité des appareils volants.

Certains auteurs attribuent l'invention du cerf-volant à un philosophe grec, Archytas, qui, environ quatre siècles avant l'ère chrétienne, avait aussi construit, paraît-il, une *colombe volante* dont nous avons précédemment dit quelques mots.

D'autres donnent au cerf-volant une origine chinoise. Ce serait un général chinois, Han-Sin, qui, deux cent six ans avant l'ère chrétienne, en aurait construit un pour assurer la communication entre une ville assiégée et des troupes de secours.

Quoi qu'il en soit, l'invention du cerf-volant remonte certainement à des temps fort reculés, mais son application à des études et expériences diverses est plus récente.

On sait que de Romas en France et Franklin en Amérique, l'utilisèrent pour étudier l'électricité atmosphérique (1). Le cerf-volant, longtemps considéré comme un simple jouet d'enfant, attira petit à petit l'attention des savants et des chercheurs, et on en a établi des modèles différents : *cellulaires*, à *poches*, etc. qui donnent de très intéressants résultats et ont permis de poursuivre utilement les études sur la sustentation et aussi d'utiliser ces nouveaux instruments comme engins de sauvetage, comme signaux, et pour explorer les hautes régions atmosphériques. Ils permettent même d'enlever des aéronautes et, pendant cette ascension d'un caractère tout spécial, de faire des observations, principalement militaires, qu'il serait parfois très difficile d'exécuter autrement.

(1) MERVEILLES DE LA SCIENCE. — TOME II : *Électricité*.



Phot. J. Boyer.

Fig. 378 — Peinture et vernissage d'un triplan.

Équilibre du cerf-volant

Supposons un cerf-volant AB (Fig. 379) incliné dans l'air, et dont le plan fait avec l'horizontale BC un angle ABC. Si le cerf-volant est en équilibre dans l'air, c'est que l'action des forces qui agissent sur lui se compensent. Quelles sont donc les forces qui s'exercent sur ce plan?

Il y a d'abord l'action du vent. Ce vent, supposé horizontal, a une direction représentée par la ligne DE; mais la force du vent qui agit sur toute la surface du cerf-volant dont la ligne AB représente le profil, peut être supposée appliquée en un certain point D de cette surface. Le point d'application de l'action du vent est nommé *centre de pression*. Si au centre de pression de la surface considérée on attache une corde de retenue DF exerçant dans la direction opposée au vent une tension déterminée, la surface se trouvera en équilibre dans l'air, à condition que la pesanteur n'intervienne pas. Mais il est bien évident qu'il faut tenir compte de la pesanteur.

Le cerf-volant a un certain poids. Ce poids, que l'on peut supposer appliqué au *centre de gravité* G de l'appareil, exerce son action verticalement de haut en bas. La force à laquelle est soumis le cerf-volant de ce fait, a une direction représentée par la ligne GH.

Ainsi donc, un cerf-volant tenu par une corde et en équilibre dans l'air est soumis à l'action de trois forces : la pression du vent, la tension de la ficelle et la pesanteur.

L'action de la pesanteur ne permet pas

d'obtenir l'équilibre du cerf-volant en attachant la corde de retenue au centre de pression D. Il faut que cette corde soit fixée en un autre point I, de façon que la composition des trois forces représentées en grandeur et en direction par les lignes DE, IJ et GH donne une résultante sans valeur, c'est-à-dire que ces efforts s'équilibrent.

D'autre part, la pression du vent que nous supposons dirigée horizontalement peut se décomposer en deux forces *composantes*, dont l'une DK est dirigée exactement suivant le plan du cerf-volant AB et l'autre DJ est

perpendiculaire à ce plan. La première composante DK ne peut influencer l'équilibre de l'appareil, puisqu'elle représente l'action de l'air glissant sur la surface AB; cette action est donc nulle. La pression du vent peut ainsi être ramenée à la force DJ s'exerçant perpendicu-

lairement sur la surface AB et passant par le centre de pression. L'équilibre du cerf-volant revient ainsi à équilibrer les trois forces DJ, pression du vent, GH pesanteur et IJ tension de la corde. Si sur ces trois forces on suppose que deux d'entre elles puissent être déterminées, c'est-à-dire la pesanteur et la pression du vent, on peut se proposer de chercher le point d'attache de la corde de retenue pour que le cerf-volant se tienne en équilibre dans l'air sous un certain angle.

Disons d'abord que l'action de la pesanteur sur l'appareil appliquée à son centre de gravité peut être aisément déterminée et que la valeur de la pression du vent dépend de sa vitesse, de la grandeur de la surface

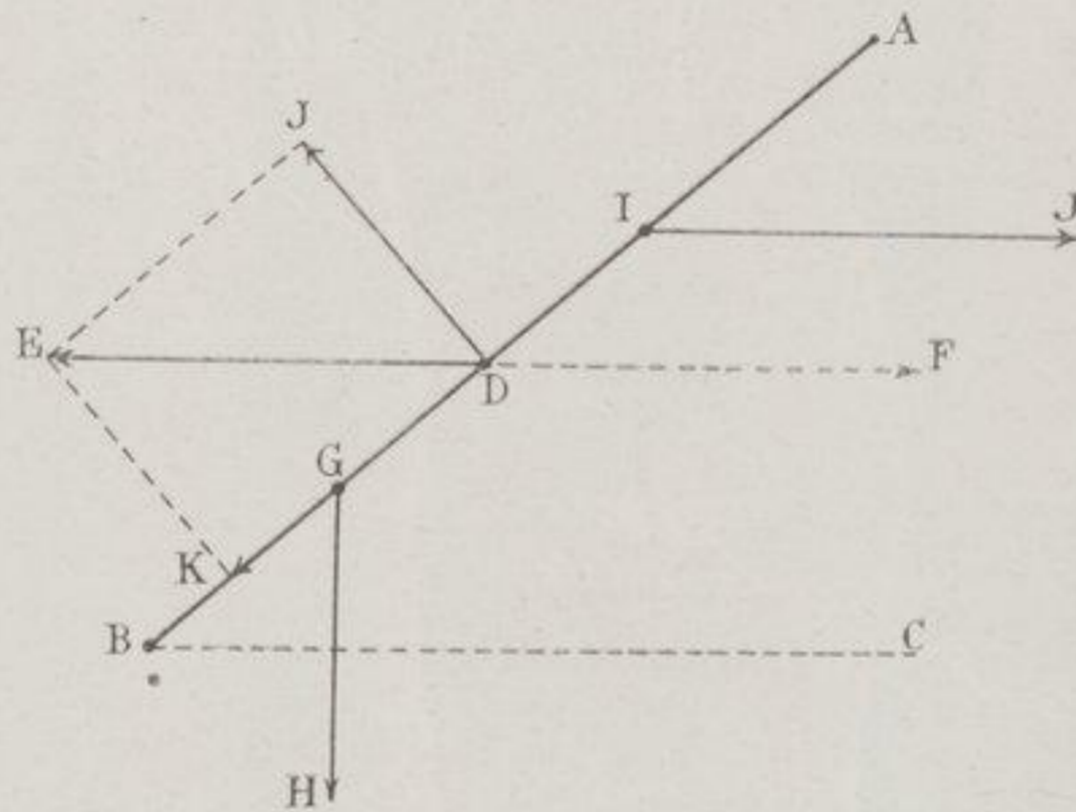
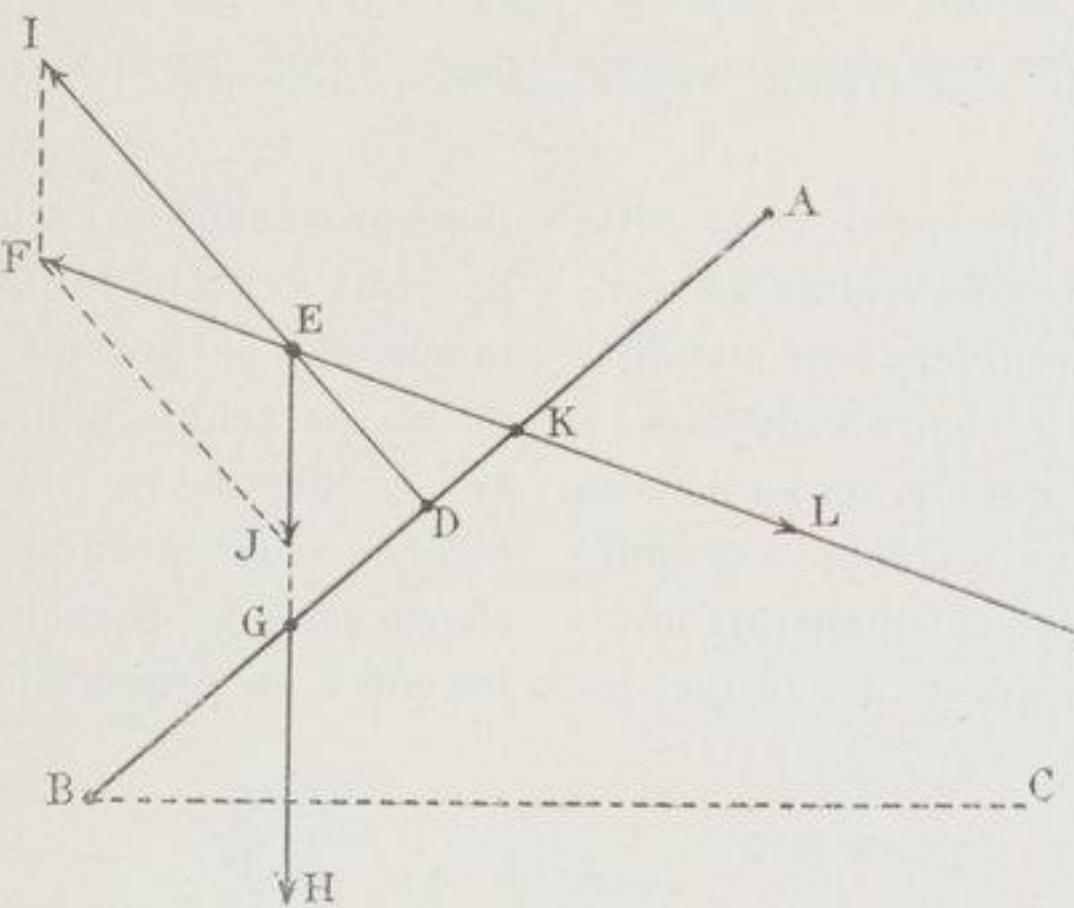


Fig. 379. — Équilibre du cerf-volant.

AB sur laquelle s'exerce son action et de l'angle d'inclinaison qu'elle fait avec l'horizon.

La résultante de ces deux forces considérées à part sera représentée en grandeur et en direction par la ligne EF (Fig. 380). En effet, du point E, intersection de la direction DE de la pression du vent et de la direction GH de la pesanteur, on porte sur le prolongement de la ligne DE, une longueur ET égale à cette pression et sur la direction IE, une longueur EJ représentant la valeur de la pesanteur. La résultante de ces deux composantes EI et EJ

sera, nous le savons, la diagonale du parallélogramme dont elles formeront les côtés. La résultante sera donc la ligne EF, ce qui revient à dire que les deux efforts de pression du vent et de la pesanteur pourront se résoudre en un seul [représenté



380. — Détermination du point d'attache d'un cerf-volant.

en grandeur et en direction par la droite EF.

Le cerf-volant peut donc être considéré comme étant soumis, d'une part à cette action résultante, et d'autre part à la tension de la corde, troisième force que nous avons momentanément laissée de côté.

Pour que l'équilibre du cerf-volant s'établisse dans l'air en supposant que l'action du vent reste constante, il faut que la tension de la corde compense la résultante EF des deux autres efforts. Pour cela, la corde devra être placée dans la direction EF. Elle sera attachée au point K sur le cerf-volant et la tension de cette corde aura une valeur représentée par la longueur KL égale à la

longueur EF. Cette tension étant égale et dirigée en sens contraire de la résultante des deux autres forces, l'équilibre de l'appareil sera, dès lors, obtenu.

Le cerf-volant dont nous venons de déterminer les conditions d'équilibre, est supposé formé d'une seule surface, la corde de soutien n'étant attachée qu'en un point; mais, en réalité, les cerfs-volants ne sont pas constitués aussi simplement. Des organes spéciaux ont dû leur être adjoints pour assurer leur stabilité et, d'autre part, parmi les types construits, en nombre considéra-

ble, la plupart comportent plus d'une surface, soit de sustentation, soit de direction. La surface d'un cerf-volant qui, comme celle que nous avons précédemment considérée, reçoit la pression du vent et permet à l'appareil de se maintenir dans l'atmosphère, est ap-

pelée surface de *sustentation*, ou *plan sustentateur*. A cette surface est parfois ajouté un autre plan, disposé perpendiculairement et qui a pour fonction d'assurer la stabilité de direction; c'est pour cela qu'on le nomme *plan directeur*.

Les *plans directeurs* jouent dans la stabilité de direction du cerf-volant le même rôle que l'*empennage vertical* dans la stabilité de route d'un aérostat dirigeable, rôle que nous avons examiné précédemment.

En effet, le plan directeur étant placé perpendiculairement au plan sustentateur, se trouve disposé dans la même direction que la composante normale de la pression du vent, ainsi que nous venons de le voir.

Donc, tant que le cerf-volant occupera sa position d'équilibre normal, le vent n'aura aucune action sur ce plan directeur, puisque leurs directions seront parallèles. Il n'en sera pas de même si, pour une raison quelconque, l'équilibre de l'appareil est troublé et si le cerf-volant prend une inclinaison différente par rapport à l'horizon. A ce moment, la composante normale de la pression du vent ne sera plus parallèle au plan directeur et agira sur une de ses faces, suivant le sens de l'inclinaison, pour tendre à ramener le cerf-volant dans sa

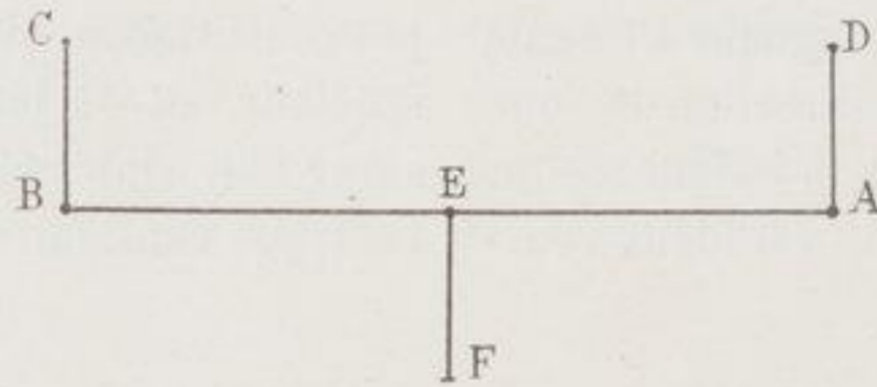


Fig. 381. — Plans directeurs de cerf-volant.

position d'équilibre. On peut, avec cette disposition, éviter aux cerfs-volants les oscillations répétées qui troublent leur stabilité.

Lorsque les plans directeurs sont placés à l'arrière du plan sustentateur, on en dispose généralement deux, un à chaque extrémité de ce dernier plan et latéralement (Fig 381); lorsqu'il est placé en avant, on en met un qui porte l'attache de la corde de retenue (Fig 381).

Dans les cerfs-volants en forme de V, appelés *cerfs-volants dièdres*, parce que leurs deux plans forment entre eux un angle dièdre, ces

deux plans peuvent faire office de plans sustentateurs et de plans directeurs, suivant la direction du vent. On place aussi, quelquefois, à l'extrémité supérieure du cerf-volant un plan dirigé vers l'arrière et faisant avec le plan de sustentation un angle déterminé (Fig 382). C'est le *plan régulateur* qui a pour fonction de ramener le cerf-volant à sa position d'équilibre normale, lorsqu'il en a été dévié par une pression de vent anormale. Cette pression, en effet, tend à

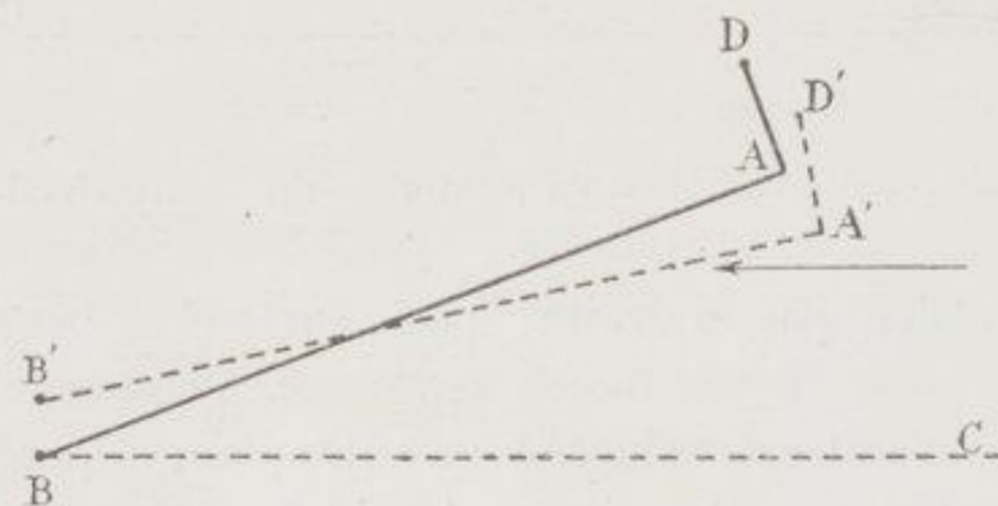


Fig. 382. — Plan régulateur de cerf-volant.

faire basculer le cerf-volant suivant la position pointillée. Le plan régulateur offre, à ce moment, une surface plus considérable à la pression du vent; la pression sur lui augmente donc de valeur et tend à ramener à sa position primitive le plan sustentateur.

Certains cerfs-volants sont munis de *poches trouées*, placées sur les plans sustentateurs et qui servent à laisser écouler, par leur orifice, l'air qui a exercé son action sur la surface sustentatrice. Lorsque cette surface est importante, l'écoulement d'air évite à l'appareil des oscillations

provenant de l'échappement, lequel ne pourrait s'effectuer que sur les bords. Le même effet se produit lorsqu'un parapluie ou un parachute tombent en chute libre. Si l'air ne trouve pas un orifice d'écoulement qui est pratiqué à la partie supérieure pour le parachute, il s'échappe sur les côtés en produisant des oscillations de grande amplitude qui peuvent détruire l'équilibre. Il ne faut donc pas s'étonner de trouver dans certains cerfs-volants des orifices d'échappement d'air.

Il est un autre organe généralement employé dans les cerfs-volants à un seul plan sustentateur : c'est la *queue*. La queue du cerf-volant est, on le sait, constituée par une succession de petits morceaux de papier ou d'étoffe, attachés à une ficelle fixée à la partie inférieure du plan sustentateur du cerf-volant. La queue est un organe qui sert à assurer la stabilité du cerf-volant en abaissant son centre de gravité. L'action du vent sur la queue est, en outre, régulatrice, car elle s'exerce sur un bras de levier consi-

dérable et, de ce fait, le cerf-volant se maintient plus stable dans l'air. On a même certainement remarqué qu'un cerf-volant, muni d'une queue trop courte ou encore trop légère, fait des embardées de grande amplitude et le plus souvent *pique* de la tête.

La queue a été considérée pendant longtemps comme indispensable pour assurer la stabilité du cerf-volant. Il existe cependant des types de cerfs-volants qui n'en possèdent pas et qui volent, néanmoins, d'une façon parfaite.

*Modes d'at-
tache des
cerfs-volants*

La façon dont la corde de retenue est attachée au cerf-volant intervient aussi

dans l'obtention de sa stabilité.

Si la corde était attachée directement en un seul point du plan sustentateur, sa direction devrait constamment passer par le point d'intersection de la direction de la pesanteur et de la composante normale de la pression du vent, ainsi

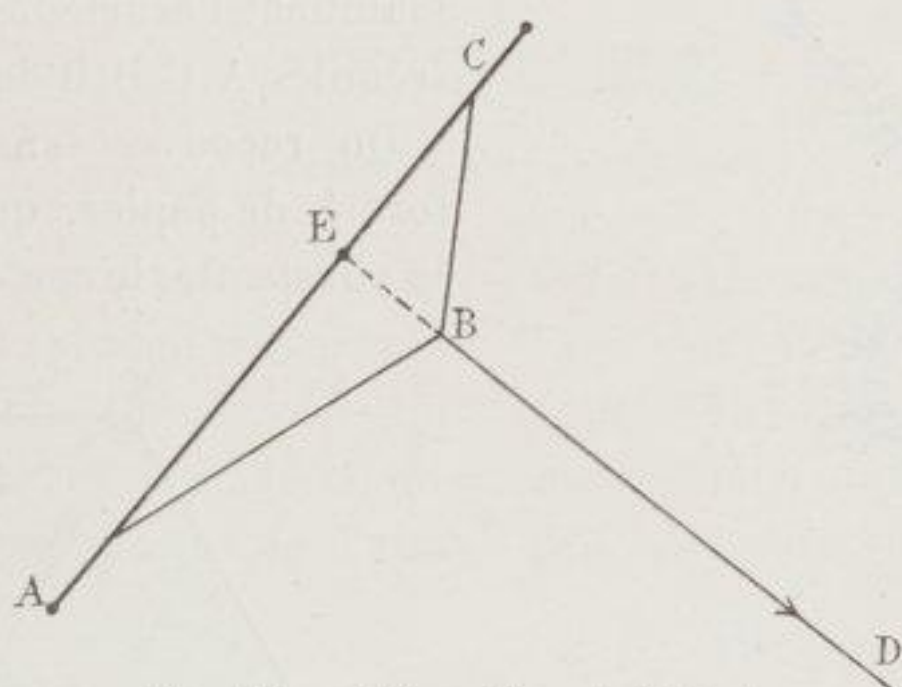


Fig. 383. — Disposition de l'attache de cerf-volant.

que nous l'avons vu plus haut (Fig. 380). Cette condition est, on le comprend, très difficile à réaliser d'une façon permanente, car le plan de sustentation est essentiellement mobile ainsi, par conséquent, que le point d'intersection considéré. Il convient donc de constituer l'attache d'une autre manière.

On fixe, en effet, la corde de retenue à une bride (Fig. 383). Cette bride est composée de brins AB et CB, attachés à la surface sustentatrice du cerf-volant, et la corde BD est reliée à cette bride au point B. Dans cette position, c'est comme si la corde se trouvait fixée au point E sur le plan sustentateur.

Avec cette disposition, cependant, si l'in-

clinaison du plan AC vient à varier, les brins de la bride oscillent autour du point B et la direction de la corde BD rencontre le plan de sustentation en un point qui représente le point d'attache fictif et qui occupe une autre position que le point primitif E.

Le point d'attache a donc pu, grâce à la disposition des brides, se déplacer dans un sens favorable au maintien de l'équilibre du cerf-volant.

On emploie quelquefois des brides *élastiques* pour amortir les à-coups provoqués par des coups de vent violents. La bride élastique ne comporte qu'un seul brin élastique. C'est le brin inférieur, le brin supérieur étant rigide. La

corde est, comme pour la bride ordinaire, attachée à l'intersection des deux brides. C'est le brin inférieur qui doit posséder de l'élasticité, car il permet à la surface de sustentation qui reçoit le vent, de se rapprocher de l'horizontale sous l'action de ce vent, et de

s'effacer, en somme, en ne présentant au vent, au fur et à mesure que sa violence augmente, qu'une surface de plus en plus réduite. Lorsque l'action du vent diminue et redevient normale, l'élasticité de la bride permet de ramener le plan de sustentation à sa position ordinaire.

L'emploi de brides élastiques a l'avantage de ne faire supporter à la surface de sustentation et au câble du cerf-volant qu'une pression de sécurité malgré la grande vitesse momentanée du vent.

*Types divers
de cerfs-
volants*

On a construit de nombreux types de cerfs-volants. Dans un livre très documenté et

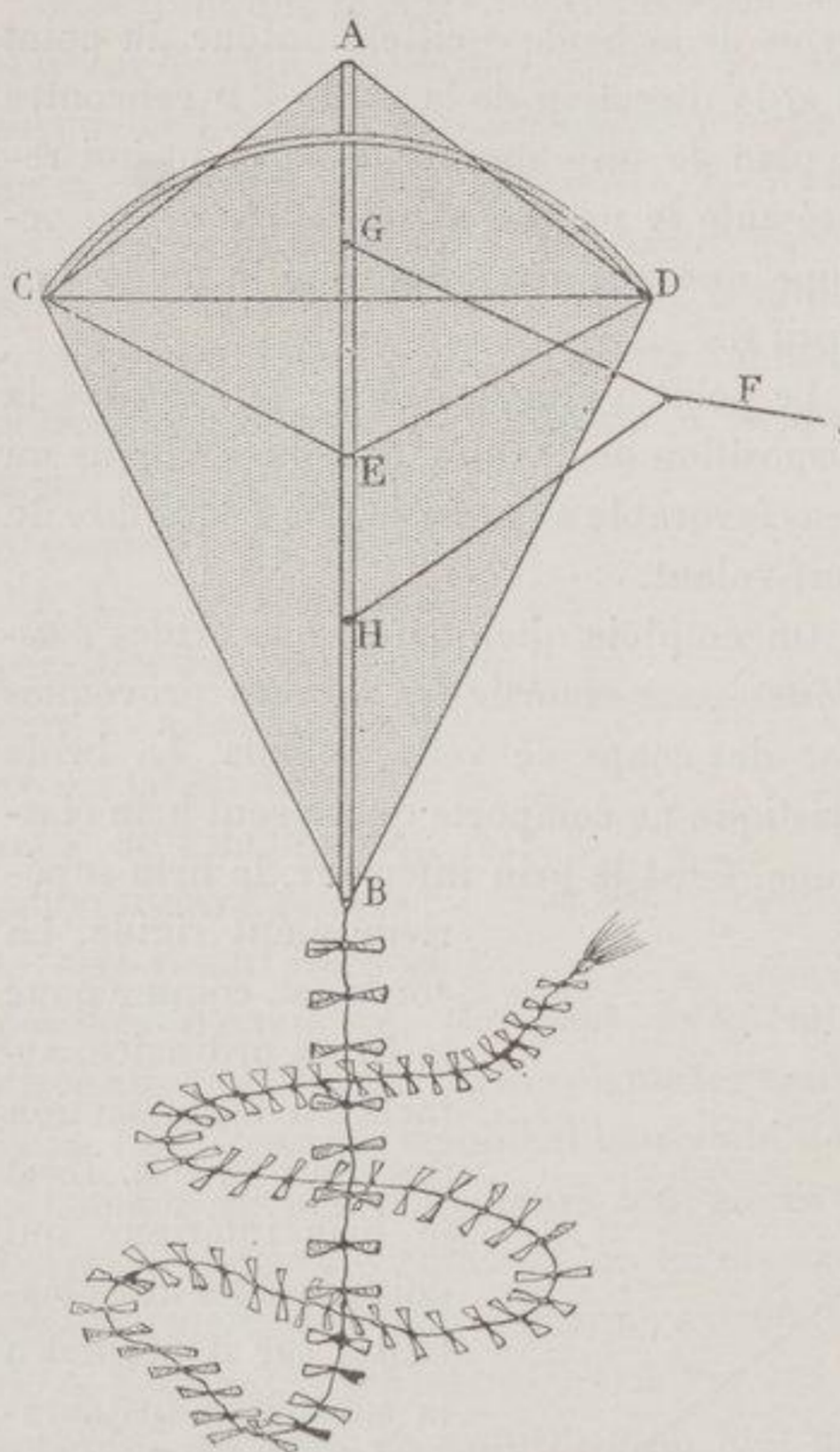


Fig. 384. — Cerf-volant allongé.

fort instructif : *Les Cerfs-volants* (1), M. J. Lecornu, ingénieur des Arts et Manufactures, donne les plus intéressants détails sur ces divers modèles de cerfs-volants et sur leur mode de construction.

Nous ne nous étendrons donc pas sur ces questions que l'on trouvera exposées avec les plus complets développements dans cet ouvrage spécial; nous examinerons simplement, et très succinctement, les divers types de cerfs-volants les plus employés, en nous basant sur les principes établis dans l'étude de M. Lecornu.

Tout le monde connaît le cerf-volant à simple surface, de forme allongée (Fig. 384), qui est depuis fort longtemps en usage dans nos contrées. Il est composé d'un axe AB,

(1) *Les Cerfs-volants*, par J. Lecornu, Nony, éditeur, Paris.

appelé aussi *épine dorsale*, fait en bois, et d'un arc CD, ordinairement en châtaignier, que l'on fixe en son milieu à quelques centimètres au-dessous de l'extrémité supérieure de l'axe. L'arc doit être cintré et il est maintenu dans cette position par une ficelle qui, partant du sommet A de l'axe, réunit un bout C de l'arc à l'autre extrémité B de l'axe, puis s'attache à l'autre bout de l'arc D. Cette ficelle est ensuite fixée au point C pour maintenir l'écartement entre les deux extrémités de l'arc, puis attachée sur l'axe rigide en un point E. Elle revient ensuite se fixer en D et enfin au sommet A de l'axe. Cette ficelle d'un seul tenant, ainsi disposée, forme la charpente du cerf-volant et maintient l'écartement entre les quatre extrémités A, C, D, B de l'armature.

On recouvre ensuite l'ensemble ainsi formé, de papier, qui est collé à la pâte sur la charpente: le cerf-volant est dès lors cons-

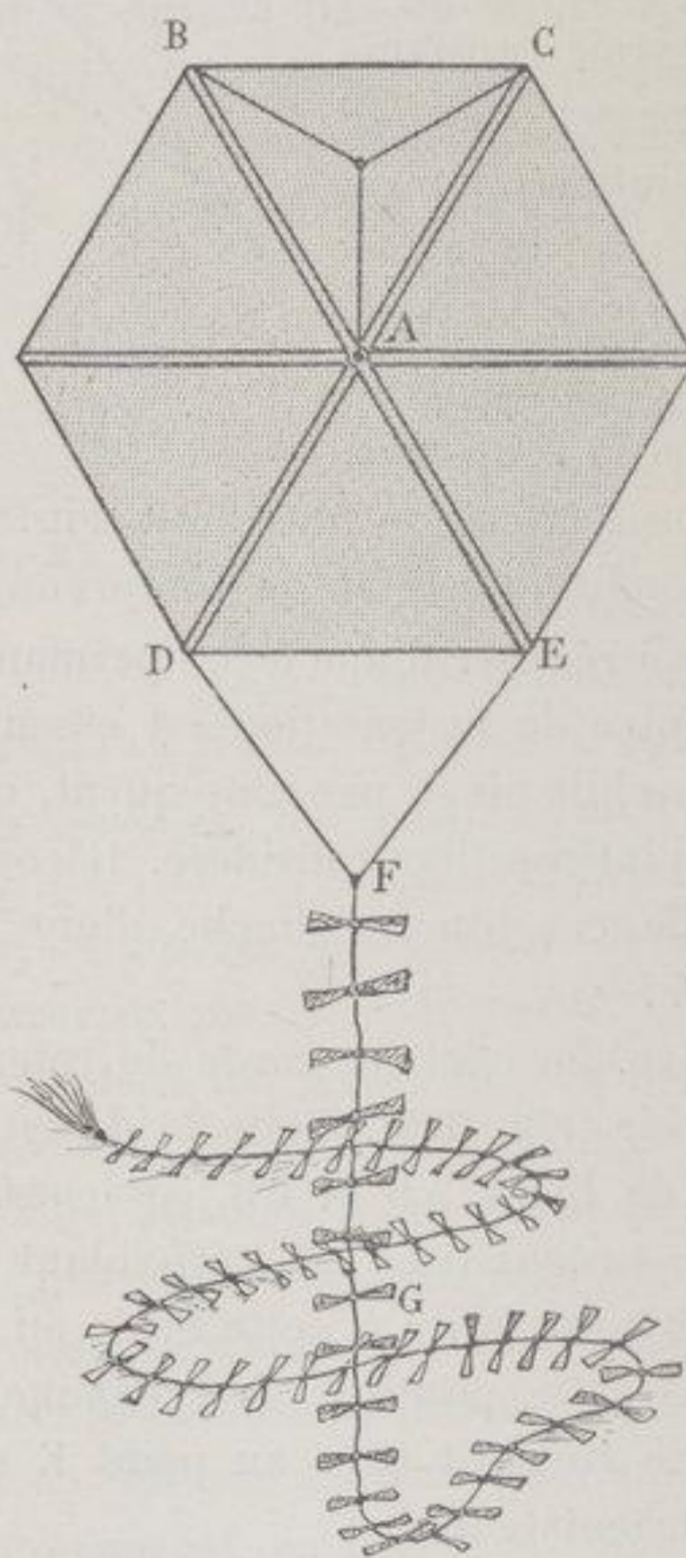


Fig. 385. — Cerf-volant hexagonal.

truit. On le munit d'une queue qui a environ de 12 à 15 fois sa longueur et qui est constituée par une série de brins de papier attachés sur une même ficelle à la suite les uns des autres et espacés de 8 à 10 centimètres.

L'attache de la corde de retenue F se fait au moyen d'une bride à deux brins fixés respectivement l'un en G au $\frac{1}{5}$ environ de la hauteur du cerf-volant à partir de l'extrémité supérieure, l'autre en H aux $\frac{2}{3}$ de cette hauteur en partant du même point.

On a donné aux cerfs-volants à simple surface d'autres formes qui permettent à l'appareil d'avoir plusieurs axes de symétrie. On en construit ayant la forme d'un carré, d'un hexagone (Fig. 385), d'un octogone. La bride d'attache est à 3 brins, dont l'un part du centre de figure A et les deux autres de deux des sommets B et C du polygone.

Ces cerfs-volants sont également munis d'une queue G, fixée à une bride à deux brins, ces brins étant reliés aux deux sommets D et E du polygone, diamétralement opposés à ceux qui reçoivent les deux brins supérieurs de la bride d'attache.

Un autre cerf-volant de simple surface, très curieux, est le cerf-volant Biot, qui est constitué par une surface plane rectangulaire ABCD (Fig. 386). De chaque côté de ce plan est disposé, vers la partie supérieure, un cône E, E, sorte d'entonnoir ouvert à chacun de

ses bouts. Ces deux cônes constituent ce que nous avons appelé, un peu plus haut, des *poches trouées*, qui ont pour but d'éviter à l'appareil des oscillations brusques et répétées.

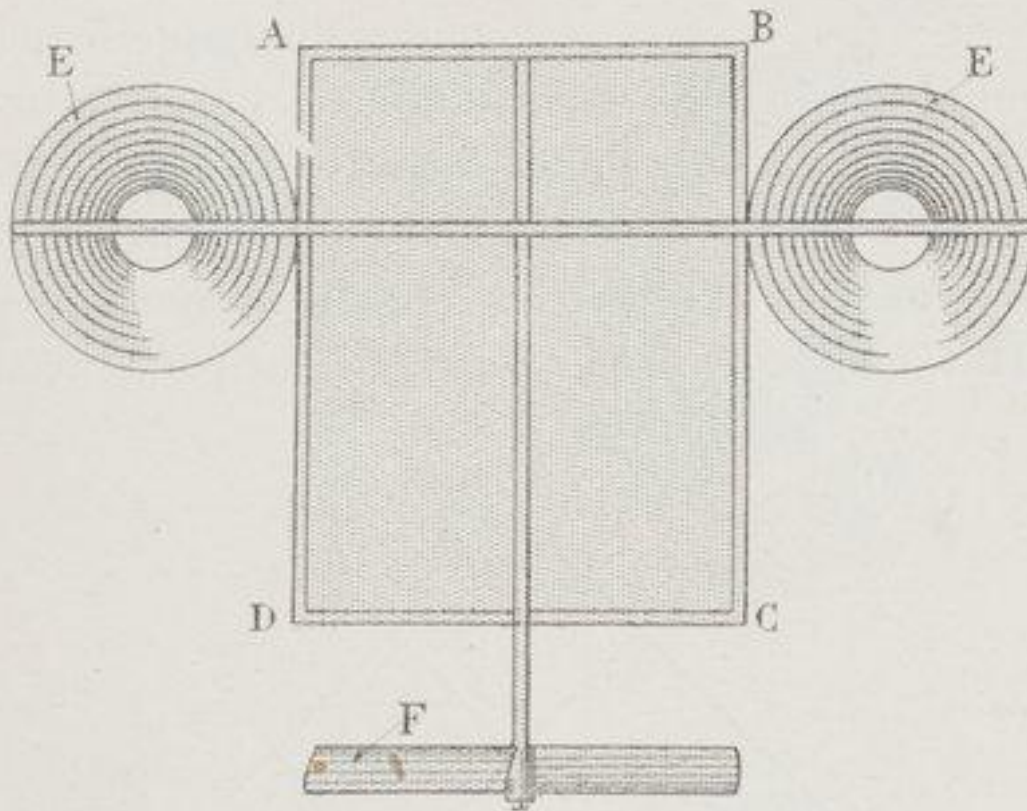


Fig. 386. — Cerf-volant Biot.

A la partie inférieure du plan et sur la baguette qui forme son axe médian, est placée une sorte d'hélice F, montée folle sur cet axe. Cette hélice est à deux branches fortement arquées; elle tient lieu de queue au cerf-volant, en assurant sa stabilité, par suite de sa ro-

tation rapide sous l'action du vent pendant l'enlèvement de l'appareil.

Ce cerf-volant s'est élevé jusqu'à 2.500 mètres de hauteur en conservant sa stabilité, par des vents ayant une vitesse de 15 mètres à la seconde.

Les cerfs-volants multiples sont formés de plusieurs *surfaces sustentatrices*.

Un des types les plus répandus de cerfs-volants multiples, est le *cerf-volant cellulaire* de Hargrave. Ce cerf-volant, qui a reçu des formes variées par suite

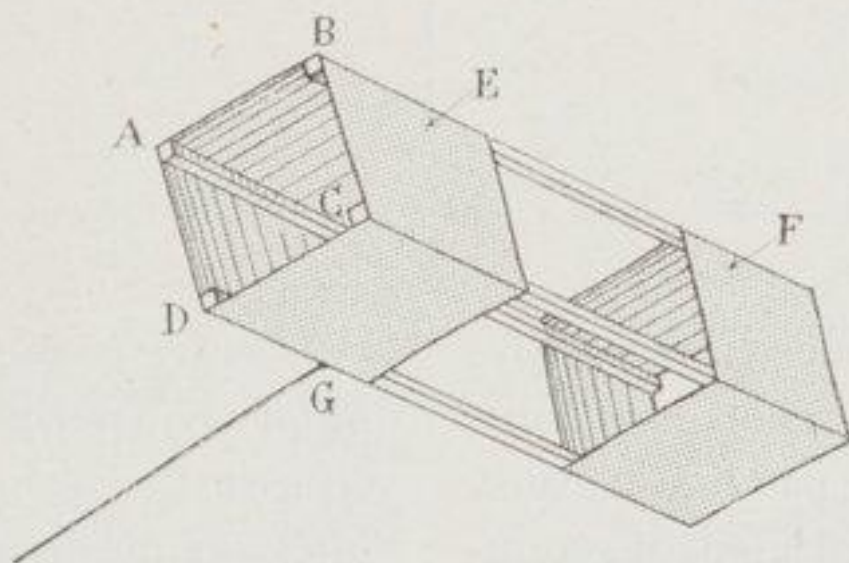


Fig. 387. — Cerf-volant Hargrave.

de modifications apportées à sa construction, se compose, en principe, de deux cellules ayant une section en forme de carré ou de rectangle, et disposées l'une à la suite de l'autre.

Le modèle le plus connu du cerf-volant Hargrave, se compose de quatre tiges de bois A, B, C, D (Fig. 387), disposées parallèlement les unes aux autres et placées dans

les quatre coins de deux cellules E et F, lesquelles sont fixées chacune respectivement vers une extrémité des tiges en bois. Les cellules sont constituées par un morceau de toile tendue sur les quatre montants et fixée sur eux. L'ensemble constitue le cerf-volant cellulaire.

La ficelle de retenue s'attache en un seul point G. Cette attache a lieu sur le montant inférieur et le point G est situé près de l'extrémité supérieure de ce montant. Le cerf-volant présente, en volant, une de ses arêtes au vent, celle qui porte la ficelle, de sorte que l'attache faite en un seul point n'a pas d'inconvénient, dans ce cas, et permet la suppression de la bride.

M. Lecornu a établi des cerfs-volants cellulaires à cellules superposées.

Le premier type, construit en 1898, qu'il a appelé *cerf-volant étagère*, nom justifié par sa forme, est constitué par plusieurs surfaces planes superposées, entretoisées à leurs extrémités par des montants en bois verticaux. La rigidité est complétée par une traverse centrale disposée horizontalement et réunissant les deux montants verticaux.

Les surfaces de sustentation sont faites en calicot, disposées horizontalement, et cousues à chaque bout sur deux bandes de calicot verticales fixées aux montants de bois. Ces bandes verticales constituent des *surfaces directrices* et complètent les cellules, de sorte que le cerf-volant se compose d'un certain nombre de cellules placées les unes au-dessus des autres, ce qui donne bien à l'appareil la forme d'une étagère.

L'attache de la corde se fait par l'intermédiaire de deux brides, chacune d'elles étant à deux brins fixés latéralement aux extrémités de chaque montant. Ces deux brides sont maintenues à un écartement convenable par une traverse en bois des bouts de laquelle partent les deux brins d'attache de la corde.

M. Lecornu a construit un autre cerf-volant multicellulaire, auquel on a attribué le premier prix au Concours des cerfs-volants qui eut lieu à Vincennes en 1900, à l'occasion de l'Exposition universelle.

Ce cerf-volant est constitué (Fig. 388) par deux croisillons A B et C D, faits en bois et disposés suivant les diagonales du carré qui limite l'appareil. Ces deux croisillons sont placés sur les deux faces du cerf-volant et sont maintenus à leur écartement par des entretoises en bois fixées aux quatre sommets du carré A C B D.

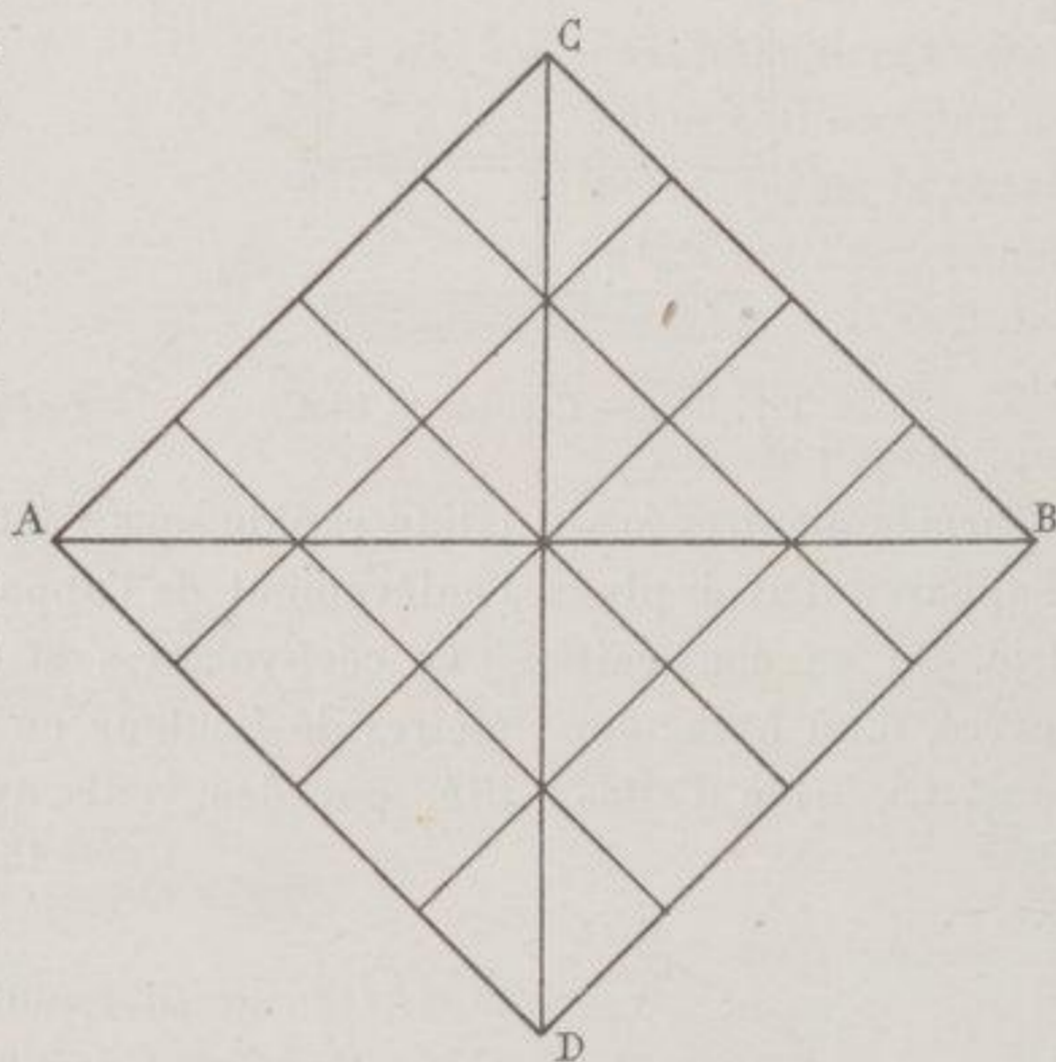


Fig. 388. — Cerf-volant multicellulaire Lecornu.

Ces entretoises servent à fixer la voilure qui forme le périmètre du cerf-volant. Cette voilure est en calicot, ou, en étoffe légère. A l'intérieur du carré sont disposés et cousus d'autres morceaux d'étoffe assemblés, de façon à former des bandes parallèles aux côtés du carré, ce qui donne, après assemblage, une série de cellules juxtaposées et de mêmes dimensions. L'ensemble de ces cellules forme le cerf-volant *multicellulaire*.

On peut former des cerfs-volants multiples en superposant une série de cerfs-volants à simple surface attachés les uns à la suite des autres, une corde unique rete-

nant l'ensemble. Le capitaine Baden-Powel, en Angleterre, disposait ses diverses surfaces assez près les unes des autres et les reliait entre elles par des cordes, de sorte que l'ensemble formait un cerf-volant à plans sustentateurs multiples et à liaison souple.

En Chine et au Japon, l'usage des cerfs-volants est très développé; ce sont non seulement les enfants qui jouent avec, mais encore les grandes personnes qui les font voler. Ces cerfs-volants ont des formes extraordinaires; ils sont ornés de figures et de dessins bizarres et fantastiques. Certains ont des formes d'oi-

seaux, d'autres sont en forme d'angles dièdres, d'autres encore ont des ailes formant poche trouée pour assurer leur stabilité. Il y en a même auxquels on a donné une forme d'animal chimérique et qui volent en ondulant.

Applications
des cerfs-
volants

L'étude des cerfs-volants, qui a permis de déterminer les meilleures conditions de sustentation et de stabilité de ces appareils

plus lourds que l'air, a permis également leur utilisation dans un grand nombre de cas.

Les cerfs-volants sont employés pour faire des observations météorologiques dans les régions atmosphériques très élevées.

En 1878, M. Hervé-Mangon, en France, fit des expériences ayant pour but de faire enlever à un cerf-volant divers appareils enregistreurs: thermomètres, baromètres, hy-

gromètres. En 1882, on enleva, en Angleterre des appareils scientifiques de ce genre à une altitude de 500 mètres à l'aide de cerfs-volants. Les essais se poursuivirent encore pendant plusieurs années. A l'Observatoire de Blue-Hill, en Amérique,

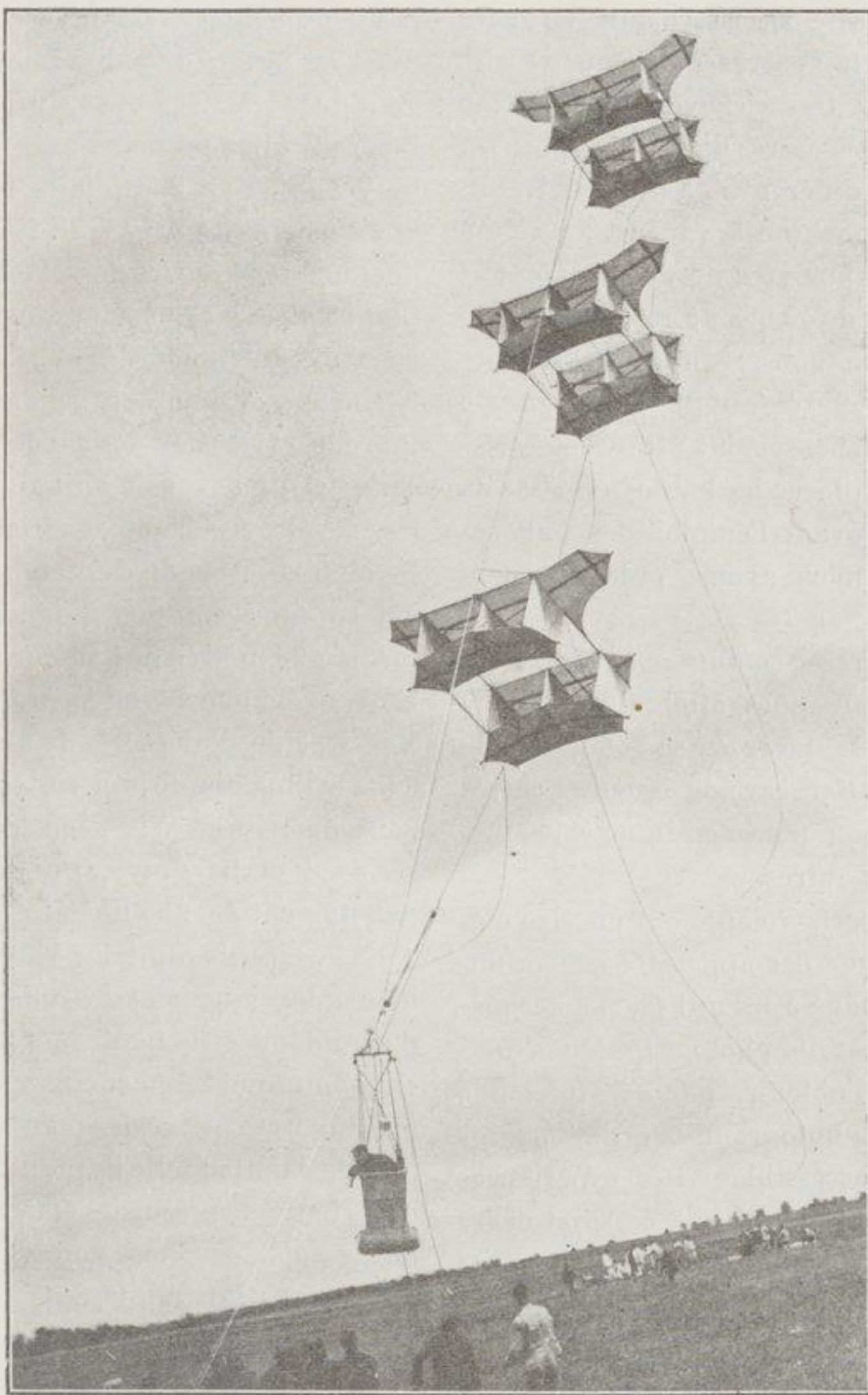


Fig. 389. — Expérience militaire de cerf-volant. (Le lieutenant Basset.)

ils étaient en particulier suivis avec le plus grand intérêt et en 1897 les altitudes auxquelles purent être enlevés les appareils enregistreurs atteignirent 2.820 mètres, puis 3.379 mètres. Le *train* de cerfs-volants se composait de deux cerfs-volants Hargrave d'environ 3 mètres carrés 5 dixièmes de surface et de cinq autres cerfs-volants du même type, de 2 mètres carrés de surface, placés à des distances différentes. Un petit treuil, mù par une machine à vapeur, servait à effectuer les manœuvres de déroulement et d'enroulement du câble de retenue.

En France, à l'observatoire de Trappes (Seine-et-Oise), le savant M. Teisserenc de Bort a fort judicieusement utilisé les cerfs-volants pour explorer les hautes régions de l'atmosphère, avant l'emploi des ballons-sondes dont nous avons précédemment parlé.

En 1899, les *cerfs-volants sondes* de l'observatoire de Trappes atteignirent 3.500 mètres d'altitude. Le *train* se composait de 8 cerfs-volants Hargrave de 5 mètres carrés de surface chacun, placés en ligne à 500 mètres les uns des autres.

Lorsque les cerfs-volants ont pu être établis pour enlever des appareils météorologiques, on a songé à les utiliser pour transporter des appareils photographiques dans les airs, afin d'obtenir, par exemple, une sorte de plan photographique de terrains difficilement accessibles. Des expériences intéressantes ont été faites à ce sujet et les études ont surtout porté sur l'agencement et la suspension des appareils photographiques enlevés ainsi dans les airs.

Les cerfs-volants ont servi à transmettre des signaux : on les a utilisés comme portamarres, mais il était bien évident que ces diverses applications devaient être complétées par leur emploi à transporter des observateurs dans les airs.

Les ascensions en cerf-volant ont été tentées depuis longtemps. C'est en 1886 que M. Maillot put faire enlever par un cerf-vo-

lant de 72 mètres carrés de surface un poids de 70 kilogrammes, mais il ne fit aucune ascension. Le capitaine anglais Baden-Powell, en 1894, se fit enlever un certain nombre de fois avec succès à 10 mètres de hauteur. Son cerf-volant à simple surface, avait la forme d'un hexagone ; sa hauteur était de 11 mètres et sa surface de 46^m,50. Les difficultés de manœuvre de ce cerf-volant engagèrent le capitaine Baden-Powell à établir un autre dispositif. Il réunit en tandem une série de cerfs-volants de surfaces plus réduites et parvint ainsi à maintenir en l'air un poids de 57 kilogrammes à 90 mètres de hauteur, pendant près d'une journée. Avec des séries de cerfs-volants comportant de trois à huit appareils et dont les surfaces portantes variaient de 28 à 74 mètres carrés, le capitaine Baden-Powell put se faire enlever à plusieurs reprises jusqu'à 90 mètres de hauteur. Hargrave, en 1894, fit également, en Australie, une ascension à l'aide d'une série de quatre cerfs-volants cellulaires de son système. Le lieutenant américain Wise, en employant des cerfs-volants Hargrave, se fit enlever en 1897 par un vent de 24 kilomètres à l'heure.

En France, le capitaine Madiot, qui devait mourir tragiquement des suites d'un accident d'aéroplane, et le lieutenant Basset, ont exécuté un grand nombre d'ascensions, enlevés par un train de cerfs-volants soutenant la nacelle dans laquelle ils prenaient place. Ces expériences très réussies étaient faites en vue de l'emploi des cerfs-volants pour effectuer des observations militaires.

Études et travaux sur la résistance de l'air

Les premières expériences relatives à la résistance des fluides et en particulier de l'air, remontent fort loin.

On les doit, semble-t-il, à Galilée et à Newton qui étudiaient la loi de la chute des corps dans l'air.

Plus tard, Mariotte reprit ces expériences et mesura, en outre, la valeur de la pres-

sion du vent, puis d'un courant d'eau, sur des corps de sections diverses.

D'Alembert et quelques autres physiciens s'occupèrent de ces études au XVIII^e siècle, études qui furent poursuivies par un grand nombre de chercheurs pendant le siècle suivant. Ce sont les progrès de l'aviation qui nous ont valu, ces dernières années, les études les plus complètes et les plus sérieuses sur la résistance de l'air.

Parmi ces études et ces travaux récents que nous allons examiner sommairement, il faut mettre en première ligne ceux de M. Eiffel, le savant ingénieur, constructeur de la Tour de 300 mètres.

M. Eiffel a publié sur ses essais trois livres remarquables (1) dans lesquels il examine

(1) *Recherches expérimentales sur la résistance de l'air.* — *La Résistance de l'air.* — *La résistance de l'air et l'aviation.* — par G. Eiffel; Dunod et Pinal, éditeurs, Paris.

les travaux divers faits avant lui sur cette question et donne dans tous leurs détails les résultats des nombreuses et intéressantes expériences qu'il a effectuées avec des sur-

faces de sections différentes et de positions variées.

Nous allons résumer le bel ensemble des travaux décrits par M. Eiffel et donner les principaux résultats qu'il a personnellement obtenus.

Formule de la résistance de l'air

Lorsqu'un corps solide se meut dans un fluide au repos, il provoque en avant de lui le refoulement des molécules fluides, qui s'écartent, glissent vers

les bords du corps en mouvement et reprennent, à l'arrière de ce corps, leur position de repos après s'être de nouveau réunies.

Le corps en mouvement, possédant, par conséquent, une certaine force vive a dû

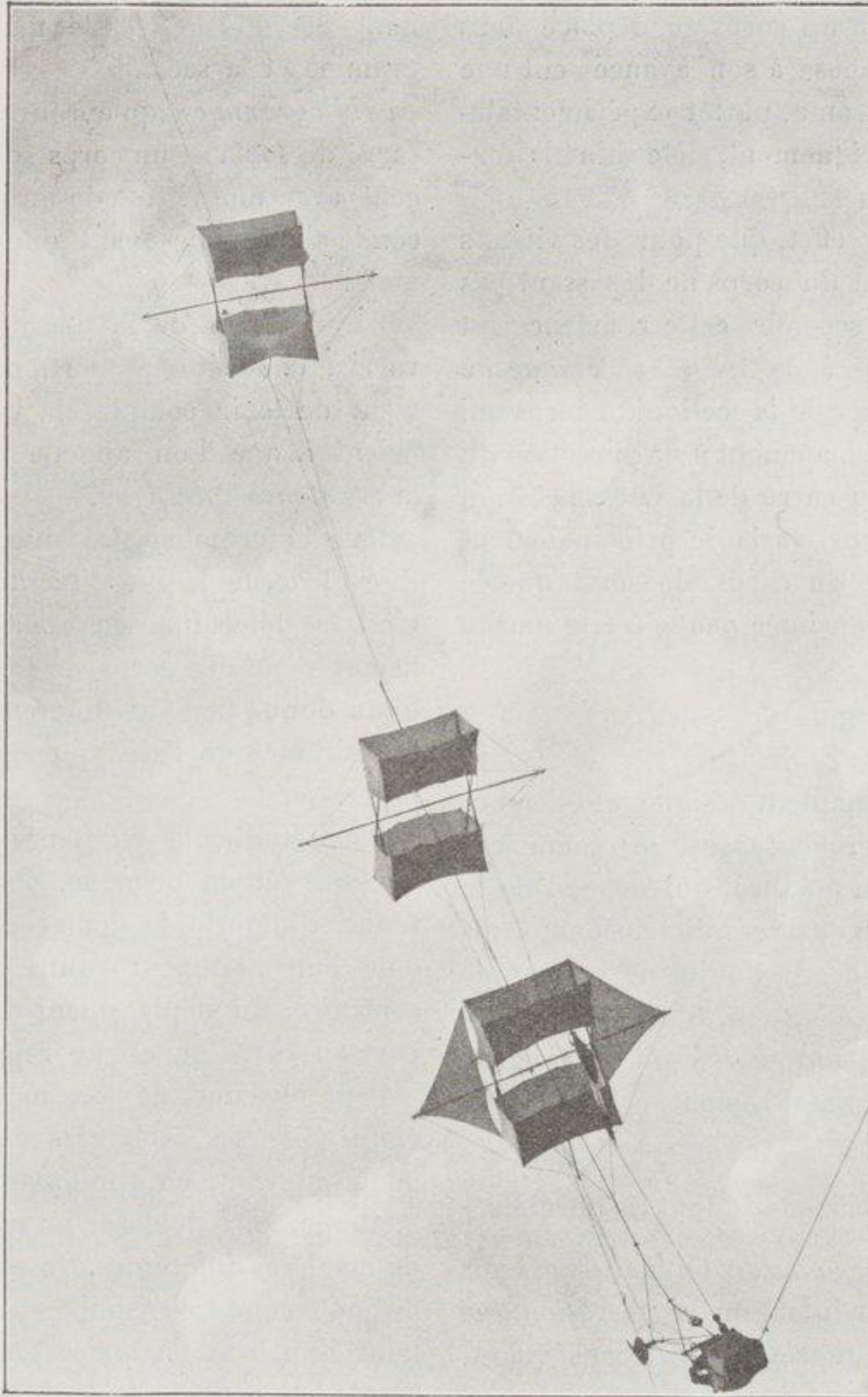


Fig. 390. — Expérience militaire de cerf-volant. (Le capitaine Madiot.)

utiliser une fraction de cette force vive pour provoquer le déplacement des molécules; la portion de force vive ainsi employée représente la *résistance* que le fluide oppose au déplacement du corps considéré.

Done, quand un corps se déplace dans l'air, cet air oppose à son avancement une résistance dont on a, plutôt expérimentalement que théoriquement, déterminé la *formule*.

On admet, en effet, que pour des vitesses de déplacement du corps ne dépassant pas 50 mètres par seconde, cette résistance est proportionnelle à la *masse spécifique* de l'air, à la surface de la section du corps qui se présente normalement à la direction du mouvement, au carré de la vitesse et à un *coefficient* qui est variable principalement avec la forme du corps, de sorte que la formule ainsi exprimée peut s'écrire sous la forme :

$$R = z \frac{\delta}{g} S V^2$$

Dans cette formule R désigne la résistance de l'air à chercher; z est le coefficient exprimé par un nombre, qui dépend de la forme du corps et de ses dimensions; δ représente le poids de l'unité de volume de l'air; g est l'accélération, S désigne la surface de la section du corps qui est normale à la direction du mouvement, et V la vitesse de ce corps.

On remarquera que $\frac{\delta}{g}$ dont le terme supérieur est le *poids de l'unité de volume d'air* et le terme inférieur l'*accélération due à la pesanteur*, représente, par conséquent, la *masse* de l'unité de volume.

On a, pour simplifier la formule précédente, remplacé l'expression $z \frac{\delta}{g}$ par un coefficient désigné par la lettre K, de sorte que la formule de la résistance de l'air habituellement employée se présente sous la forme :

$$R = K S V^2$$

Le coefficient K représente donc la résistance opposée par l'air, par unité de surface, à un corps solide se déplaçant par rapport à cet air avec une vitesse égale à l'unité, ou, en d'autres termes, et en prenant comme unités, le mètre, le kilogramme et la seconde, c'est la *résistance en kilogrammes* qu'éprouve, par mètre carré de surface, un corps solide se déplaçant avec une vitesse de un mètre par seconde dans l'air ayant une densité normale.

La variation de la densité de l'air fait varier, dans une proportion dont il convient de tenir compte, la valeur du coefficient K que l'on appelle ordinairement la *résistance spécifique*.

Dans la formule précédente, le *coefficient* K, est le terme le plus difficile à déterminer. C'est la détermination exacte de ce coefficient pour des corps de formes diverses qui a donné lieu aux différents travaux sur la résistance de l'air, que nous allons exposer.

Pour étudier la résistance de l'air, on a employé, en principe, deux méthodes. L'une comporte le déplacement du corps dans l'air au repos; l'autre comporte, au contraire, un déplacement d'air par rapport au corps qui est au repos.

Pour chacune de ces méthodes, on a établi diverses catégories d'appareils. On peut, en effet, en appliquant la première méthode, faire déplacer un corps dans l'air de manières différentes. On peut lui donner un mouvement circulaire en le plaçant au bout d'un bras de levier tournant sur un pivot; on peut le faire déplacer en ligne droite, ou on peut encore lui donner un mouvement pendulaire.

Le dispositif circulaire, le *manège*, ainsi qu'on le désigne, présente l'avantage de pouvoir permettre, tout en étant réalisé assez simplement, d'obtenir une vitesse uniforme; il offre, par contre, quelques inconvénients.

Pendant le mouvement de rotation d'un corps autour d'un centre formant l'extrémité d'un bras de levier, tandis qu'il occupe l'autre, la vitesse des différents points de ce corps varie suivant que ces points sont plus ou moins éloignés du centre de rotation; cette vitesse augmente au fur et à mesure que la distance du centre devient plus grande. Les pressions exercées sur le corps, qui sont fonction du carré de la vitesse, varient aussi et le centre de pression ne coïncide pas avec le centre de figure.

Lorsque le rayon du bras de levier est très grand par rapport à la dimension du corps supporté, qui est généralement une plaque d'essai, la différence qui existe entre les positions de ces deux centres est peu importante, mais elle s'accroît à mesure que le bras de levier se raccourcit.

Un autre inconvénient provient de ce que, dans le mouvement circulaire, la plaque repasse, à chaque tour, par les mêmes points, de sorte que si le manège tourne vite et

n'a qu'un faible rayon, cette plaque peut parfaitement rencontrer, après plusieurs tours, des molécules d'air encore en mouvement, du fait du précédent passage de la plaque; cette circonstance peut influencer et fausser les résultats. Un manège de grand rayon et tournant lentement offrira donc, pour l'obtention des mesures, une plus grande précision que les dispositifs à grande vitesse et à bras de leviers réduits.

Dans les dispositifs d'appareils à mouvement rectiligne, les inconvénients précédents disparaissent, mais ces dispositifs offrent, en général, plus de complication

pour arriver à obtenir une vitesse uniforme.

Parmi les nombreux appareils à mouvement circulaire construits pour étudier la résistance de l'air, examinons ceux de Hagen, de Dines et de Langley.

Appareil Hagen (Fig. 391 et 392.) L'appareil de Hagen avec lequel il procéda à de minutieuses expériences, dont les résultats furent présentés en 1874 à l'Académie des Sciences de Berlin, se compose

d'une sorte de balance à deux plateaux A et B. Chaque plateau est suspendu au bout d'un fil et ces deux fils C et D s'enroulent sur un tambour en ivoire E après être passés sur deux galets de renvoi F et G. Une traverse horizontale H réunit les deux fils tout près du plateau et porte une aiguille I (Fig. 392) se déplaçant devant une règle divisée J, au fur et à mesure que les plateaux descendent. Ces plateaux descendent sous l'action du poids qu'on y place.

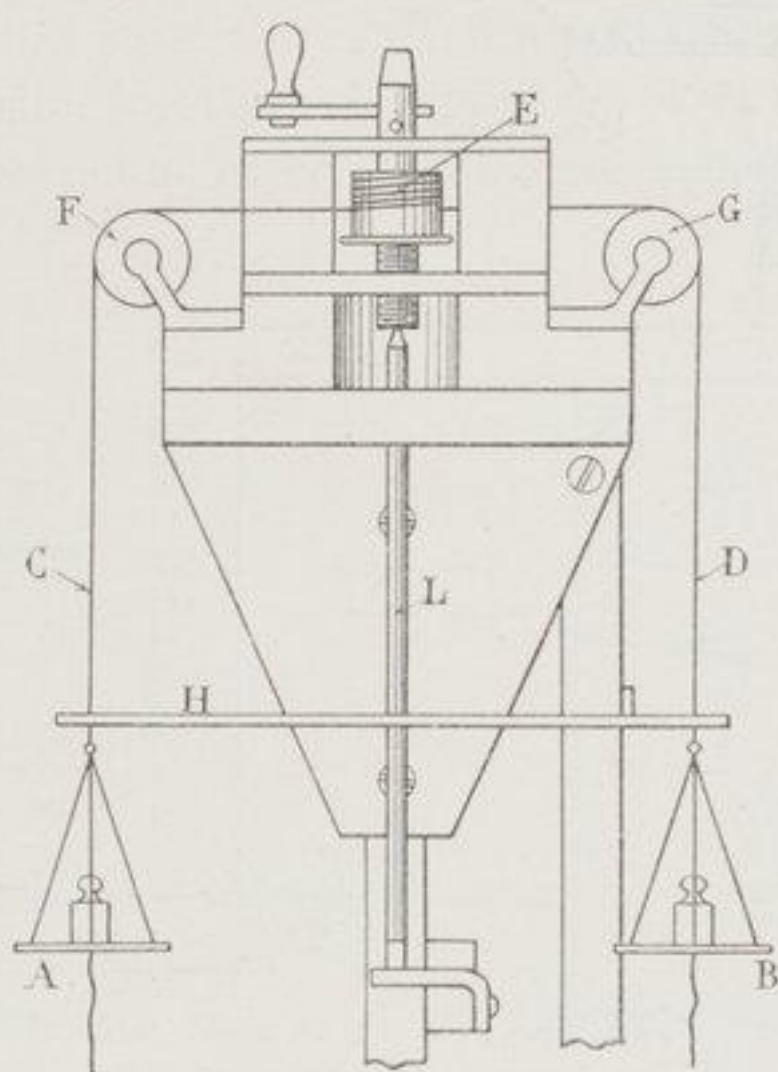


Fig. 391. — Appareil de Hagen. Élévation.

Les fils agissant sur le tambour en ivoire provoquent sa rotation. Ce mouvement est transmis par le moyeu du tambour à deux bras de manège K, ayant une longueur de 2^m,50. Sur ces bras sont fixées les surfaces d'études.

Au fur et à mesure, donc, que les plateaux descendent, le manège tourne. Pour que les fils aient constamment, entre le tambour en ivoire et les galets de renvoi une direction horizontale, le tambour est solidaire d'une vis qui s'enfonce dans un écrou fixe de la quantité nécessaire pour maintenir l'horizontalité des fils. Ceux-ci agissent, de la sorte, toujours normalement à l'axe.

Le tambour tourne sur un pivot terminant, à sa partie supérieure, une tige L munie à son autre extrémité d'un couteau reposant au bout d'un levier M. Un contre-poids N, placé à l'autre bout du levier, équilibre le système.

Lorsque, par l'action des poids, l'appareil commence à tourner, il possède un mouvement accéléré, et le mouvement de rotation ne devient uniforme que lorsque la résistance qu'oppose l'air au déplacement des plaques et

le frottement des pièces équilibrent l'action des poids. En tenant compte des poids mis dans les plateaux, du rayon du tambour, et du rayon du manège, on établit une formule simple qui permet d'obtenir le terme $K S V^2$, après avoir retranché des forces résistantes, la valeur du frottement

des pièces les unes sur les autres. Cette valeur se détermine aisément en faisant tourner le manège sans que les bras portent de surfaces.

Dans le terme $K S V^2$, si sa valeur est connue, on connaît également la surface de la plaque et la vitesse; on peut, de la sorte, avoir la valeur de K.

Pour une pression atmosphérique de $758 \frac{m}{m}$ 5 et à une température de 15 degrés centigrades, Hagen a trouvé pour la valeur de la *résistance spécifique* K, 0,075 pour une surface circulaire, de 1 décimètre

carré et 0,076 pour une surface carrée de même dimension, cette valeur augmentant avec la surface.

Appareil (Fig. 393.) Dines, un savant anglais qui a fait de multi-

ples expériences sur la résistance de l'air, a construit un appareil dans lequel la pression de l'air sur la plaque essayée est équilibrée par la force centrifuge s'exerçant sur une masse de valeur déterminée.

Cet appareil se compose d'un levier formé de deux branches AB et CD disposées à angle droit, et pouvant tourner autour d'un axe C placé verticalement.

Ce dispositif est monté au bout du bras ED du manège. Sur la branche CD du levier est fixée la plaque à essayer F. Sur la branche perpendiculaire AB est placé un

contre-poids G. Cette pièce, d'un poids connu, est réglable en position, sur la branche CB.

Lorsque le manège tourne autour du point E dans le sens de la flèche H, par exemple, l'action de l'air sur la plaque F s'exerce dans la direction opposée. D'autre part, par suite du mouvement de rotation, la force centrifuge agissant sur le contre-poids G tend à faire tourner la branche de levier C B autour de l'axe C, dans le sens de la flèche J.

Le levier à deux branches AB, CD est

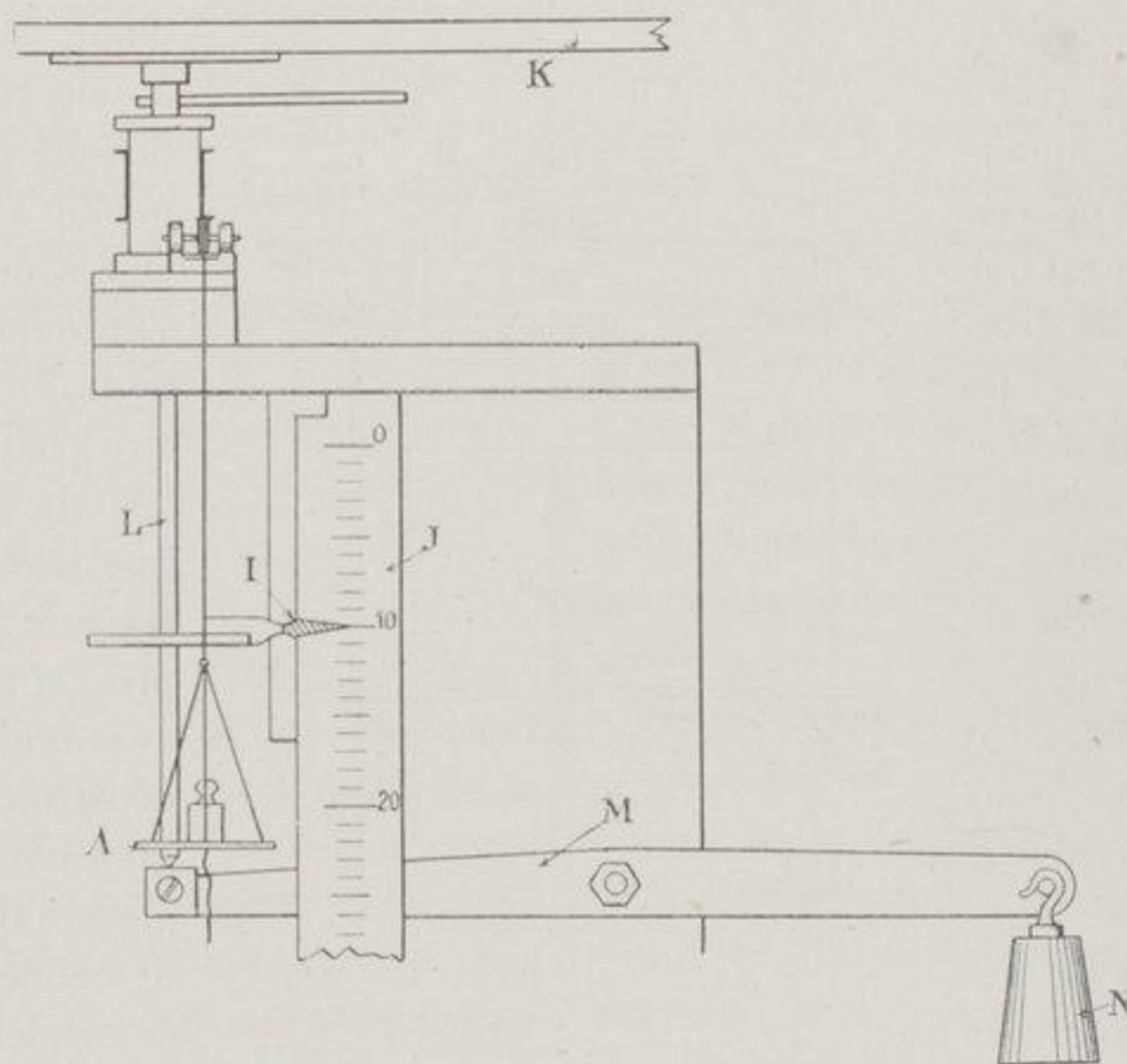


Fig. 392. — Appareil de Hagen. Vue de profil.

donc soumis à deux actions : la résistance de l'air, d'une part, et la force centrifuge, d'autre part, qui tendent à le faire osciller autour de l'axe vertical C, mais en sens inverse l'une de l'autre. Lorsque ces deux actions auront la même valeur, la branche CD du levier et, par conséquent, la plaque étudiée seront dans le prolongement du bras du manège pendant le mouvement de rotation. On pourra alors soustraire, de la valeur de la force centrifuge agissant sur le poids G, la valeur de la résistance qu'oppose l'air à l'avancement de la plaque F et en déduire la valeur du coefficient K.

On sait que la force centrifuge est proportionnelle à la *masse du corps* et au *carré de la vitesse acquise* et inversement proportionnelle au *rayon*.

Pour que l'équilibre soit établi entre les deux forces antagonistes, il faut, avons-nous dit, que la branche CD du levier soit dans le prolongement du bras du manège. Pour être certain que cette condition se réalise, on a ajouté à l'appareil un dispositif électrique qui indique le sens dans lequel se déplace la plaque F pendant le mouvement de rotation. La branche portant la plaque est, en effet, limitée dans ses oscillations dans les deux sens par des butées isolées électriquement l'une de l'autre et de l'appareil. Ces deux butées forment contact et sont intercalées dans deux circuits électriques disposés de telle sorte que suivant la butée qui est en contact, l'aiguille d'un galvanomètre dévie dans un sens ou dans l'autre par rapport à un point de repère qui indique la position d'équilibre.

On peut ainsi connaître, à chaque instant, quelle est la force prépondérante et régler,

s'il y a lieu, le contrepois sur la branche CB. On peut également savoir à quel moment l'équilibre s'établit.

Cet appareil a reçu divers perfectionnements pour augmenter la précision des mesures. Avec le premier type d'appareil la valeur de K avait été trouvée égale à 0,088 ; avec le second cette valeur est de 0,071.

Appareil Langley (Fig. 394.) Langley, qui s'est si activement occupé, ainsi

que nous l'avons vu précédemment, de vol mécanique, avait construit à l'observatoire d'Alleghany (Pensylvanie), un manège pour étudier le vol, et c'est à l'aide de ce manège qu'il a été amené à faire des expériences sur la résistance de l'air.

Le manège, composé de deux bras de 9^m,25 de longueur, tourne autour d'un axe vertical. Le mouvement de rotation lui est donné par une machine à vapeur.

Sur le bras du manège sont placés les appareils destinés à effectuer les mesures. Plusieurs dispositifs ont été établis pour cela.

L'un d'eux, auquel on a donné le nom d'*enregistreur de résultante*, se compose d'un fléau AB supporté en C par le bras du manège DE. Le fléau porte à son extrémité extérieure la plaque F sur laquelle doivent se faire les études de résistance. A son autre extrémité, le bras du fléau s'engage exactement dans un anneau supporté par quatre ressorts fixés d'autre part à un cadre circulaire solidaire du bras du manège. L'extrémité du fléau supportant la plaque est disposée pour que cette plaque puisse recevoir une inclinaison quelconque afin de pouvoir faire des mesures avec la plaque perpendiculaire ou oblique.

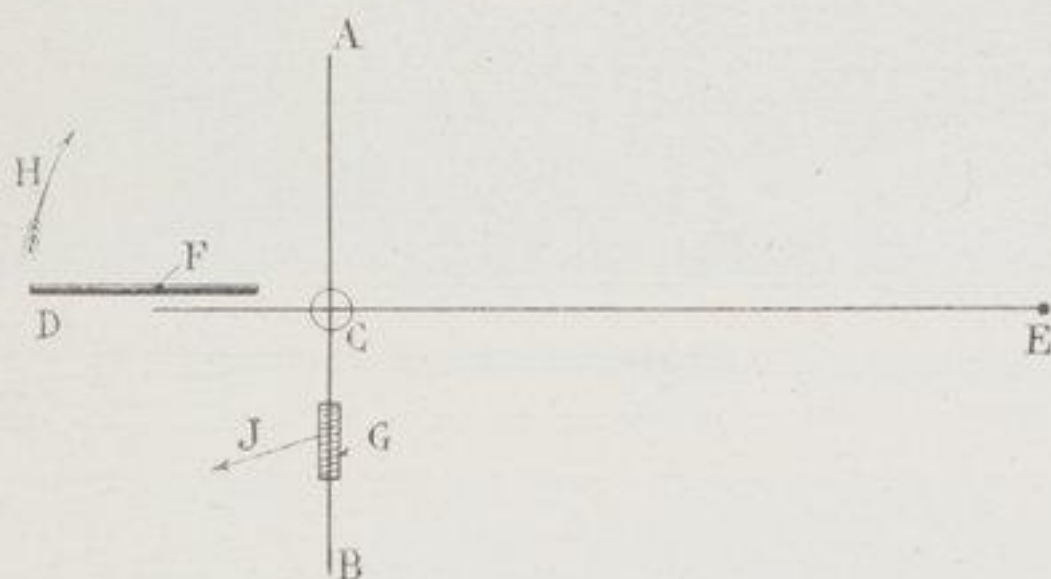


Fig. 393. — Schéma de l'appareil Dines.

Pendant le mouvement de rotation du manège, la plaque reçoit la pression de l'air, ce qui provoque l'oscillation du fléau. Ce fléau se déplace jusqu'à ce que l'action des ressorts qui agissent sur son extrémité B équilibre la pression de l'air sur la plaque. Un style G, porté par le bras intérieur du fléau, actionné, au moment propice, par la manœuvre d'un petit électro-aimant, trace, sur une feuille de papier, un signe qui indique la déviation du fléau.

Un tarage préalable de l'appareil permet d'établir la valeur de la pression de l'air sur la plaque suivant les déviations enregistrées.

qui, par sa tension, s'oppose au mouvement. Lorsque sa tension est suffisante pour maintenir le chariot immobile, elle représente la valeur de la pression de l'air sur la plaque. La variation de longueur du ressort indique, de la sorte, la variation de la pression de l'air. Un tarage préalable des ressorts établit les diverses valeurs de la pression correspondant aux différentes longueurs. Un dispositif spécial permet d'enregistrer les variations d'allongement du ressort.

Les expériences faites à l'aide du chariot roulant par Langley ont donné comme valeur moyenne de la résistance spécifique : 0.089.

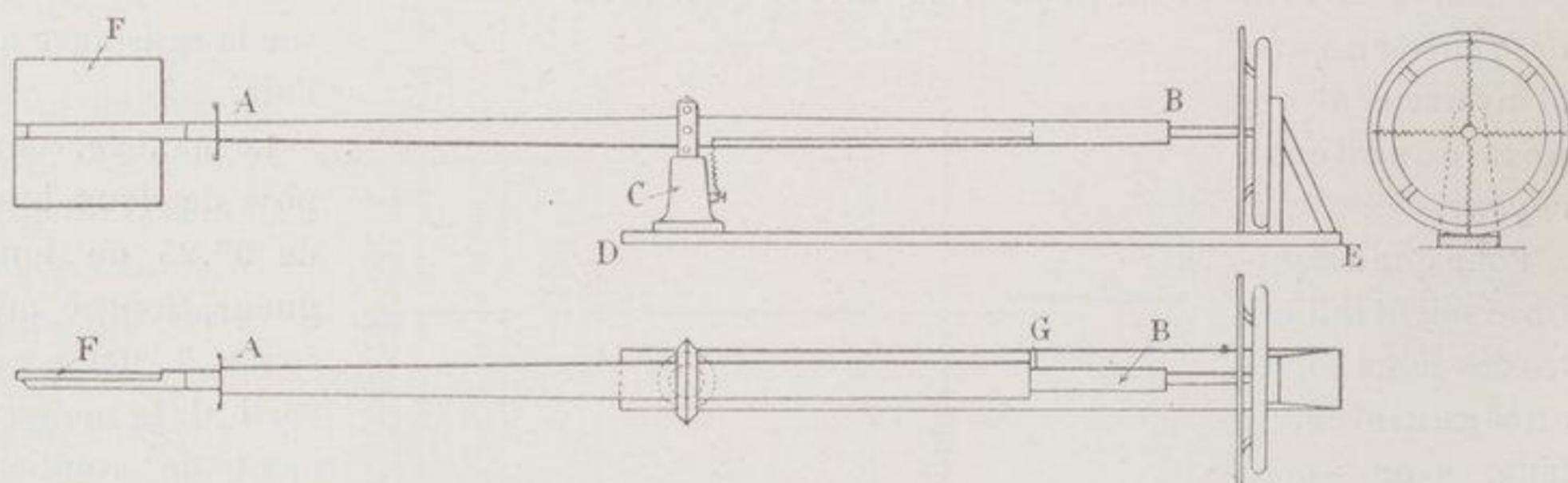


Fig. 394. — Appareil Langley.

Ce tarage s'effectue en suspendant des poids connus à l'extrémité intérieure du fléau en un point situé à même distance du support C que le centre de la plaque, et en notant les oscillations correspondantes du fléau.

Avec cet appareil, Langley a trouvé après plusieurs expériences, dont certaines avaient été troublées par le vent, une valeur de K égale à 0.084 pour une plaque carrée d'une surface de 0^m,0929.

Un autre dispositif comportant un chariot roulant a été adapté au manège pour effectuer des mesures plus précises. Ce chariot, portant à une extrémité la plaque, peut rouler sur des rails, lorsque la pression de l'air s'exerce sur cette plaque. Ce déplacement est contrebalancé par l'action d'un ressort placé à l'autre extrémité du chariot,

Nombre d'autres expériences ont été faites sur la résistance de l'air à l'aide de manèges. Les valeurs trouvées pour la résistance spécifique varient suivant les expérimentateurs, ce qui provient surtout des causes d'erreurs imputables aux appareils eux-mêmes, dont certains ne permettent pas d'obtenir toute la précision désirable.

Von Lössl en Allemagne, Mannesmann, Finzi et Soldati en Italie, le colonel Renard, Reichel en France, ont employé dans leurs études de la résistance de l'air des appareils à mouvement circulaire.

Balance Renard (Fig. 395.) La balance dynamométrique du colonel Renard,

destinée à mesurer la résistance de l'air sur les surfaces courbes, est un manège d'une disposition toute particulière.

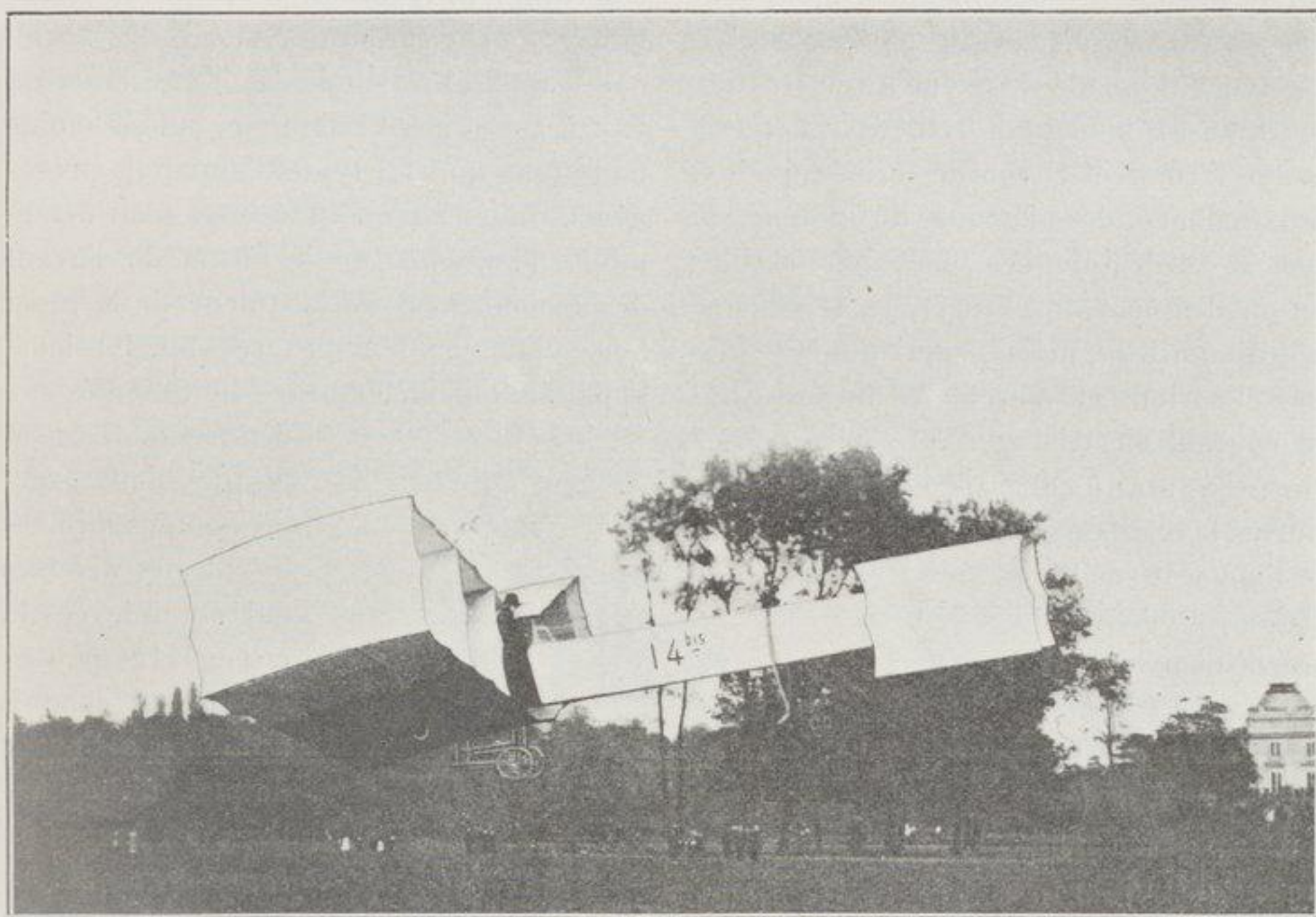


Fig. 395. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Santos-Dumont vole à Bagatelle en mars 1907.

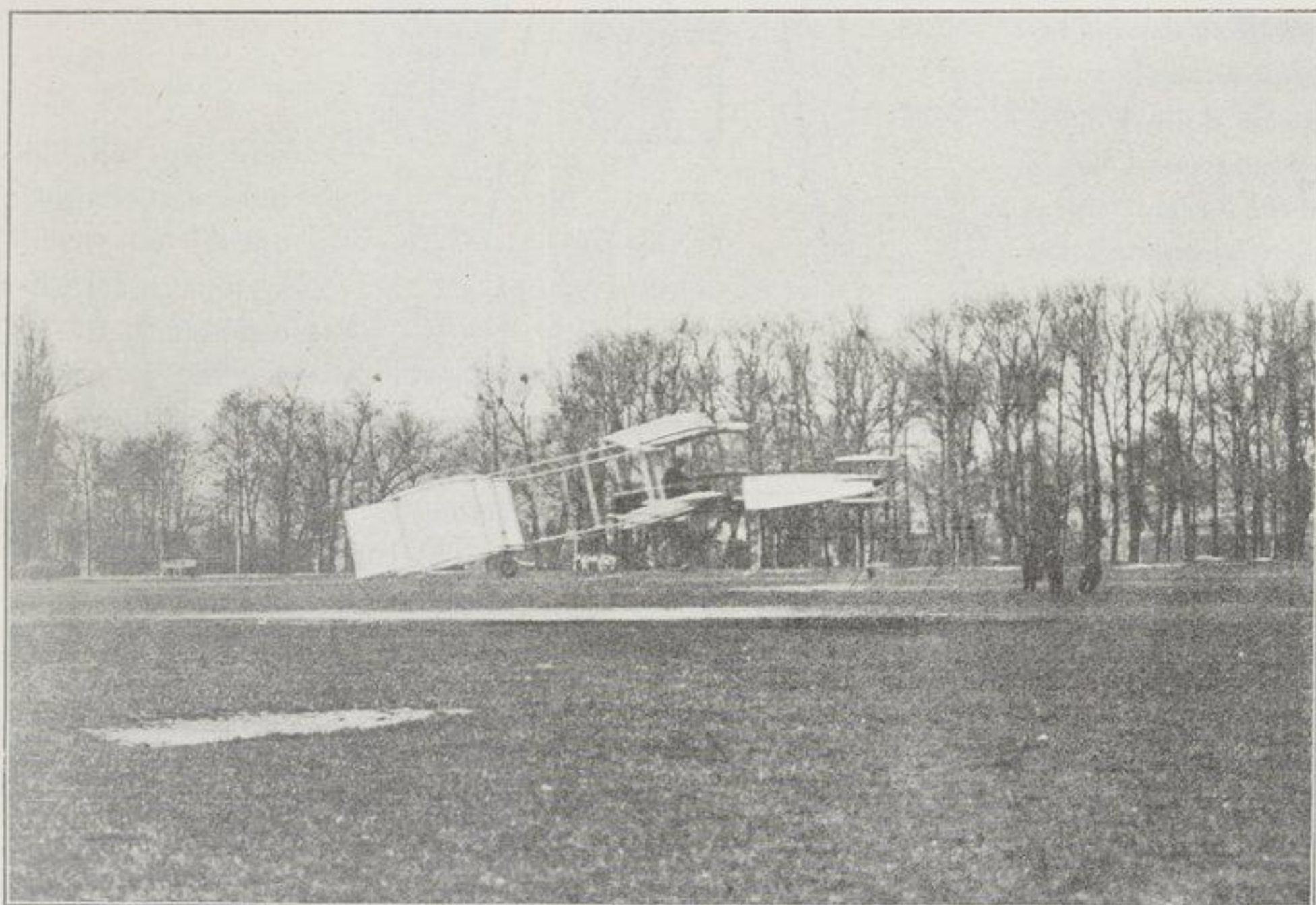


Fig. 396. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Delagrange vole à Bagatelle en avril 1907.

Sur le fléau A B d'une balance, monté sur couteaux C, est disposé un moteur électrique D qui donne le mouvement de rotation aux bras du manège portant les plaques à essayer. Tout cet ensemble formé du fléau, de la balance, des plateaux, du moteur, du manège et des plaques, peut donc osciller autour des couteaux. Au repos, le système est en équilibre, mais lorsqu'on met le moteur électrique en marche, en lui envoyant un courant électrique, le manège tourne, la résistance de l'air agit sur les plaques et l'équilibre se trouve ainsi détruit. Le fléau de la balance oscille; pour le ramener dans sa position normale d'équilibre, on place dans un des plateaux les poids nécessaires. La valeur des poids étant déterminée et le bras de levier de la balance l'étant aussi, on peut aisément connaître la valeur du *couple* ainsi constitué, qui

a la même valeur que le *couple résistant* produit par la résistance de l'air sur les plaques pendant leur mouvement de rotation.

On peut ainsi déterminer la valeur de la résistance spécifique.

Le colonel Renard a utilisé sa « balance dynamométrique » pour comparer la valeur de la résistance de l'air sur des plaques de formes diverses, en prenant comme base une résistance spécifique de 0.085 pour une plaque carrée.

Ces travaux l'ont conduit à établir la forme rationnelle à donner aux enveloppes

d'aérostats dirigeables pour que la résistance de l'air soit minimum.

Les appareils d'études de la résistance de l'air à mouvement rectiligne, ont été moins nombreux que les types d'appareils précédents. On les a d'abord utilisés pour déterminer l'influence de la forme de l'avant des locomotives sur la valeur de la résistance opposée à leur progression. Plusieurs appareils ont été, dans ce but, montés sur des locomotives, et les pressions exercées sur des surfaces de formes diverses ont été relevées et enregistrées. Ces études ont conduit à donner à l'avant de quelques locomotives des formes en *coupe-vent* qui ont fourni d'assez bons résultats.

Appareil
Cailletet et
Collardeau

(Fig. 398.) MM. Cailletet et Collardeau ont fait en 1892, à la tour Eiffel, des expériences très in-

téressantes sur la résistance de l'air, à l'aide d'un appareil à mouvement rectiligne, utilisant la chute d'un corps.

L'appareil est basé sur le principe suivant : lorsqu'un corps se déplace dans l'air, la résistance qu'il rencontre croît en même temps que la vitesse qu'il possède.

Si le corps est soumis à l'action d'une force constante, comme cela se produit lorsqu'il est abandonné en chute libre et qu'il tombe par son propre poids, lequel ne ne varie pas, au fur et à mesure que la vitesse du corps s'accroît, la résistance qu'il éprouve de la part de l'air augmente

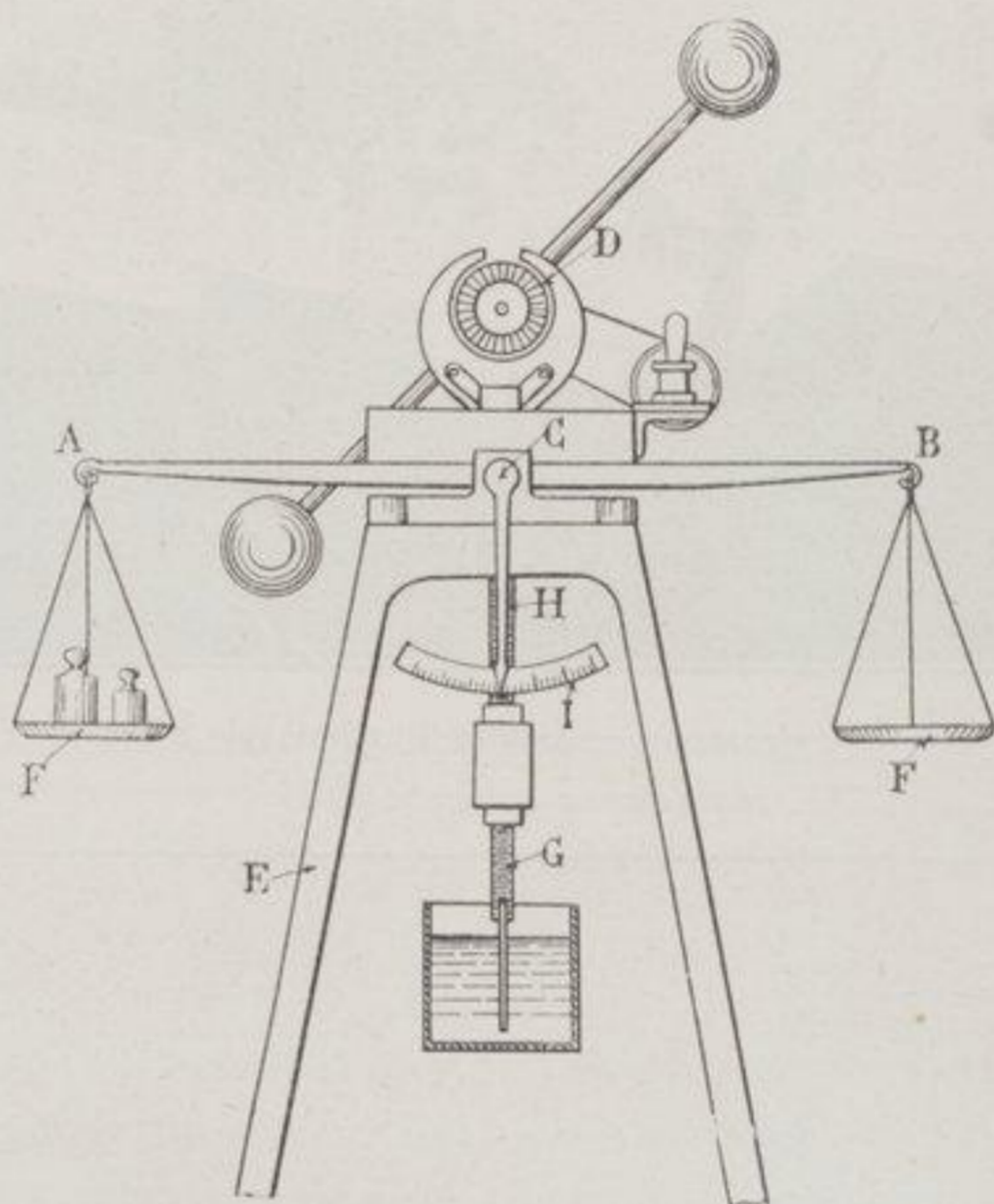


Fig. 397. — Balance Renard.

également, et le mouvement, qui au début était accéléré, deviendra uniforme lorsque la valeur de la résistance de l'air équilibrera l'action de la pesanteur.

Ainsi, si on connaît la vitesse du corps, lorsque son mouvement devient uniforme, l'effort exercé par l'air sur ce corps animé de cette vitesse sera égal au poids même de ce corps, poids évidemment connu.

Si on augmente le poids du corps sans changer la valeur de la surface soumise à l'action de l'air, la vitesse pour laquelle le mouvement deviendra uniforme augmentera également, ce qui peut permettre d'établir pour une même surface les variations de la résistance de l'air suivant la vitesse acquise.

Pour appliquer cette méthode, MM. Cailletet et Collardeau ont réalisé un appareil qui se compose d'une grande longueur de fil, subdivisée en sections égales ayant chacune 20 mètres et portant, à une de ses extrémités, un corps pesant.

Les diverses sections de fils sont respectivement enroulées sur des cônes en bois, fixés verticalement sur un plancher, et dont la petite base est tournée vers le bas.

A chacune de ces bobines coniques correspond un dispositif électrique constitué par deux lames métalliques A et B isolées à l'une de leurs extrémités par un bloc d'ébénite C et communiquant entre elles,

à l'autre bout, par l'intermédiaire de contacts en platine D et E. Ces deux lames sont intercalées dans un circuit électrique qui actionne le style d'un enregistreur. Lorsque les deux contacts de platine sont séparés, le courant est interrompu et le style indique sur le tambour de l'enregistreur le moment de l'interruption et sa durée.

Chaque section de 20 mètres de fil enroulée sur les bobines coniques se termine par une boucle passant entre les deux lames A et B d'un interrupteur.

Si on laisse tomber d'une hauteur suffisante, et c'est pour cela que les expériences ont eu lieu à la tour Eiffel,

le poids attaché à l'extrémité du fil, chaque section de fil de 20 mètres enroulée sur un des cônes en bois, se déroulera avec un frottement négligeable et à la fin de chacune des sections, c'est-à-dire chaque fois que le poids

aura parcouru 20 mètres de plus verticalement, le fil passé entre les lames les écartera un instant pour continuer à se dérouler de la bobine suivante. Le courant sera donc interrompu autant de fois qu'il y a de subdivisions et le style de l'enregistreur indiquera sur le tambour le moment où cette interruption s'est produite. On aura, de la sorte, sur le tracé, une série de signes faits par le style, les divers intervalles séparant ces signes représentant des parcours successifs d'une longueur de 20 mètres effectués par le poids mobile.

En adjoignant à l'enregistreur un diapason dont le nombre de vibrations est bien

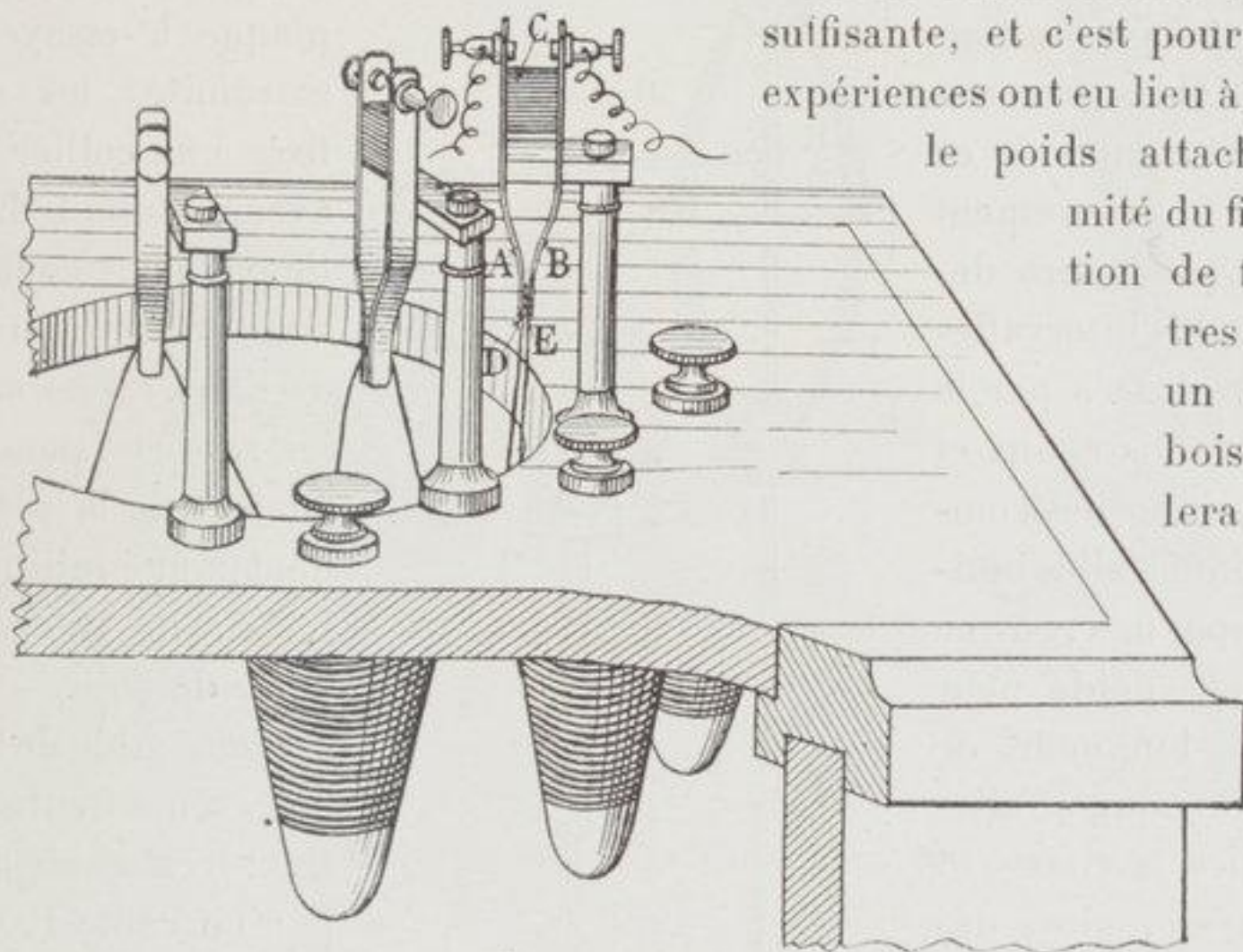


Fig. 398. — Appareil Cailletet-Collardeau.

déterminé et en entretenant ces vibrations pendant la chute du poids, la plume de ce diapason fixée en bout d'une des branches tracera, à côté du style de l'enregistreur, une courbe sinusoïdale composée d'autant de sinuosités que le diapason effectue de vibrations par seconde. Il est donc possible, en comptant le nombre de sinuosités qui séparent chacun des signes tracés par le style, de savoir les divers intervalles de temps qui se sont écoulés entre le point de départ du poids, lequel est enregistré par un contact électrique, et les parcours successifs de 20 mètres de ce poids. Lorsque le mouvement de la chute du poids sera devenu uniforme, les intervalles entre les signes tracés par le style seront devenus égaux et le nombre de sinuosités compris entre ces intervalles indiquera le temps mis, à ce moment, par le poids pour parcourir une longueur de 20 mètres. On pourra aisément en déduire la vitesse et pour cette vitesse, ainsi déterminée, la valeur de la résistance de l'air exercée sur le corps tombant sera égale au poids de ce corps.

Appareil Eiffel (Fig. 399.) M.G. Eiffel, utilisant

la tour de 300 mètres qu'il a construite, a établi un appareil de chute dans lequel la plaque à étudier peut tomber d'une hauteur de 115 mètres, dont 95 de course utile. Les expériences effectuées de 1903 à 1905 avec cet appareil ont été consignées en détail dans le très intéressant ouvrage de M. Eiffel : *Recherches expérimentales sur la résistance de l'air, exécutées à la Tour Eiffel*, et ont été présentées à l'Académie

des Sciences où elles ont été très favorablement accueillies.

L'appareil Eiffel se compose d'une masse pesante portant à son extrémité inférieure la plaque A, sur laquelle il s'agit d'étudier la résistance de l'air. En tombant, cette surface reçoit la pression de l'air, pression qui est contrebalancée par la tension de ressorts à boudin B, soigneusement tarés.

Ces ressorts sont réunis à leur extrémité supérieure par une traverse solidaire de la tige C, qui porte, en bout, la plaque à essayer. À l'autre extrémité, les ressorts sont fixés à un collier faisant corps avec un tube D dans lequel la tige C peut coulisser dans le sens vertical lorsque l'action de l'air s'exerce sur la plaque ; les ressorts, pendant le mouvement de la plaque, se tendent pour équilibrer, à chaque instant, la valeur de la résistance de l'air.

L'ensemble de l'appareil est lancé d'une hauteur de 115 mètres ; il est guidé dans sa chute par un câble F, mais on voit que la plaque et les extrémités supérieures des ressorts sont mobiles par rapport aux autres pièces de cet appareil et changent de position pendant la chute même, suivant l'action exercée par l'air sur la plaque.

En enregistrant l'allongement des ressorts, on détermine leur tension et on peut en déduire la valeur de la résistance de l'air. Pour cela, un diapason E taré à 100 vibrations à la seconde, est solidaire de la traverse réunissant les ressorts et se déplace avec eux. Ce diapason porte un style qui peut, dès lors, se déplacer verticalement suivant la génératrice d'un tambour G sur lequel il appuie.

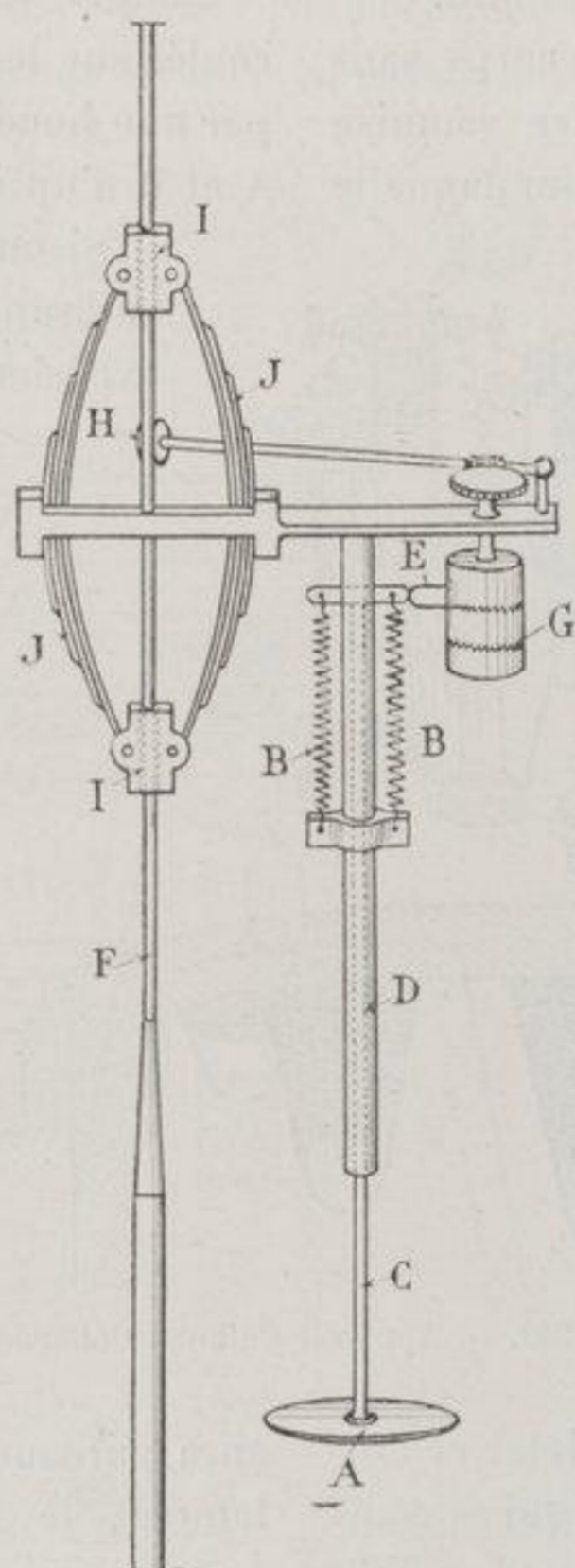


Fig. 399. — Appareil de chute de M. G. Eiffel.



Fig. 400. — Disposition, à la tour de 300 mètres, de l'appareil de M. G. Eiffel pour mesurer la résistance de l'air.

En même temps, le diapason, mis en marche au commencement de la chute, vibre et la plume solidaire d'une des branches, trace sur le tambour de l'enregistreur une courbe qui permet de connaître le temps de chute. En effet, le cylindre G enregistreur, sur lequel est enroulée une feuille de papier noircie à la fumée pour que les traces des styles soient apparentes, reçoit un mouvement de rotation dont la vitesse est proportionnelle à la vitesse de chute. Ce mouvement lui est donné à l'aide d'un galet H, portant sur sa périphérie de fines dentelures et appliqué énergiquement sur le câble-guide F. Lorsque l'appareil tombe, le galet roule sans glisser sur le câble. Son axe commande, par l'intermédiaire d'un train d'engrenage, la rotation du tambour G.

De cette façon, sur le tambour de l'enregistreur se trouve tracée une courbe sinusoïdale représentant le *temps*, dont les *ordonnées* indiquent la tension des ressorts pour chaque position de l'appareil, les *abscisses* étant proportionnelles au chemin parcouru pendant la chute.

On connaît ainsi les éléments permettant de déterminer la résistance spécifique. L'appareil de chute Eiffel, qui est d'un poids considérable, tombant d'une hauteur de 115 mètres irait évidemment s'écraser sur le sol s'il ne comportait un dispositif pour amortir sa chute et l'arrêter avant l'arrivée à terre.

Ce dispositif consiste à donner au câble-guide, à sa partie inférieure, un diamètre plus considérable, raccordé au diamètre normal du câble par un cône allongé. Cette partie renflée du câble est placée à 21 mètres au-dessus du sol. Les deux douilles I qui guident l'appareil sur le câble sont appuyées sur lui par deux forts ressorts J destinés à absorber la force vive à la fin de la chute et à freiner l'appareil. Lorsque les douilles arrivent, en effet, sur la partie conique, elles tendent à s'écarter en comprimant les ressorts, d'une quantité de plus en

plus grande au fur et à mesure que le diamètre augmente. La tension des ressorts augmente aussi de plus en plus et ces organes agissent comme frein en appuyant fortement les douilles sur la partie du câble de grand diamètre. L'appareil peut ainsi être arrêté à quelques mètres au-dessus du sol.

De nombreuses et intéressantes expériences ont été effectuées avec cet appareil de chute. Voici, d'ailleurs, les conclusions du rapport de la Commission de l'Académie des Sciences, à son sujet :

« Des expériences préliminaires ont permis d'évaluer tous les éléments des résistances passives ou des causes perturbatrices pouvant influencer les mesures et d'en corriger au besoin les effets. Des corrections spéciales ont ramené les résultats obtenus à ce qu'ils auraient été à la température de 15 degrés et à la pression de 760 millimètres. Il a été aussi reconnu que les seules expériences dont il était possible de tenir compte étaient celles qui avaient pu être effectuées par un calme parfait. Dans ces conditions, on peut admettre que les résultats obtenus par M. Eiffel et consignés dans son ouvrage représentent aujourd'hui les valeurs les plus précises que l'on connaisse pour la mesure de la résistance que l'air oppose au mouvement rectiligne de surfaces ayant les dimensions et les formes qu'il indique, pour des vitesses de déplacement comprises entre les limites où il a opéré.

« On peut donc conseiller à ceux qui ont besoin de connaître et d'utiliser ces valeurs, de se reporter aux nombres et résultats indiqués dans son ouvrage, et l'on peut considérer comme établies avec une suffisante exactitude les conclusions principales qu'il indique et qui peuvent se résumer comme il suit :

« Dans la limite des mesures effectuées, c'est-à-dire pour des vitesses comprises entre 18 mètres et 40 mètres, la résistance de l'air est sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse. Toutefois, dans la réa-

lité, l'exposant de la vitesse paraît croître, pour les plaques, d'une façon continue, en passant par la valeur 2 pour la vitesse de 33 mètres environ, mais en restant toujours assez voisin de cette valeur pour qu'on puisse accepter cette proportionnalité. Le coefficient K de la formule ainsi admise a été trouvé constamment compris entre 0,068 et 0,080 pour l'air ramené à la température de 15 degrés et à la pression de 760 millimètres, la dernière valeur étant celle qu'atteignent seulement les plaques d'assez grandes dimensions. Le coefficient augmente graduellement avec la surface de la plaque et avec son périmètre. »

Les appareils d'études de la résistance de l'air qui utilisent des courants d'air créés artificiellement, comportent généralement un ventilateur qui crée un courant d'air pouvant être canalisé à l'aide d'un tube ou qui peut être employé à l'air libre.

Lorsque le courant d'air est envoyé dans un tube, il convient que ce tube ait un diamètre suffisant par rapport à la surface de la plaque à essayer, de façon à éviter les perturbations provenant du frottement de l'air sur les parois du tube. Ce frottement empêche la vitesse de l'air de se maintenir uniforme dans le tube, du centre aux parois. Pour remédier à cet inconvénient, on place dans le tube une succession de diaphragmes et on n'utilise que la partie centrale du courant d'air.

La surface à essayer doit, en outre, être tenue à une certaine distance des parois du tube, car l'air doit pouvoir s'écouler librement sur les côtes, sans provoquer en avant de la plaque une pression supplémentaire nuisible à l'exactitude des mesures.

M. Stanton a fait en 1903, à Londres, des expériences très intéressantes à l'aide d'un appareil dans lequel un courant d'air était créé dans un tube à l'aide d'un ventilateur qui aspirait l'air dans ce tube. La pression de l'air sur la plaque placée au centre du

courant d'air était mesurée par une balance spéciale et, en outre, on pouvait mesurer également à l'aide de manomètres les pressions s'exerçant en avant et en arrière.

Sir Hiram Maxim a construit aussi un appareil à courant d'air artificiel, pour étudier spécialement la résistance de l'air sur les ailes d'aéroplanes et les hélices.

D'ailleurs, après les nombreux essais faits pour déterminer la valeur du coefficient K, et devant les progrès extraordinairement rapides de l'aviation, on a été conduit à étudier plus spécialement l'influence de la forme des ailes des aéroplanes au point de vue de leur tenue dans l'air et à chercher, pour les hélices, les conditions pour lesquelles leur rendement peut être maximum.

On a créé des *laboratoires aérodynamiques*, dans lesquels on s'ingénie à établir et à grouper les appareils nécessaires aux études concernant la tenue des aéroplanes dans l'air en utilisant les méthodes d'investigation les plus aptes à fournir des résultats précis.

Laboratoires aérodynamiques Les laboratoires aérodynamiques ont été établis dans un grand nombre de pays où les recherches sur l'aviation ont suscité la plus utile émulation.

En Russie, c'est l'institut aérodynamique de Koutchino; en Angleterre, les expériences faites par M. Stanton au *National Physical Laboratory*, et celles de Maxim, sont continuées par des travaux présentés à l'Institut de Northampton par MM. Larard et Boswal sur les essais de modèles d'aéroplanes. A Rome, la Brigade d'aérostiers du Génie militaire italien a créé une installation pour des études d'aérodynamique.

En Allemagne, c'est à Gottingen qu'a été installé un laboratoire où l'on effectue des essais sur les hélices et aussi sur les modèles de dirigeables.

En France, M. Eiffel a établi, non loin de la Tour Eiffel, dont l'usine lui fournit la force

motrice, un laboratoire d'aérodynamique libéralités, permis de construire, à Saint-

Coupe longitudinale A B.

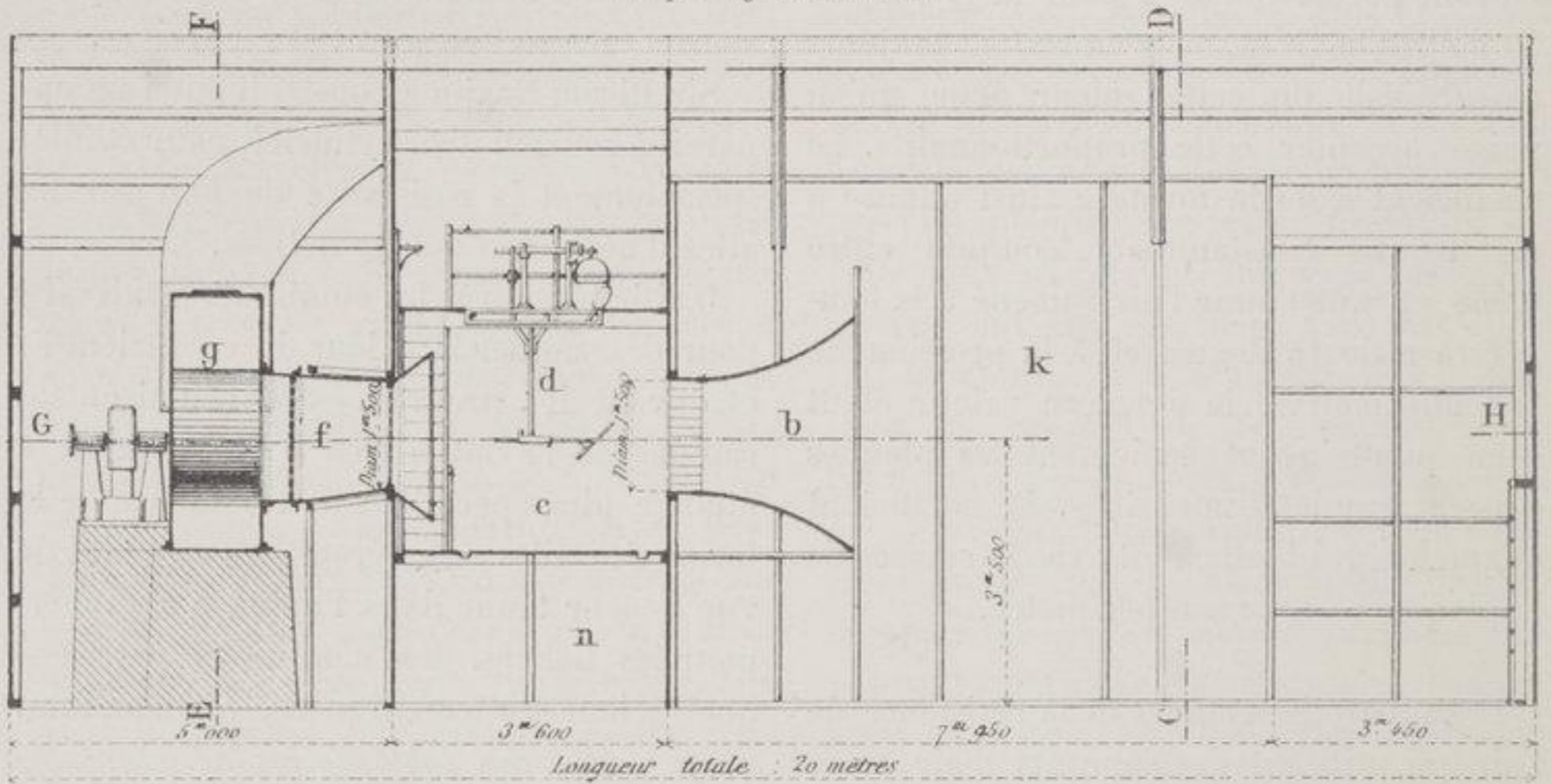


Fig. 401. — Laboratoire aérodynamique de M. G. Eiffel. Coupe longitudinale.

dans lequel il étudie méthodiquement toutes Cyr, un autre laboratoire où doivent être

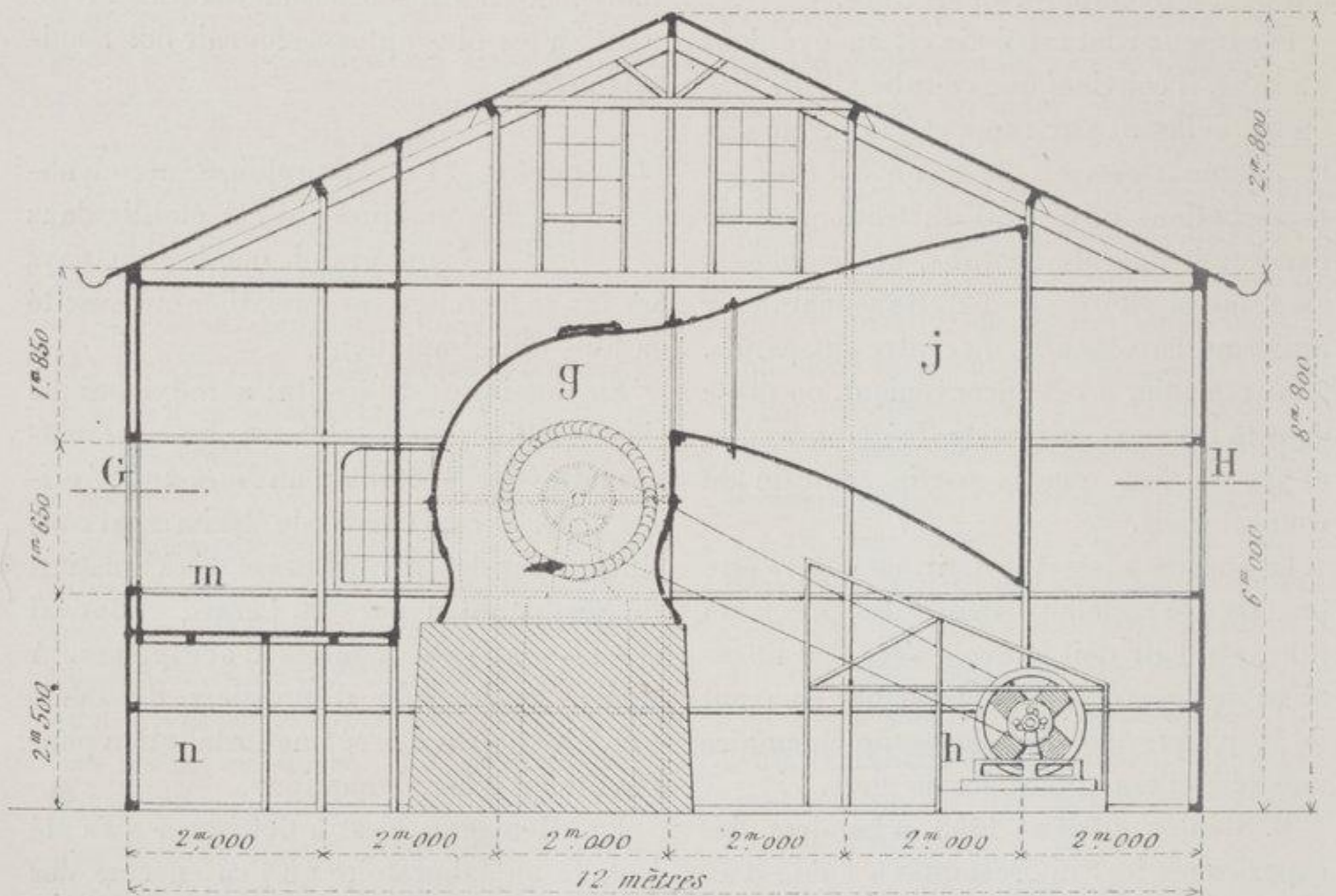


Fig. 402. — Laboratoire aérodynamique de M. G. Eiffel. Coupe transversale.

les questions relatives à la résistance de faites les études se rapportant à l'aéronau-
l'air, et M. Deutsch, de la Meurthe, a, par ses tique.

Nous allons donner quelques indications sur ces deux installations.

Laboratoire aérodynamique Eiffel Dans l'installation de M. Eiffel, la surface à essayer est maintenue immobile et placée dans un courant d'air fourni par un ventilateur. Pour éviter les inconvénients que nous avons signalés plus haut et qui proviennent du trouble apporté à la direction du courant d'air par la proximité des parois, les conduits employés ont de grands diamètres : les buses ont, en effet, un diamètre de 2 mètres et le conduit est élargi à l'endroit où se trouve la plaque par une grande capacité hermétiquement close dans laquelle s'effectuent les essais.

L'air est aspiré par un ventilateur G (Fig. 401) dans un vaste hangar A renfermant l'installation, au moyen d'un ajutage B de grand diamètre, à courbure régulière.

Le ventilateur a un diamètre de 1^m,75; il est commandé par une machine dynamo-électrique de 68 chevaux, à laquelle le courant est fourni par les groupes électrogènes de la Tour Eiffel. Le nombre de tours peut varier de 40 à 200 par la manœuvre d'un rhéostat; la vitesse du courant d'air peut atteindre de 5 à 20 mètres par seconde lorsque l'ajutage a un diamètre de 1 mètre 50 centimètres.

Pour un ajutage de 2 mètres de diamètre, on peut encore lui donner une vitesse de 12 mètres par seconde.

L'air aspiré par le ventilateur G arrive de l'ajutage B dans la chambre close C et passe, avant de pénétrer dans cette capacité, par un

diaphragme composé d'un certain nombre de cellules ayant pour objet d'assurer le parallélisme des filets d'air à leur entrée dans la chambre où se trouve la plaque à étudier D.

Un conduit F, faisant suite à la chambre, aboutit au ventilateur et reçoit l'air aspiré qui sort de cette chambre. Cet air est ensuite rejeté par une large buse dans un grand couloir I ménagé sur le côté du hangar, d'où il est repris pour être de nouveau aspiré.

Pour mesurer la vitesse de l'air, on détermine sa pression à l'aide d'un manomètre qui communique avec l'air du hangar et avec l'air de la chambre close. De la différence des pressions on déduit, en appliquant une formule simple, la vitesse de l'air.

On peut aussi mesurer cette vitesse à l'aide de l'instrument spécial nommé *tube de Pitot*, placé normalement au courant et correspondant avec un manomètre dont une autre branche débouche dans la chambre close.

La plaque D étant soumise à l'action de l'air dans la chambre, on mesure la poussée qu'elle reçoit, au moyen d'une balance spéciale E.

Cette balance se compose (Fig. 403) d'un fléau A oscillant sur un couteau et portant à une extrémité un plateau de balance B, et à l'autre un dispositif d'attache permettant à une tige C de s'y fixer.

La tige C peut équilibrer, autour de deux séries de couteaux E et F, un châssis G en fer portant un bras vertical F auquel est reliée une tige horizontale I au bout de laquelle se place la plaque D à étudier.

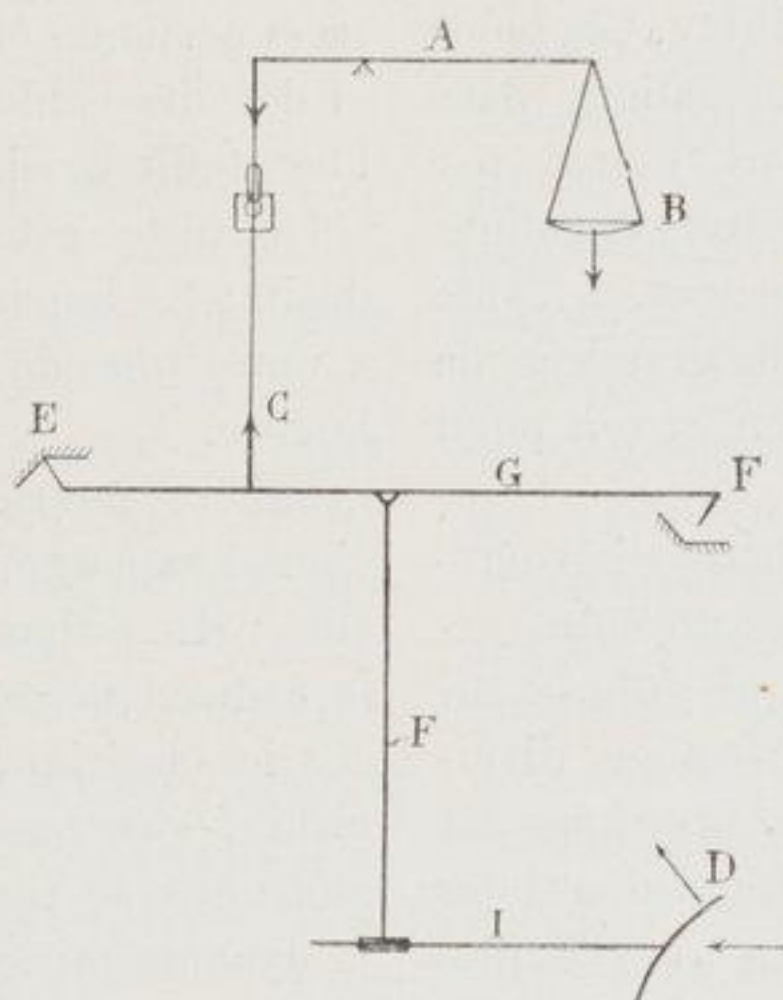


Fig. 403. — Principe de la balance aérodynamique.

La balance étant préalablement équilibrée, lorsque l'air arrive sur la plaque, il provoque, par sa poussée, l'oscillation du châssis G autour d'une série de couteaux. On rétablit l'équilibre en faisant varier les poids placés dans le plateau de la balance. On procède ensuite à une autre expérience en prenant comme points d'oscillation l'autre série de couteaux. On complète l'essai en effectuant une mesure après avoir fait tourner la tige support I de 180 degrés. A chaque expérience, on détermine le poids nécessaire à placer dans le plateau de la balance pour rétablir l'équilibre. Ces poids permettent d'établir des équations dans lesquelles se trouve l'effort exercé par l'air. On peut donc établir trois équations à la suite de trois expériences, à l'aide desquelles on détermine la grandeur de l'effort de l'air, sa direction et son point d'application.

M. Eiffel a pu, avec cette installation aérodynamique, effectuer de nombreuses expériences sur la pression qui s'exerce sur des surfaces de formes et sections diverses, sur la répartition de ces pressions par rapport aux bords des surfaces, dont nous donnons quelques exemples un peu plus loin. Il a déterminé également la variation des centres de pression sur les modèles d'ailes d'aéroplanes les plus employés, ce qui est d'un intérêt capital au point de vue de l'étude rationnelle des types divers d'aéroplanes.

Institut aérotechnique de l'Université de Paris

Cet institut, fondé grâce à la générosité de M. Deutsch, de la Meurthe, est un vaste laboratoire installé sur le plateau de Saint-Cyr; il a pour but de fournir à tous ceux qui s'occupent d'aéronautique, toutes les indications utiles en vue de déterminer les formes les meilleures à donner aux appareils d'aérostation et d'aviation.

L'emplacement dont on dispose a une

superficie totale de 71.000 mètres carrés, de sorte qu'on peut effectuer les essais en faisant déplacer en plein air un chariot roulant sur une voie électrique.

Plusieurs bâtiments ont été établis pour séparer les divers services.

La piste équipée électriquement pour les essais à faire à l'air libre, a une longueur de 1.400 mètres. Les essais, qui peuvent être faits également en espace clos, sont, autant que possible, effectués dans les conditions même des appareils évoluant en plein air. On détermine l'action de l'air sur les surfaces portantes et directrices des aéroplanes et des dirigeables, ainsi que sur les agrès; l'on étudie aussi les hélices.

La piste est horizontale et en ligne droite; les appareils peuvent s'y déplacer à une vitesse de plus de 100 kilomètres à l'heure.

La force motrice est fournie par une machine à vapeur d'une puissance de 150 chevaux; elle actionne une dynamo produisant le courant nécessaire pour commander le chariot électrique, lequel se déplace sur la piste et porte les surfaces à essayer. Un autre moteur de 30 chevaux sert à l'excitation de la dynamo principale et, en outre, à commander divers autres petits moteurs et machines d'atelier et fournit aussi le courant d'éclairage. Des générateurs Belleville produisent la vapeur qui alimente les deux moteurs.

Un *manège*, actionné par un des moteurs auxiliaires, permet de faire des essais à l'intérieur des bâtiments et de préparer certains essais sur piste.

Un atelier de réparation, d'entretien et de mise au point est installé avec tout l'outillage nécessaire dans un local spécial.

Il a été prévu aussi un bureau d'études, un laboratoire d'héliographie et de photographie en dehors du laboratoire de physique et de chimie comportant le matériel et les instruments nécessaires pour étudier les gaz légers, leurs propriétés, leur fabrication,

leur prix de revient, la mesure de leur pression, de leur densité, l'action de l'humidité, de la chaleur, de la lumière sur les gaz et les enveloppes, etc.

En résumé, l'Institut aérotechnique de l'Université de Paris, construit en 1910, se propose l'étude des rapports des corps avec l'air dans lequel ils sont plongés, qu'ils soient plus légers ou plus lourds que lui, qu'ils soient en repos ou en mouvement.

Cette installation est appelée à rendre de très grands services à la science aéronautique et aidera certainement à la réalisation de nouveaux progrès.

*Distribution
des pressions
du vent sur
des surfaces
diverses*

La pression qui s'exerce sur une surface exposée au vent et dont la valeur moyenne peut être déterminée, ainsi que nous venons de le voir, n'est pas cependant uniformément répartie sur toute l'étendue de cette surface. Suivant la forme et la position de la surface par rapport à la direction du vent, certains points reçoivent une pression dont la valeur est différente de celle qui s'exerce en des points voisins. Il est très important de connaître de quelle façon s'effectue la distribution de ces pressions pour des plaques de formes et de positions diverses et quelle est leur valeur pour l'avant et pour l'arrière de ces plaques.

De nombreux expérimentateurs, parmi lesquels MM. Dines, Nipher, von Lössl et, tout récemment, Eiffel, ont étudié cette distribution. Les expériences de M. Eiffel, qu'il a publiées avec les plus grands détails dans son livre : *La résistance de l'air et l'aviation*, ont, surtout, été poussées fort loin et ont fourni des indications extrêmement intéressantes.

Voici la méthode employée par M. Eiffel pour l'étude de ces distributions et quelques-uns des résultats obtenus.

Nous avons examiné plus haut la façon dont était mesurée, à l'aide de la balance

aérodynamique Eiffel, la *résultante* de la pression du vent sur une surface. Pour connaître comment est répartie cette pression à l'avant et à l'arrière de la plaque exposée au vent, cette plaque porte de nombreux trous pouvant recevoir à volonté soit une vis soigneusement affleurée sur chaque face de la plaque, soit un ajutage percé à sa partie centrale d'un canal de 0 millimètre 5 de diamètre, relié, du côté opposé à la face à étudier, avec un manomètre. Lorsque l'on veut mesurer la résistance totale sur chaque face, tous les trous sont bouchés avec les vis; lorsque l'on veut procéder à l'étude des pressions en divers points de la plaque, on dispose en ces points des ajutages, de sorte que la pression du vent qui s'exerce sur la plaque en ce point est mesurée à l'aide du manomètre. En notant les diverses valeurs de la pression pour divers points d'une surface à étudier, on peut aisément connaître la répartition de cette pression par rapport aux bords de la plaque et tracer sur cette plaque les *courbes d'égale pression* pour des formes et des inclinaisons différentes.

Pour faire ces mesures, on suspend la plaque, à l'aide de fils de fer munis de ten-deurs, à un châssis en bois roulant sur deux rails. Ce châssis peut ainsi être tiré rapidement hors du courant d'air pour changer l'ajutage de place, ou pour faire varier la position de la plaque.

Un grand nombre de mesures ainsi faites sur de nombreux points de plaques ont donné ce résultat remarquable, que la somme des pressions partielles obtenues correspond à la pression totale enregistrée à l'aide de la balance aérodynamique, de sorte que l'on peut en conclure que les deux méthodes de mesure de la *pression totale* et des *pressions partielles* se vérifient tout en se complétant.

Parmi les mesures faites à l'aide de ces méthodes, nous allons donner, comme exemple d'application, celles qui ont été faites sur une plaque courbe et sur une plaque

plane ayant sensiblement les mêmes dimensions et indiquer, sur ces surfaces, les courbes d'égale pression et les variations des centres de poussée.

La plaque courbe choisie est un rectangle de 90 centimètres de longueur, 15 centimètres de largeur, courbé dans le sens de sa longueur à la façon d'une aile d'aéroplane. La flèche est de 10,8 millimètres soit $1/13,5$ de la corde : c'est par un rapport que l'on désigne le plus souvent les courbures des ailes.

Par suite de cette disposition, l'angle que fait la corde avec les tangentes menées à la courbe, au bord de la plaque est de 16 degrés.

Les différentes valeurs obtenues suivant l'inclinaison de la plaque pour la pression totale et pour les deux composantes de cette pression : composante ou *poussée horizontale* et composante ou

poussée verticale, sont indiquées par les trois courbes K_i , K_x , K_y de la figure 404.

Les valeurs des poussées respectives sont portées sur l'axe vertical OY des *ordonnées*, tandis que les angles d'inclinaison que prend successivement la plaque sont portés sur l'axe horizontal des *abscisses* OX .

On voit, à l'examen de ces courbes, que la poussée totale représentée par la courbe K_i a une valeur de 0,034 pour un angle de 0 degré, c'est-à-dire pour une inclinaison nulle de la plaque et cette poussée atteint sa valeur maximum 0,078 pour un angle d'inclinaison de 16 degrés. On remarquera que

lorsque la plaque courbe examinée possède une inclinaison de 16 degrés, son *bord d'attaque*, c'est-à-dire le bord sur lequel le vent agit au début, se trouve, pour cette position, dans la direction même de ce vent, puisque nous avons vu précédemment que la tangente à la courbe de la plaque faisait précisément avec la corde un angle de 16 degrés. Donc, pour cette position, le coefficient de la poussée totale est maximum ; il décroît ensuite légèrement pour une inclinaison d'environ 20 degrés et reste

à peu près constant en augmentant, toutefois, d'une faible quantité, lorsque l'inclinaison se rapproche de 90 degrés.

La courbe K_y représentative de la poussée verticale, une des composantes a , pour des inclinaisons variant de 0 à 20 degrés, une allure à peu près semblable à celle de la courbe de poussée totale,

et la poussée verticale maximum correspond également à une inclinaison de la plaque de 16 degrés, lorsque le bord d'attaque est dans la direction du vent. Par contre, la courbe K_x représentant les variations de la poussée horizontale indique des valeurs faibles du coefficient pour des inclinaisons de 0 à 16 degrés, et cela se comprend, car, moins la plaque est inclinée, moins elle offre de prise horizontalement au vent, et il est évident que lorsque la plaque a une inclinaison de 90 degrés, c'est-à-dire lorsqu'elle est placée verticalement par rapport à la direction du vent, le coefficient de poussée horizontale

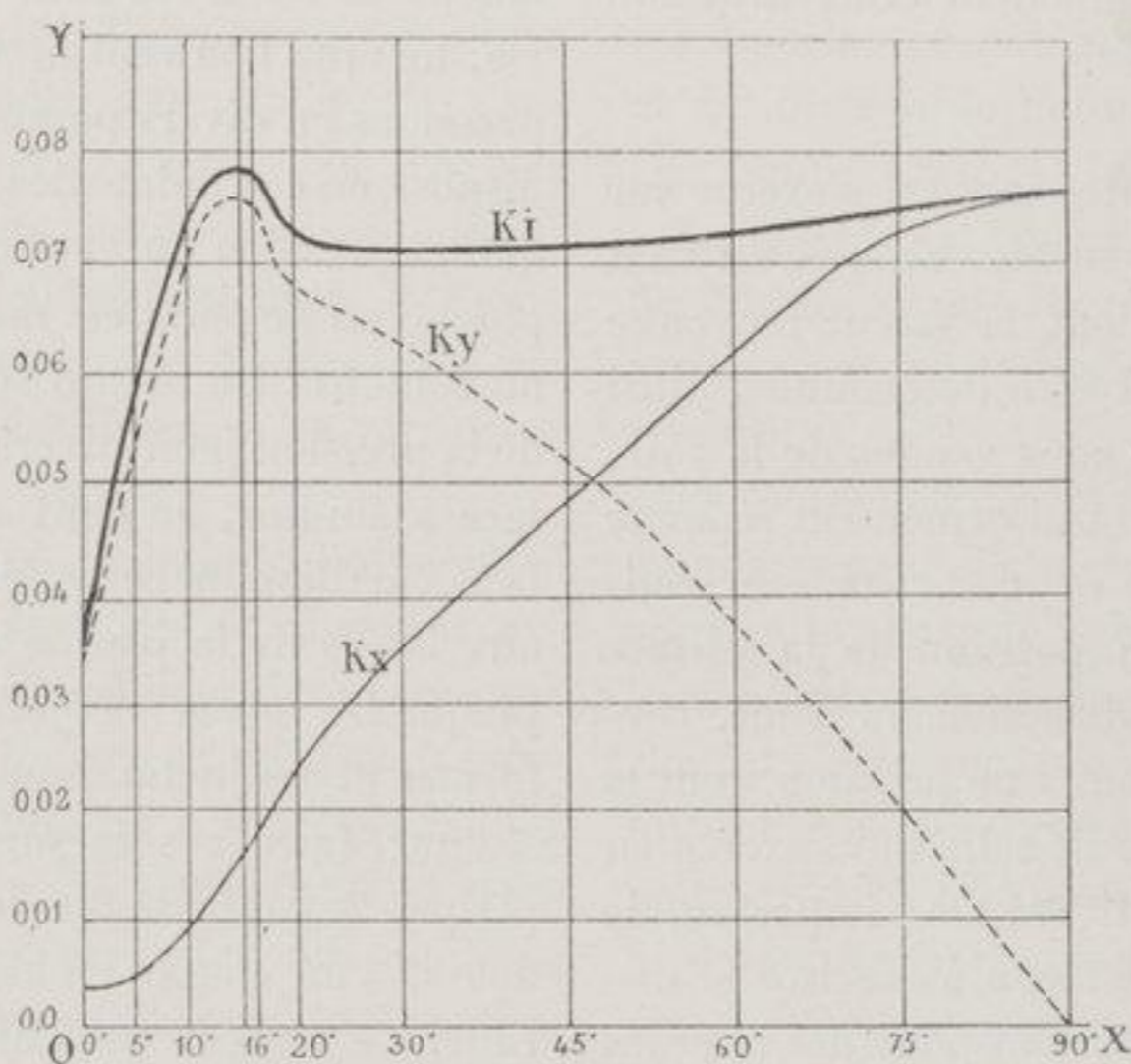


Fig. 404. — Courbes des variations des poussées totale et horizontale, sur plaque courbe de 90×15 , flèche $1/13,5$.

est maximum, car cette poussée s'exerce sur la plus grande section que puisse offrir la plaque. En effet, la courbe K_x , à partir d'une inclinaison de 10 degrés, s'élève constamment, et le coefficient de poussée horizontale, qui a une valeur presque nulle à 0 degré, est de 0,019 pour une inclinaison de 16 degrés; il atteint 0,076 à 90 degrés, tandis que le coefficient de poussée verticale, après avoir atteint 0,076 pour 16 degrés d'inclinaison, diminue rapidement de valeur à mesure que l'inclinaison augmente et devient nul

pour une inclinaison de 90 degrés, lorsque la plaque est verticale. Aux environs d'une inclinaison de 45 degrés, exactement à 46, les valeurs des coefficients de poussée horizontale et verticale sont égaux; mais, pour l'angle de 16 degrés, le coefficient de poussée verticale est 4 fois plus fort que celui

de la poussée horizontale; à 20 degrés, il est encore près de trois fois plus considérable.

Examinons, maintenant, les variations du coefficient de poussée totale, horizontale et verticale, pour une plaque qui serait absolument plane, au lieu d'être courbée comme celle que nous venons d'étudier.

M. Eiffel a fait ses expériences sur une plaque plane ayant une longueur de 85 centimètres et une largeur de 15 centimètres; il a obtenu des courbes de variations des divers coefficients de poussée, représentées par la figure 405.

La courbe K_i représente, comme précédemment, les variations du coefficient de

poussée totale, la courbe K_x celles du coefficient de poussée horizontale, la courbe K_y celles du coefficient de poussée verticale.

La poussée totale croît à mesure que la plaque prend une inclinaison de plus en plus grande. A 0 degré, c'est-à-dire lorsqu'elle est horizontale, le coefficient est nul, et, en effet, la poussée est nulle, la plaque se présentant par sa tranche à la direction du vent qui n'a aucune prise sur elle. Pour une inclinaison de 90 degrés, au contraire,

lorsque la plaque est verticale, la poussée est maximum et le coefficient atteint 0,073. L'accroissement de la valeur du coefficient de poussée totale est très rapide entre 0 et 10 degrés d'inclinaison; il augmente dans de moins grandes proportions entre 10 et 30 degrés, et l'augmentation est encore moins rapide entre 30 et

90 degrés. La courbe K_y représentant les poussées verticales suit sensiblement, comme dans le cas précédent, la courbe des poussées totales jusqu'à une inclinaison de 20 degrés; elle s'élève encore jusqu'à 30 degrés, puis descend et le coefficient atteint une valeur nulle à 90 degrés, la plaque étant, à ce moment, verticale.

Les poussées horizontales représentées par la courbe K_x croissent, pour ainsi dire, d'une façon proportionnelle pour toutes les inclinaisons jusqu'à 60 degrés.

Cette courbe peut, en effet, jusqu'à cet angle, être confondue sans erreur sensible avec une ligne droite. De 60 à 90 degrés,

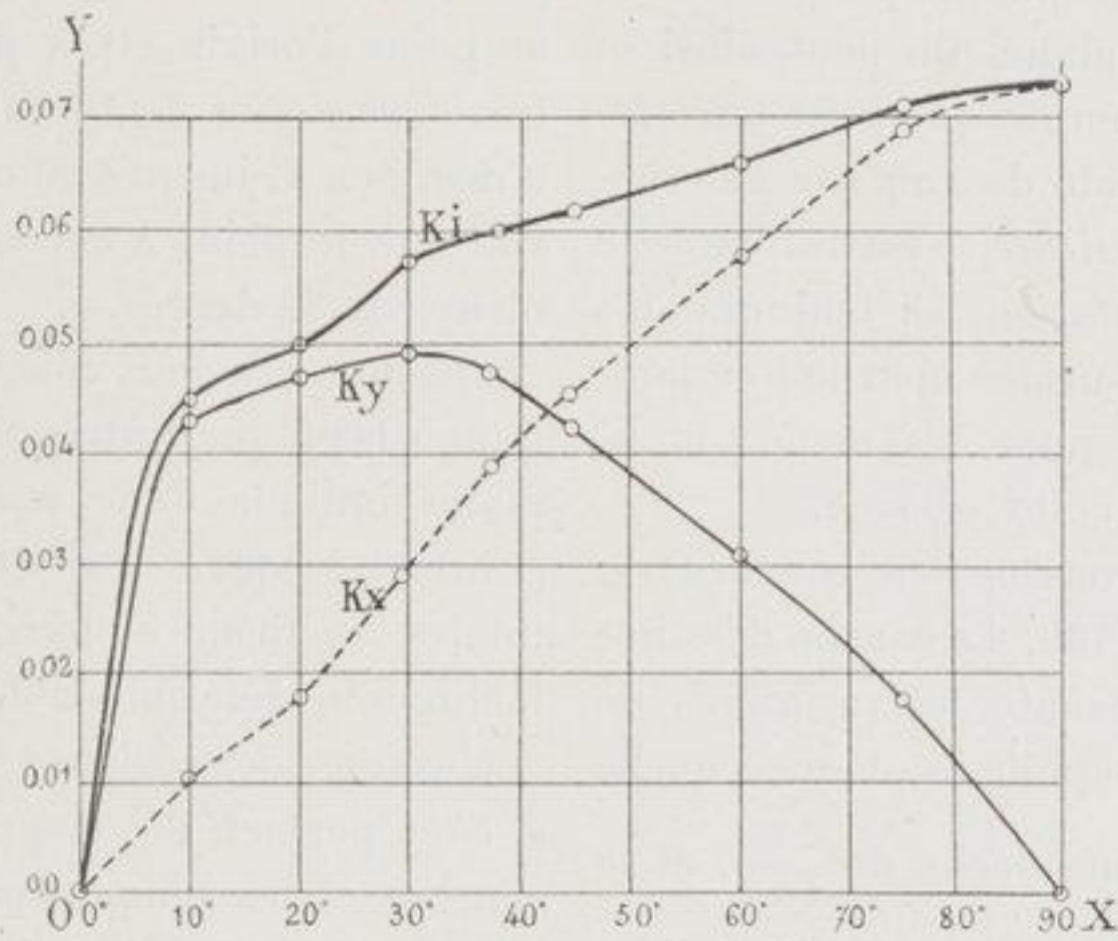


Fig. 405. — Courbe des variations des poussées totales, verticale et horizontale sur plaque plane de 90×15 , flèche 1/13,5.

elle est légèrement incurvée, et le coefficient atteint, pour cette dernière inclinaison, une valeur maximum de 0.073.

Il était très intéressant, au point de vue de l'aviation, de comparer les résultats obtenus à l'aide des deux plaques courbe et plane de dimensions à peu près semblables, pour déterminer la forme la plus rationnelle à donner aux ailes des avions. M. Eiffel a traduit les résultats enregistrés dans les deux figures précédentes de façon à représenter (Fig. 406) par deux courbes les poussées verticales pour la plaque courbe et pour la plaque plane. On peut ainsi se rendre aisément compte que pour une certaine résistance totale de l'air sur une surface, la poussée verticale, c'est-à-dire celle qui assure la sustentation, est toujours plus grande pour une surface courbe que pour une surface plane pour les mêmes inclinaisons données à cette surface.

En effet, considérons les deux courbes tracées dans la figure 406. La courbe dessinée en trait plein représente les variations de la poussée verticale pour la plaque courbe précédente ayant une flèche de $\frac{1}{13,5}$, et la courbe tracée en éléments représente les variations de la poussée verticale sur une plaque plane pour des inclinaisons variant de 0 à 90 degrés.

Ces courbes sont tracées de façon que les ordonnées ou lignes verticales représentent la valeur de la poussée verticale correspondant en chaque point de la courbe à la valeur de la poussée horizontale portée en abscisses sur la ligne horizontale OX.

Ainsi, par exemple, si nous prenons le point A de la courbe en trait plein, nous voyons immédiatement que le coefficient de poussée verticale pour ce point a une valeur de 0,06, représentée par l'ordonnée AB, et qu'à cette ordonnée, qui représente la poussée verticale, correspond une poussée horizontale dont le coefficient a une valeur de 0,036, poussée représentée en gran-

deur et en direction par l'abscisse OB.

D'autre part, si la ligne AB est la poussée ou composante verticale de la poussée totale au point A, et si la ligne OB en est la poussée ou composante horizontale, la diagonale OA du rectangle ayant pour côtés ces deux lignes AB et OB sera la résultante de ces deux composantes et représentera la poussée totale pour le point considéré, A.

Ce point correspond à une certaine inclinaison de la plaque courbe. Cette inclinaison est d'environ 32 degrés. On a, en effet, pour tracer la courbe, rapporté les angles au point d'origine O, à partir duquel on a tracé des angles de 10 en 10 degrés depuis 0 degré en Y, jusqu'à 90 degrés en X, et on voit que le point A correspond à un angle d'environ 32 degrés.

Chacune des deux courbes correspondant l'une à la plaque cintrée, l'autre à la plaque plane indique donc pour chacun de ses points les valeurs respectives des poussées totales, verticale et horizontale pour une inclinaison déterminée de la plaque.

L'examen de ces deux courbes tracées côte à côte permet de comparer les plaques courbes et les plaques planes, au point de vue de l'effort sustentateur et de la résistance à l'avancement pour une direction horizontale.

Les poussées totales comme la résultante OA, étant, pour chacune des courbes, représentées par une ligne joignant le point considéré au point d'origine, O, il convient de remarquer que les poussées totales exercées sur la plaque courbe sont, quelle que soit l'inclinaison, toujours supérieures à celles qui s'exercent sur la plaque plane. En effet, pour un angle d'inclinaison quelconque, prenons 40 degrés, par exemple, les deux points correspondants sur les deux courbes seront les points C et D, de sorte que la poussée totale sera représentée dans un cas par la longueur OC et dans l'autre cas par la longueur OD. Or le point C est obtenu avec une plaque incurvée, tandis que le point D l'a été

avec une plaque plane. La poussée pour la première plaque sera donc plus grande que pour la seconde, quand l'inclinaison est de d'environ 40 degrés. On peut aisément se rendre compte qu'il en est ainsi pour une inclinaison quelconque.

Un autre examen essentiel des résultats obtenus, consiste à rechercher quelle est la plaque la plus avantageuse au point de vue de la sustentation, pour une même résistance totale de l'air, ou, en d'autres termes, pour une même poussée totale.

On sait que sur les deux composantes qui constituent cette poussée totale, la composante verticale représente l'effort de sustentation. Cherchons donc, pour une poussée totale d'une longueur égale à OD , par exemple, la valeur de la composante verticale correspondant à chacune des deux courbes, c'est-à-dire à chacune des deux plaques : cintrée et plane.

Pour la courbe pointillée, la composante verticale de la résultante OD sera la ligne FD , la ligne OF étant la composante horizontale. Par rapport à la courbe en trait plein, le point de cette courbe pour lequel la poussée totale sera égale à la longueur OD , sera le point E obtenu en traçant du point O un arc de cercle de rayon égal à OD . La longueur OE égalera donc la longueur OD . La composante verticale de la résultante OE sera la ligne GE , la ligne OG étant la composante horizontale.

Nous obtenons ainsi, dans un cas, une poussée verticale de valeur représentée par FD , dans l'autre cas, une poussée verticale de valeur GE . Cette dernière longueur, bien supérieure à la première, indique que pour une des courbes correspondant à la plaque cintrée, l'effort vertical de sustentation obtenu est supérieur à l'effort qui correspond à l'autre courbe, c'est-à-dire à la plaque plane, pour une même poussée totale reçue par les deux plaques.

On peut, en outre, remarquer que la poussée totale supposée, qui est la même pour les deux plaques, est obtenue, pour la plaque cintrée, avec une inclinaison beaucoup plus faible qu'avec la plaque plane.

On pourrait, pour diverses valeurs de la poussée totale, comparer les poussées verticales des deux courbes et on trouverait toujours

cette poussée plus grande pour la plaque cintrée que pour la plaque plane.

De plus, la composante horizontale, c'est-à-dire la résistance à l'avancement dans l'air, a une valeur moindre, OG , pour la plaque incurvée que pour la plaque plane, dont la poussée horizontale égale OF .

Il est donc rationnel de donner aux ailes d'aéroplanes une certaine courbure plutôt que de les constituer par une surface complètement plane. On assure ainsi une meilleure sustentation à l'appareil avec un effort de propulsion moindre, et il n'est pas surprenant de voir tous les construc-

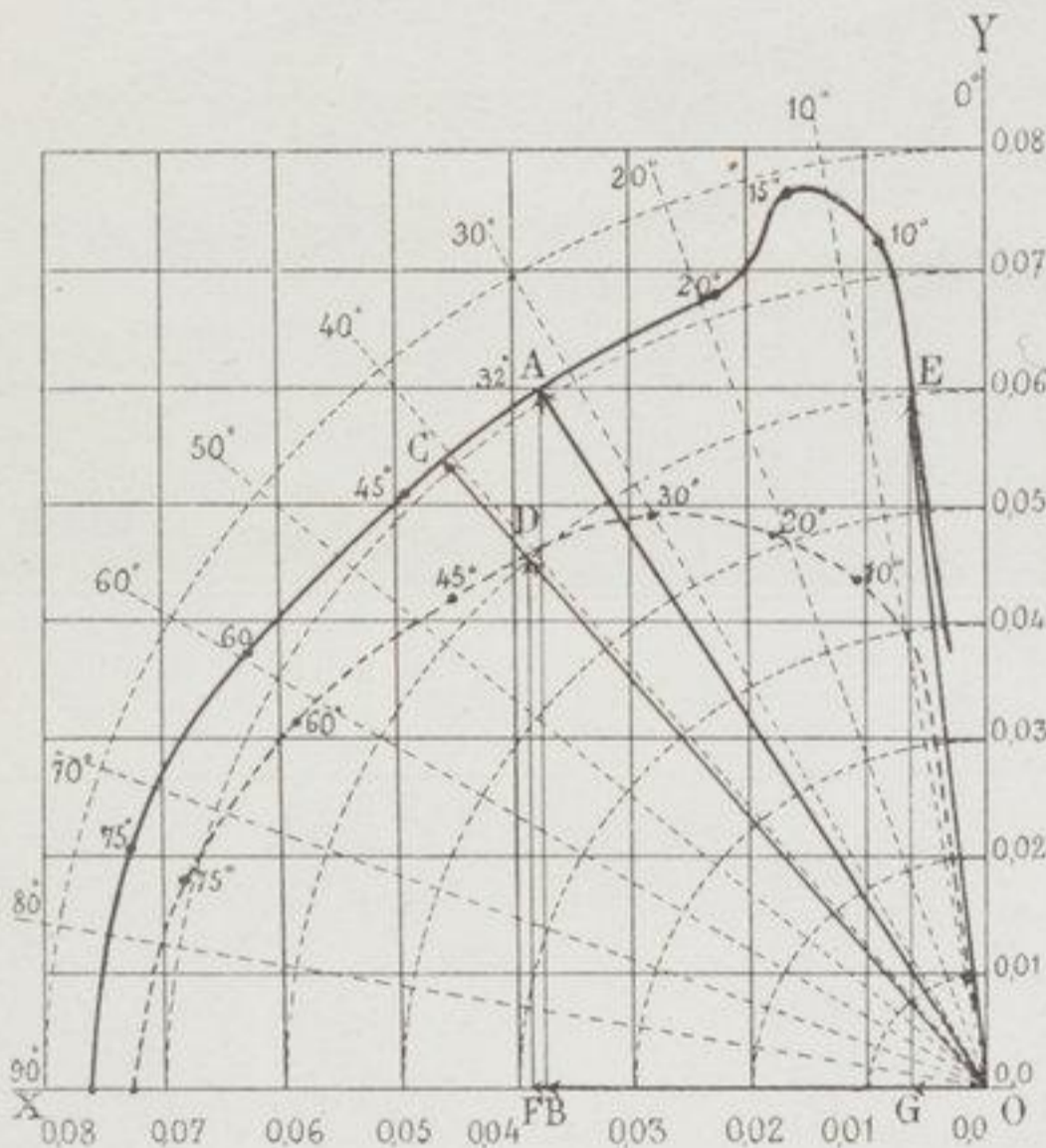


Fig. 406. — Comparaison des résultats obtenus avec plaque courbe et plaque plane.

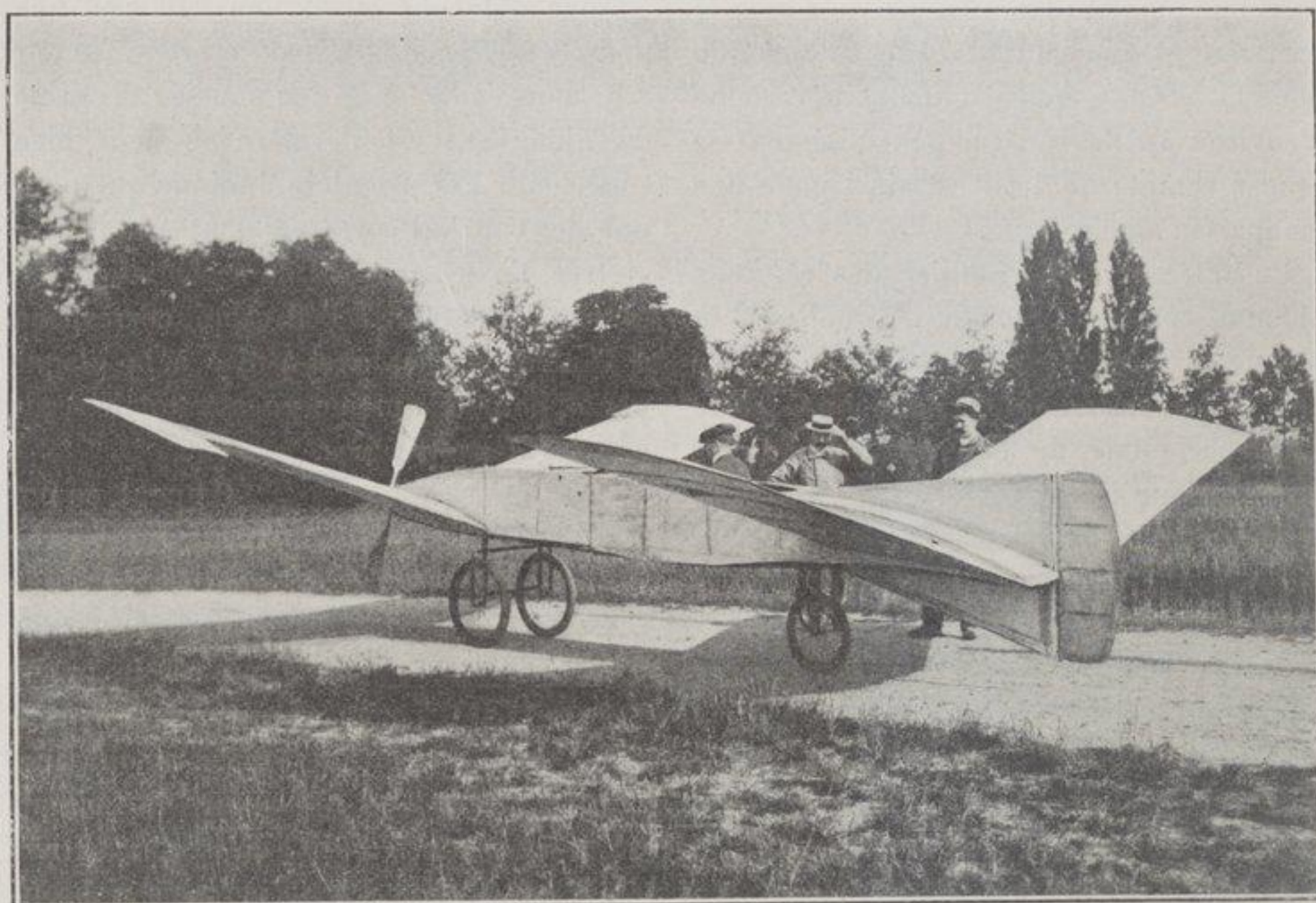


Fig. 407. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — L'aéroplane Blériot n° 3, à Bagatelle, en 1907.

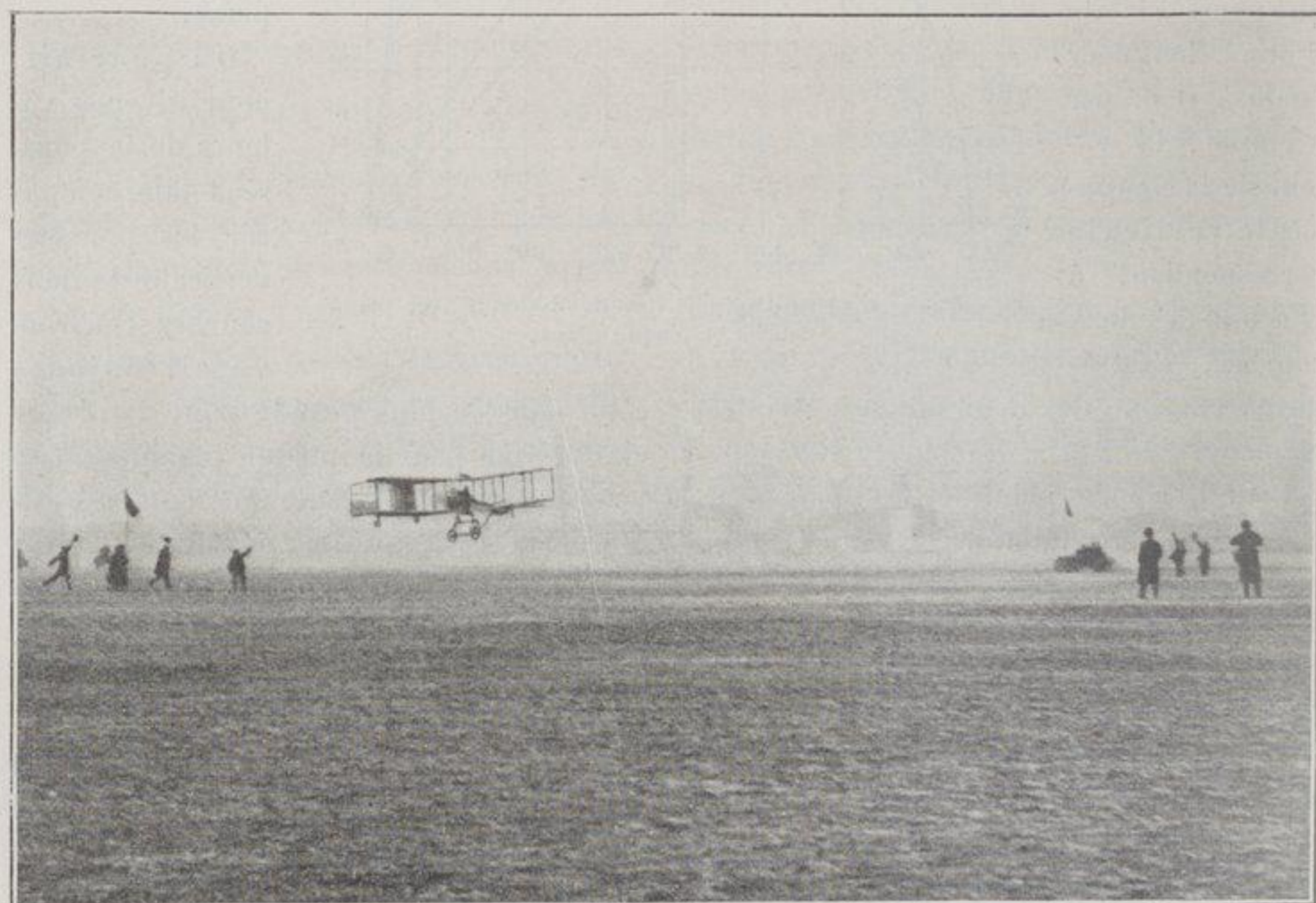


Fig. 408. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Farman boucle le kilomètre à Issy, en janvier 1908.

teurs d'aéroplanes employer cette disposition. Les courbures données aux ailes va- qui donne les résultats les plus avantageux.

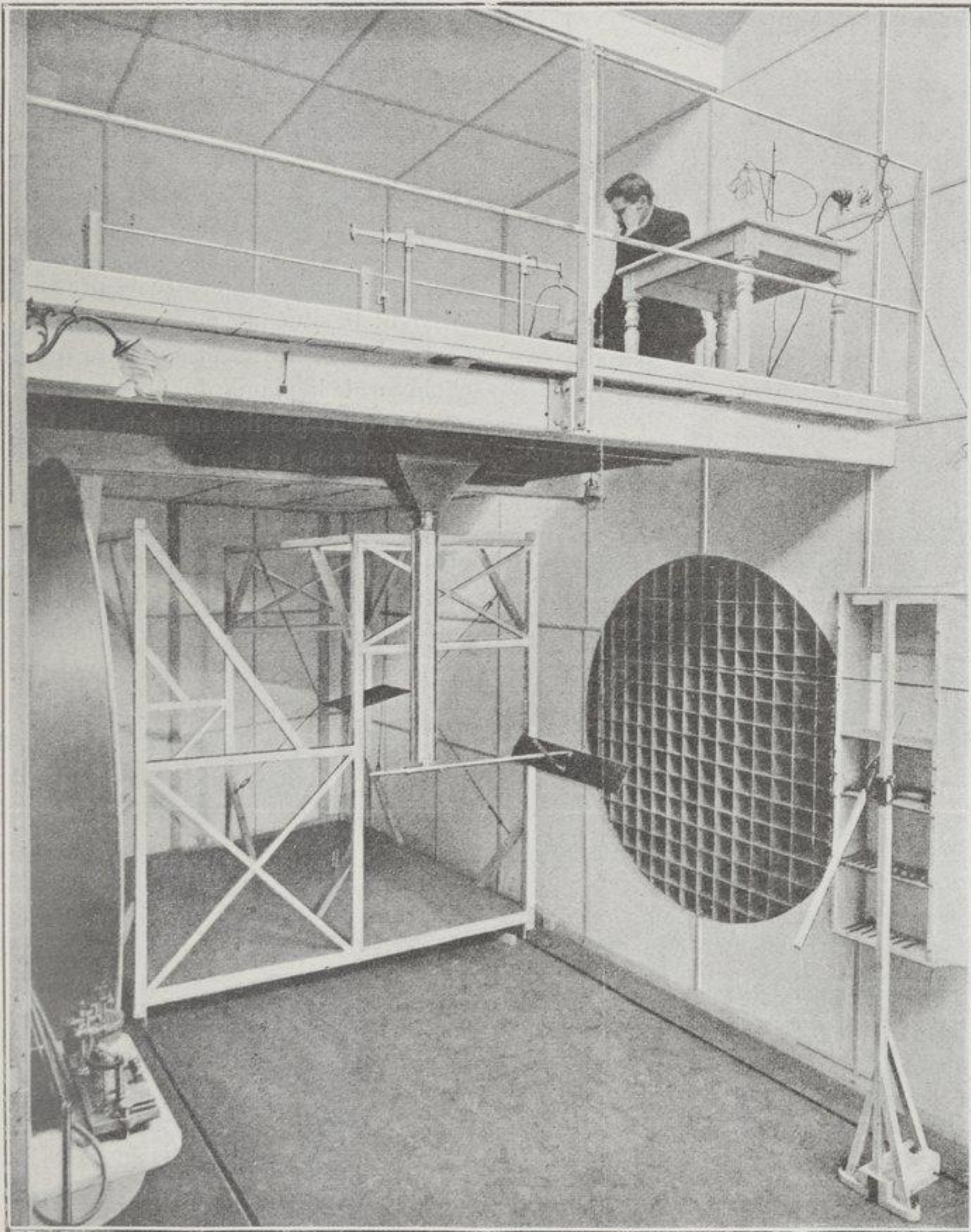


Fig. 400. — Chambre d'expériences du laboratoire aéronautique de M. G. Eiffel.

rien toutefois suivant les constructeurs. Des expériences faites avec les appareils eux-mêmes permettront certainement, d'ici peu de temps, de déterminer quelle est celle

On voit l'intérêt considérable que présentent les études faites sur la résistance de l'air et les résultats obtenus à la suite des recherches expérimentales de M. Eiffel.

Ces recherches ont également porté sur les positions successives que peut occuper

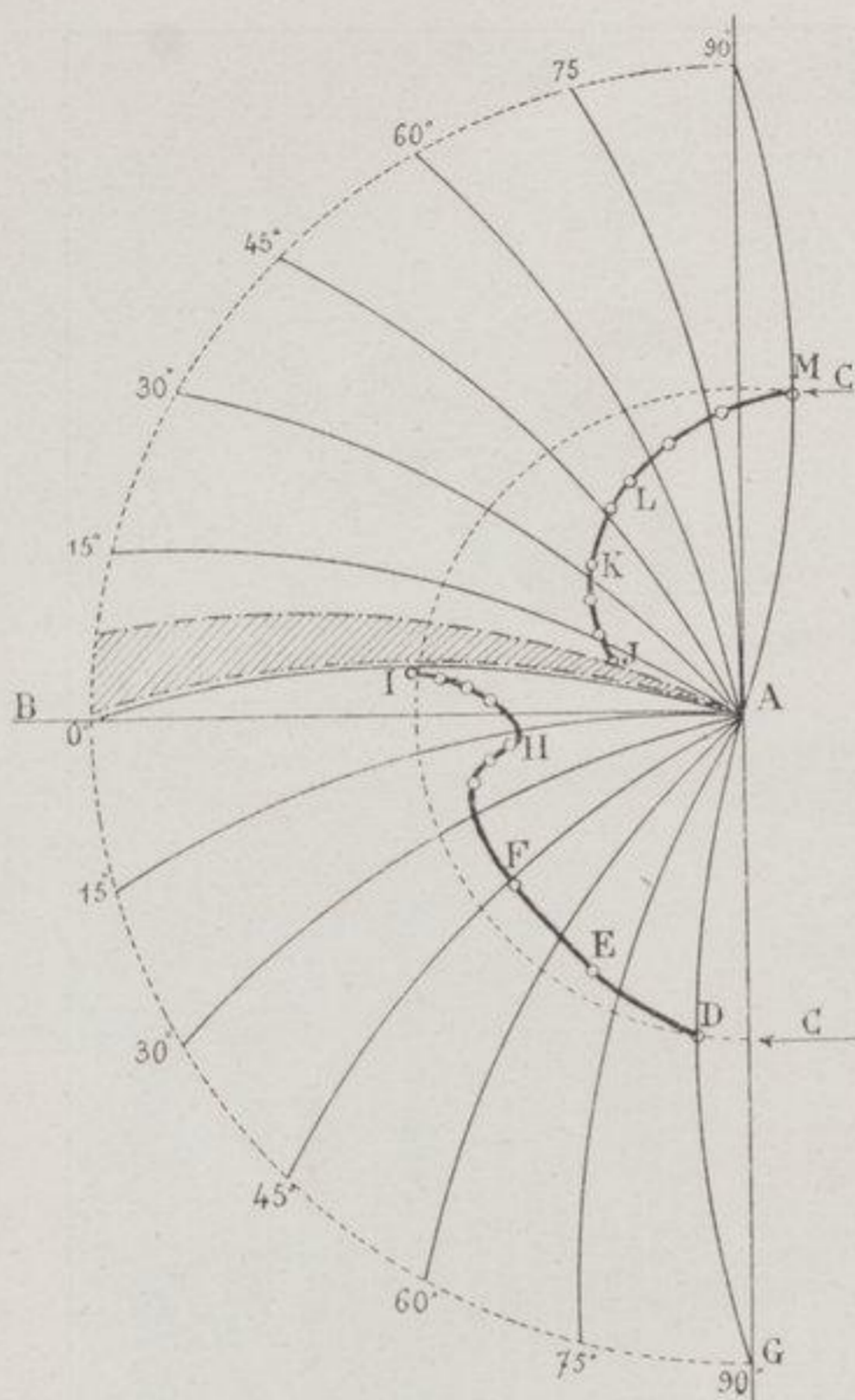


Fig. 410. — Courbe de variation du centre de pression sur une plaque courbe, suivant son inclinaison.

le centre de pression pour une plaque exposée au vent sous des inclinaisons différentes.

Examinons, pour la même plaque cintrée et la même plaque plane précédentes, comment se déplace ce centre de pression.

Supposons d'abord que la plaque courbe AB (Fig. 410) prenne, en pivotant autour de son bord d'attaque A, une série d'inclinaisons de façon à tourner de 90 degrés en dessus et en dessous de sa position normale AB. Le vent étant supposé dirigé horizontalement suivant les flèches C, c'est-à-dire parallèlement à la ligne AB, les centres de pression occupent pour les diverses positions

de la plaque les points D, E, F, etc... indiqués sur la figure 410. La courbe de variation de la position du centre de pression est donc la courbe qui réunit ces divers points. Cette courbe a été tracée au-dessous de la ligne AB pour la face concave de la plaque, et au-dessus pour la face convexe.

Lorsque la plaque occupe la position extrême AG, c'est-à-dire quand elle est placée perpendiculairement à la direction du vent et qu'elle a, par conséquent, une inclinaison de 90 degrés, le centre de pression est au point D situé au milieu de la face AG de la plaque. Au fur et à mesure que l'inclinaison de la plaque diminue pour se rapprocher de la position normale AB, le centre de pression se rapproche du bord A de la plaque. Pour l'angle de 16 degrés qui est l'angle donné par la courbure au bord de la plaque, le centre de pression H occupe la position la plus rapprochée du bord A, puis entre 16 et 0 degrés le centre de pression s'éloigne du bord A et se rapproche du centre de la plaque, où il se trouve, sensiblement, au point I, lorsque la plaque occupe la position AB.

Si l'on continue à faire pivoter la plaque

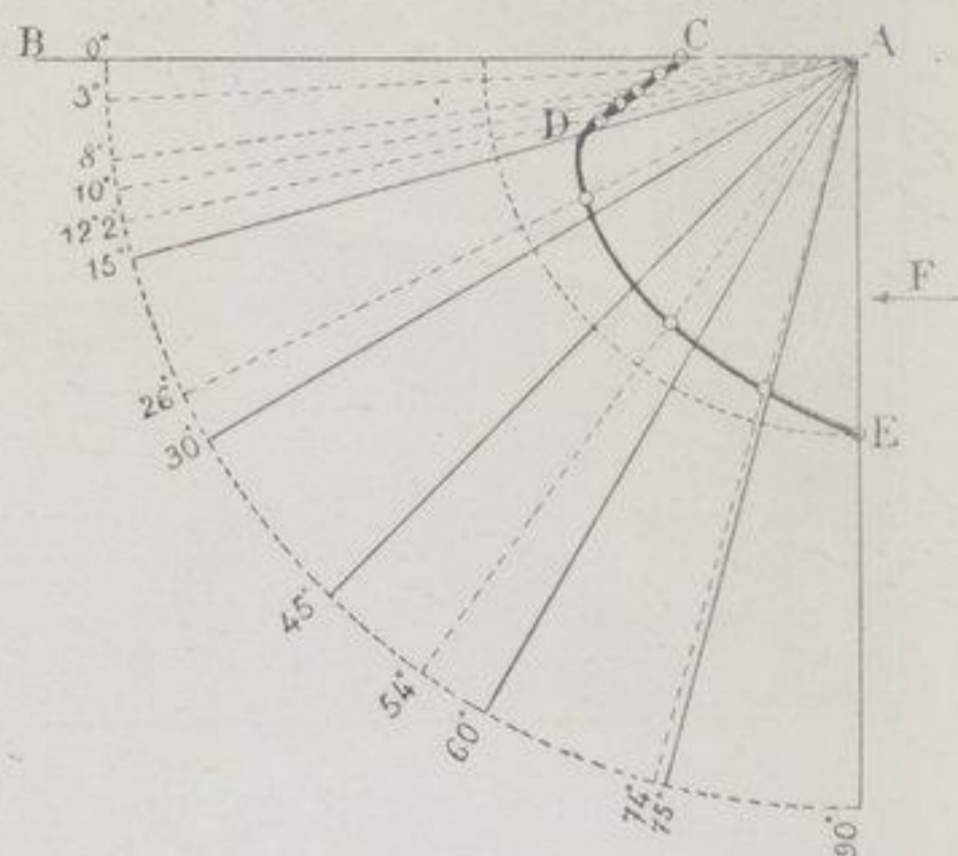


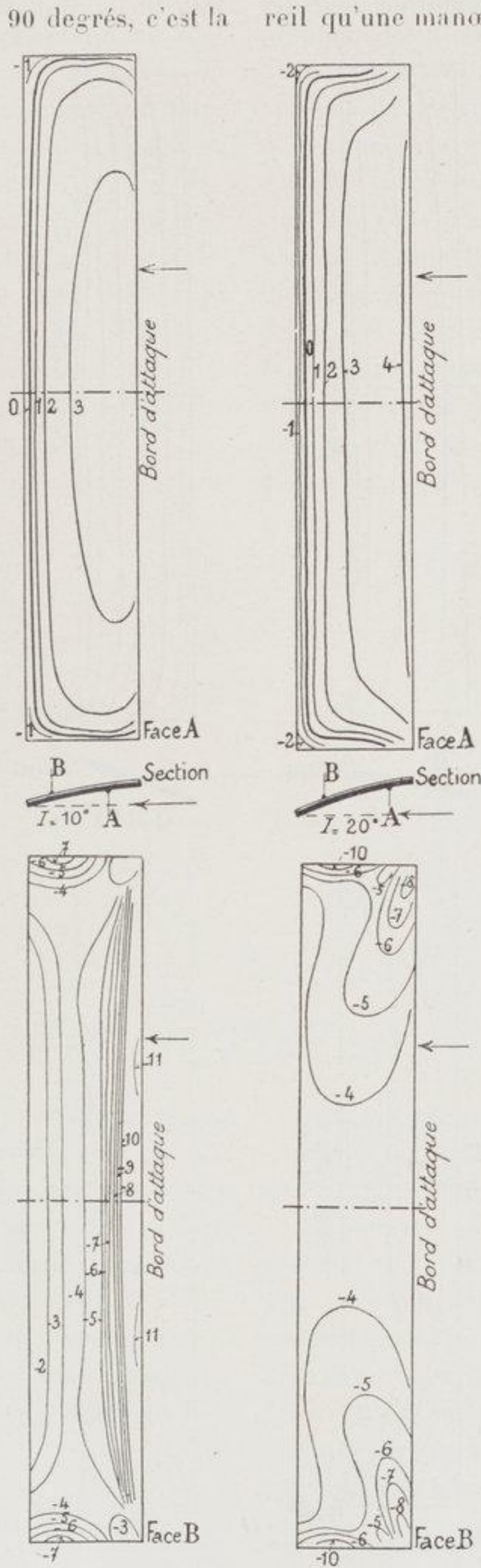
Fig. 411. — Courbe de variation du centre de pression sur une plaque plane suivant son inclinaison.

autour de son bord A de façon à lui donner, au-dessus de la ligne AB, toutes les incli-

naisons depuis 0 jusqu'à 90 degrés, c'est la face convexe de la plaque, sa face supérieure, sur laquelle s'exerce l'action du vent dont la direction est toujours supposée horizontale et représentée par la flèche C. Pendant les 9 premiers degrés, le centre de pression n'occupe pas une position bien déterminée. A partir de 9 degrés, il se trouve au point J, plus près du bord de la plaque que de son centre, et au fur et à mesure que l'inclinaison augmente, le centre de pression occupe des positions successives K, L, etc., qui se rapprochent progressivement du centre de la plaque. Lorsque l'angle atteint 90 degrés, ce centre de pression se trouve en M, au centre même de la plaque.

Ainsi, le centre de la pression due à la résistance de l'air se déplace sur une plaque courbe. Ce déplacement, mesuré sur une aile d'aéroplane d'une largeur de 2 mètres, atteint 30 centimètres comptés du centre de la plaque en allant vers le *bord d'attaque*.

Il en résulte que le *changement d'inclinaison* des ailes d'un aéroplane, en provoquant le déplacement du *centre de pression*, trouble la



Plaque inclinée de 10 degrés. Plaque inclinée de 20 degrés.
Fig. 412 et 413. — Répartition des pressions sur une plaque cintrée.

reil qu'une manœuvre appropriée doit rétablir.

S'il s'agit d'une plaque plane, les variations du centre de pression pour chacune des faces supérieure ou inférieure sont représentées par la courbe de la figure 411.

De 0 à 15 degrés, le centre de pression se déplace rapidement de C en D, c'est-à-dire du bord de la plaque vers le centre. Après 15 degrés, et au fur et à mesure que l'angle augmente, le centre de pression se rapproche du milieu de la plaque, et c'est en ce milieu même E qu'il se trouve, lorsque la plaque, étant inclinée de 90 degrés, est, par conséquent, perpendiculaire à la direction F du vent.

Les expériences faites par M. Eiffel sur la plaque cintrée et la plaque plane, pour lesquelles nous venons de déterminer la valeur des poussées et la variation des centres de pression, ont été complétées par la recherche de la répartition des pressions sur la surface totale de ces plaques et par le tracé des courbes d'égale pression sur chaque face, pour des inclinaisons diverses.

Les figures 412 et 413 représentent le tracé de ces courbes sur

chaque face de la plaque cintrée pour des inclinaisons de 10 et de 20 degrés et les figures 414 et 415 représentent le tracé des courbes sur les faces de la plaque plane pour les deux mêmes angles.

Les chiffres indiqués mesurent la pression, en millimètres d'eau, rapportée à une vitesse du vent de 10 mètres par seconde. On sait qu'une pression indiquée en millimètres d'eau correspond à un effort d'autant de kilogrammes par mètre carré qu'il y a de millimètres d'eau.

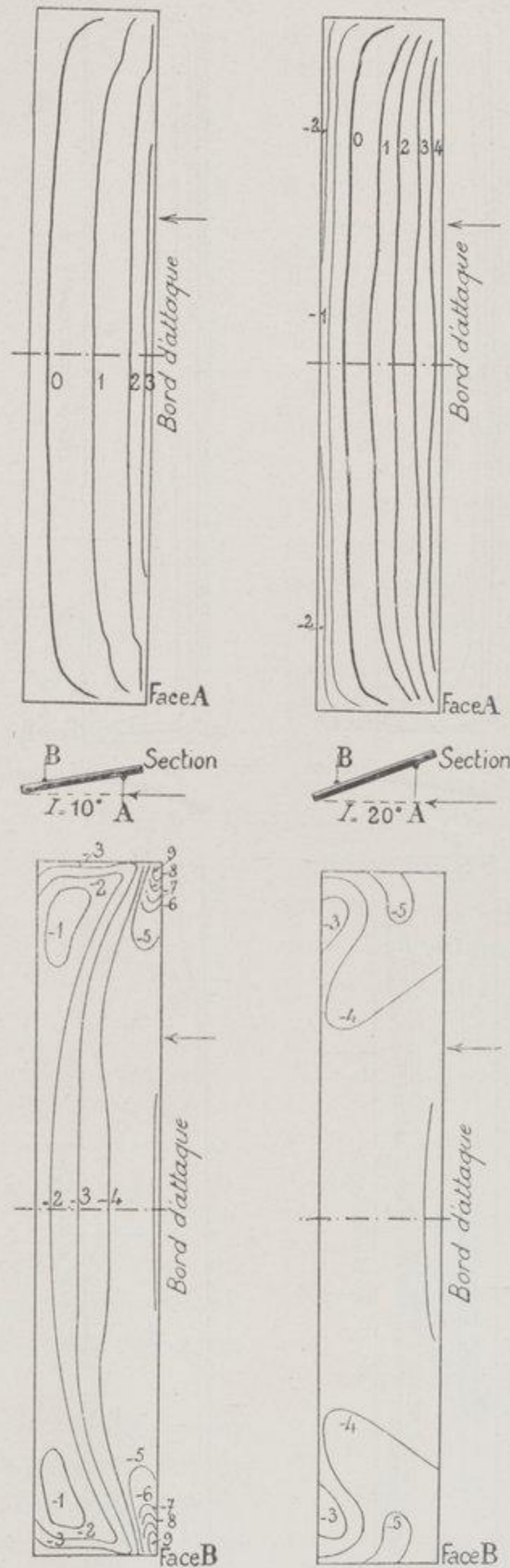
L'examen de ces courbes indique que pour une inclinaison de 10 degrés de la plaque cintrée (Fig. 412), la pression sur la face A qui reçoit le vent reste sensiblement constante sur la ligne médiane de la plaque, et cela, sur une grande partie de sa longueur. Cette pression, égale à 3 millimètres d'eau, diminue ensuite à mesure qu'on s'éloigne du *bord d'attaque*, pour devenir égale à zéro pour le *bord de sortie* du vent.

Pour cette même face A de la même plaque inclinée à 20 degrés (Fig. 413), la répartition des pressions est un peu différente. La pression est plus forte à proxi-

mité du bord d'attaque : elle a une valeur de 4 millimètres d'eau et elle décroît à mesure qu'on se rapproche du bord de sortie; tout près de ce bord, il se manifeste même une *dépression* de 1 millimètre d'eau, indiquée par -1, et, vers les coins de sortie, cette dépression atteint 2 millimètres.

En ce qui concerne l'autre face B de la plaque cintrée, on remarquera, pour l'inclinaison de 10 degrés (Fig. 412), qu'il se produit une très forte *dépression* atteignant 10^{mm},8 d'eau du côté du bord d'attaque. Cette dépression diminue ensuite rapidement et elle a une valeur de 2 millimètres vers le bord de sortie. Toutefois, sur les bords latéraux, cette dépression conserve une valeur assez forte.

Pour l'inclinaison de 20 degrés (Fig. 413), la dépression sur la même face B de la plaque cintrée est moins grande vers le bord d'attaque; elle a une grande valeur vers les bords latéraux, mais elle devient sensiblement constante sur la ligne médiane, sur une partie de la longueur de la plaque.



Plaque inclinée de 10 degrés. Plaque inclinée de 20 degrés.
Fig. 414 et 415. — Répartition des pressions sur une plaque plane.

mité du bord d'attaque : elle a une valeur de 4 millimètres d'eau et elle décroît à mesure qu'on se rapproche du bord de sortie; tout près de ce bord, il se manifeste même une *dépression* de 1 millimètre d'eau, indiquée par -1, et, vers les coins de sortie, cette dépression atteint 2 millimètres.

Les figures 414 et 415 indiquent de quelle

façon se fait la répartition des pressions sur les deux faces d'une plaque plane successivement inclinée à 10 et à 20 degrés. On pourra faire aisément la comparaison entre les résultats trouvés pour cette plaque et ceux trouvés pour la plaque courbe.

Ces résultats démontrent que pour une plaque courbe et pour des angles d'inclinaison compris entre 10 et 20 degrés, la pression sur la face qui reçoit le vent a une valeur d'environ $\frac{1}{3}$ de la pression totale et que la dépression sur l'autre face est égale à environ les $\frac{2}{3}$.

Sur la plaque plane, la pression pour une inclinaison de 10 à 20 degrés n'est que le $\frac{1}{5}$ de la pression totale sur la face exposée au vent, et la dépression sur l'autre face en est les $\frac{4}{5}$.

On peut tirer, de cette étude très instructive, la conclusion que pour les angles d'inclinaison de valeur faible, ne

dépassant pas 20 degrés, l'effort exercé par l'air sur les plaques provient en grande partie de la dépression produite sur la face supérieure, et on a remarqué que les efforts de pression et de dépression se manifestent surtout vers le *bord d'attaque*, les bords latéraux étant soumis sur la face supérieure à des dépressions de grande valeur qui rendent plus considérable l'effort de l'air sur la plaque.

Direction des filets d'air autour d'une plaque

En dehors des nombreuses expériences dont nous venons d'indiquer quelques très intéressants résultats, M. Eiffel a déterminé pour des plaques de formes et

de dimensions différentes la direction que prennent les filets d'air autour de ces plaques simples, ou incurvées, et aussi sur un système de deux plaques placées l'une au-devant de l'autre.

Pour faire des observations sur la direction des filets d'air, on emploie assez souvent de la fumée qui est entraînée dans la direction de l'air, et on note les diverses directions suivies. M. Eiffel s'est servi d'un autre procédé pour effectuer ses expériences. Ce procédé consiste à utiliser des fils de soie fixés à l'extrémité d'une petite tige. Ces fils, très légers, sont entraînés par les

filets d'air dans leur direction, ce qui permet d'observer aisément toutes les inflexions de ces filets autour de la plaque expérimentée.

C'est ainsi qu'ont été tracés les schémas représentés par les figures 416 à 418.

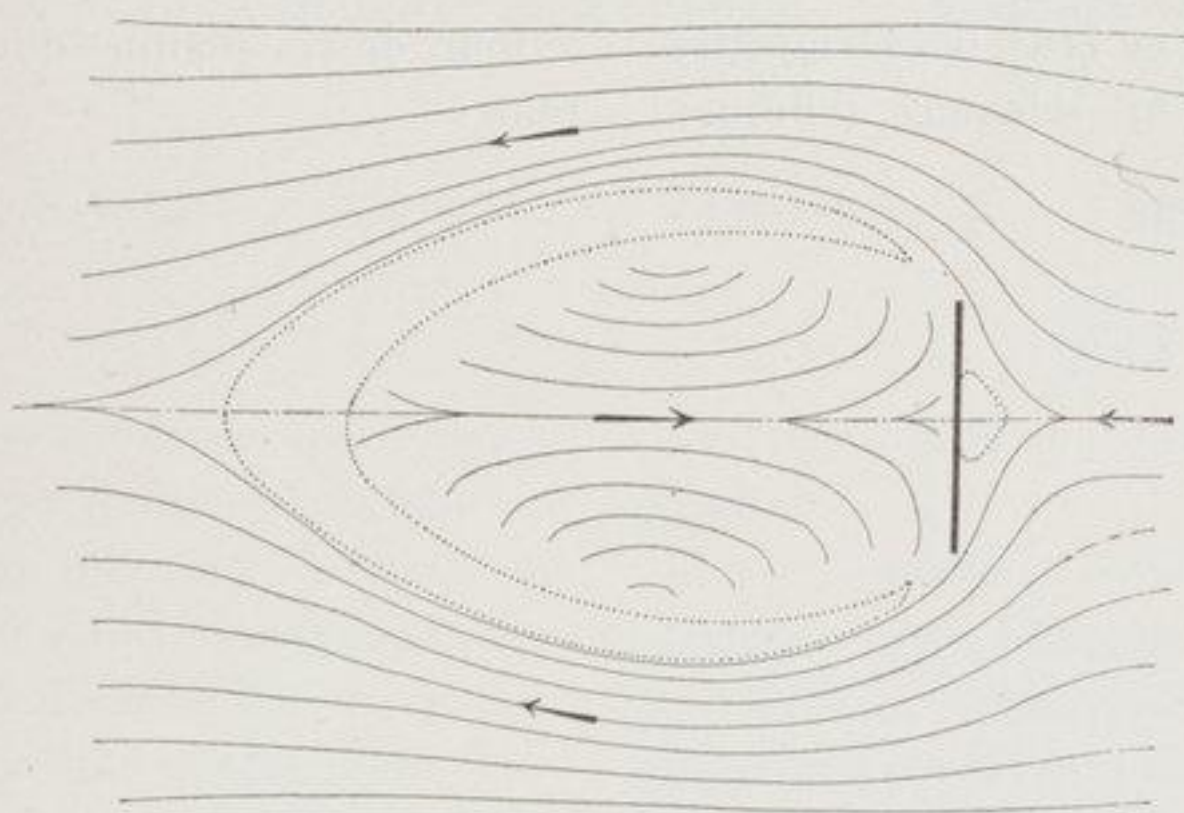


Fig. 416. — Direction de filet d'air autour d'une plaque perpendiculaire à la direction du vent.

Dans la figure 416, pour une plaque plane carrée de 50 centimètres de côté, placée perpendiculairement à la direction d'un vent ayant une vitesse de 10 à 15 mètres par seconde, on voit que les filets d'air s'écartent un peu avant de rencontrer la plaque, passent par ses bords, puis se rejoignent à l'arrière, assez loin, pour redevenir parallèles à la direction du vent. Il se produit une dépression, à l'arrière de la plaque, de sorte que certains filets d'air qui s'en étaient éloignés sont rappelés vers elle.

Les filets d'air qui ont des directions symétriques par rapport à l'axe horizontal, dans le cas de la plaque placée perpendiculairement à la direction du vent, prennent, dans

le cas où les plaques sont inclinées sur cette direction (Fig. 417 et 418), des formes très complexes. Ces deux schémas indiquent nettement les remous d'air qui se produisent autour de ces plaques d'inclinaisons différentes

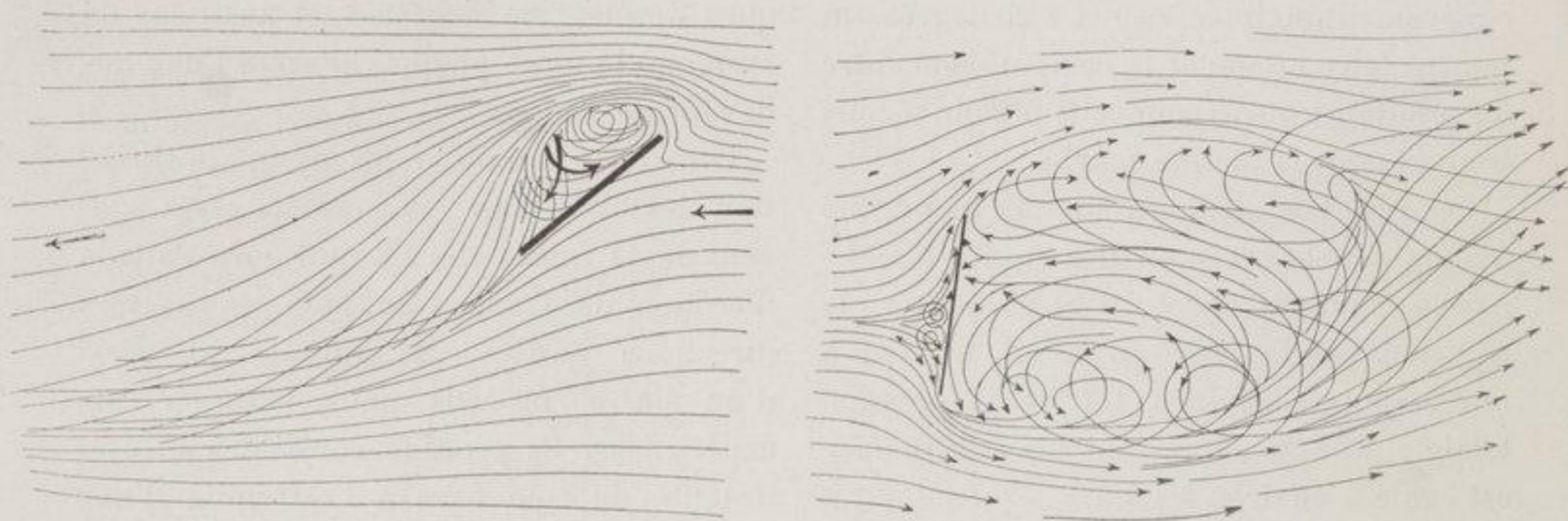


Fig. 417 et 418. — Direction des filets d'air autour de plaques inclinées par rapport à la direction du vent.

direction (Fig. 417 et 418), des formes très complexes. Ces deux schémas indiquent nettement les remous d'air qui se produisent autour de ces plaques d'inclinaisons différentes



SUSTENTATION, PROGRESSION, STABILITÉ DE L'AÉROPLANE

SUSTENTATION ET ÉQUILIBRE DE L'AÉROPLANE.

GOUVERNAIL DE PROFONDEUR.

STABILITÉ DE L'AÉROPLANE : Stabilité longitudinale. — Stabilité latérale. — Stabilité de route.

VIRAGES.

STABILISATEURS MÉCANIQUES : Regnard, — Marmonnier, — Boutbien.

DÉGYROSCOPAGE.

Les études et travaux divers que nous venons de résumer, et qui se rapportent aux cerfs-volants et à la résistance de l'air, vont nous permettre d'établir les conditions à réaliser pour assurer la sustentation, la progression et la stabilité de l'aéroplane.

L'aéroplane est, comme on l'a dit fort justement, un cerf-volant automobile, de sorte que le vent qui est nécessaire pour soutenir le cerf-volant en l'air et qui est produit, quand il est insuffisant, par la course des enfants qui le font voler, est créé, pour ainsi dire, dans l'aéroplane, par l'appareil lui-même. En réalité, l'aéroplane ne produit pas du vent; mais comme, par ses propres moyens, l'appareil peut se déplacer dans l'air avec une certaine vitesse, le résultat obtenu est celui que l'on aurait si l'appareil était immobile le vent ayant une vitesse égale à celle que peut prendre l'appareil. Donc, du fait du déplacement de l'aéroplane dans l'air, il se produit sur les surfaces qui le constituent, les mêmes actions que sur les surfaces du cerf-volant, et les effets de la résistance de l'air sur ces mêmes surfaces sont

identiques à ceux que nous avons examinés plus haut.

Il y a, toutefois, entre le cerf-volant et l'aéroplane une différence essentielle : c'est que ce dernier appareil n'est pas retenu au sol par une corde dont la tension intervient dans l'équilibre du cerf-volant; mais, d'autre part, cette tension est remplacée, dans l'aéroplane, par la force tractive de l'hélice qui lui donne le mouvement.

*Sustentation
et équilibre
de l'aéroplane*

Proposons-nous donc de déterminer les conditions de sustentation et d'équilibre de l'aéroplane. Considérons un aéroplane réduit à sa surface sustentatrice AB (Fig. 419) supposée plane, visible seulement par sa tranche, par suite de sa projection sur le plan vertical. Supposons l'aéroplane, dont la surface AB est inclinée par rapport à l'horizontale, mis en mouvement dans le sens de la flèche CD par un moteur actionnant une hélice, la force de propulsion de cette hélice étant représentée par la ligne CD.

L'appareil en mouvement est soumis à

l'action de trois forces : la traction de l'hélice, la résistance de l'air due à son déplacement, et son poids.

Ces trois forces sont appliquées au point C, qui est le centre de figure de la surface sustentatrice de l'aéroplane. Ce point se confondra en effet, théoriquement, avec le centre de gravité et avec le centre de pression de l'air, et c'est par lui que passera l'axe de traction de l'hélice, parce que nous supposons la surface symétrique par rapport au point C et les charges également réparties sur cette surface.

Le poids de l'appareil appliqué en C sera représenté par la ligne CE en grandeur et en direction. On sait, en effet, que l'action de la pesanteur s'exerce verticalement. La troisième force appliquée au point C est produite par l'avancement de l'aéroplane dans l'air. C'est la résistance qu'oppose l'air à cet

avancement, résistance qui s'accroît, nous le savons, proportionnellement au carré de la vitesse, entre certaines limites. La pression totale exercée par l'air sur la surface AB est représentée par la ligne CF, perpendiculaire, au point C, à cette surface, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut à propos de l'équilibre du cerf-volant.

Donc, en résumé, l'aéroplane est soumis à l'action des trois forces CD, CE et CF. Cette force CF, qui est la pression, ou *poussée totale*, est la résultante de deux autres forces composantes, dont l'une CG est *verticale* et l'autre CH est *horizontale*.

Elle peut donc être remplacée par ses deux composantes, de sorte que l'appareil peut être

considéré comme recevant, en un même point C, l'action de quatre forces, deux étant dirigées verticalement, deux horizontalement, et respectivement dans des directions contraires.

Aufur et à mesure que l'aéroplane avance, sous l'action de son hélice, en roulant sur le sol, sa vitesse augmente et la pression totale de l'air qui s'exerce sur la surface AB augmente également. Les deux composantes de cette poussée totale deviennent aussi de plus en plus grandes, et pour une certaine vitesse, la pression de l'air sur la surface sustentatrice a une valeur

telle, CI, par exemple, que la composante verticale CJ est supérieure à la pesanteur CE. A ce moment, sous l'action de cette poussée verticale, l'aéroplane quitte le sol et il s'élève de plus en plus à mesure que la vitesse augmente.

La sustentation de l'aéroplane est, de la sorte, assurée, et persistera

pendant tout le temps que la vitesse conservera une certaine valeur pour laquelle la composante verticale de la résistance de l'air sera plus grande que le poids de l'appareil.

Ainsi donc, voilà l'aéroplane progressant en se soutenant dans l'air.

Si on suppose que l'inclinaison de la surface AB reste constante, plus la vitesse croîtra, plus la poussée verticale sera importante, et plus l'aéroplane s'élèvera, puisque son poids reste toujours le même. Il importe, cependant, que l'appareil, après avoir atteint une certaine hauteur, puisse progresser d'une manière à peu près horizontale. Pour cela, le pilote de l'aéroplane fait varier l'angle d'inclinaison de l'appareil par la manœuvre

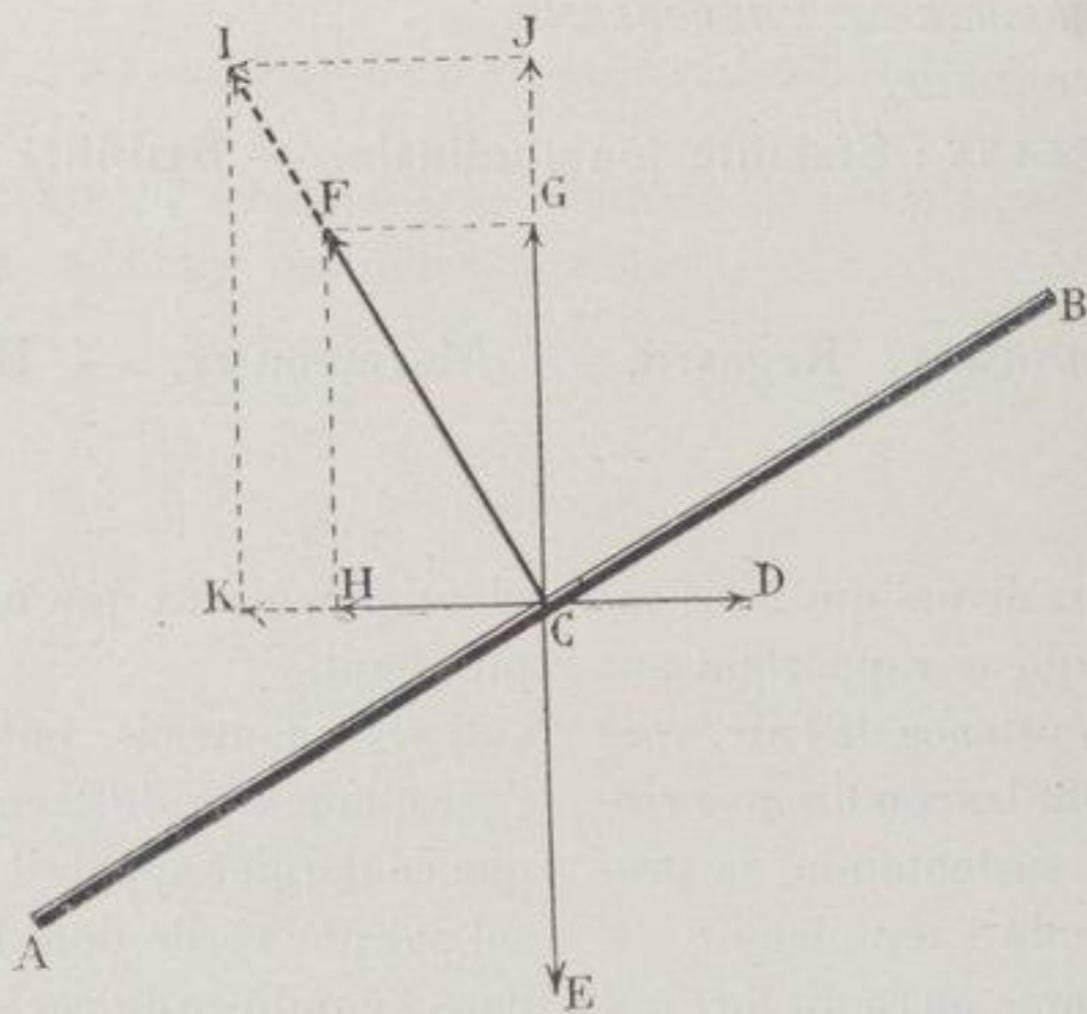


Fig. 419. — Sustentation et équilibre de l'aéroplane.

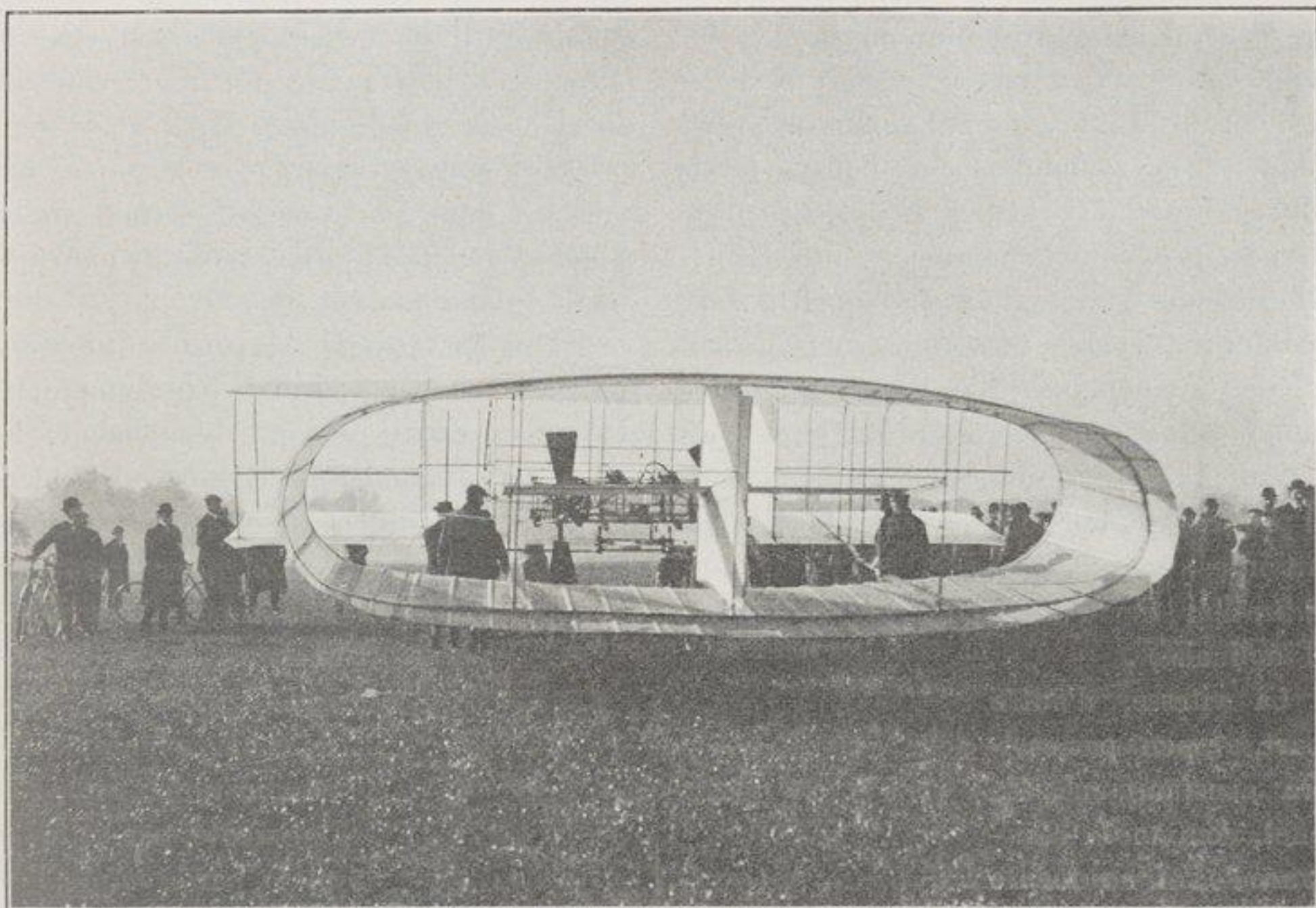


Fig. 420. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Vue arrière du cellulaire Blériot (1906).

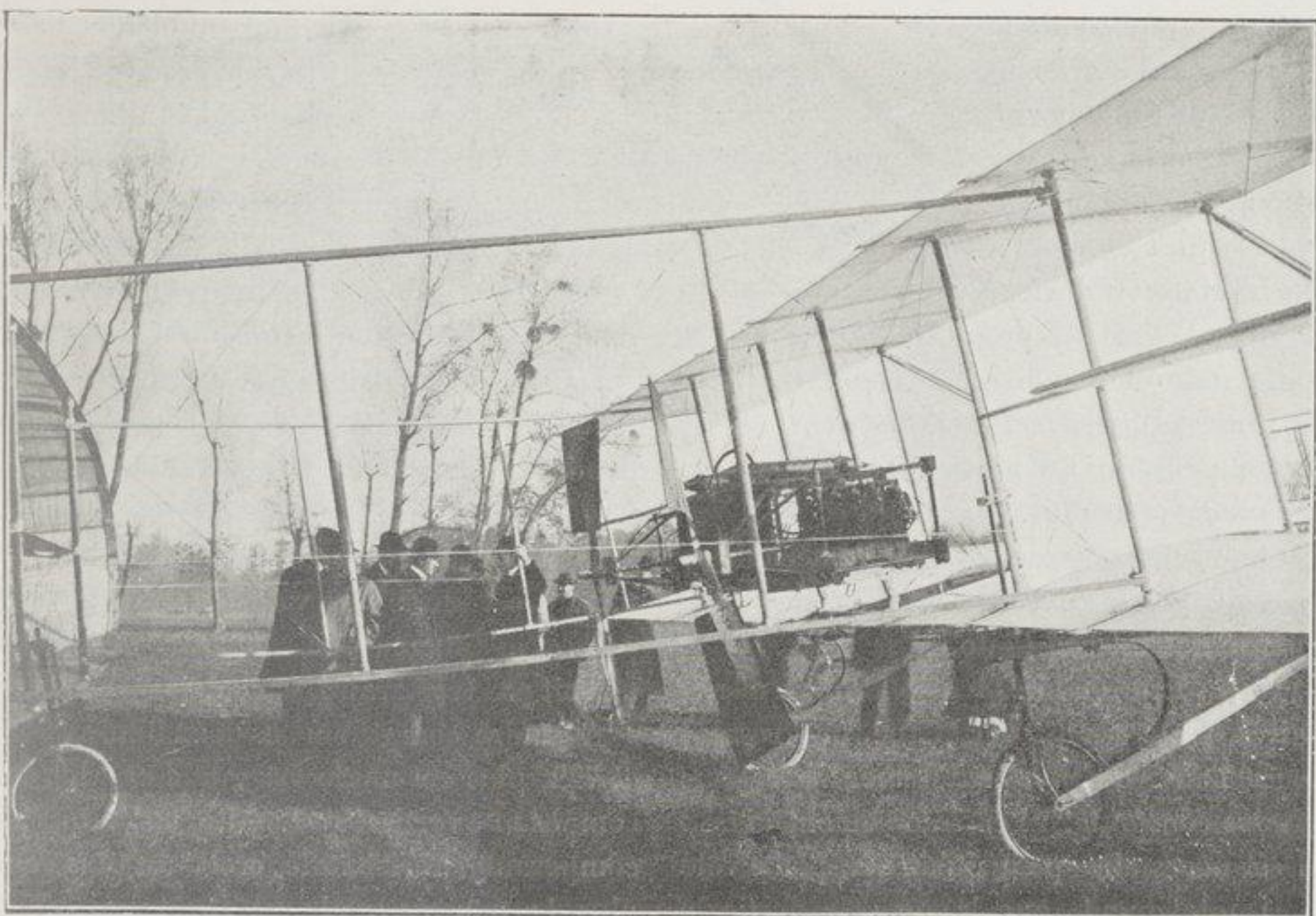


Fig. 421. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Les hélices et le moteur du cellulaire (1906).

d'un organe spécial : le gouvernail de profondeur, dont nous examinerons le rôle plus loin.

Pour un angle d'inclinaison plus grand (Fig. 422) et pour une même poussée totale CI , égale à CI (Fig. 419), la poussée verticale CJ' , qui provoque la montée, est plus faible. Il existe donc un angle pour lequel la composante verticale deviendra exactement égale au poids CE de l'appareil. A ce moment, l'aéroplane cessera de monter et, si toutes les conditions restent les mêmes, il progressera horizontalement à la hauteur atteinte avant la modification de l'angle d'inclinaison.

La vitesse, d'autre part, ne peut pas croître constamment. En effet, comme la résistance de l'air augmente suivant le carré de cette vitesse, sa composante horizontale CH (Fig. 419), qui représente la résistance à l'avancement, croît rapidement, et lorsque la vitesse a atteint une certaine valeur, cette composante horizontale CH devient égale à l'effort de propulsion CD .

Comme elle est dirigée exactement dans le sens opposé à celui-ci, les deux efforts se compensent et à partir de ce moment la vitesse ne croît plus.

Si les conditions de marche du mécanisme moteur restent les mêmes, la vitesse de l'aéroplane est constante.

Voilà donc établies les conditions nécessaires pour qu'un aéroplane progressant dans l'air vole horizontalement avec une vitesse constante. Elles se résument ainsi : Il est nécessaire, pour qu'un aéroplane vole horizontalement, que la poussée verticale soit égale au poids de l'appareil, et pour

que sa vitesse reste constante, il faut que l'effort de traction de l'hélice soit égal à la poussée horizontale qui représente la résistance à l'avancement.

L'aéroplane se trouve, de la sorte, en équilibre dans l'air, pour un certain angle d'inclinaison de sa surface portante par rapport à l'horizontale.

Si l'un des éléments varie, l'équilibre est détruit. Si la vitesse diminue par exemple, la poussée verticale diminue également; le poids est prépondérant, l'appareil tend à descendre; il faut changer l'angle d'inclinaison pour retrouver

une zone d'équilibre. Si le poids de l'appareil diminue par suite de la consommation du combustible, ou, s'il augmente, par suite de pluie, par exemple, l'équilibre est encore détruit; dans le premier cas l'appareil s'élève et il faut augmenter l'angle d'inclinaison pour rétablir l'équilibre, et dans le deuxième cas l'appareil descend et il faut diminuer l'angle d'inclinaison pour re-

donner une position d'équilibre.

L'angle d'inclinaison que la surface portante de l'aéroplane fait avec l'horizontale pendant la marche de l'appareil, est appelé *angle d'incidence*, *angle d'attaque*, ou encore *angle de route*. On donne généralement à cet angle une valeur de 5 degrés.

Il est avantageux, en effet, que cet angle ne soit pas trop grand, car, ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur les deux figures 419 et 422, plus cet angle est grand et plus la composante verticale est petite, tandis que la composante horizontale croît de plus en plus. La poussée totale est, il est vrai, plus grande, mais, par suite de la plus grande

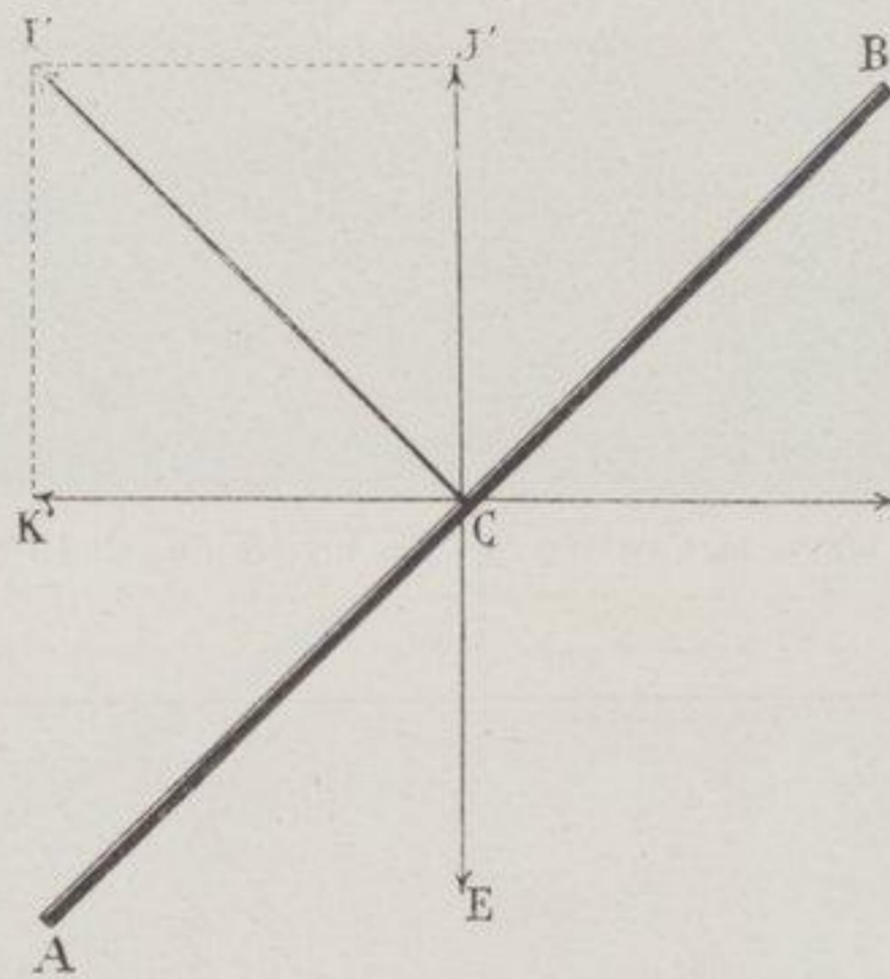


Fig. 422. — Sustentation et équilibre de l'aéroplane.

valeur de la composante horizontale, la résistance à l'avancement se trouve augmentée.

Avec un angle d'incidence petit, la poussée totale, quoiqu'un peu plus faible, est mieux utilisée, car elle est presque complètement transformée en composante verticale, la composante horizontale ou résistance à l'avancement, se trouvant réduite à une valeur très petite.

En résumé, donc, pour assurer dans de bonnes conditions la sustentation d'un aéroplane, on donne à l'angle d'incidence une faible valeur, tandis que la vitesse doit avoir la plus grande valeur possible, afin de

permettre de diminuer la surface portante. Cette surface, cependant, constituée par les ailes, doit être suffisante pour que, dans le cas d'arrêt

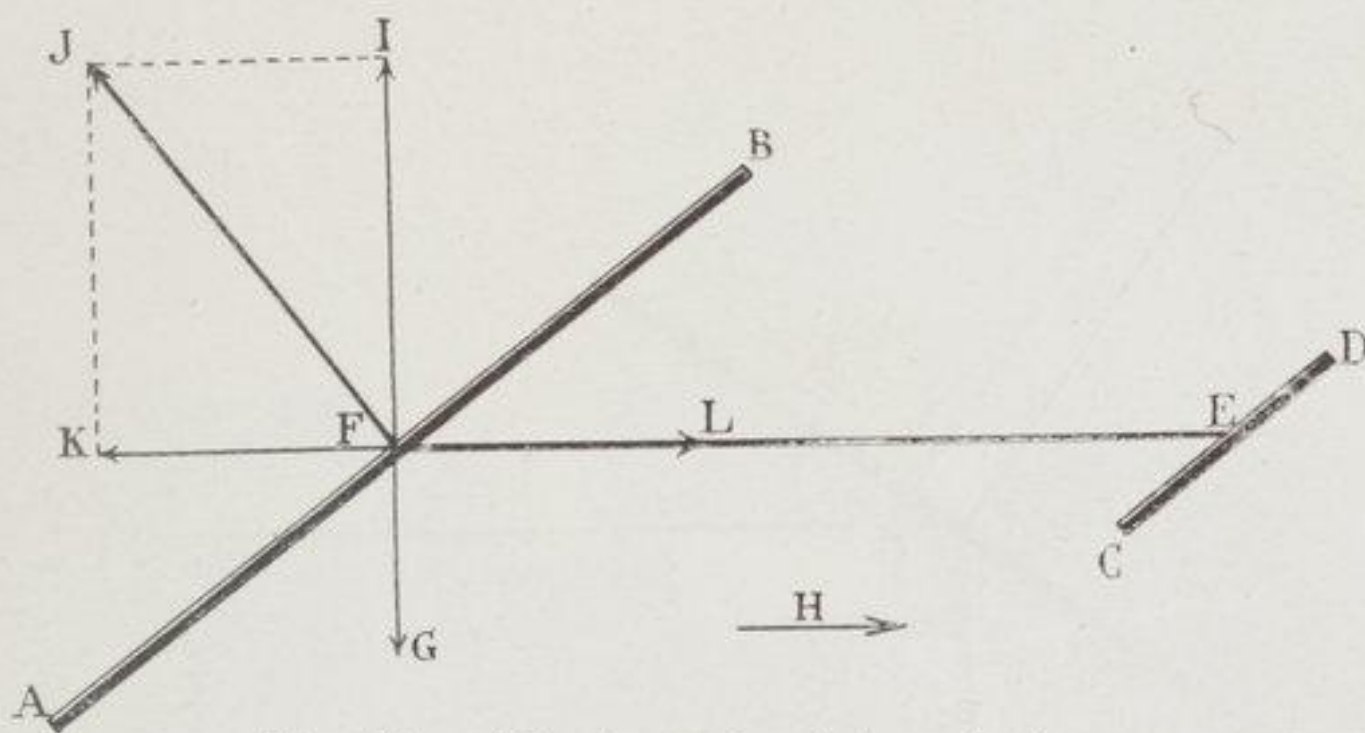


Fig. 423. -- Rôle du gouvernail de profondeur.

du moteur, pendant la marche en l'air, l'appareil puisse descendre en étant soutenu par ces surfaces et ne pas se briser sur le sol. La proportion à donner aux dimensions des ailes est importante également, au point de vue de la sustentation. On établit ces ailes de façon que leur longueur soit cinq à six fois plus grande que leur largeur. Les ailes ont, de la sorte, une grande *envergure* qui, tout en permettant d'utiliser plus complètement la résistance des filets d'air, aide également à la stabilité latérale, ainsi que nous allons le voir. Les surfaces sustentatrices sont, en outre, incurvées. Nous avons, précédemment, montré les avantages qu'ont ces surfaces courbes sur les surfaces planes et la meilleure utilisation

qu'elles permettent de la résistance de l'air.

Les divers éléments que nous venons d'énumérer et qui concourent à assurer une meilleure sustentation de l'appareil, déterminent ce que l'on appelle la *qualité sustentatrice* de l'aéroplane.

Gouvernail de profondeur L'organe qui permet, par sa manœuvre, de faire varier l'angle d'incidence, est le *gouvernail de profondeur*. Cette manœuvre provoque donc, d'après ce que nous venons de voir, ou la montée, ou la descente de l'aéroplane.

Le gouvernail de profondeur est une surface, placée soit en avant, soit en arrière de

la surface sustentatrice, qui peut, en oscillant autour d'un axe horizontal, prendre des inclinaisons différentes par rapport à l'horizontale, à la vo-

lonté du pilote de l'aéroplane.

Examinons de quelle façon s'exerce l'action du gouvernail de profondeur.

Prenons un aéroplane dont la surface sustentatrice est représentée schématiquement, vue par sa tranche, par la ligne AB (Fig. 423), et supposons qu'en avant de cette surface soit disposé le gouvernail de profondeur représenté par une surface CD vue par sa tranche. Ce plan peut pivoter autour de l'axe horizontal E fixé en bout d'une charpente rigide quelconque FE solidaire de la surface sustentatrice. Si nous supposons l'aéroplane en marche dans le sens de la flèche H avec une vitesse uniforme, nous savons que la résistance totale de l'air FJ qui s'exerce sur la surface AB a une composante verticale FI

égale au poids FG de l'appareil et que sa composante horizontale FK est égale à l'effort de traction FI de l'hélice, ces forces étant appliquées au *centre de poussée* F , qui se confond avec le *centre de gravité* de l'appareil.

Si cet état d'équilibre est troublé par la manœuvre du gouvernail de profondeur et si cet organe est orienté pour faire, par exemple, avec l'horizontale, un angle plus grand (Fig. 424), quelle va être l'influence de cette oscillation sur la stabilité d'altitude de l'aéroplane?

Du fait de son inclinaison plus grande, l'action de l'air s'exerce sur la surface du gouvernail de profondeur d'une manière plus efficace, et la poussée totale sur ce plan se trouve augmen-

tée. Si la résistance supplémentaire de l'air reçue par le gouvernail de profondeur est représentée par la ligne EM , l'aéroplane se trouve ainsi être soumis à une force supplémentaire placée au bout du bras de levier FE , la pression totale de l'air sur la surface sustentatrice étant toujours restée égale à FJ . On peut remplacer les deux efforts FJ et EM qui s'exercent maintenant sur l'appareil par un effort unique, mais le point d'application de cet effort ne peut plus se confondre avec le point F . Il se trouvera nécessairement en avant de ce point et à une distance qui sera d'autant plus grande que l'augmentation de la résistance de l'air sur le gouvernail de profon-

deur, c'est-à-dire l'effort EM , sera plus considérable.

Si l'effort unique est représenté par la ligne HI dont le point d'application est en H , on voit qu'il s'est produit un couple qui détruit l'équilibre de l'aéroplane.

En effet, l'appareil est soumis d'une part à cet effort HI et d'autre part la pesanteur s'exerce suivant la ligne FG . Ces deux efforts qui, auparavant, avaient le même point d'application F , sont séparés maintenant par un bras de levier FH . L'aéroplane sollicité par ces efforts se déplacera dans le sens de la

flèche K , l'inclinaison de la surface sustentatrice augmentera et la pression de l'air sur cette surface augmentera également.

Ce mouvement d'inclinaison suivant la flèche se

continuera jusqu'à ce que le nouveau centre de poussée se trouve sur la ligne verticale passant par le centre de gravité. Mais, pendant ce mouvement, tout l'avant de l'appareil se déplace et celui-ci progresse en montant. Lorsque l'altitude désirée est atteinte, une autre manœuvre appropriée du gouvernail de profondeur permet de reprendre la marche dans la direction horizontale.

Quand le gouvernail horizontal prend une inclinaison inverse de celle de la figure 424, l'aéroplane s'incline aussi en sens inverse et il descend en progressant.

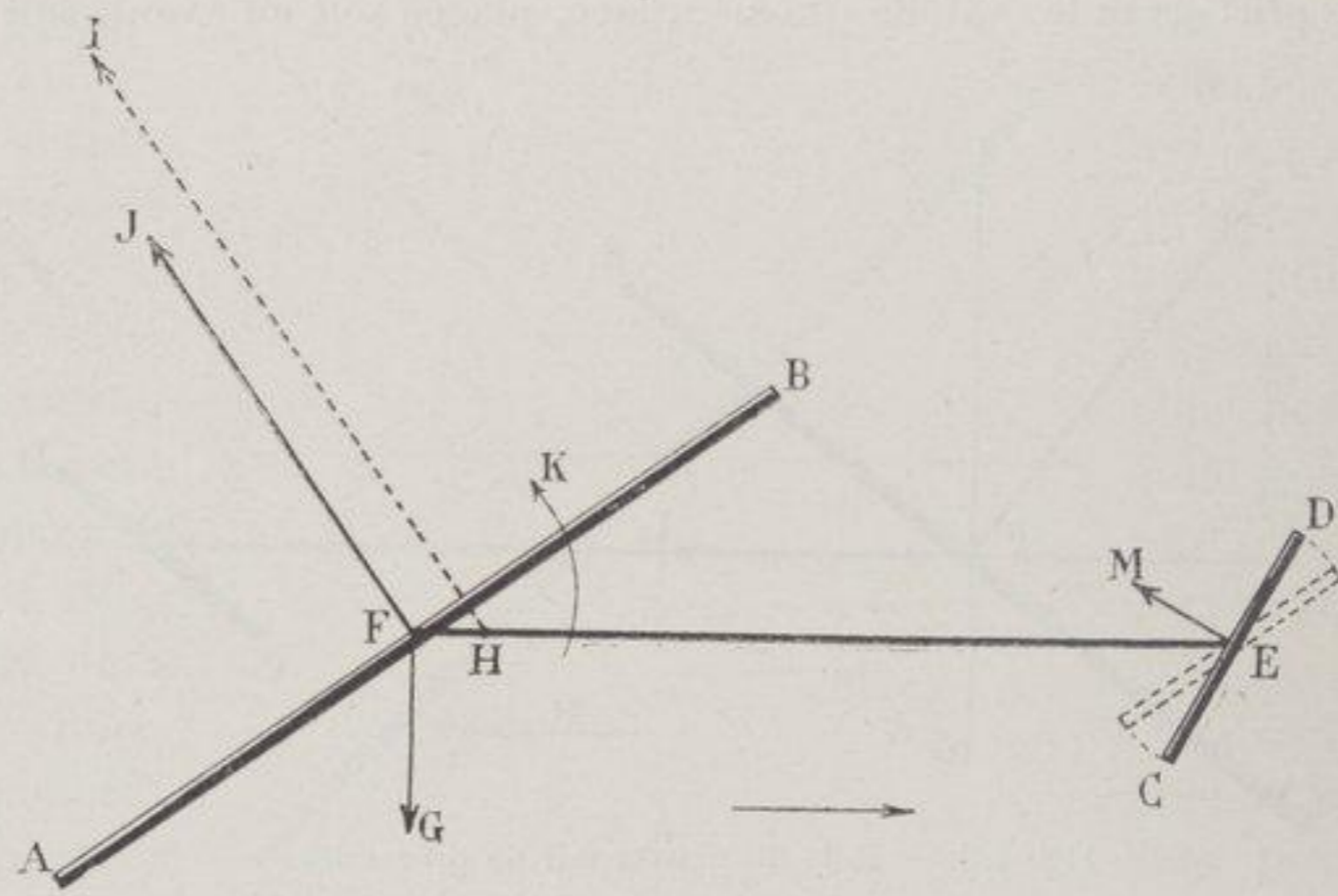


Fig. 424. — Rôle du gouvernail de profondeur.

Stabilité de l'aéroplane La progression et la sustentation de l'aéroplane étant obtenues, il reste à assurer sa stabilité. Nous venons d'examiner le rôle du gouvernail de profondeur dans l'obtention de l'équilibre de l'appareil pendant la marche. Ce gouvernail de profondeur assure, en quelque sorte, la *stabilité d'altitude*, mais il faut, en outre, comme pour les aérostats dirigeables, que la *stabilité longitudinale*, la

stabilité longitudinale pourraient aisément être obtenus.

Mais cette condition ne pourrait être réalisée que dans une atmosphère absolument calme, ce qu'il n'est pas possible d'escompter. Il y a, en effet, constamment dans l'atmosphère, des courants aériens, des vents dirigés dans tous les sens, produisant des déplacements plus ou moins violents d'air et des remous qui nuisent considérablement à la stabilité

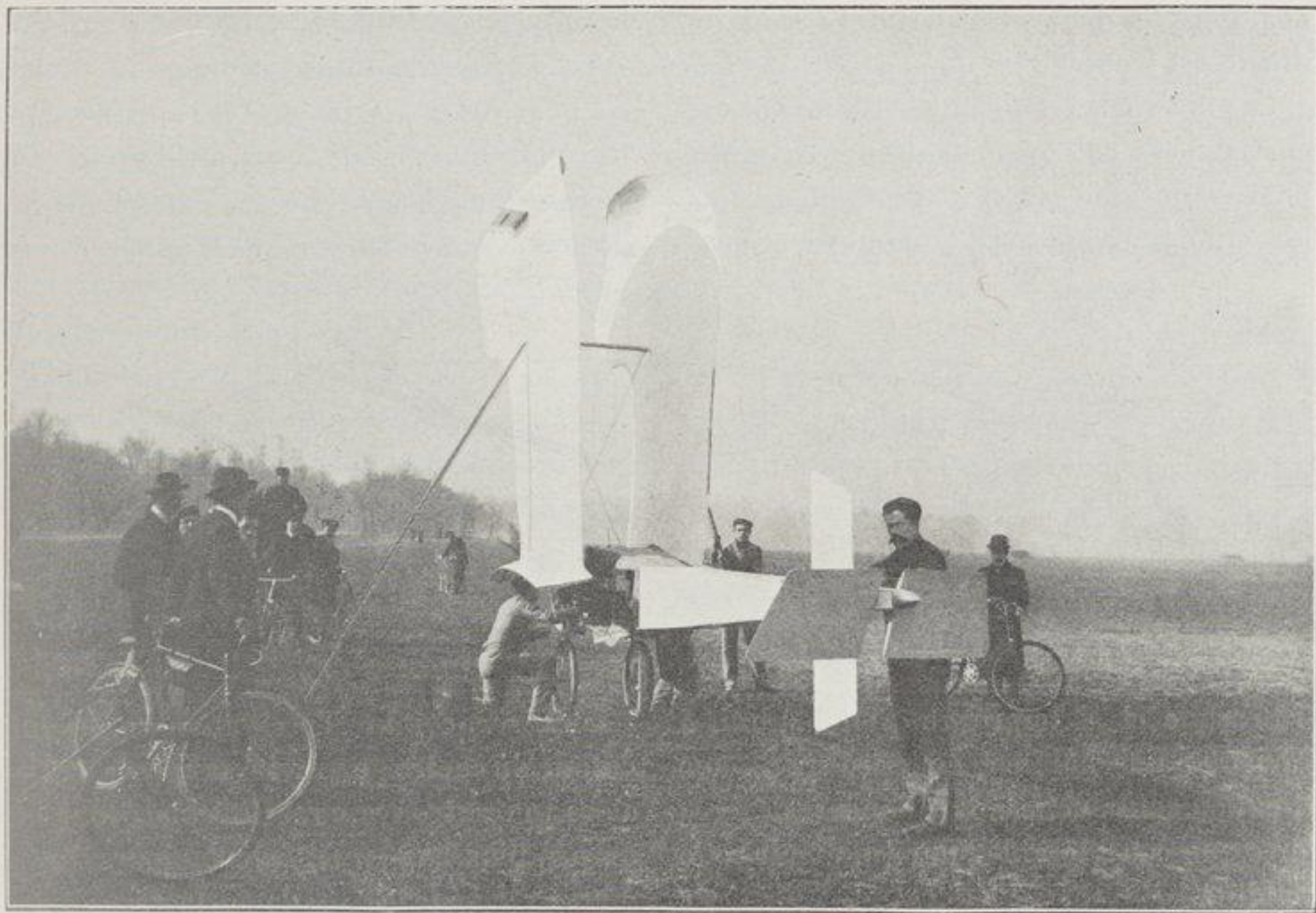


Fig. 125. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — L'oiseau Blériot, ailes relevées, à Bagatelle (1907).

stabilité latérale et la *stabilité de route* de l'aéroplane soient également réalisées pour que sa marche s'effectue en toute sécurité.

Examinons par quels dispositifs on assure à l'appareil ces différentes stabilités.

Stabilité longitudinale Quand un aéroplane progresse dans l'air, sa sustentation est assurée, nous le savons, par la résistance de l'air qui s'exerce sur les ailes. Si cette résistance intervenait seule, l'équilibre de l'aéroplane et, par conséquent, sa

de l'aéroplane. L'action de ces courants aériens sur les surfaces sustentatrices vient s'ajouter à l'action de la résistance de l'air et il en résulte, suivant le point d'application de ce nouvel effort, un mouvement de *tangage* de l'aéroplane. Si, en effet, le centre de poussée, par suite de l'action du vent se trouve reporté en avant, c'est-à-dire vers le bord d'attaque des surfaces sustentatrices, ce centre de poussée n'étant plus sur la verticale qui passe par le centre de gravité, il se produit un *couple de renversement* qui

tend, comme nous venons de le voir plus haut, à donner aux surfaces sustentatrices et, par conséquent, à l'appareil une inclinaison plus considérable. L'appareil *se cabre*, pour employer une expression couramment usitée par les aviateurs. Si, au contraire, le vent agit sur les surfaces sustentatrices de telle sorte que le centre de poussée se trouve reporté en arrière de la ligne verticale passant par le centre de gravité, l'appareil s'incline en avant; on dit alors qu'il *pique du nez*. Dans les deux cas, sa stabilité longitudinale est troublée.

Le pilote peut, dans une certaine mesure, corriger ces défauts de stabilité par la manœuvre du gouvernail de profondeur, mais les actions du vent se produisent d'une façon

ménagé un espace où pourront prendre place le pilote et les passagers.

Le fuselage a, ainsi que nous le verrons lors de la description des appareils, une forme effilée, la partie rétrécie se trouvant vers l'arrière, afin de permettre aux filets d'air de glisser le long des parois sans exercer d'action perturbatrice sur la charpente qui le constitue. On recouvre même, dans certains modèles d'appareils, le fuselage d'une toile pour assurer d'une façon plus efficace le glissement des filets d'air.

La surface stabilisatrice CD est placée au bout de la queue de l'aéroplane, dans le sens horizontal, c'est-à-dire suivant la direction de marche normale. Lorsque, pour une raison quelconque, l'appareil tend

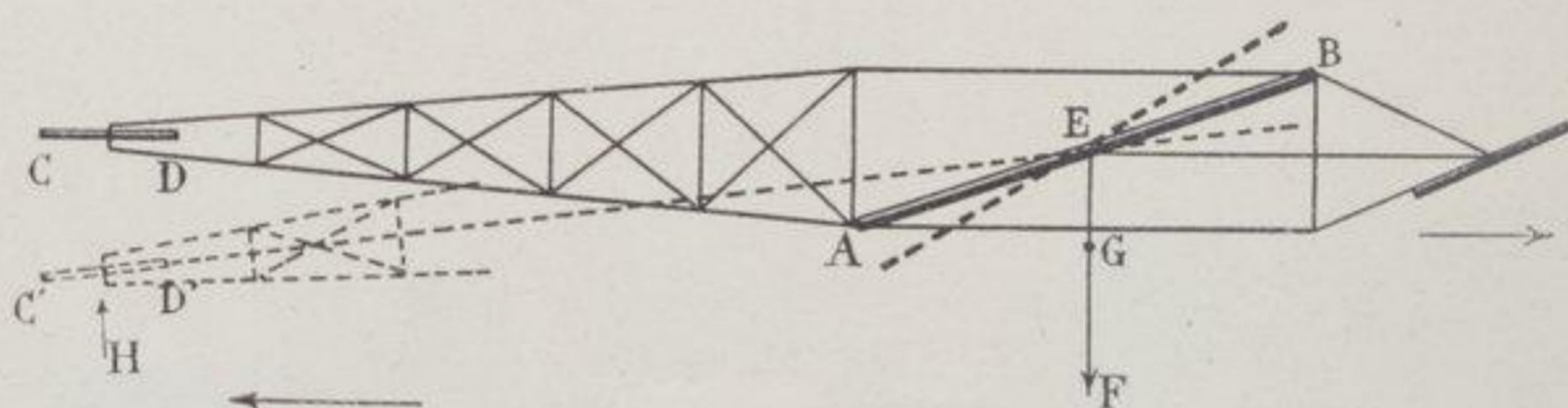


Fig. 426 — Stabilité longitudinale de l'aéroplane.

si brusque et si imprévue qu'il faudrait à l'aviateur une habileté extraordinaire, une attention continuelle et une dépense de force physique considérable pour maintenir cette stabilité.

On a donc songé à rendre cette stabilisation automatique et, pour cela, on a employé de nombreux dispositifs.

L'un d'eux, le plus employé, consiste à munir l'aéroplane d'une queue qui porte, à son extrémité, une surface constituée d'une façon analogue aux surfaces sustentatrices.

Cette nouvelle surface CD (Fig. 426) est rendue solidaire de la surface sustentatrice AB par une légère charpente, faite, le plus souvent à claire-voie, pour diminuer la résistance de l'air pendant la marche. C'est le *fuselage* qui relie, en somme, les *ailes* à la *surface stabilisatrice* de queue et dans lequel est

à *se cabrer*, comme l'oscillation se produit autour du centre de gravité supposé en E, — alors qu'il se trouve, en réalité, placé toujours un peu plus bas en G, mais toujours sur la même verticale EF, — la surface sustentatrice AB fait un angle plus grand avec l'horizontale et par suite le fuselage dont elle est solidaire s'abaisse vers l'arrière et vient prendre la position indiquée en pointillé dans la figure 426. La surface stabilisatrice placée à l'extrémité arrière prend une position C'D' qui est oblique par rapport à la direction de la marche. L'action de l'air peut donc s'exercer sur cette surface et cette action, dirigée dans le sens de la flèche H, tend à replacer l'extrémité arrière de l'appareil dans la position d'équilibre primitive pour laquelle la progression s'effectuait horizontalement. L'effet de redressement

sera d'autant plus efficace que la distance qui sépare le plan CD du centre de gravité et qui constitue le bras de levier du couple de redressement sera plus considérable; c'est ce qui explique que l'on puisse obtenir le redressement en ne plaçant au bout du fuselage qu'une surface de dimensions relativement réduites et dont le poids est faible.

En donnant au plan stabilisateur et au bras de levier de redressement des dimensions appropriées à celles des surfaces sustentatrices, on peut obtenir, dans certaines limites, une stabilisation longitudinale automatique.

Si l'aéroplane, au lieu de se *cabrer*, avait des tendances à *piquer du nez*, c'est l'action en sens inverse de la résistance de l'air sur la surface stabilisatrice CD qui provoquerait le redressement de l'appareil.

Celui-ci, en effet, dans ce cas, prendrait une inclinaison telle que son extrémité arrière se trouverait relevée. Le plan CD présenterait alors sa face supérieure à l'air, lequel exercerait sur elle une pression de haut en bas, de sorte que cet effort appliqué au bout du bras de levier de redressement tendrait à ramener l'aéroplane à sa position primitive, qui est sa position d'équilibre pour une marche horizontale.

Ainsi, la stabilité longitudinale peut être obtenue automatiquement entre certaines limites, par un dispositif d'empennage comportant une queue stabilisatrice.

Stabilité transversale La stabilité transversale de l'aéroplane consiste à éviter ou à modérer l'amplitude des mouvements de *roulis* que l'appareil peut effectuer dans le sens transversal par suite, principalement, de l'action du vent, qui peut agir sur les surfaces de l'aéroplane dans des directions quelconques.

Lorsque l'appareil suit une trajectoire en ligne droite ou constituée par une courbe de très grand rayon, la stabilité transversale est assurée par l'envergure donnée aux ailes

qui forment la surface sustentatrice. Ces ailes, dont la longueur est de cinq à six fois plus grande que la largeur, ainsi que nous l'avons dit, s'étendent perpendiculairement à l'axe de l'aéroplane. Lorsque, sous l'action du vent, l'appareil a des tendances à s'incliner d'un côté, la résistance de l'air qui s'exerce sur les ailes par suite de leur envergure s'oppose à l'oscillation dans le sens transversal et tend à ramener l'appareil dans sa position normale.

En outre, une disposition spéciale des organes provoque automatiquement un effort qui agit dans le même sens. Les poids de l'aéroplane sont, en effet, répartis lors de l'établissement de l'appareil, de telle façon que le centre de gravité se trouve toujours au-dessous du centre de poussée.

Lorsque l'appareil s'incline latéralement, le centre de poussée et le centre de gravité ne sont donc plus sur la même verticale. Il se produit alors un couple de redressement qui a pour bras de levier l'écartement momentané de ces deux centres, et ce couple a pour effet de ramener à sa position de stabilité transversale l'appareil qui reçoit des oscillations.

Virages La stabilité latérale est assez facilement assurée, en somme, lorsque l'aéroplane suit une trajectoire sensiblement en ligne droite. Mais lorsque l'appareil change brusquement de direction par une manœuvre que nous indiquerons plus loin, c'est-à-dire lorsqu'il effectue un *virage*, la stabilité latérale est plus difficile à obtenir.

Dans ce cas, en effet, intervient la force centrifuge qui est d'autant plus grande que la vitesse est plus considérable et qui tend à rejeter l'appareil à l'extérieur de la circonférence représentant la trajectoire à suivre pendant le virage. L'inclinaison latérale de l'aéroplane compense les effets de la force centrifuge et permet d'effectuer le virage, et ceci s'explique aisément, car, si



Fig. 427. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Le nouvel oiseau Blériot, à Bagatelle, en 1907.



Fig. 428. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION, -- Chute de l'oiseau Blériot, après s'être élevé de terre (1907).

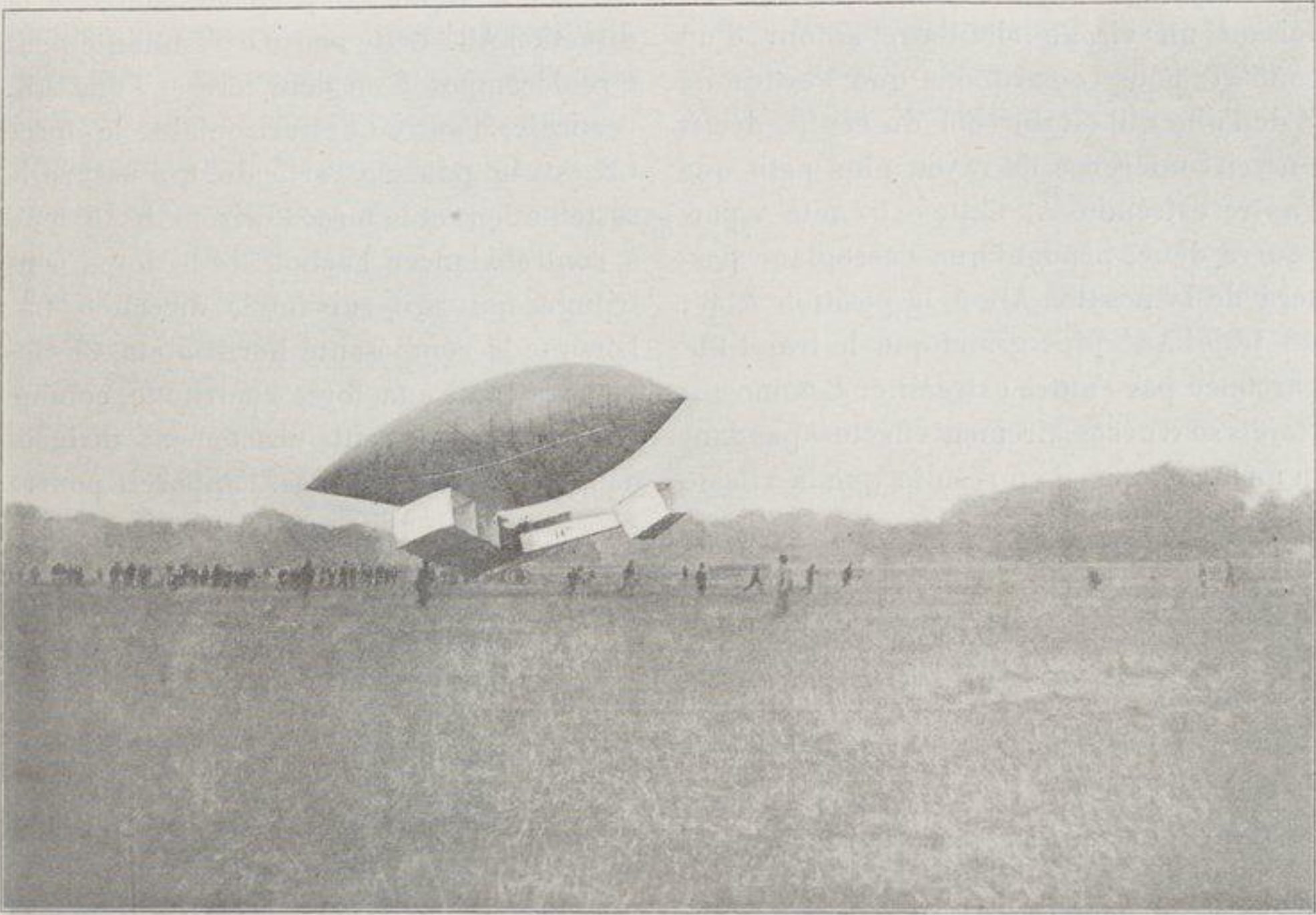


Fig. 429. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Essais d'équilibre du *Santos-Dumont*, en juillet 1906.

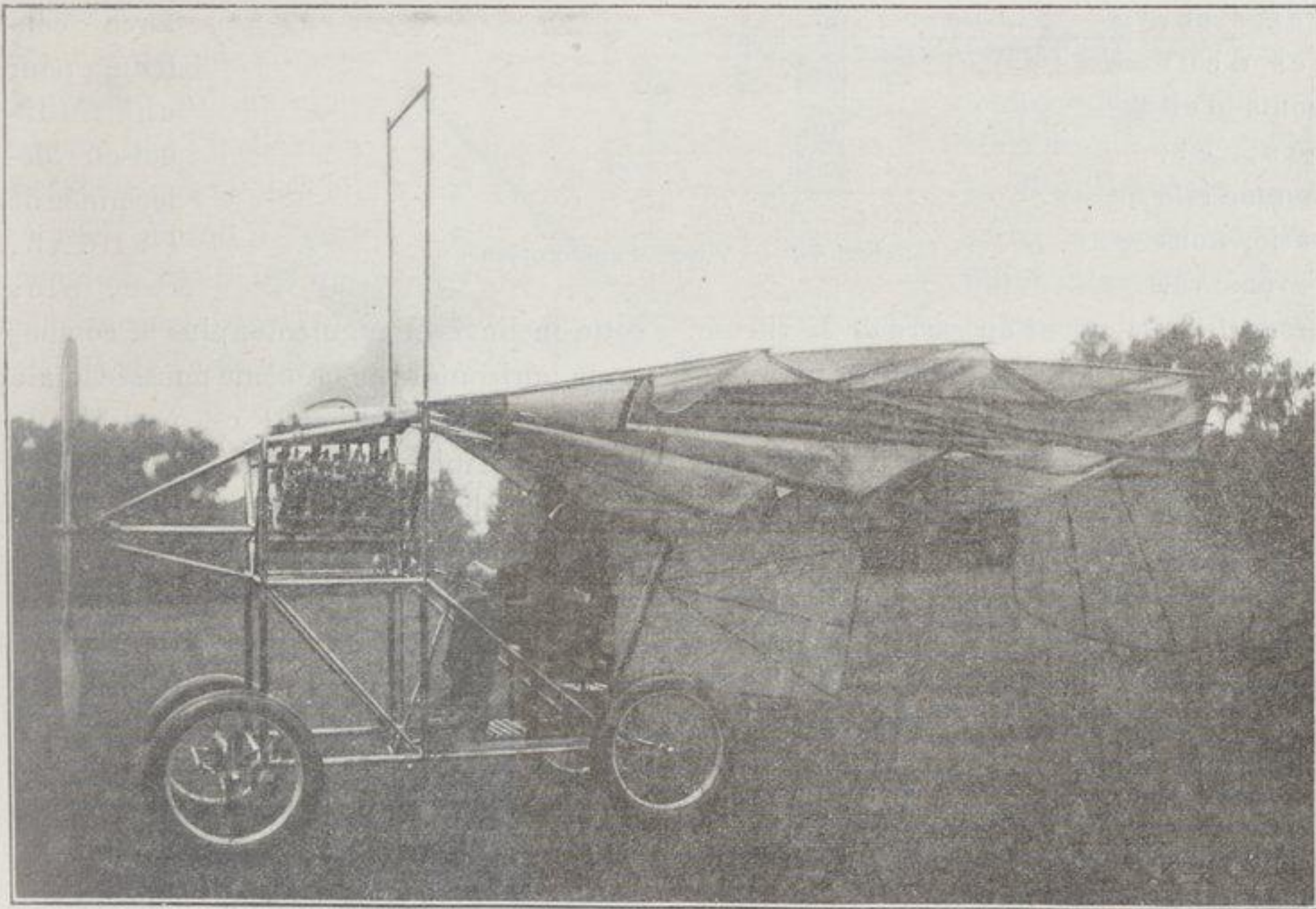


Fig. 430. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — L'appareil de *Voisin*, ailes déployées, à Bagatelle, en 1907.

nous supposons un aéroplane AB (Fig. 431) faisant un virage circulaire autour d'un centre C, nous remarquons que l'extrémité B de l'aile qui est du côté du centre décrit une circonférence de rayon plus petit que l'autre extrémité A. Cette extrémité A parcourra donc, pendant que l'aéroplane passera de la position AB à la position A'B', un trajet AA' plus grand que le trajet BB' parcouru par l'autre extrémité. Comme ces trajets sont nécessairement effectués pendant le même temps, il en résulte que la vitesse de l'extrémité A est plus grande que la vitesse de l'extrémité B. La résistance de l'air va, dès lors, s'exercer avec des valeurs inégales sur ces deux bouts d'ailes; et, comme elle varie, nous l'avons vu,

proportionnellement au carré de la vitesse, elle sera bien plus considérable à l'extrémité A qu'à l'extrémité B. La poussée supplémentaire exercée sur le bout d'aile A provoquera l'inclinaison de cette surface dans le sens transversal, l'extrémité B placée du côté du centre étant plus basse que l'extrémité A.

L'inclinaison sera d'autant plus grande que le rayon de la circonférence sera petit et que la vitesse de l'appareil sera considérable.

En effet, lorsque l'aile AB (Fig. 432) a une certaine inclinaison, la pression totale due à la résistance de l'air et appliquée à son centre de poussée C peut être représen-

tée par la ligne CD perpendiculaire à la direction AB. Cette poussée résultante peut être décomposée en deux forces, l'une CE, verticale, l'autre CF, horizontale; la force CE est la poussée verticale qui assure la sustentation, et la force horizontale CF tend à contrebalancer l'action de la force centrifuge qui agit suivant la direction CA. Lorsque la composante horizontale CF deviendra égale à la force centrifuge, comme ces deux forces sont exactement dirigées dans des sens contraires, l'appareil pourra

virer sans qu'il puisse être rejeté vers l'extérieur de sa trajectoire.

La valeur de la composante CF deviendra égale à la valeur de la force centrifuge pour une inclinaison déterminée de l'aile AB, car, plus

cette inclinaison augmente, plus la composante horizontale de la même poussée totale CD augmente aussi, et il est possible de trouver une inclinaison pour laquelle l'équilibre s'établisse entre la force centrifuge et cette composante horizontale.

On voit que plus l'action de la force centrifuge est considérable, plus la composante horizontale CF doit être grande, et plus l'aile AB doit être inclinée.

Il en résulte que la force centrifuge ne doit pas dépasser une certaine valeur pour laquelle l'inclinaison de l'appareil serait excessive et pourrait devenir dangereuse. L'appareil étant trop fortement incliné peut

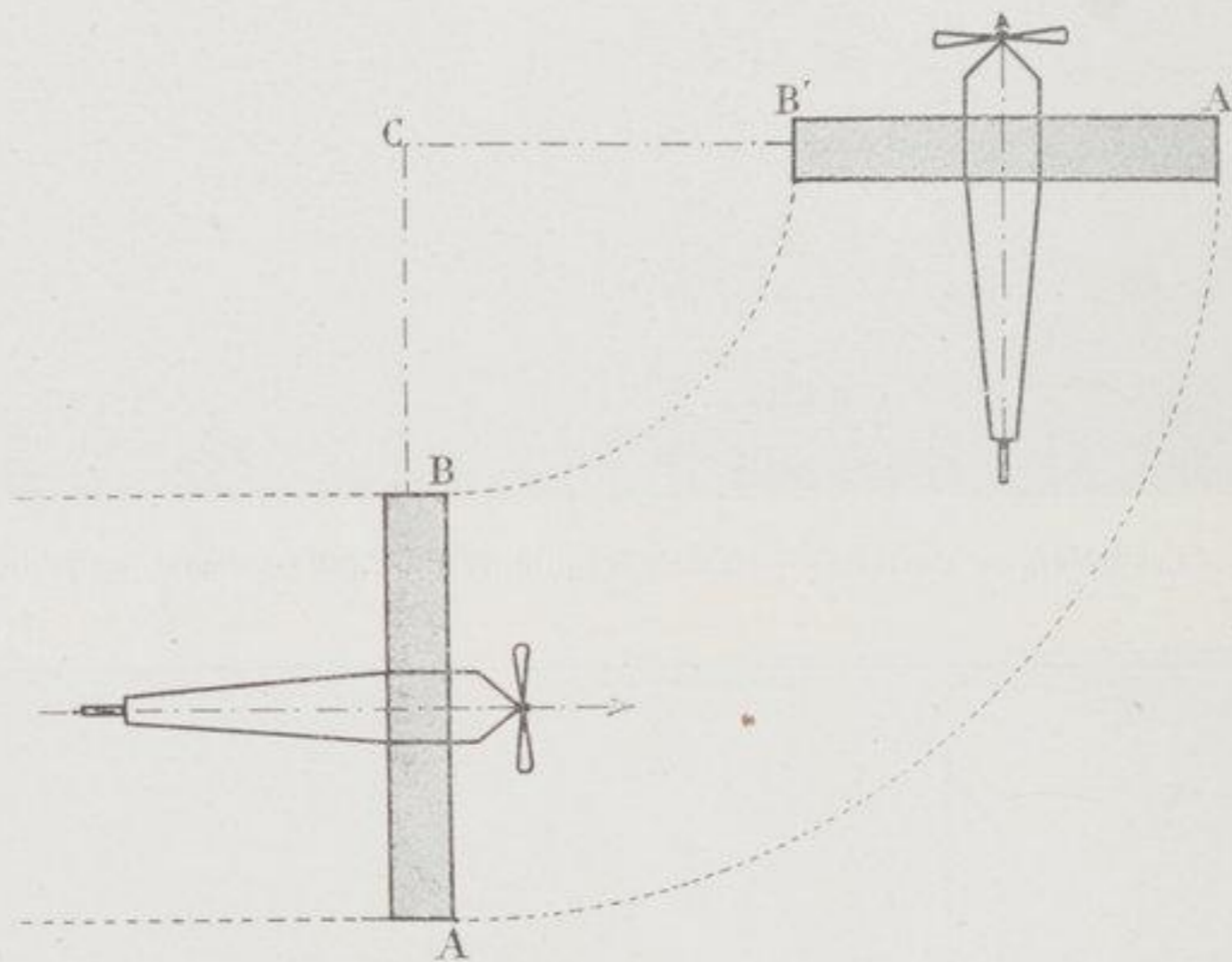


Fig. 431. — Virage d'un aéroplane.

recevoir, par suite d'un tourbillon, d'un remous de vent, une poussée supplémentaire sur l'extrémité de l'aile relevée, capable de le faire chavirer. C'est ce qui s'est malheureusement produit et ce qui a coûté la vie, en mai 1911, à deux aviateurs, nommés Pierre-Marie et Dupuis, dont l'aéroplane a été retourné, lors d'un virage trop audacieux, par le vent qui soufflait en tempête.

Done, on peut, en donnant à l'aéroplane une inclinaison appropriée, effectuer un virage de court rayon. Mais que devient, pendant ce virage, la poussée verticale qui assure la sustentation de l'appareil? Cette poussée, qui est la composante verticale CE (Fig. 432) diminue de plus en plus de valeur au fur et à mesure que l'inclinaison de l'aile augmente, et, en effet, on voit à l'examen de la figure 433 que pour une inclinaison plus grande de l'aile A'B', la résultante C'D', dont la valeur est supposée égale à celle de la résultante CD, donne deux composantes C'E' et C'F' dont l'une C'E', la poussée verticale, est plus petite que la composante primitive CE et dont l'autre, la poussée horizontale C'F', est plus grande. Nous savons que cette dernière composante, qui grandit avec l'inclinaison, contrebalance la force centrifuge; mais, par contre, la force de sustentation

diminue quand l'inclinaison augmente.

Il en résulte que pendant un virage, l'aéroplane descend si on ne modifie aucune condition de propulsion. Pour que l'altitude reste la même,

il est nécessaire d'augmenter la force de sustentation et, par conséquent, la résistance totale de l'air sur les ailes. Pour cela, il faudra augmenter légèrement la vitesse de l'aéroplane et demander un peu plus de puissance au moteur. Ainsi, en résumé, pendant un

virage, l'aéroplane s'incline sur un côté et descend. Il est par conséquent possible de provoquer le virage de l'appareil si on peut lui donner une inclinaison latérale. Il y a,

d'autre part, un grand intérêt à pouvoir, à volonté, obtenir cette inclinaison de l'aéroplane, car il est possible, de la sorte, d'assurer sa stabilité transversale dans le cas où le vent exercerait, *par le travers*, une action trop considérable, capable de *coucher* l'appareil sur un côté, en dehors même du virage.

Les dispositifs employés pour assurer pen-

dant les virages la stabilité latérale des aéroplanes sont de deux sortes : ou *commandés* ou *automatiques*.

Les dispositifs *commandés* permettent de donner aux aéroplanes une inclinaison latérale à la volonté du pilote. Les dispositifs *au-*

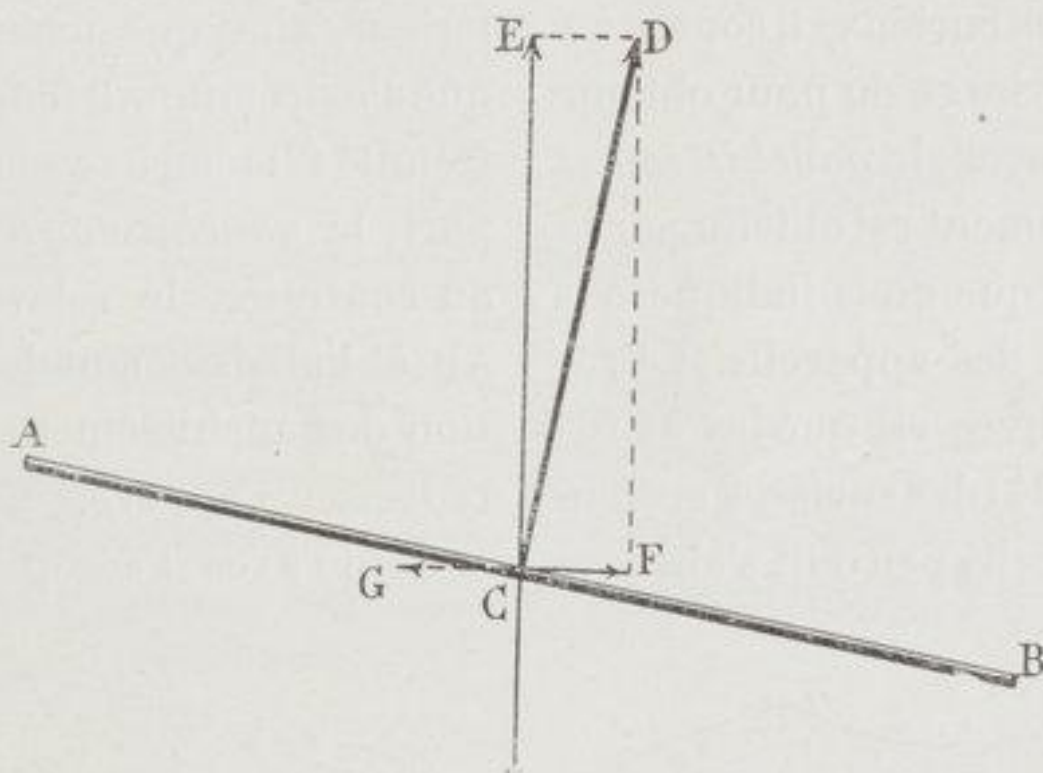


Fig. 432. — Stabilité d'un aéroplane en virage.

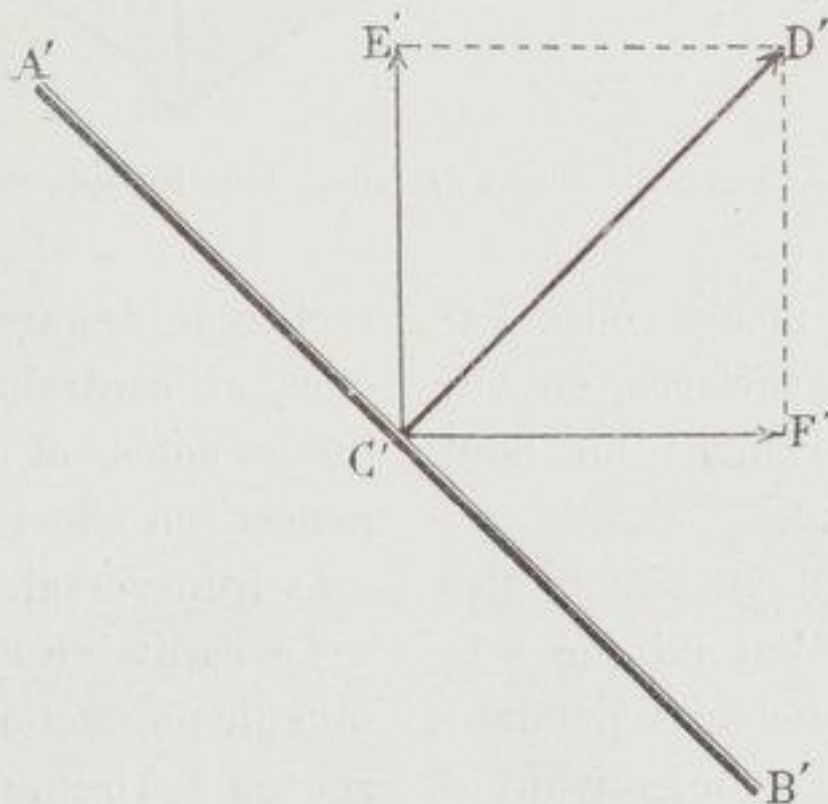


Fig. 433. — Équilibre d'un aéroplane en virage.

tomatiques permettent d'obtenir un redressement automatique des appareils pendant les virages.

Parmi les dispositifs commandés, celui des aviateurs américains précurseurs, les frères Wright, est un des plus curieux. Il consiste à provoquer, lors d'un virage ou pour obtenir l'inclinaison de l'appareil, le *gauchissement* des ailes. Ce gauchissement est obtenu par la manœuvre d'organes que nous indiquerons lors de la description des appareils. Le résultat de cette manœuvre est que les extrémités AB et CD (Fig. 434) des surfaces sustentatrices du biplan Wright peuvent s'abaisser ou se relever.

Les deux extrémités AB sont solidaires l'une de l'autre et s'abaissent ou se relèvent ensemble; il en est de même des autres extrémités C et D; mais, en outre, le mouvement de

commande provoque, du même coup, l'abaissement à un bout des surfaces, en AB, par exemple, et le relèvement au bout opposé CD, ou inversement.

Si nous supposons le gauchissement des surfaces effectué comme il est indiqué à la figure 434 et que l'aéroplane suive pendant le virage une trajectoire courbe, suivant la flèche E, l'action de l'air s'exerce sur les coins rabattus des extrémités A B et tend à soulever davantage ces extrémités qui offrent, en dessous, plus de surface à l'action de cet air. Du côté AB l'aéroplane tendra à monter. Du côté CD, au contraire, où le gauchissement a eu pour effet de relever les coins C et D, l'action de l'air s'exerce en sens inverse, c'est-à-dire que les surfaces présentées en

dessus offrant plus de résistance à l'air l'action de cet air tendra à abaisser l'extrémité CD de l'aéroplane.

On voit donc que d'une part, pendant le virage, l'appareil tend à s'incliner vers l'intérieur, ainsi que nous le savons, c'est-à-dire que l'extrémité AB tend à s'abaisser et l'extrémité CD tend à se soulever, et que, d'autre part, le *gauchissement des ailes* provoque, au contraire, le relèvement de l'extrémité AB et l'abaissement de l'extrémité CD. L'action du gauchissement intervient donc pour redresser l'appareil pendant le virage, de sorte qu'avec l'aéroplane Wright, le pilote

peut, en gauchissant ses ailes d'une quantité appropriée, effectuer les virages sans que son appareil soit incliné, ce qui augmente sa stabilité latérale. Si l'aéroplane parcourt une trajectoire

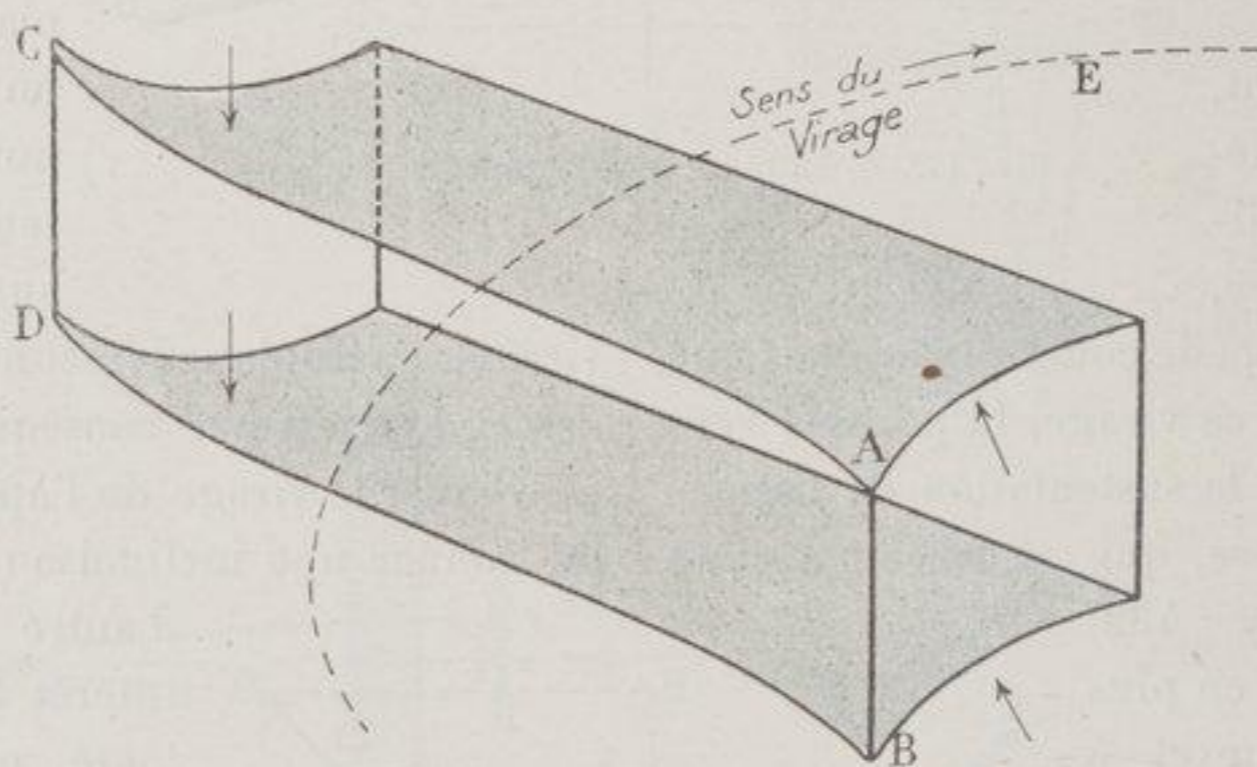


Fig. 434. — Le gauchissement des ailes, dans les appareils Wright.

rectiligne, le gauchissement des ailes a pour effet, au contraire, de le faire incliner sur un des côtés, et on peut, de la sorte, compenser un effort anormal du vent dans le sens transversal.

Le capitaine Ferber avait employé pour obtenir une action de l'air de valeur différente à l'extrémité de ses ailes, deux sortes de voiles triangulaires, deux *focs*, placés en bout de ses ailes; et, suivant que ces focs, par une manœuvre spéciale, étaient *présentés* ou *effacés*, l'action de l'air devenait plus ou moins grande à ces extrémités des ailes; le résultat obtenu était le même que celui qu'obtenaient les frères Wright avec leur dispositif de gauchissement.

M. Blériot a adapté à ses aéroplanes un

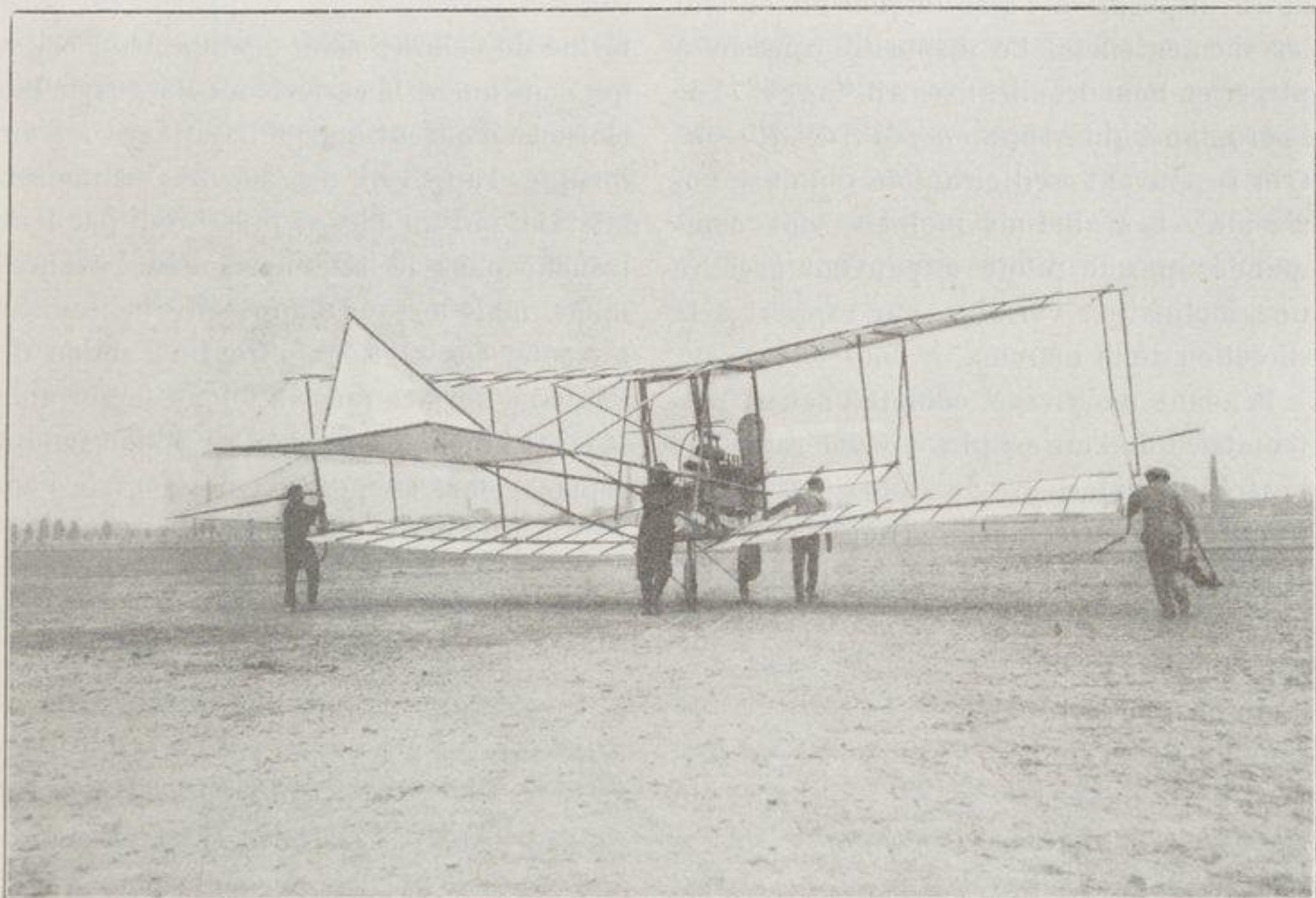


Fig. 435. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Biplan Ferber avec ses focs triangulaires.

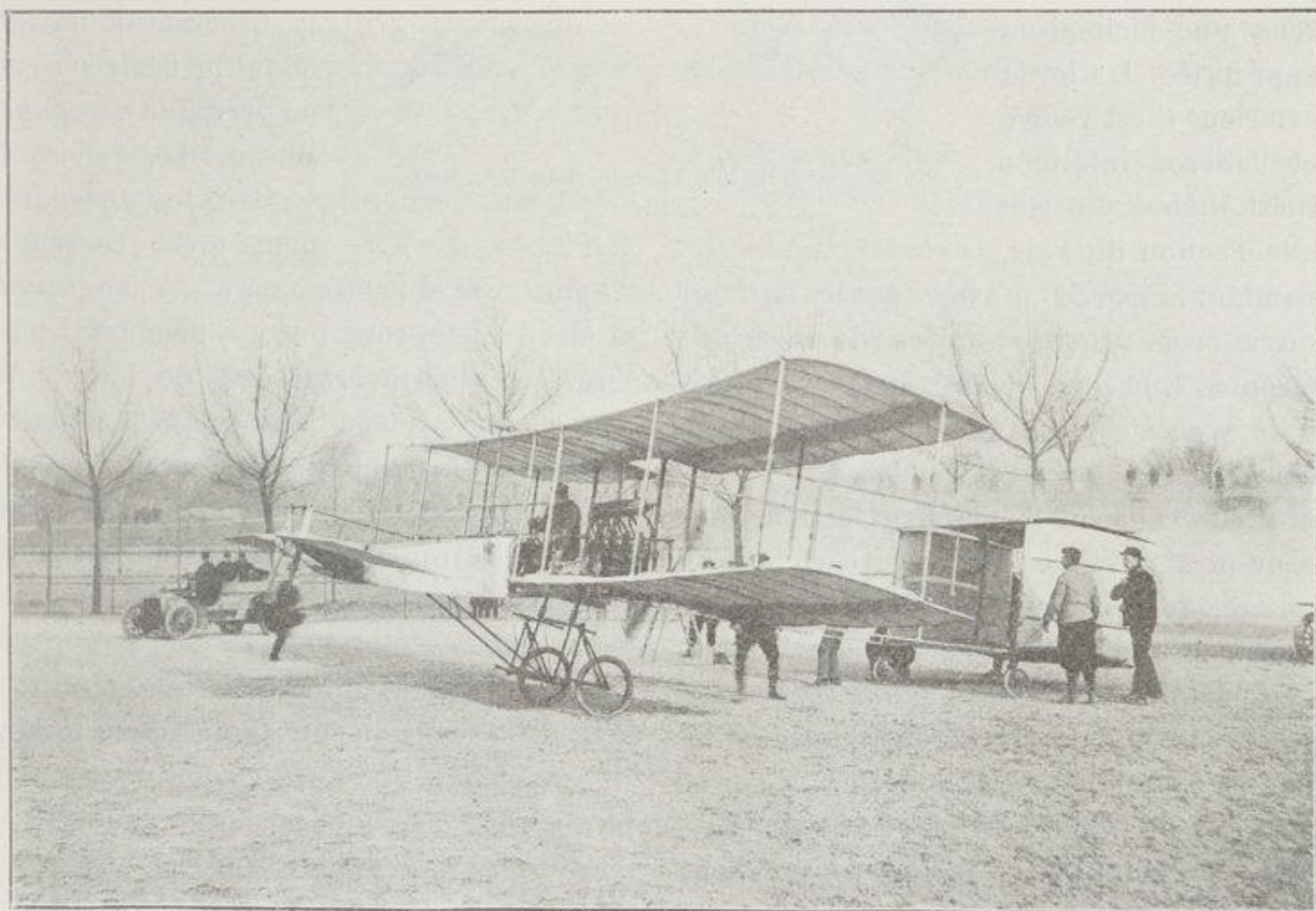


Fig. 436. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Le biplan avec lequel Farman a bouclé le kilomètre.

autre dispositif à l'aide duquel on obtient les mêmes effets. Ce dispositif consiste à placer en bout des ailes fixes AB (Fig. 437) de l'aéroplane, qui est un *monoplan*, des ailerons C et D pouvant osciller autour d'un axe horizontal. Ces ailerons mobiles sont commandés par le pilote et peuvent prendre une inclinaison variable par rapport à la direction de la marche.

Pendant un virage, comme l'action sustentatrice de l'air est plus considérable sur l'extrémité extérieure de l'aile que sur l'extrémité intérieure, ainsi que nous l'avons vu, il suffit, pour rétablir l'équilibre transversal et pour empêcher l'aéroplane de s'incliner,

d'augmenter la pression de haut en bas vers l'extrémité extérieure, et de bas en haut vers l'extrémité intérieure. Ce résultat est obtenu en donnant aux deux ailerons une inclinaison appropriée. L'aileron extérieur C est relevé et l'aileron intérieur D est abaissé. On voit

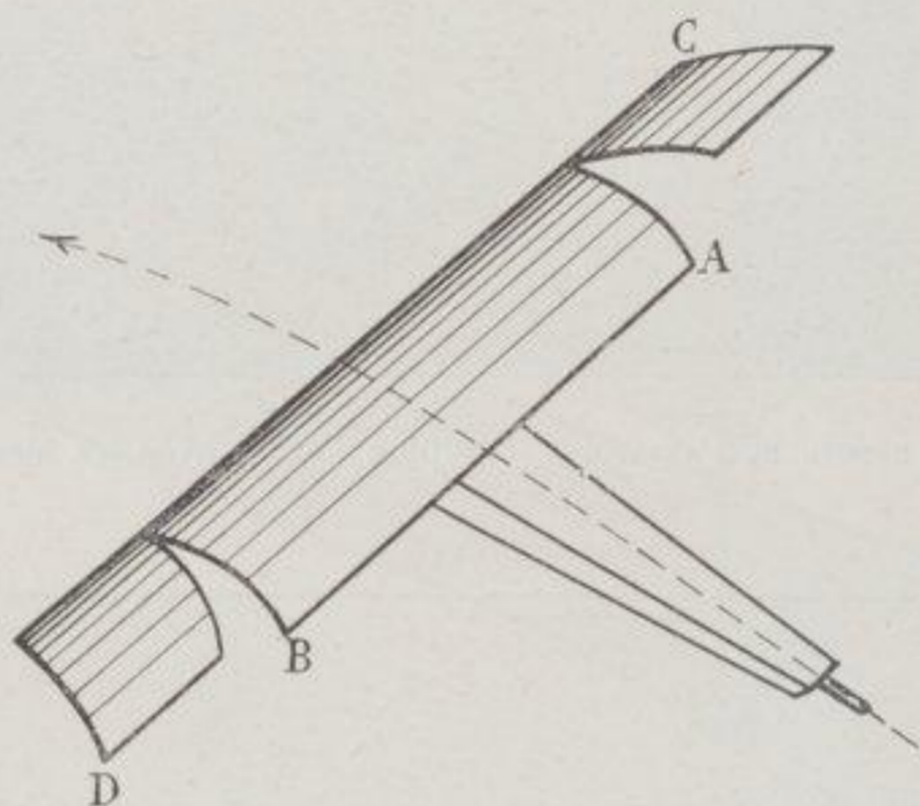


Fig. 437. — Rôle des ailerons dans le monoplan Blériot.

pendant la marche, s'exerce sur les surfaces des ailerons ainsi présentées, de façon différente. Elle tend à faire abaisser l'extrémité A en s'exerçant sur l'aileron C et, au contraire, à relever l'extrémité B en s'exerçant sur l'aileron D. Ces deux actions concourent à redresser l'appareil pendant un virage, de la même façon que le gauchissement des ailes dans l'aéroplane Wright. Cette manœuvre permet aussi, lorsque l'appareil suit une trajectoire rectiligne, de lui donner une inclinaison latérale.

Parmi les dispositifs de stabilisation latérale automatique, celui des frères Voisin a consisté à munir leurs aéroplanes *biplans*, de cloisons verticales réunissant les deux

surfaces sustentatrices. L'appareil est ainsi formé de cellules assez semblables à celles qui constituent le cerf-volant Hargrave. Les cloisons n'offrent aucune résistance à l'air lorsque l'appareil n'a aucune inclinaison latérale, puisqu'elles se présentent par leur tranche dans le sens normal de l'avancement, mais lorsque l'appareil s'incline sur un côté, ces cloisons offrent à l'action de l'air une surface plus ou moins importante suivant l'inclinaison, et cette action tend à replacer dans sa position horizontale l'appareil qui s'était incliné latéralement.

Les cloisons permettent en outre à l'aéroplane de résister à

l'action de la force centrifuge qui tend dans un virage à le rejeter en dehors de sa trajectoire. Il est nécessaire, en effet, pour virer, que l'appareil prenne point d'appui sur l'air, sinon, il ne suit pas la direction qu'on lui donne ; il dérive : c'est un véritable *dérapiage* aérien. Les cloisons verticales agissent pour créer ce point

d'appui, car si l'aéroplane a des tendances à être rejeté sur le côté pendant qu'il vire, ces cloisons reçoivent de l'air une pression qui ramène l'appareil dans une direction pour laquelle elles se présentent *sur champ*. Cette direction est celle de l'axe de l'aéroplane, c'est-à-dire la trajectoire à suivre.

Stabilisateurs mécaniques

Les dispositifs de stabilisation longitudinale et latérale que nous venons d'indiquer

et qui sont commandés par le pilote, exigent de lui une grande habileté ainsi que des qualités de décision et de sang-froid. L'attention continuelle qui doit être portée

à la manœuvre de ces organes, indépendamment de celui qui assure la direction, provoque une fatigue physique que l'on a cherché à éviter en établissant des *stabilisateurs mécaniques* capables de provoquer automatiquement le redressement, dans tous les sens, de l'aéroplane dont la stabilité longitudinale ou latérale se trouve troublée, pour une raison quelconque.

L'aviateur n'aurait de la sorte à s'occuper, le plus souvent, que d'assurer la stabilité d'altitude par la manœuvre d'un gouvernail de profondeur, et la stabilité de direction par la manœuvre d'un gouvernail spécial.

Un *stabilisateur automatique* doit nécessairement comporter un organe dont la direction reste fixe dans l'espace malgré les inclinaisons que peut prendre l'appareil, et c'est sur cette propriété de cet organe qu'est basé le principe de la stabilisation. Cet organe est réalisé soit par le *pendule*, soit par le *gyroscope*. Le *pendule* est constitué, en principe, par une masse placée au bout d'un bras vertical oscillant, laquelle masse tend toujours à reprendre sa position verticale lorsqu'elle en a été écartée pour une cause quelconque.

Le *gyroscope* est constitué par une masse animée d'un mouvement de rotation très rapide et qui a la propriété de se maintenir constamment dans une direction bien déterminée en résistant aux actions diverses qui se produisent dans tous les sens pour déplacer son axe. Tout le monde connaît ces toupies gyroscopiques auxquelles on fait exécuter des prodiges d'équilibre qui mettent en joie les enfants et font rêver aussi, parfois, les grandes personnes. C'est un petit gyroscope. Celui qui est utilisé dans les stabilisateurs automatiques, tout en participant du même principe, est établi avec des dimensions appropriées au rôle qu'on exige de lui.

Le pendule et le gyroscope donnant des directions bien déterminées, on utilise le

déplacement relatif de l'aéroplane *roulant* ou *tanguant* par rapport à ces organes, pour leur faire actionner les dispositifs qui assurent la stabilité de l'appareil. Ces organes remplacent ainsi le pilote et commandent la manœuvre du gouvernail de profondeur, des ailerons latéraux ou de toute autre surface stabilisatrice. Ils doivent fonctionner instantanément et, quoique nécessairement rendus solidaires de l'aéroplane, être complètement indépendants de ses mouvements et n'être pas influencés par eux.

Ces conditions sont assez difficiles à réaliser, et c'est pour cela que, malgré la création d'appareils stabilisateurs automatiques, dont nous allons décrire les plus ingénieux, leur emploi ne s'est pas encore très développé. Il est certain, cependant, qu'il y aurait un grand intérêt pour l'aviation à pousser à fond l'étude de ces appareils, et à consentir les sacrifices nécessaires pour les porter, par des essais répétés, au degré de perfection nécessaire pour être utilisés en toute sûreté.

Nous allons examiner quelques appareils stabilisateurs automatiques.

Stabilisateur (Fig. 438.) L'appareil de *Regnard* stabilisation automatique du regretté P. Regnard, ingénieur de l'École Centrale, comporte un gyroscope. Ce gyroscope se compose d'un volant A monté sur un axe vertical B et parfaitement centré par rapport à cet axe, qui peut prendre un mouvement de rotation très rapide autour de ses deux extrémités façonnées en forme de pivots. Sur le même axe vertical et sous le volant est disposé l'induit C d'une petite machine dynamo-électrique comprenant son collecteur, ses balais et son inducteur D, sorte d'anneau fixe qui enveloppe l'induit. Le courant est fourni à cette dynamo par une batterie d'accumulateurs de 8 ou 10 éléments. La vitesse de rotation de l'induit de la dynamo et, par conséquent, de l'axe portant le volant, est maintenue à

raison de 10.000 tours environ par minute.

Par suite de cette vitesse considérable, le volant conserve dans l'espace une direction constante, ainsi que le démontrent les lois de la mécanique. Comme sa position normale est horizontale, il fait donc avec l'aéroplane, suivant l'inclinaison prise par celui-ci, un

conde couronne horizontale G, qui peut elle-même osciller autour de deux pointes vissées sur deux colonnes I fixées au châssis de l'aéroplane. L'axe B peut, de la sorte, prendre toutes les positions par rapport aux colonnes I, ou plutôt, comme l'axe B conserve sa même direction, les colonnes qui suivent

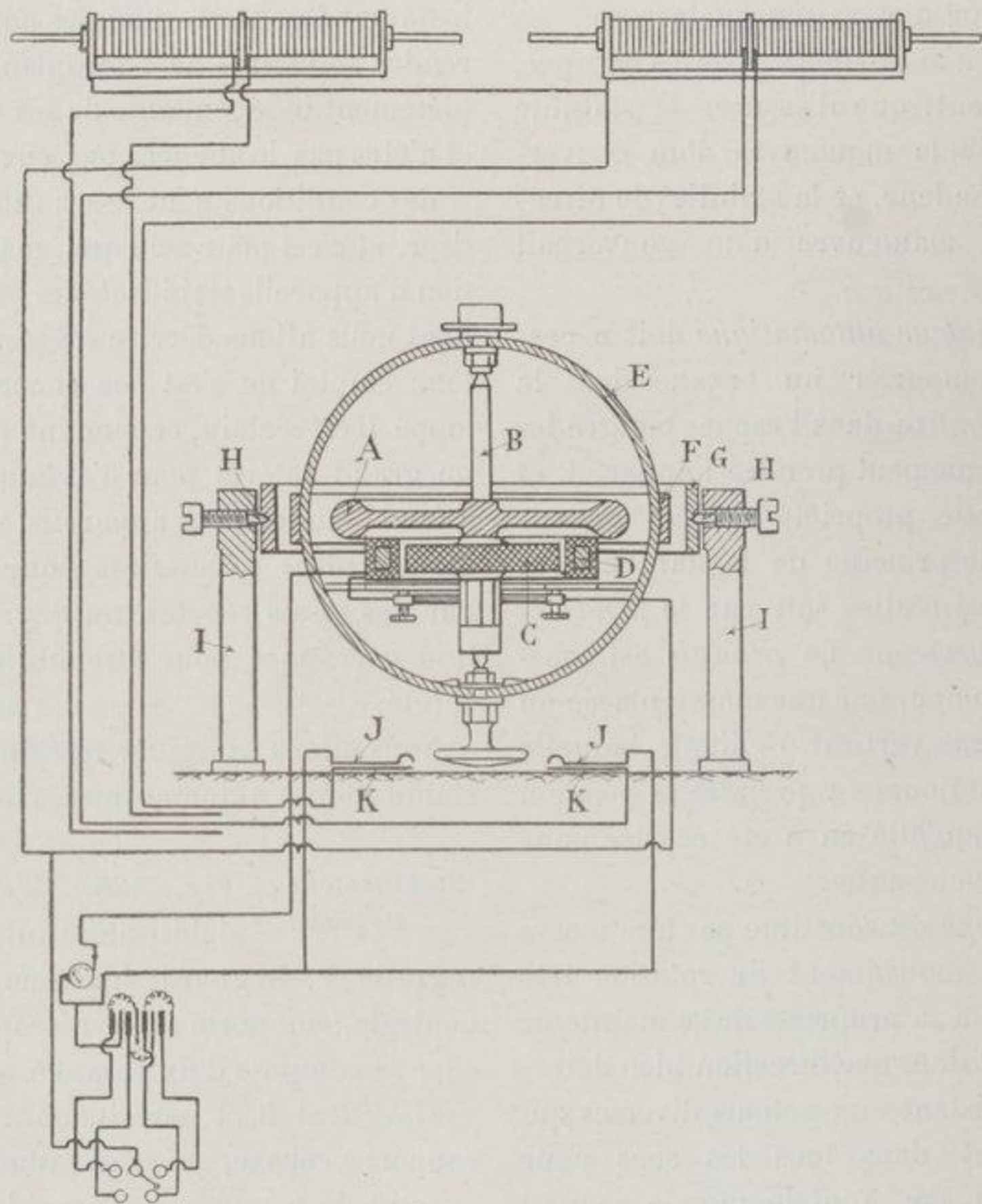


Fig. 438. — Stabilisateur système gyroscopique de Regnard. Coupe longitudinale.

angle plus ou moins grand. Pour permettre au volant et à son axe de garder toute leur indépendance par rapport aux parties fixées à l'aéroplane, le gyroscope est monté à la cardan, c'est-à-dire que l'anneau E qui porte les chapes des pivots de l'axe B peut lui-même osciller autour de pivots fixés dans une autre couronne horizontale F. Les chapes de ces pivots sont placées dans une se-

les inclinaisons du châssis peuvent prendre par rapport au volant et à son axe toutes les positions d'inclinaison possibles. Il en résulte que des contacts électriques, formés de deux lames J et K et reposant sur le socle support des colonnes, peuvent se rapprocher ou s'éloigner du bouton terminant à sa partie inférieure l'anneau E. Il y a, disposés sur le socle, quatre contacts semblables, faisant

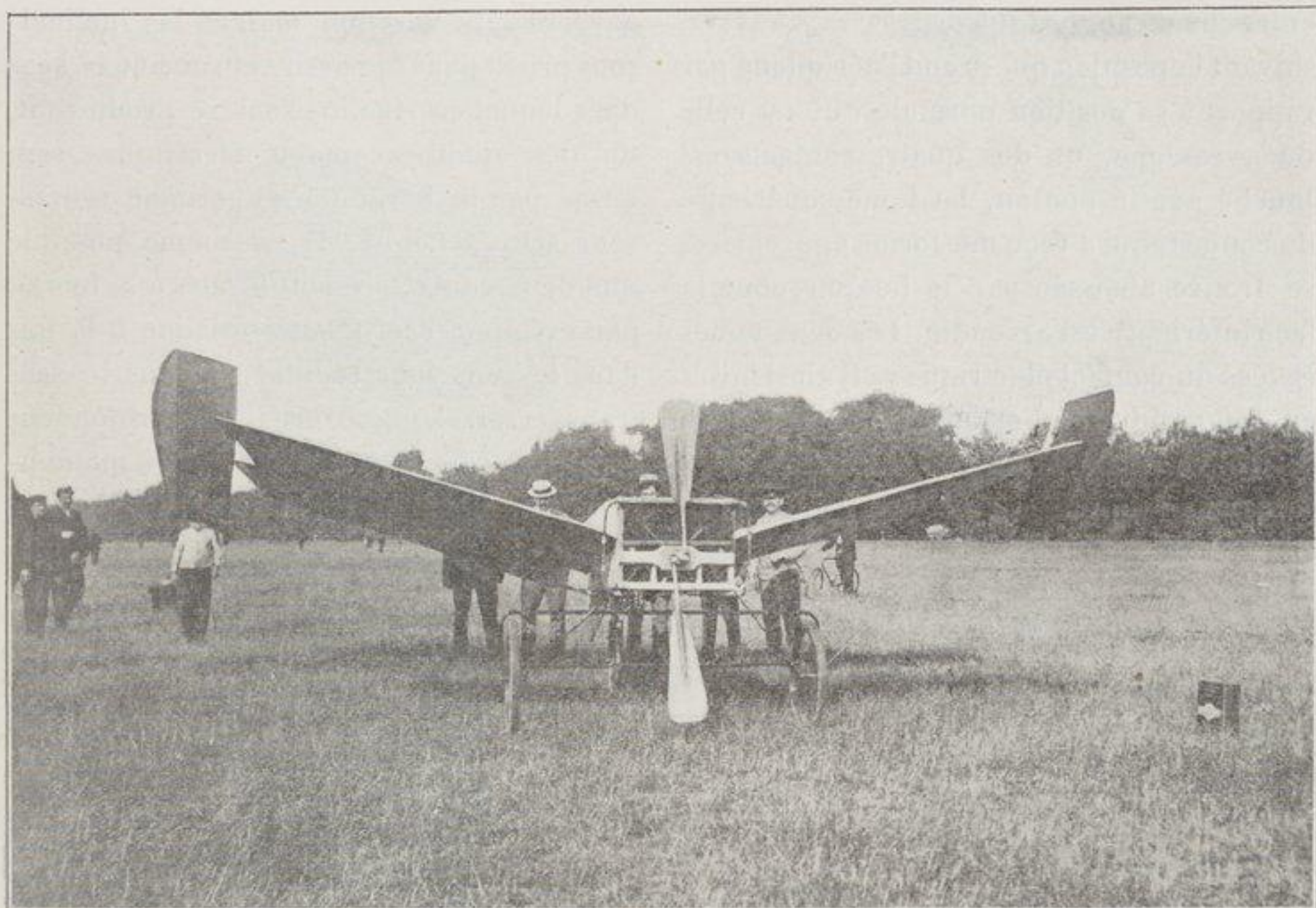


Fig. 439. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Le monoplan à deux ailes Blériot (1908).



Fig. 440. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Le monoplan à deux ailes Blériot (1908). Vue 3/4 arrière.

entre eux un angle de 90 degrés (Fig. 441) et, suivant la position que prend l'aéroplane par rapport à sa position normale qui est celle du gyroscope, un des quatre contacts est touché par le bouton. La lame supérieure du contact, qui a reçu une forme appropriée, se trouve abaissée par le bouton dont la face inférieure est arrondie. Les deux lames isolées du contact électrique sont ainsi mises en communication et un circuit électrique se trouve fermé. Chaque paire de lames correspond à un circuit électrique spécial.

Deux des contacts diamétralement opposés commandent la manœuvre du gouvernail de profondeur dans un sens ou dans l'autre; les deux autres commandent les mouvements en sens inverse de l'aileron de droite et de l'aileron de gauche. Ces commandes peuvent s'effectuer au moyen de petits treuils électriques

ou par l'intermédiaire de *solénoïdes*, comme dans le modèle qui a été présenté par M. P. Regnard à l'Académie des Sciences. Des noyaux de fer doux placés au centre de bobines prennent, sous l'action du courant qui traverse les bobines, un mouvement rectiligne dans un certain sens qui dépend de la direction du courant : on utilise ce déplacement pour effectuer une traction, au moyen de câbles et galets, sur des poulies fixées sur les axes autour desquels peuvent osciller les organes de stabilisation (Fig. 442).

Lorsque le gyroscope a été lancé de façon que son axe ait une direction verticale, il

gardera cette position malgré les inclinaisons prises par l'appareil, et suivant le sens dans lequel ces inclinaisons se produiront, un des quatre contacts électriques sera fermé par le bouton L et l'organe redresseur sera actionné. Il est même possible que deux contacts soient fermés à la fois si, par exemple, l'aéroplane s'incline à la fois dans le sens longitudinal et dans le sens transversal. Le gouvernail de profondeur et les ailerons latéraux sont alors manœuvrés simultanément dans le sens approprié.

Lorsque l'équilibre est rétabli, le bouton abandonne les lames des contacts : les circuits électriques se trouvant interrompus, les organes de stabilisation reprennent leur position normale.

Pour permettre au pilote de l'aéroplane de conserver, malgré la présence du stabilisateur automatique, la possibilité d'effectuer

lui-même ses manœuvres, un bouton a été disposé de façon que par une simple pression, l'aviateur puisse placer hors du circuit les commandes automatiques et se rendre ainsi maître de ses organes de stabilisation.

En résumé, dans le stabilisateur Regnard, on utilise les propriétés du gyroscope, non pour rétablir par son action directe la stabilité, ce qui exigerait une masse tournante d'un poids considérable, mais pour effectuer un travail de minime importance consistant à ouvrir ou à fermer des circuits au moment propice, la force nécessaire pour manœuvrer les organes de stabilisation étant

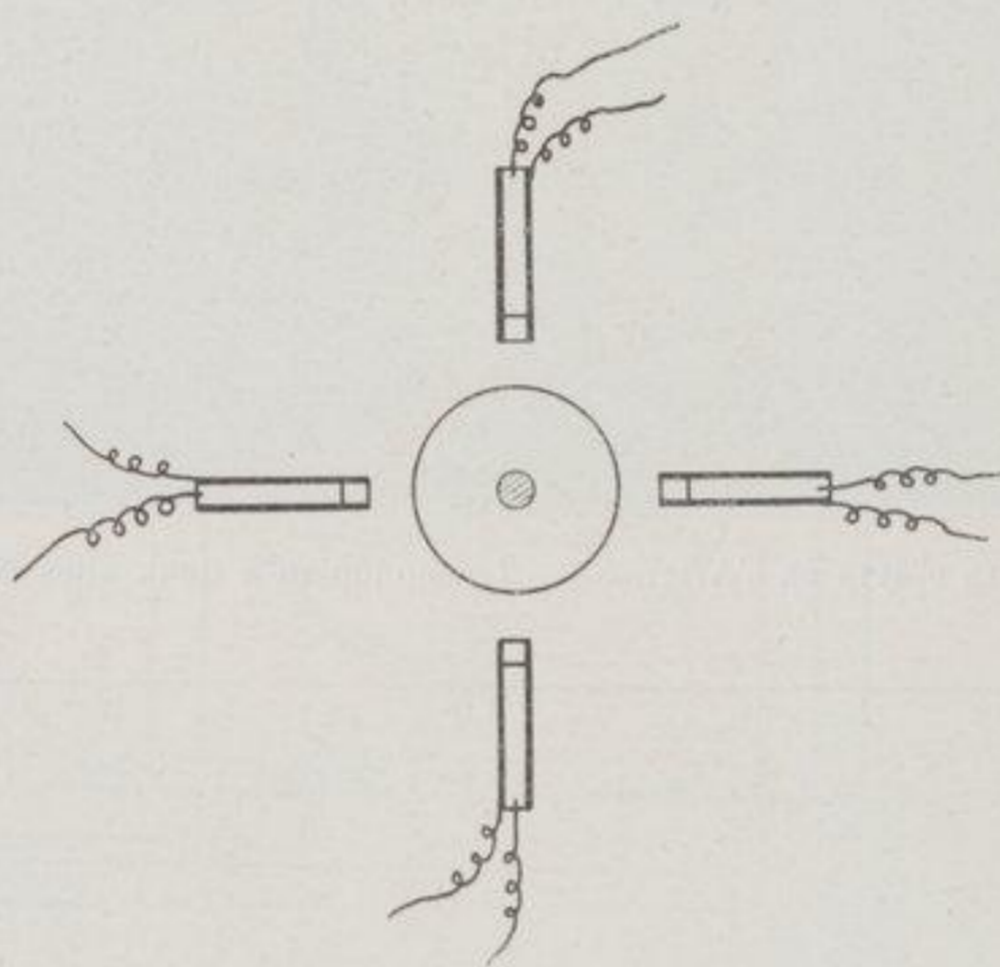


Fig. 441. — Schéma des contacts électriques du système gyroscopique Regnard.

empruntée à une batterie d'accumulateurs.

blable pour une certaine vitesse et un rayon de giration donné.

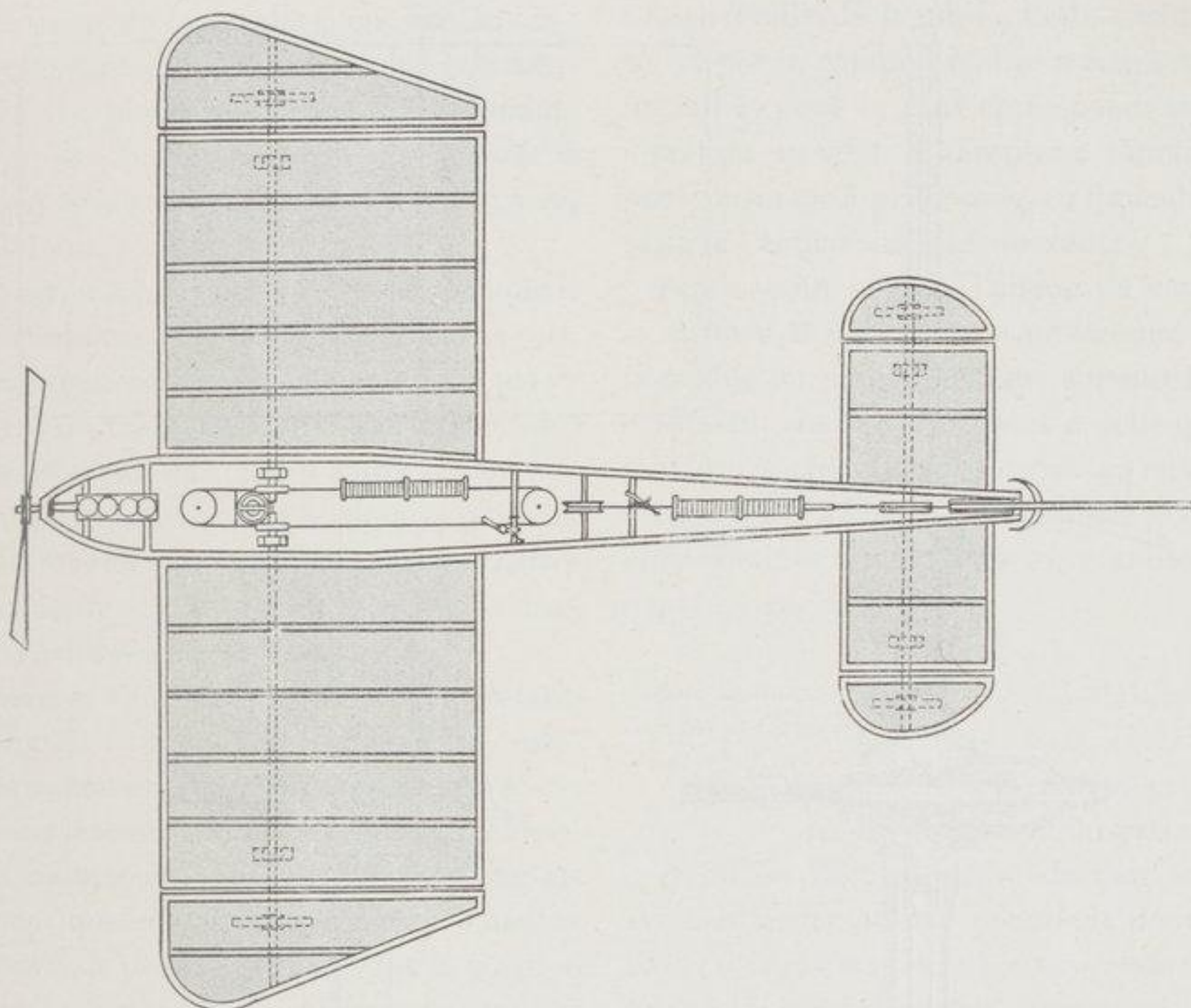


Fig. 442. — Plan d'un aéroplane muni d'un stabilisateur du système gyroscopique Regnard.

Stabilisateur Marmonnier (Fig. 443) Le stabilisateur automatique *Marmonnier* est établi pour utiliser à la fois les propriétés du gyroscope et celles du pendule. Le pendule, en effet, quoique la pesanteur tende constamment à le ramener dans une position verticale, ne se place pas immédiatement dans cette position ; il n'y arrive qu'après avoir effectué un certain nombre d'oscillations.

La combinaison du pendule et du gyroscope permet d'obtenir une base de stabilisation complètement indépendante de l'aéroplane qui porte ce dispositif.

Lorsque l'appareil suit une trajectoire rectiligne, le stabilisateur se maintient parfaitement vertical ; lorsque l'aéroplane effectue un virage, il prend une inclinaison de valeur bien déterminée et toujours sem-

Le stabilisateur se compose d'un *pendule à gyroscope*, d'organes mécaniques intermédiaires destinés à actionner les surfaces stabilisatrices disposées sur l'aéroplane et d'une surface plane placée sur champ dans la direction de marche, au-dessus du pendule, lequel peut suivre toutes ses oscillations et qui a pour fonction de modifier l'inclinaison de l'aéroplane selon la direction et la force du vent.

Le pendule gyroscopique est constitué par un tube A fixé à son extrémité supérieure à une fourche B supportée par un axe C tourillonnant dans des paliers solidaires de l'aéroplane. A l'extrémité inférieure du tube est suspendu un axe horizontal D sur lequel sont fixés deux volants E formant gyroscope. Le mouvement est donné à ce gyroscope par

l'intermédiaire d'une série de roues d'engrenages et d'un axe F qui occupe la partie cen-

d'une vis H tournant dans un écrou fixe I. Une disposition spéciale de pignons et de

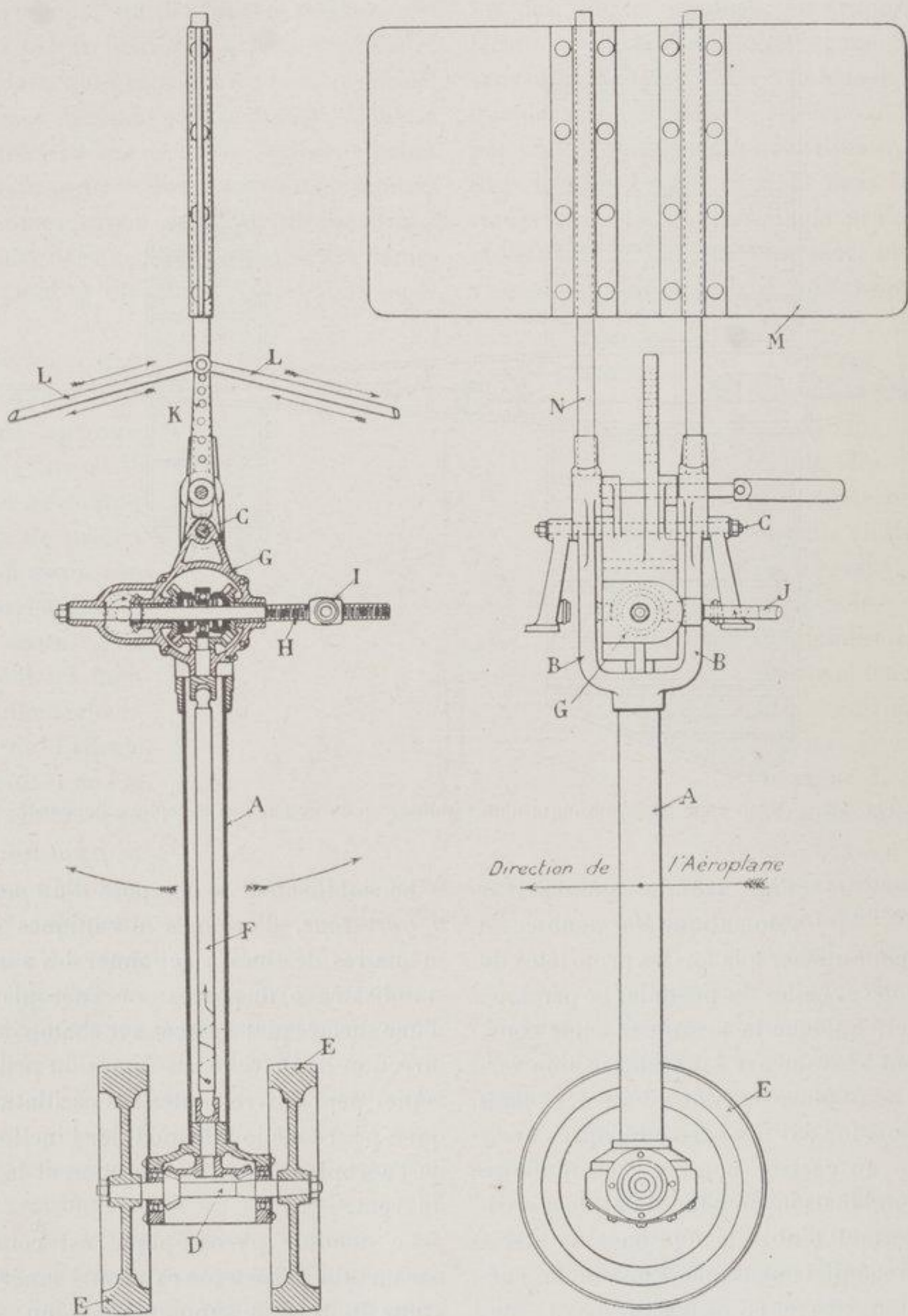


Fig. 443. — Stabilisateur-pendule Marmonnier.

trale du tube A. La boîte à engrenages placée entre les branches de la fourche B peut se déplacer par suite du mouvement

cuvettes de friction permet de provoquer, suivant le cas, la rotation dans des sens opposés de l'arbre H. Le mouvement de

rotation est donné à tout le système par un arbre J qui est, lui-même, commandé par le moteur.

Par suite de la rotation en sens inverse que prennent les pignons coniques commandés à la partie supérieure, le pendule provoquera le déplacement de la boîte à engrenages dans le sens correspondant à ses oscillations.

Un levier K pouvant pivoter sur des tourillons solidaires de la boîte à engrenages suit, par conséquent, les mouvements de déplacement transmis à cette boîte par le pendule; il est relié par des câbles L aux organes de stabilisation latérale de l'aéroplane. Ce levier peut être rendu indépendant pour permettre à l'aviateur d'effectuer, à la main, la manœuvre des plans stabilisateurs.

Lorsque l'aéroplane suit une trajectoire rectiligne, l'appareil de stabilisation automatique conserve sa position de repos et les ailerons latéraux ou les plans de gauchissement ne manœuvrent pas. Si, sous une influence quelconque, l'aéroplane s'incline d'un côté, le pendule, conservant sa position verticale, provoque la manœuvre des ailerons ou le gauchissement des ailes et rétablit l'équilibre.

Quand l'aéroplane fait un virage, la force centrifuge, exerçant son action sur le stabilisateur, le rejette en dehors et la commande des plans de stabilisation se produit. Après le virage, lorsque la trajectoire devient rectiligne, le stabilisateur se place verticalement et les surfaces stabilisatrices sont ramenées à leur position normale.

Dans le cas où le vent exerce son action dans une direction différente de celle de sa marche, il faut que l'aéroplane prenne, par rapport à la direction de ce vent, une position appropriée qui assure sa stabilité.

C'est par l'intermédiaire du plan supérieur M que la manœuvre de stabilisation s'effectue. Cette surface est montée à l'extrémité de la fourche B au moyen de deux bras N qui la rendent solidaire du pendule gyroscopique.

Lorsque l'aéroplane suit une trajectoire rectiligne, si le vent souffle sur un côté, il agit sur la surface M et tend par sa poussée à faire osciller le pendule. Cette oscillation provoque la commande des organes de stabilisation pour le sens correspondant à la direction du vent. L'aéroplane s'incline et peut continuer à progresser en ligne droite, malgré l'action latérale du vent.

Pendant un virage, l'action du vent sur la surface M donne au pendule une position plus ou moins inclinée, suivant la direction du vent, par rapport à celle que le pendule occuperait lors d'un virage en temps calme. L'inclinaison de l'aéroplane se trouve ainsi corrigée dans le sens convenable pendant le virage.

Stabilisateurs
Guérin et Cor-
neloup-Kor-
ganiantz

(Fig. 444.) Ce stabilisateur n'est pas basé, comme les précédents, sur le principe du pendule ni du gyroscope.

Il utilise l'action même de l'air sur les surfaces sustentatrices pour leur donner, à l'aide d'organes spéciaux, une orientation et une position convenables, permettant de réaliser la stabilité longitudinale et latérale, la stabilité d'altitude, et d'obtenir une variation de vitesse. Ce stabilisateur, appelé par ses inventeurs *balance différentielle*, se place sur le fuselage de l'aéroplane. Celui qui est représenté schématiquement par la figure 444 est supposé monté sur un *monoplan*, les tiges A, B, C, et D constituant les longerons du fuselage. Les ailes sustentatrices E et F, au lieu d'être rigidement fixées au châssis comme dans la plupart des aéroplanes, sont solidaires chacune d'un axe G placé parallèlement à leur grand côté, au tiers environ de sa largeur vers le bord d'attaque. Ces axes G sont creux et sont terminés vers le châssis par un pignon d'engrenage conique H. Les deux pignons H engrènent ensemble avec un troisième pignon I. Les deux axes G peuvent ne pas être dans le prolongement l'un de l'autre;

leur direction peut former, comme celle des ailes sur lesquelles ils sont fixés, un angle dièdre, sorte de V très ouvert. Par suite de la disposition des pignons H engrenant avec le pignon I, cet angle initial restera toujours le même, malgré les variations d'inclinaisons données aux ailes.

Le pignon d'engrenage conique I fait corps avec un levier J dont une extrémité est formée par un bras K perpendiculaire, tourillonnant à chacun des bouts dans deux paliers supportés par les longerons A et B du châssis.

A l'autre extrémité du levier J est fixé un câble L qui s'enroule sans glissement autour d'une came M et qui aboutit, après être passé sur un gilet de renvoi N, à l'extrémité O d'un ressort à boudin, dont la tension peut être réglée par la manœuvre d'un volant P, solidaire d'une vis pouvant se déplacer dans un écrou fixé au châssis. Le câble L exerce donc, sous l'action du ressort à boudin, une traction de haut en bas sur l'extrémité du levier J et provoque son oscillation autour des tourillons portés par le bras K. L'angle d'incidence des ailes peut ainsi varier suivant la tension du ressort et du câble. Lorsque cet angle augmente, la tension du ressort diminue, et au contraire cette tension augmente lorsque l'angle d'incidence devient plus petit.

Sur le levier J peut tourillonner une sorte de croisillon Q, rendu solidaire des deux

ailes au moyen de bras qui pénètrent dans les axes creux G, et qui portent les pignons coniques H. Le tourillonnement du croisillon peut s'effectuer sur le levier J dans un sens perpendiculaire à la direction de ce levier. Lorsque cette rotation se produit, les deux pignons coniques H tournent autour du pignon I, lequel reste immobile; en engrenant avec lui, les deux pignons H prennent un mouvement de rotation dans des sens opposés. Les ailes solidaires de

ces pignons font des angles d'incidence qui varient aussi en sens contraires.

En résumé, les organes mécaniques ainsi disposés ont pour fonction de permettre une oscillation simultanée des ailes autour de l'arbre K, ce qui fait varier dans le même sens l'angle d'incidence des ailes et provoque une tension plus ou moins grande du câble L et du ressort à boudin O.

En outre, on peut obtenir une oscillation dans le sens transversal, ce qui produit une rotation, en sens inverses, des ailes autour de leur axe G. L'angle d'incidence de ces ailes n'est alors plus le même; toutefois leurs axes G sont constamment entre eux le même angle dièdre donné par la construction dans le sens transversal.

Ces dispositions assurent la stabilité longitudinale, la stabilité d'altitude et la stabilité transversale.

En effet, un courant aérien descendant a pour effet, en agissant sur l'aile, de faire au-

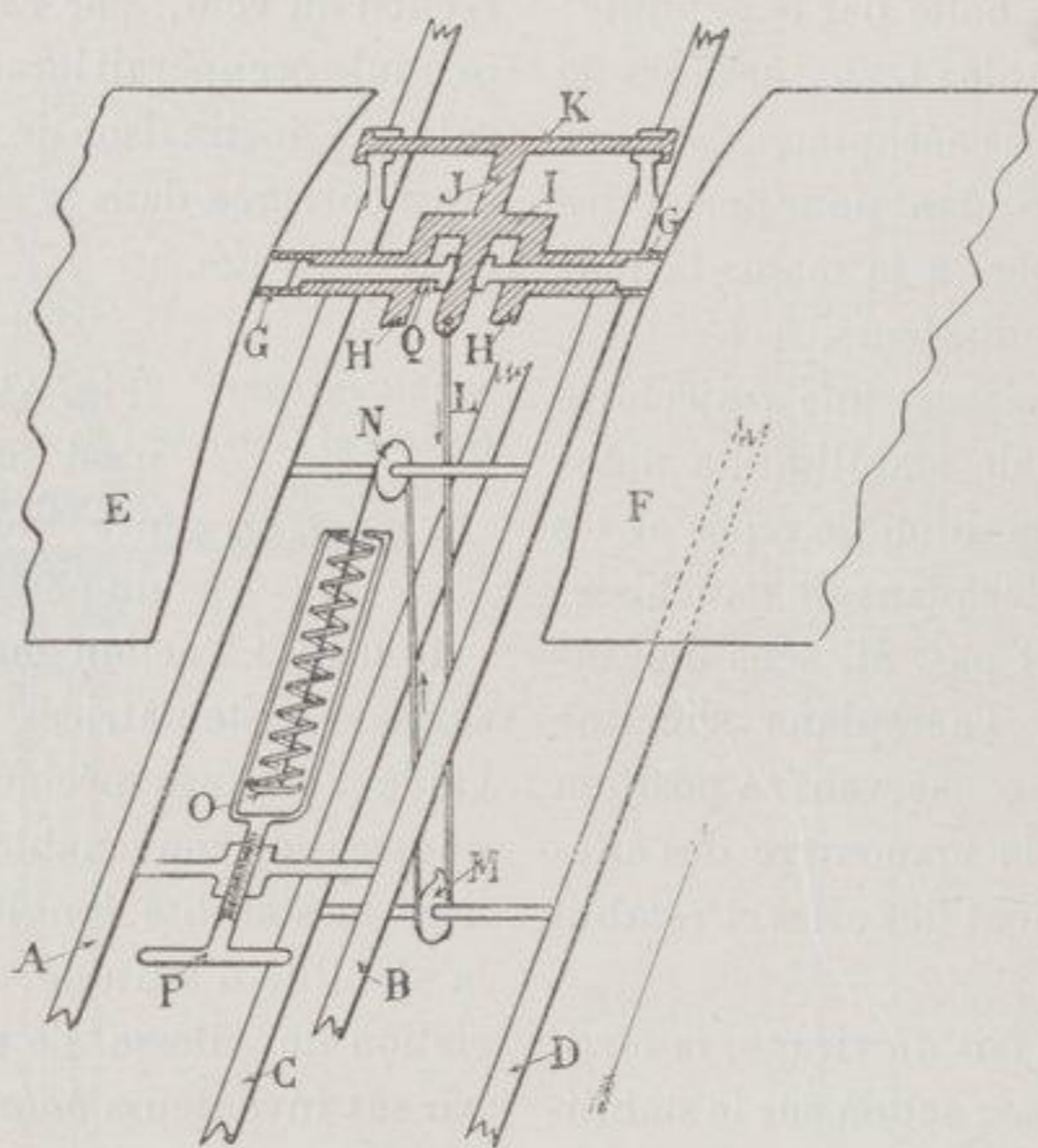


Fig. 441. — Stabilisateur dit « balance différentielle ».

tomatiquement augmenter l'incidence, la tension du ressort équilibrant la poussée de l'air. L'appareil tendra donc à monter, ce qui compensera l'action du courant descendant. La stabilité d'altitude sera donc obtenue. La vitesse diminuera légèrement, mais le pilote pourra toujours régler son moteur pour que cette vitesse ne descende pas au-dessous d'une certaine valeur indispensable à obtenir.

Lorsqu'il se produit un courant aérien ascendant, une action inverse s'exerce sur les ailes; l'incidence diminue, la nouvelle tension du ressort équilibrant cette nouvelle poussée; l'appareil tend à descendre et la stabilité d'altitude se trouve maintenue; dans ce cas, la vitesse augmente.

La stabilité en hauteur peut de la sorte être automatiquement réglée et l'aéroplane peut progresser suivant une direction sensiblement horizontale.

La stabilité longitudinale est troublée par suite de la variation de position du centre de poussée sur les ailes, ainsi que nous l'avons précédemment indiqué. Pour corriger cette variation, la came M, sur laquelle s'enroule le câble L qui relie le ressort au levier des ailes a, vers l'avant, un profil approprié, déterminé expérimentalement. Vers l'arrière, la came M a reçu un profil destiné à corriger les variations de tension du ressort.

Ce dispositif et l'adjonction de l'empennage horizontal permettent d'obtenir la stabilité longitudinale.

La stabilité latérale est automatiquement maintenue par suite de l'oscillation dans des sens inverses des ailes de l'aéroplane sous l'action d'un effort latéral de l'air. Cette manœuvre automatique correspond à la manœuvre des ailerons latéraux ou du gauchissement des ailes qu'effectue le pilote de l'aéroplane pour maintenir sa stabilité dans le sens transversal.

Stabilisateur Boutbien (Fig. 445.) Ce type de stabilisateur, tout en utilisant le principe du pendule, se sert des mouvements d'oscillation de ce pendule, provoqués par l'inclinaison latérale de l'aéroplane, pour produire le déplacement automatique du centre de gravité de l'appareil dans le sens convenable, de façon que sa stabilité soit assurée. Pour cela, le pendule en fermant, à partir d'une inclinaison déterminée, un circuit électrique, provoque l'avancement, dans le sens voulu, d'un chariot actionné électriquement. Ce chariot portant son poids soit à droite, soit à gauche de l'axe de l'aéroplane, déplace son centre de gravité, et tend à rétablir l'équilibre.

Le stabilisateur Boutbien, dont le principe, on le voit, est très intéressant, réalise donc, automatiquement, pour les aéroplanes, la manœuvre du poids stabilisateur que nous avons vu appliquer dans certains dirigeables, manœuvre qui, en s'effectuant à la main n'avait pas la rapidité et la précision désirables, mais qui peut, en s'effectuant électriquement, répondre à la nécessité d'un déplacement immédiat et rapide du poids équilibreur dans la direction favorable.

Le stabilisateur se compose, en principe, de trois systèmes pendulaires. Deux des balanciers A et B peuvent osciller de façon à venir respectivement au contact des plots C et D pour le premier et des plots E et F pour le second. Ces deux pendules, suivant qu'ils s'appuieront sur l'une ou l'autre des séries de plots, fermeront des circuits électriques, dans lesquels le courant circulera dans des sens différents. Ils jouent donc le rôle d'inverseurs de courant et produiront, suivant leur position, le mouvement du chariot stabilisateur G soit vers la droite, soit vers la gauche, ainsi que nous allons le voir.

Le troisième pendule H peut osciller librement; mais, selon l'angle qu'il fait avec

la verticale d'un côté ou de l'autre, il peut prendre successivement contact avec trois plots I, J et K. A ces plots sont reliées des bobines de résistances destinées à intercaler dans le circuit électrique des résistances de valeurs variables. L'intensité du courant est ainsi rendue plus ou moins forte et la commande du chariot formant équilibreur

tionné lui-même par l'énergie électrique provenant de la batterie d'accumulateurs, lorsque, par suite de l'inclinaison de l'aéroplane, les pendules ferment le circuit électrique de la façon que nous venons d'indiquer.

Le chariot porte, à chacune de ses extrémités, une pièce isolante. Ces deux pièces

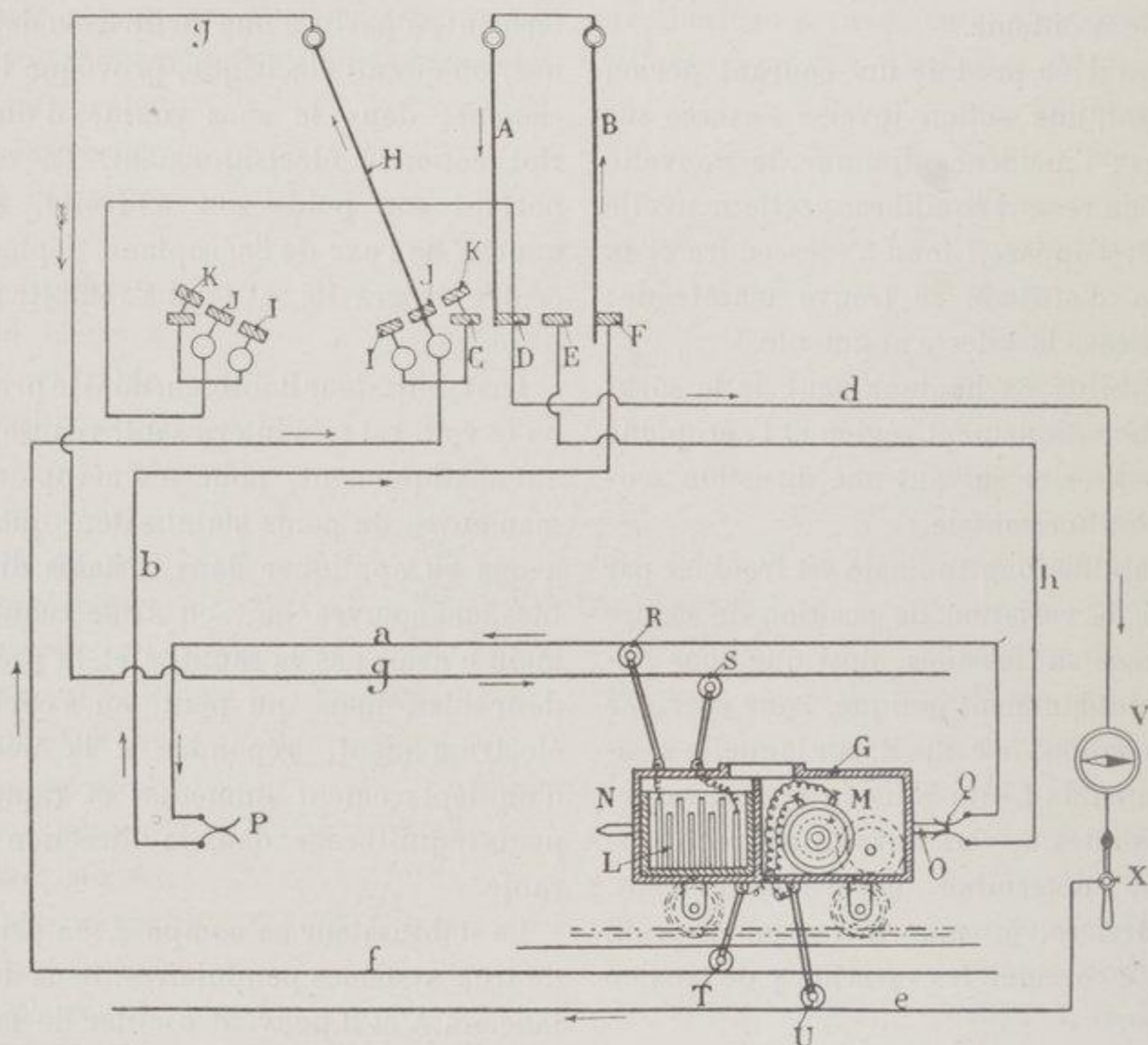


Fig. 446. — Stabilisateur Boutbien.

est, de la sorte, obtenue avec une énergie appropriée à la déviation du pendule H, c'est-à-dire de l'aéroplane.

La source d'énergie électrique est constituée par une batterie d'accumulateurs L qui peut être placée dans le chariot G.

Ce chariot porte des roues dentées, reposant sur des rails taillés en crémaillère et pouvant rouler sur eux. Ces roues reçoivent un mouvement de rotation d'un moteur électrique M disposé dans le chariot, et ac-

N et O peuvent venir s'engager, lorsque le chariot, par suite de l'inclinaison de l'aéroplane, atteint les extrémités de sa course, à gauche ou à droite, entre deux séries de deux lames P et Q qui, normalement, sont placées au contact l'une de l'autre. En outre, sur le chariot sont disposés deux frotteurs R et S communiquant respectivement avec les deux pôles positif et négatif de la batterie d'accumulateurs et deux autres frotteurs T et U qui sont reliés aux deux bornes de la

machine dynamo-électrique. Ces quatre frotteurs sont maintenus constamment appuyés, à la façon de trolleys, sur quatre fils conducteurs intercalés dans le circuit.

Un galvanomètre V est placé dans le circuit pour indiquer, à chaque instant, la valeur du courant électrique, et un commutateur X permet d'interrompre le circuit et de mettre hors d'action le chariot, soit au départ soit à l'atterrissage, pour éviter les effets d'inertie qui peuvent influencer d'une façon exagérée les pendules ou, encore, d'immobiliser le chariot dans le cas d'un fonctionnement défectueux.

La figure 446 représente le schéma des connexions électriques établies pour assurer le fonctionnement automatique de l'appareil stabilisateur.

On peut, à l'aide de ce schéma, se rendre compte du fonctionnement théorique du stabilisateur.

Le chariot étant supposé placé en fin de course vers sa droite, la pièce isolante O est engagée entre les deux lames Q. Ces lames, se trouvant séparées, interrompent le circuit en ce point.

Par contre, le courant peut passer à l'autre extrémité du circuit, les lames P se trouvant mises au contact.

A la position des chariots vers la droite correspondent, pour les pendules, des inclinaisons telles que les pendules A et B sont placés respectivement au contact des plots D et F, tandis que le troisième pendule libre H est supposé au contact du plot J à droite.

Examinons quel est l'effet qui va se produire du fait de ces diverses dispositions. Suivons pour cela le trajet parcouru par le courant électrique. Ce courant, pris à partir du pôle positif de la batterie d'accumulateurs, par exemple, arrive, par l'intermédiaire du frotteur R, dans le fil conducteur *a*; il ne peut suivre ce fil vers la droite puisque, par hypothèse, le circuit est interrompu entre les lames Q. Le courant, suivant le fil

a vers sa gauche, passe, par les lames P qui sont au contact, dans le conducteur *b* et aboutit au plot F. Comme le pendule B est supposé mis au contact de ce plot, le courant suit la tige métallique de ce pendule et parcourt la tige du second pendule A, par suite de la communication établie entre les axes de ces pendules. Le courant arrive ainsi au plot D. De ce plot partent deux conducteurs, l'un qui aboutit au groupe de plots I, J, K, de gauche, l'autre *d* qui va à une borne du galvanomètre V. Le courant ne peut suivre que le conducteur *d*, car, dans l'autre sens, le circuit est interrompu. Il traverse donc le galvanomètre V, passe par l'interrupteur X et parcourt le fil conducteur *e*. De là, par le frotteur U, il arrive à une des bornes du moteur électrique, parcourt le circuit de la dynamo, ressort par la seconde borne et par l'intermédiaire, du frotteur T, qui communique avec elle, arrive dans le conducteur *f* en suivant une direction représentée par les flèches indiquées sur la figure.

Le conducteur *f* amène le courant aux trois plots I, J, K de droite. Comme le pendule H est supposé placé au contact du plot J, le courant suit la tige de ce pendule et, par le conducteur *g* relié à son axe d'oscillation, arrive au frotteur S qui communique avec le pôle négatif de la batterie d'accumulateurs. Le circuit électrique se trouve ainsi fermé entre le pôle positif et le pôle négatif de la source électrique, par l'intermédiaire des contacts établis par les pendules inclinés par rapport à l'aéroplane. Le courant parcourra donc le circuit de la dynamo et provoquera sa mise en marche. Les roues du chariot se trouveront ainsi actionnées et leur mouvement de rotation sur les rails en forme de crémaillère provoquera l'avancement vers la gauche du chariot équilibreur. Le centre de gravité de l'aéroplane qui, par suite de son inclinaison, s'était déplacé, va tendre à reprendre automatiquement sa position normale par suite du déplacement du poids du chariot. L'aéro-

plane va tendre à reprendre sa position d'équilibre.

Le mouvement du chariot vers la gauche a provoqué le rapprochement des lames Q, parce que la pièce isolante O n'est plus engagée entre ces lames. Mais, cependant, malgré le contact de ces lames, le courant ne peut passer par elles, car le circuit est interrompu au plot E auquel aboutit le conducteur *h* partant de la lame inférieure Q. Le courant parcourt toujours le trajet que nous venons d'indiquer, et cela se produira pendant tout le temps que les trois pendules resteront en contact avec les plots sur lesquels ils sont placés.

Lorsque, par suite du redressement de l'aéroplane, provoqué par le déplacement du chariot, les pendules reprendront leur position verticale, ils ne se trouveront plus en contact avec aucun plot, et le circuit se trouvera automatiquement interrompu; le courant électrique ne sera plus établi; la dynamo du chariot s'arrêtera et le chariot lui-même restera immobilisé à la place qu'il occupera. La stabilité sera assurée jusqu'à ce qu'une nouvelle oscillation vienne remettre, suivant le sens de l'inclinaison, les pendules en contact avec les plots de droite ou de gauche. La même manœuvre du chariot se produira alors dans le sens convenable pour rétablir la stabilité.

Nous venons d'indiquer la disposition schématique des organes du stabilisateur Bouthien. Pratiquement, les pendules, les contacts, le chariot ont reçu des formes et ont été disposés pour assurer un fonctionnement régulier de ces divers organes.

On a établi de nombreux systèmes de stabilisateurs automatiques participant à peu près tous des mêmes principes essentiels, mais comportant des différences dans la réalisation des manœuvres de stabilisation. Ces appareils doivent, évidemment, pour assurer une stabilisation efficace et certaine de l'aéroplane, être réalisés de la façon la plus simple et la plus robuste possible pour

que leur fonctionnement ne laisse rien à désirer. Il n'est pas douteux qu'après de sérieux essais de mise au point quelques-uns d'encre eux puissent être utilement employés pour rendre la stabilité des aéroplanes automatique, ce qui contribuera à diminuer dans une large mesure, la fatigue que s'impose le pilote pour conduire son appareil.

Stabilité de route En dehors des stabilités d'altitude, longitudinale,

latérale que nous venons d'examiner, il convient encore de donner à l'aéroplane la *stabilité de route*, c'est-à-dire la stabilité dans la *direction* de la marche qu'il veut suivre. C'est à l'aide d'un gouvernail vertical, semblable à celui qui est employé pour guider les bateaux et les aérostats dirigeables, qu'il est possible de diriger dans l'air un aéroplane.

Ce gouvernail est une surface plane pouvant osciller autour d'un axe vertical, à droite ou à gauche, à la volonté du pilote qui le manœuvre à l'aide d'un volant et de câbles de commande. Le gouvernail est placé à l'arrière de l'aéroplane, en bout du fuselage et le plus loin possible des surfaces sustentatrices, de sorte que lorsqu'il est dévié, l'air exerce une poussée sur la face qui est obliquée par rapport à la direction de la marche et tend, en déplaçant l'arrière de l'aéroplane, à lui donner une direction de marche différente de la précédente.

Supposons, en effet, un aéroplane dont les surfaces sustentatrices sont représentées par le rectangle A (Fig. 447). En bout du fuselage B est disposé, verticalement, le gouvernail C, vu en plan, suivant sa tranche. Lorsque rien ne vient troubler la stabilité de route de l'aéroplane et qu'il marche en ligne droite, le gouvernail occupe la position C dans une direction parallèle à l'axe de l'appareil. L'action de l'air est alors nulle sur les faces latérales du gouvernail, puisque celui-ci se présente par sa tranche dans le sens du mouvement, et rien ne s'op-

pose à ce que l'aéroplane poursuive sa route en ligne droite. Si l'on incline le gouvernail à gauche et qu'on lui donne la position D représentée en pointillé, l'action de l'air se fera sentir sur la face gauche et la résultante de cette action sera la force E perpendiculaire au plan D. Ainsi, l'arrière de l'aéroplane sera poussé vers la droite et l'appareil tendra à osciller autour de son centre de gravité, l'avant se portant vers la gauche.

Pour que ce mouvement puisse s'effectuer et provoquer, par conséquent, le changement de direction de l'aéroplane, il faut que celui-ci offre une certaine résistance latérale à l'air, afin qu'il puisse s'appuyer en quelque sorte sur cet air, pour osciller autour de son centre de gravité. Sinon, il va à la dérive et n'obéit pas au gouvernail de direction. Il est donc nécessaire que l'aéroplane comporte des surfaces qui s'opposent à la dérive transversale. Le fuselage ou coque de l'appareil comportant des parois pleines, ou bien une quille verticale permettent d'obtenir ce résultat. Les cloisons disposées dans les biplans, entre les surfaces sustentatrices offrent un point d'appui très efficace pour gouverner sûrement.

Lorsque l'aéroplane a un point d'appui qui l'empêche d'être chassé latéralement, l'action du gouvernail est d'autant plus grande que sa surface est plus considérable et qu'il est plus éloigné du centre de gravité de l'appareil. Il est donc possible, en donnant à cet écartement une grande longueur, de diminuer la surface du gouvernail, sans que son action en soit affaiblie.

Action du vent sur la direction de l'aéroplane

Nous avons précédemment étudié, pour les aérostats dirigeables, les conditions à remplir afin que la *dirigeabilité* soit complète. Nous avons examiné l'action du vent qui pousse dans sa propre direction le navire aérien, alors que celui-ci est propulsé dans un sens déterminé par son organe moteur, et nous savons que la route véritablement suivie par l'appareil est une résultante de la combinaison de ces

deux actions : l'action propulsive et l'action du vent. Ces mêmes considérations s'appliquent, en principe, aux aéroplanes ; mais il est bien évident que l'action du vent ne saurait être aussi grande sur un aéroplane que sur un dirigeable, par rapport à l'action propulsive, car le dirigeable offre du fait de sa plus grande surface une prise plus importante au vent.

Donc l'aéroplane qui progresse dans une certaine direction, peut être dévié de sa route par un vent latéral, par exemple, et le chemin parcouru est la résultante

des deux forces composantes : la vitesse de l'appareil et la vitesse du vent, et cela dans la direction même de cette résultante, de sorte que si l'aéroplane s'avance dans le même sens que le vent, il parcourt un chemin qui est la somme des deux composantes, c'est-à-dire que sa vitesse effective est la somme de sa vitesse propre et de la vitesse du vent. Au contraire, s'il marche contre le vent, sa vitesse réelle est la différence des deux vitesses composantes.

Il est donc indispensable pour l'aéroplane, comme pour le dirigeable, que sa vitesse propre soit supérieure à celle du vent, si l'on veut qu'il puisse se diriger dans tous les sens,

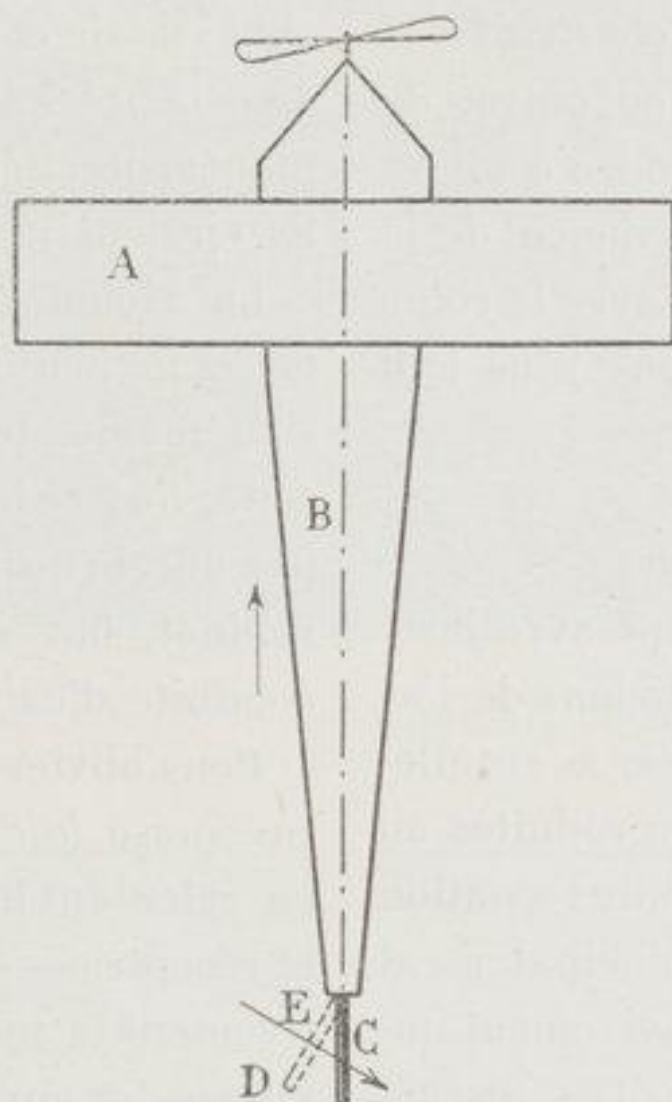


Fig. 447. — Rôle du gouvernail de direction.

et l'examen des *zones abordables* que nous avons fait pour les dirigeables s'applique exactement aux aéroplanes. Nous n'y reviendrons donc pas.

La *dérive* que donne à l'aéroplane l'action du vent offre, pour la sûreté de la route à suivre, un grand inconvénient, qui devient même fort grave lorsque le brouillard, par exemple, empêche de reconnaître à la surface de la terre des repères déterminés. L'aviateur se dirige alors à *la boussole*; mais comme cet instrument peut être influencé par la proximité du moteur, on a construit des boussoles spéciales, munies, en outre, de dispositifs permettant de se rendre compte, à chaque instant, de la concordance de la direction suivie par l'appareil avec la route réelle à suivre. Nous décrirons plus loin une de ces boussoles.

Dégyroscopage La stabilisation des aéroplanes préoccupe avec juste raison les techniciens et les praticiens de l'aviation. Les chutes d'aéroplanes, si cruellement nombreuses, qui se sont produites au fur et à mesure que les progrès de l'aviation semblaient s'affirmer, et principalement vers la fin de l'année 1910, ont vivement impressionné l'opinion publique. Des discussions scientifiques se sont engagées à ce sujet, et on a été conduit à se demander si les accidents qui se sont assez souvent produits lors d'un virage, n'avaient pas pour cause une perturbation provoquée par la rotation de l'hélice et la rotation du moteur lui-même, car on sait qu'on emploie fréquemment sur les aéroplanes des moteurs rotatifs, dans le genre du moteur Gnôme que nous avons décrit dans le troisième volume des *Merveilles de la Science* (1). Pour les *moteurs fixes*, d'ailleurs, une partie importante de leur poids qui est évaluée à 25 à 30 % suivant les modèles, tourne et engendre les effets gyroscopiques nuisibles.

(1) MERVEILLES DE LA SCIENCE. — TOME III : *Moteurs*, pages 632 et suivantes.

L'hélice et le moteur, d'après M. Bouchaud-Praceiq, jouent, à bord de l'aéroplane, le rôle intempestif d'énormes gyroscopes. Tant que l'on navigue en ligne droite ou avec de larges virages, leur action de décomposition des forces est relativement modérée. Mais si on vient à virer brusquement, soit pour éviter un obstacle dans la course aérienne, soit pour atterrir, il se produit une composante brusque, violente, incoercible, qui détruit l'équilibre, brise le grément, stoppe le mécanisme; c'est la chute fatale et inévitable. On en a la preuve dans la précipitation funeste de tant d'aéroplanes, précisément alors qu'en fin de course ils viraient brusquement pour atterrir.

La violence de cette décomposition de forces ne peut se comparer, d'après l'expression même de M. Bouchaud-Praceiq, qu'à celle, fort redoutée, du *coup de bélier*, qui, par une brusque fermeture de valve ou de robinet, fait sauter tous les joints d'une conduite d'eau, la détraque et la brise.

Pour obvier à ce grave inconvénient, il préconise le *dégyroscopage* des aéroplanes en calculant les masses tournantes motrices et réceptrices de façon qu'elles aient respectivement la même valeur, par rapport aux vitesses et aux *moments d'inertie*. En outre, on fait tourner ces masses différentes dans des sens de rotation inverses, de sorte que les *couples giratoires* qui en résultent se contrebalancent.

Si l'hélice est placée sur l'arbre même du moteur, on peut la commander par l'intermédiaire d'un différentiel; si elle est calée sur un arbre auxiliaire, une paire de roues d'engrenage à denture droite permettra la commande dans des sens contraires; si enfin les deux axes sont placés à une certaine distance l'un de l'autre, on peut actionner l'hélice à l'aide d'une chaîne croisée qui donne à un des arbres un mouvement de rotation en sens inverse de l'autre.

M. Bouchaud-Praceiq a établi un petit appareil simple, démonstratif de sa thèse, qui

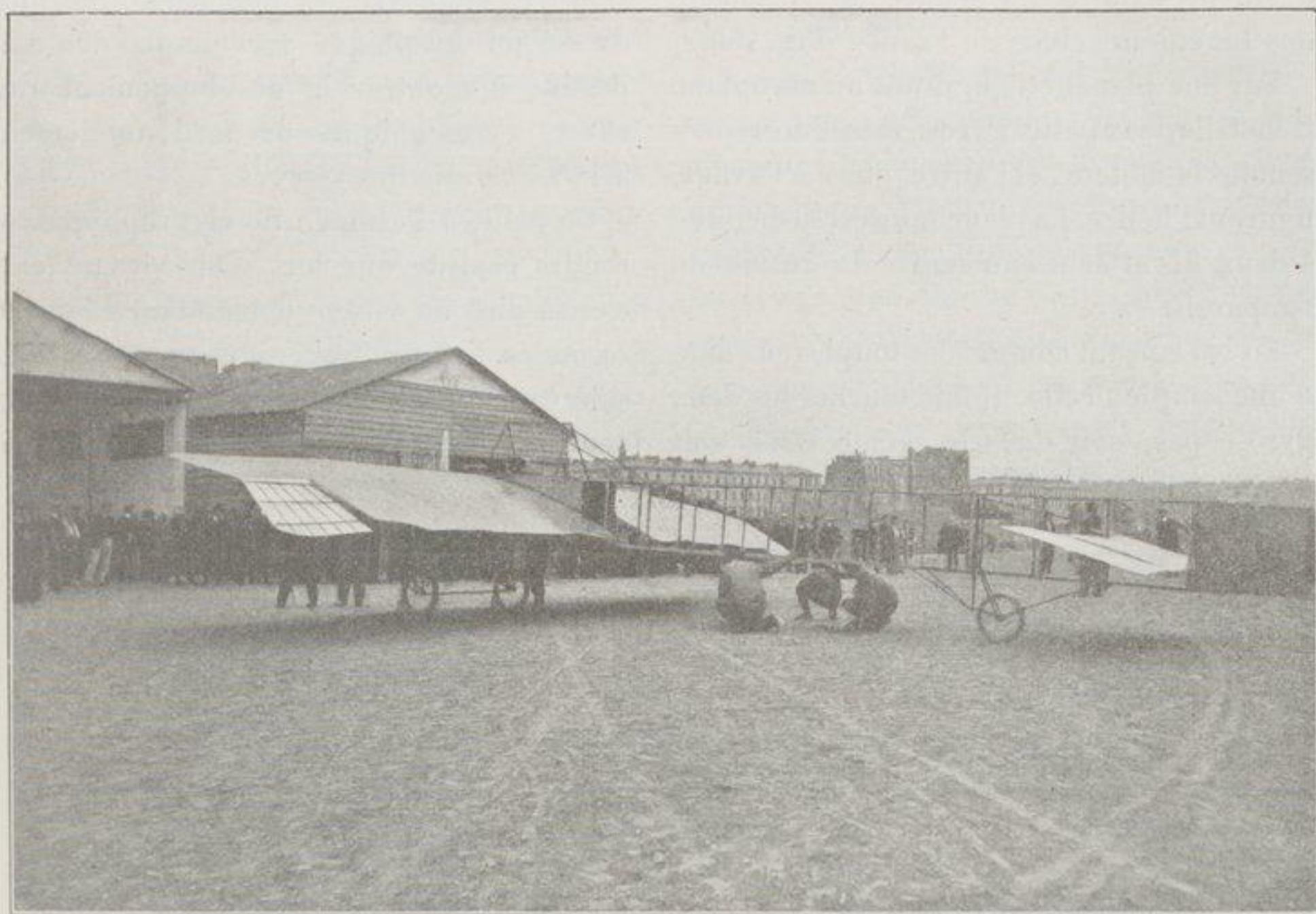


Fig. 448. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Monoplan Blériot à Issy les Moulineaux, en 1908.

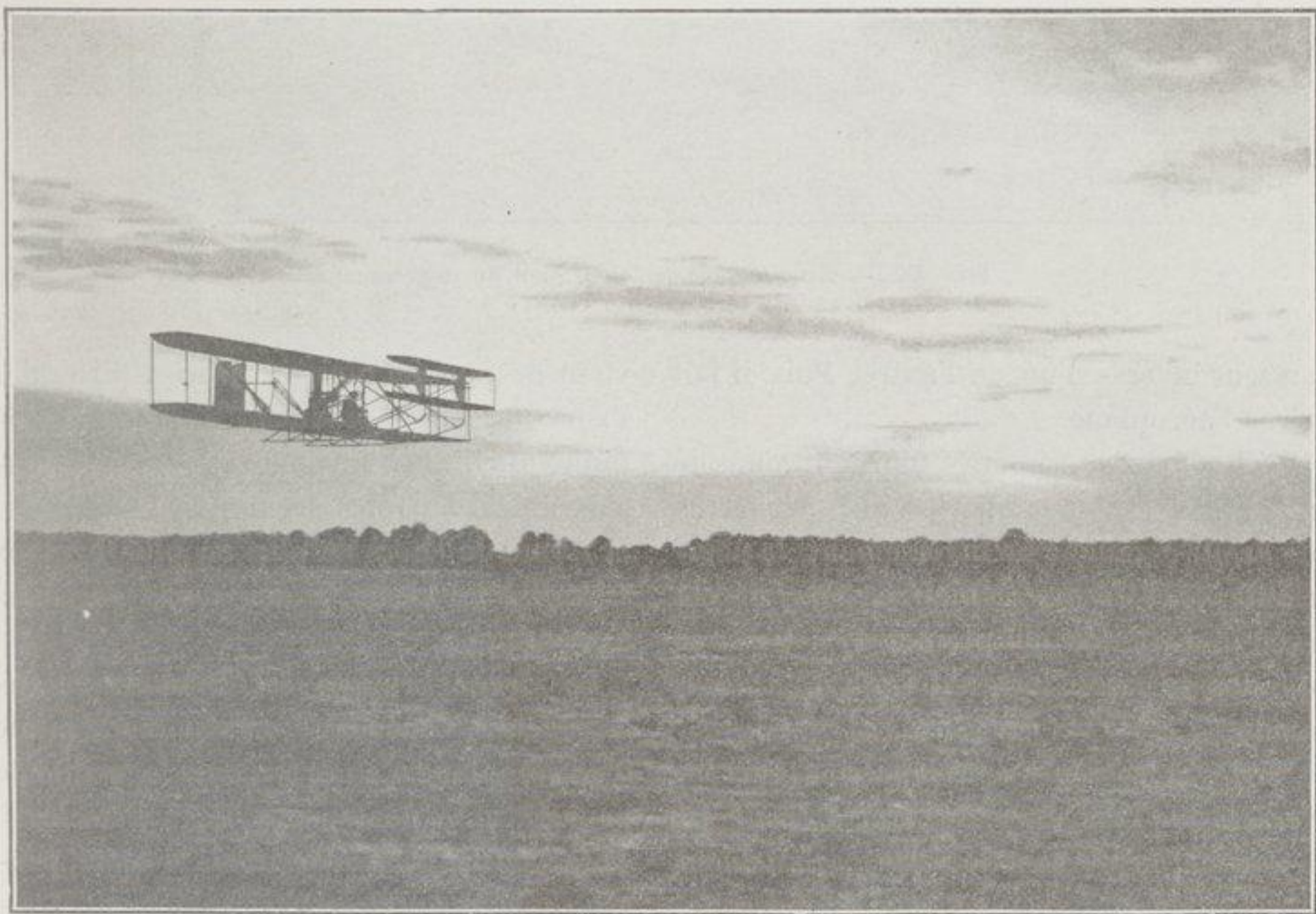


Fig. 449. — LES DÉBUTS DE L'AVIATION. — Wright vole au camp d'Auvours, en septembre 1908.

a été présenté à une séance de la Société des Ingénieurs civils de France (Fig. 450).

Sur une planchette figurant un aéroplane il installe deux petits gyroscopes, l'un représentant le moteur, et l'autre, placé à l'avant, figurant l'hélice. La planchette est suspendue à deux fils attachés au centre de gravité de l'appareil.

En les lançant comme des toupies, à l'aide d'une simple ficelle, il fait tourner les deux gyroscopes, soit dans le même sens, soit

sion très employée. M. Bouchard-Praceiq a dressé un graphique fort impressionnant destiné à montrer le développement des efforts gyroscopiques proportionnellement à la *sécheresse* des virages.

On peut, à l'examen de ce graphique, se rendre compte que lors d'un virage *lent*, c'est-à-dire un virage demandant 15 ou 20 secondes, l'effet gyroscopique peut être considéré comme sensiblement négligeable. Par contre, au fur et à mesure que le virage de-

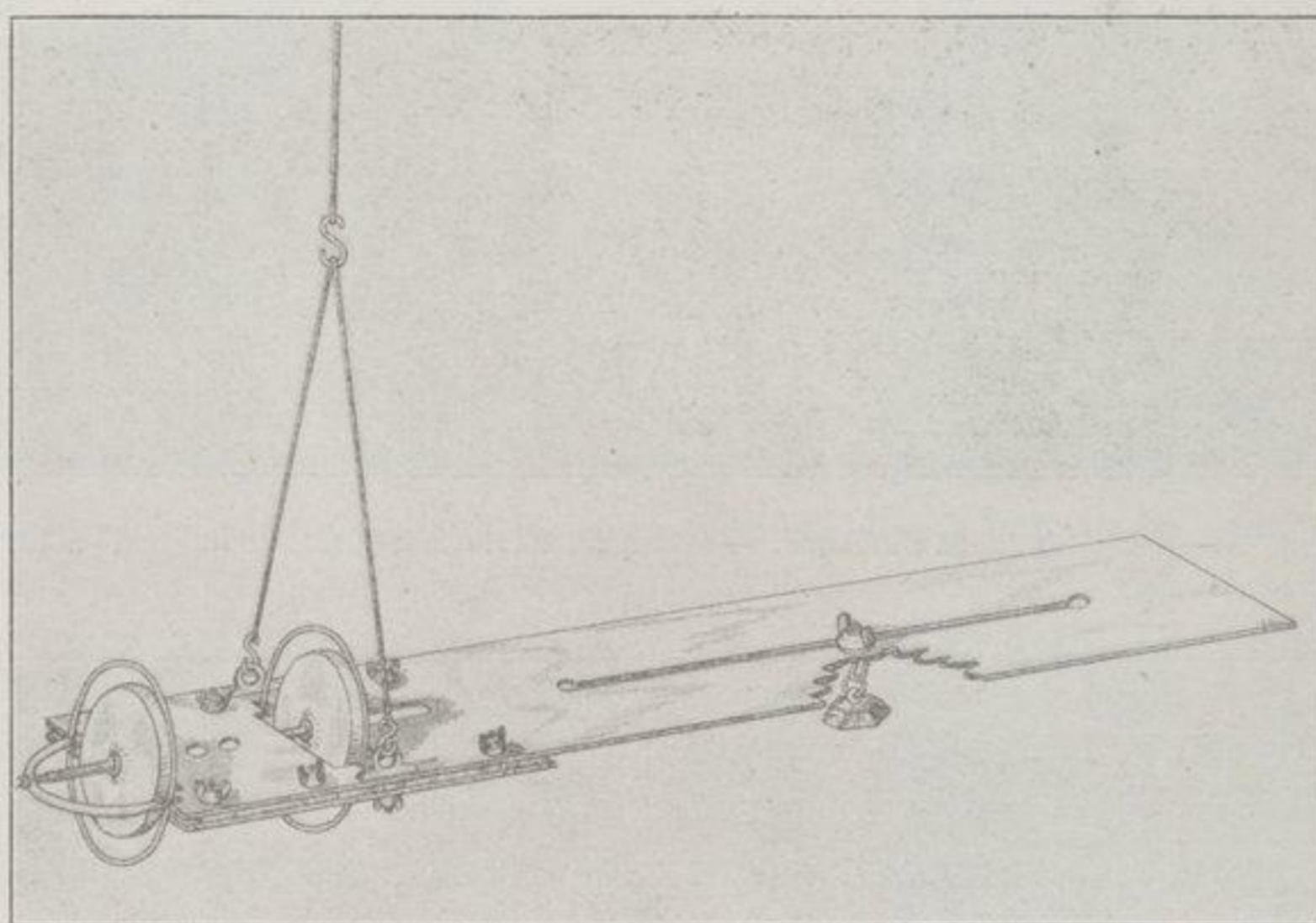


Fig. 450. — Appareil de démonstration du dégyroscope.

en sens inverse l'un de l'autre. Puis il fait virer l'aéroplane.

Si les deux gyroscopes tournent dans le même sens, suivant que le virage s'effectue de droite à gauche ou inversement, la planchette *pique du nez* ou bien *se cabre*; et cela avec une vigueur qui permet d'imaginer ce qui doit se passer lorsqu'il s'agit d'un aéroplane.

Si les gyroscopes sont lancés en sens inverses, que l'on essaye de virer à droite ou à gauche, la planchette reste parfaitement horizontale, même si le virage est brusque, c'est-à-dire s'il est *sec*, suivant une expres-

vient de plus en plus *sec*, c'est-à-dire qu'il s'effectue plus rapidement, l'effet gyroscopique atteint brusquement des valeurs considérables, décuples et centuples, en prenant la forme de chocs de plus en plus brutaux assimilables même à des *coups de bélier* hydrauliques.

Le virage brusque est donc dangereux dans ce cas. Cependant, on sait que le pilote d'un aéroplane n'a pas toujours la facilité de pouvoir virer lentement. Des obstacles à éviter, ou des courants aériens violents, peuvent l'obliger à virer très rapidement. L'effort gyroscopique peut alors atteindre des

milliers de kilogrammes que les surfaces sustentatrices et les haubans devront supporter, et on comprend qu'il puisse se produire des ruptures de ces haubans et, comme conséquence, des détériorations des ailes qui cassent, se replient et provoquent la catastrophe finale.

De récentes expériences, faites au champ d'aviation d'Issy-les-Moulineaux avec un aéroplane disposé en *dégyroscopage*, semblent justifier entièrement la théorie et les expériences de M. Bouchaud-Praceiq. En combinant comme il convient les influences

gyroscopiques qui se manifestent sur l'aéroplane, on les annihile.

D'autres expériences sont en préparation. On ne peut que souhaiter de leur voir tenir toutes les promesses des premières, car la stabilisation certaine de l'aéroplane, c'est la possibilité de pratiquer *l'aviation en commun*, déjà réalisée, à la vérité, dans quelques circonstances, mais qui constitue encore dans une assez large mesure le *tour de force* sur lequel on ne saurait baser, jusqu'à présent, un véritable moyen de transport.



ORGANES D'AÉROPLANES

ORGANES D'AÉROPLANES. — AILES. — TENDEURS. — FUSELAGES.
MOTEUR. — HÉLICE.
ORGANES DE LANCEMENT. — ORGANES D'ATTERRISSAGE.
ORGANES AUXILIAIRES.

Organes d'aéroplanes D'après les conditions à remplir, conditions que nous venons d'examiner, pour obtenir la sustentation, la progression, l'équilibre et la stabilité dans tous les sens d'un aéroplane, il est aisé de déterminer quels sont les organes qui doivent constituer cet appareil.

Ces organes peuvent être et sont, en réalité, disposés de façons très diverses suivant le type d'aéroplane et suivant les constructeurs; mais, en principe, un aéroplane comporte : des surfaces sustentatrices ou *ailes*, une *carène* ou *fuselage*, auquel les ailes sont attachées, dans lequel se place le pilote et qui sert à supporter les divers autres organes parmi lesquels les principaux sont le *moteur* et l'*hélice*. L'aéroplane comporte encore un *gouvernail de profondeur*, un *gouvernail de direction*, et, suivant les types, des surfaces stabilisatrices, de queue, des ailerons, etc...

Nous allons examiner comment sont constitués, d'une façon générale, ces organes, nous réservant d'indiquer, lors de la description des divers types d'appareils, les dispositions spéciales qui leur ont été données.

Ailes Les ailes, ou surfaces sustentatrices, ou plans de susten-

tation, sont différemment constituées, suivant que l'aéroplane comporte un seul plan ou plusieurs plans. On sait que dans le premier cas, l'aéroplane est appelé *monoplan*, tandis que dans le second cas on lui donne le nom de *multiplan*. Parmi les appareils multiplans, c'est l'aéroplane à deux plans superposés qui s'est le plus généralisé; on le nomme *biplan*.

Les ailes d'un biplan sont relativement plus faciles à construire et à rendre rigides que les ailes d'un monoplan.

Les appareils biplans du type Wright, que la Société Astra construit, ont leurs ailes constituées de la façon suivante : chacun des plans sustentateurs est formé de deux longerons plats, placés parallèlement à une distance d'environ 1^m,35 et c'est entre ces deux longerons qu'est tendue la toile qui forme la surface sustentatrice. Le longeron A (Fig. 451) placé en avant, a son bord arrondi pour diminuer, le plus possible, la résistance à l'avancement.

L'étoffe qui forme l'aile est tendue entre les longerons par l'interposition entre eux de *nervures* B, qui ont le double but de maintenir l'écartement de ces longerons et de supporter l'étoffe. Les nervures sont constituées par des lames courbes en frêne, main-

tenues à leur écartement par des cales en chêne D, sur lesquelles elles sont clouées. Ces lames sont également clouées en avant et en arrière du plan de sustentation aux longerons qui le limitent.

Les deux ailes du biplan Wright sont réunies par des montants à l'aide d'assemblages rigides, permettant de placer des fils tendeurs. Les extrémités des ailes sont disposées pour pouvoir être gauchies par la manœuvre d'organes commandés par le pilote et dont nous trouverons plus loin les détails.

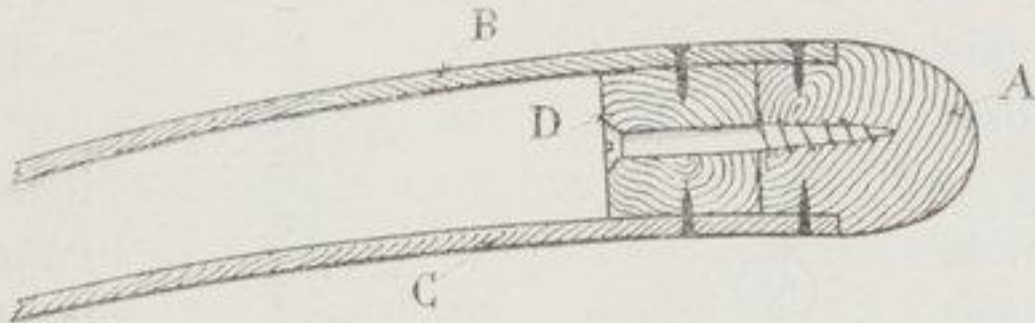


Fig. 451. — Montage de l'aile d'un biplan.

Les ailes de monoplans sont plus compliquées de construction. Elles sont constituées par une véritable charpente faite soit en bois, soit en tubes métalliques. On leur donne une forme incurvée, justifiée par l'action plus efficace de la résistance de l'air, ainsi que nous l'avons précédemment signalé. La section de l'aile a, en outre, une forme qui rappelle celle du poisson; le bord d'avant est fortement arrondi, tandis que le bord d'arrière est effilé. Les ailes comportent deux longerons A (Fig. 452), entre lesquels sont disposées les nervures B et C. Dans certains aéroplanes, les nervures sont des tiges de frêne de faible épaisseur, assemblées à leurs deux extrémités aux longerons avant et arrière et entretoisées sur toute la longueur par des cales D. D'autres nervures sont constituées en un seul morceau. Ce sont des planchettes auxquelles on a donné la forme extérieure convenable et qui ont été allégées en les découpant, de façon à former des sortes de poutres en bois ajourées.

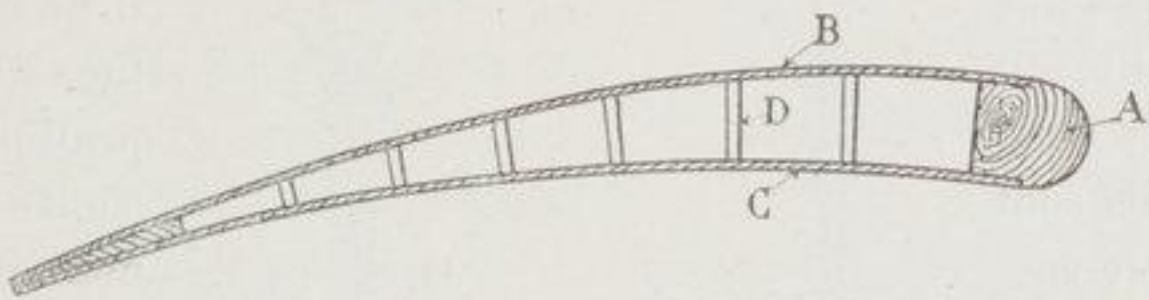


Fig. 452. — Montage de l'aile d'un monoplane.

par l'assemblage de tubes d'acier et de nervures en bois. Dans d'autres, les ailes sont entièrement constituées par des tubes métalliques assemblés à l'aide de la soudure autogène.

Sur l'ossature des ailes ainsi constituée rigidement, est tendue l'étoffe sur laquelle doit s'exercer la pression de l'air. Cette étoffe est spécialement fabriquée pour être à la fois résistante et légère et ne doit pas se déformer par suite des variations hygrométriques de l'atmosphère. On n'emploie actuellement,

pour recouvrir les ailes d'aéroplanes, que de l'étoffe caoutchoutée, qui offre toutes les conditions de sécurité désirables. Pour fixer l'étoffe à la carcasse des ailes, on recourt à divers procédés; on la colle, ou on la lace sur les bords rigides. Dans son aéroplane, Wright la clouait simplement sur les longerons et les nervures.

Le collage de l'étoffe demande à être fait avec grand soin. L'étoffe lacée est plus facile à disposer, et c'est ainsi qu'on la monte généralement. Quel que

soit son mode de montage, la toile est fortement tendue et vernie pour diminuer la résistance de l'air pendant l'avancement de l'appareil. Pour assurer la solidité de l'aile qui doit pouvoir effectuer un mouvement de gauchissement, on dispose la trame de l'étoffe dans le sens de la charnière autour de laquelle se produit le mouvement.

Les ailes sont fixées au fuselage en encastrant solidement dans celui-ci les extrémités des longerons. On emploie souvent pour assurer cette liaison très importante, des

dispositifs divers que nous examinerons lors de la description des différents aéroplanes.

En outre, pour rendre les ailes complètement solidaires de l'appareil et pour éviter les effets de porte-à-faux qui peuvent être sérieux, surtout dans les monoplans, on *haubanne* ces ailes.

Pour haubanner les ailes d'un aéroplane, on attache généralement des fils métalliques, d'une part à une tige rigide verticale faisant corps avec le fuselage, et, d'autre part, en divers points de l'aile, de façon que celle-ci soit rendue complètement solidaire de l'appareil et lui transmette sans mouvements dangereux pour sa solidité, l'effort que l'air exerce sur elle. Ces fils métalliques ou *haubans* sont en acier; mais pour assurer et régulariser leur tension, ils sont sectionnés en deux parties, chacune d'elle étant attachée à une extrémité soit à l'aile, soit à la tige rigide. Les deux autres bouts des fils sont réunis par une pièce spéciale, nommée *tendeur*, qui permet de les rapprocher successivement

jusqu'à ce que la tension du câble ne formant ainsi qu'une seule pièce, soit obtenue.

Tendeurs Les *tendeurs* ont des formes très diverses, mais, en principe, un tendeur est une pièce en bronze A (Fig. 453) portant, suivant son axe longitudinal, un trou traversant de part et d'autre et taraudé sur une demi-longueur dans un sens et en sens inverse sur l'autre demi-longueur.

La pièce A est donc un écrou taraudé à droite à un bout et à gauche à l'autre bout.

Deux tiges B et C, terminées par un œillet et portant un pas de vis dans le sens approprié, sont engagées aux deux extrémités dans le trou taraudé du tendeur. Ce sont les œillets des tiges B et C qui reçoivent les deux bouts du câble à tendre.

On comprend qu'en donnant au tendeur un simple mouvement de rotation, on provoque, suivant le sens de ce mouvement, soit

le rapprochement, soit l'écartement des deux tiges par suite de la direction inverse de leur pas de vis. Pour tendre le hauban on fait tourner la pièce A en se servant d'une broche que l'on introduit dans le trou D, de façon que les tiges B et C se rapprochent. Lorsque la position de réglage de tension est obtenue, on serre les écrous E, qui, se vissant sur un filetage conique, bloquent les parois du tendeur contre les tiges B et C. Ce serrage peut s'effectuer grâce à une fente F pratiquée aux extrémités du tendeur, laquelle donne à cette partie de l'organe une légère élasticité. Comme les haubans doivent résister à

des efforts considérables, il est indispensable que l'attache qui réunit les deux bouts G et H du hauban aux œillets des tiges B et C soit très solidement établie.

A cet effet, on fait d'abord passer, avant de l'attacher, le fil formant le hauban dans un tube de cuivre I; on le passe ensuite dans l'œillet de la tige et on l'enfile de nouveau en sens inverse dans le tube en cuivre I. L'extrémité qui sort du tube est recourbée et le tube serré. De cette façon, la traction qui peut s'exercer sur l'œillet ainsi constitué

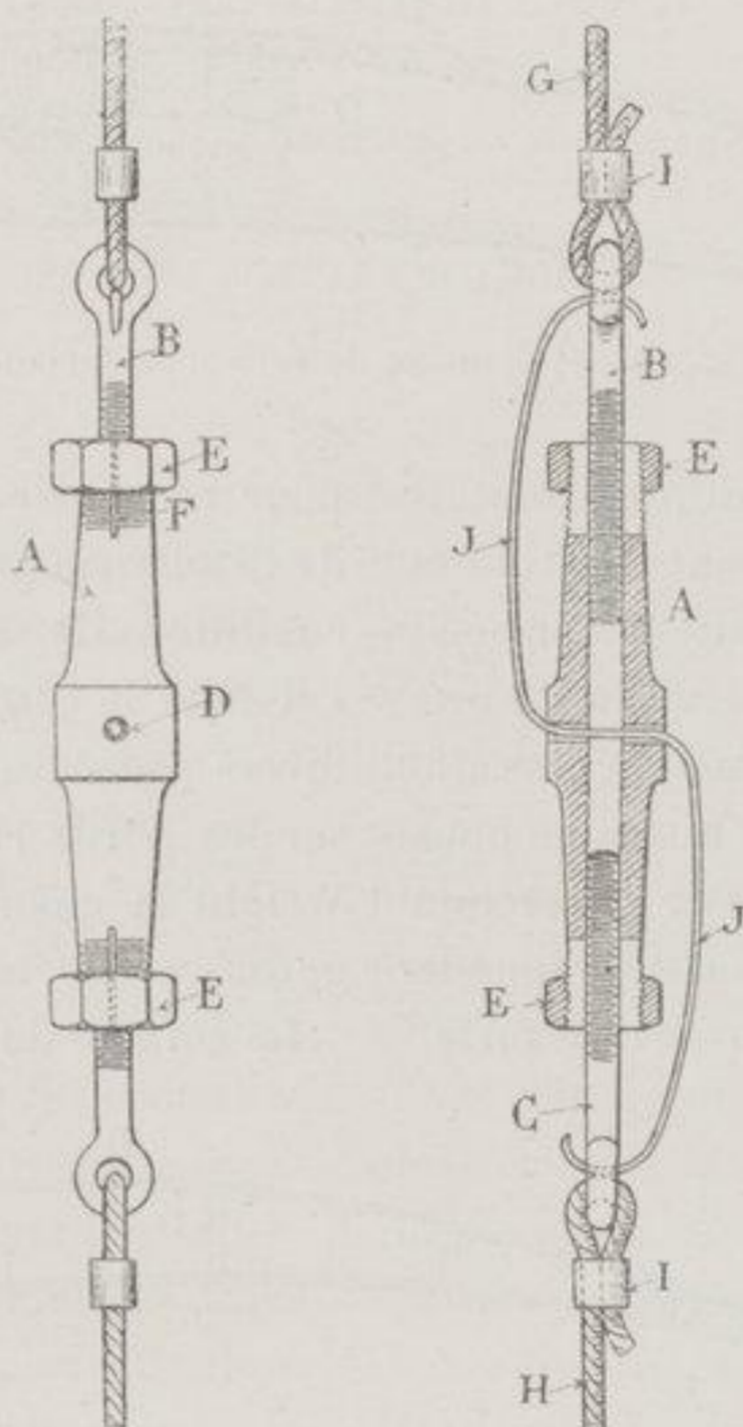


Fig. 453. — Tendeur de haubans.

ne peut déformer cet œillet, et la solidité du hauban est assurée.

On place souvent, en dehors des écrous de serrage E qui empêchent le desserrage du tendeur, des dispositifs de sécurité devant remplir le même but.

L'un de ces dispositifs consiste à placer un fil métallique dans le trou D du tendeur, et à arrêter ce fil à chacune de ses extrémités en le passant dans l'œillet des tiges B et C et en recourbant le bout.

Ce dispositif simple empêche le desserrage des tiges et, par conséquent, assure le maintien de la tension du hauban.

On ne saurait trop prendre de précautions pour donner à tous les organes de l'aéroplane, et principalement aux organes de sustentation, toute la sécurité désirable : aucun détail, même le plus insignifiant en apparence, ne doit être négligé, car en aviation, certaines petites causes ont eu, malheureusement trop souvent, comme effets, d'épouvantables catastrophes.

Fuselage Le *fuselage* est le corps de l'aéroplane. C'est lui qui supporte le moteur et l'hélice, le pilote et les passagers, les organes de commande et de manœuvre. C'est sur lui que sont fixées les ailes et les dispositifs d'atterrissage destinés à amortir le choc lorsque l'appareil arrive à terre. Il porte aussi les gouvernails. Le fuselage doit donc être très robuste, pouvoir résister sans se déformer aux chocs et aux vibrations, comme il doit être, en même temps, le plus léger possible. On voit que la construction du fuselage offre de grandes difficultés et demande beaucoup de soin.

Les types de fuselage sont nombreux. Nous en verrons plus loin les principaux modèles. La forme qu'on leur donne dépend, en grande partie, de la place que doivent occuper le moteur et l'hélice.

Les fuselages sont assez souvent faits en bois. Cependant quelques types sont réalisés en tubes d'acier. Quelle que soit la matière

que l'on emploie pour sa confection, le fuselage est, en principe, une poutre armée composée de longerons, d'entretoises et de tirants qui assurent la liaison des diverses pièces entre elles et la rigidité de l'ensemble.

Les poutres formant les fuselages ont généralement une section quadrangulaire.

Les fuselages métalliques sont d'une construction plus aisée que les fuselages en bois, mais leur poids est plus considérable. D'autre part, ils sont très rigides.

On a aussi, dans certains types d'aéroplanes, constitué le fuselage comme un véritable canot, comportant des parois pleines auxquelles on a donné une forme incurvée appropriée, pour éviter les remous d'air le long de ces parois et diminuer, le plus possible, la valeur de la résistance de l'air pendant la marche de l'appareil.

Les organes de commande établis dans le corps de l'appareil à la portée du pilote, ont reçu des dispositions si diverses, qu'on en peut seulement dire, d'une façon générale, qu'ils sont actionnés au moyen de leviers et de volants différemment disposés. Nous examinerons ces divers systèmes lors de la description des appareils.

Moteur Le moteur est l'organe essentiel de l'aéroplane, car, nous l'avons dit, les progrès de l'aviation ont été intimement liés aux progrès faits dans la construction des moteurs, et l'aéroplane a pu voler lorsque le moteur a atteint un degré de perfection lui permettant d'être à la fois suffisamment puissant et léger.

Nous avons, dans le troisième tome de cet ouvrage (1), décrit quelques types de moteurs d'aviation. Nous les remettons sous les yeux du lecteur sans entrer dans le détail de leur description. Nous examinerons seulement les dispositifs nouveaux qui ont pu y être adjoints et nous décrirons les quelques types de moteurs qui ont, depuis,

(1) MERVEILLES DE LA SCIENCE. — Tome II, *Moteurs d'aviation*, p. 632 et suivantes.

été créés et mis au point et qui se distinguent par leur caractère particulier.

Il est nécessaire, cependant, au point de vue général, d'indiquer ici quelles sont les conditions que doivent remplir les moteurs d'aviation pour donner des résultats satisfaisants.

Le moteur d'aviation dérive, nous le savons, du moteur d'automobile, et quoique

particularité suivante : c'est que tout en étant le plus léger possible, il doit fonctionner d'une manière constante à sa puissance maximum.

Il a donc été nécessaire de donner aux organes du moteur d'aviation une forme et une disposition telles que les pièces qui le composent soient à la fois robustes et légères. Cette condition constitue la base

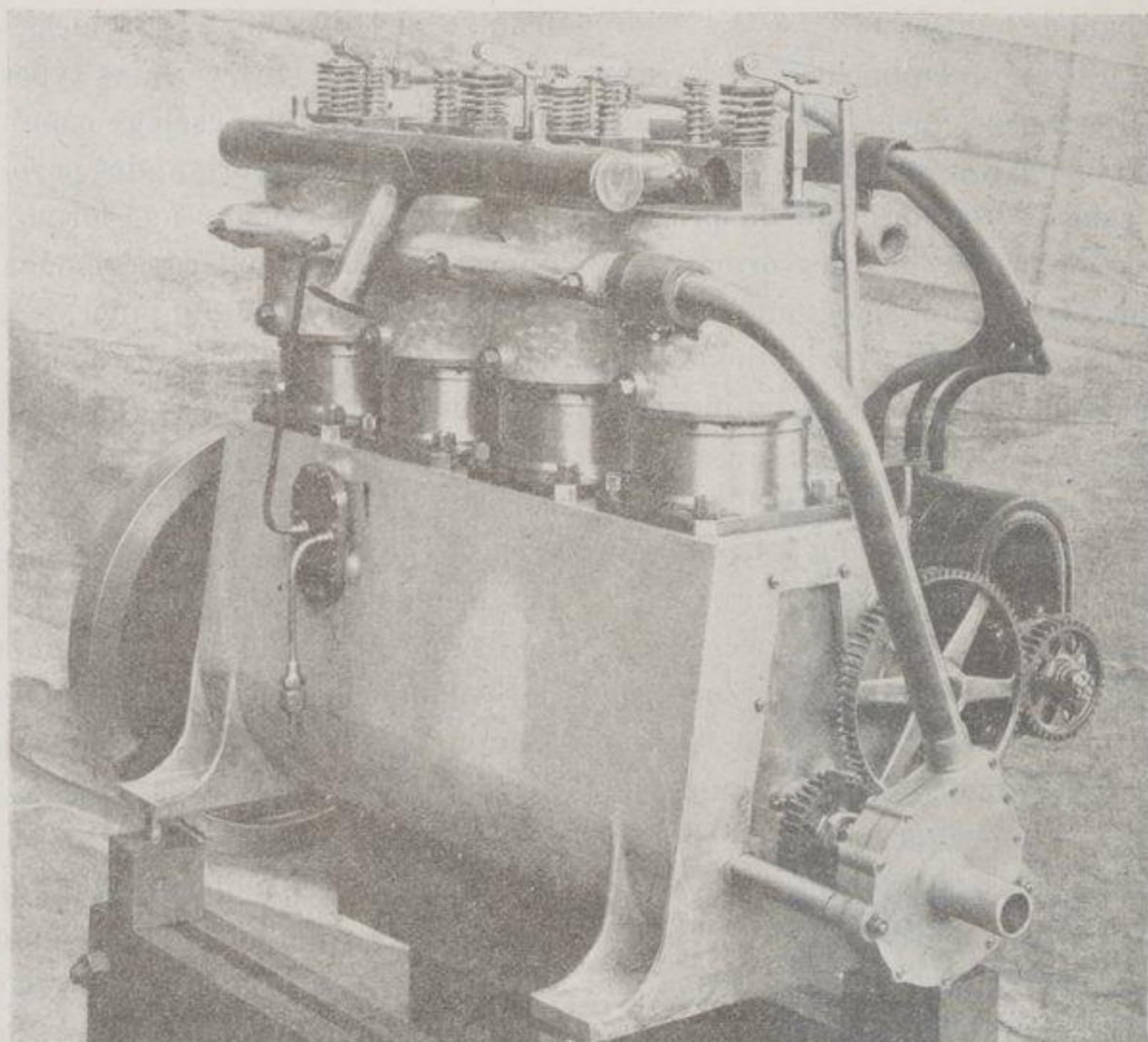


Fig. 451. -- Moteur d'aviation à cylindres verticaux : Bariquand et Marre. (Aéroplane Wright.)

ces deux sortes de moteurs soient établis sur le même principe, les conditions d'emploi, dans les deux cas, sont assez différentes pour que les deux types de moteurs aient entre eux des différences notables.

Ce sont évidemment les progrès de l'automobilisme qui ont permis de réaliser d'abord un moteur d'automobile de grande puissance pour un faible poids, et ensuite un moteur d'aviation à la fois robuste, puissant et léger.

Le moteur d'aviation, en effet, doit posséder par rapport au moteur d'automobile la

même des nombreuses et intéressantes études concernant les moteurs d'aviation.

Il faut cependant considérer que l'allègement des organes du moteur d'aviation doit être approprié à la fonction de ces organes, et on comprend que, puisque le moteur doit marcher constamment à sa plus grande puissance, on doit donner aux pièces qui transmettent le mouvement des dimensions suffisantes leur permettant de fonctionner en toute sécurité, de sorte que ces organes pourront être parfois plus lourds que ceux

d'un moteur semblable, destiné à l'automobilisme. Par contre, un certain nombre

de mouvement; il est facile de comprendre, en effet, que plus l'effort sera réparti pen-

dant le mouvement de rotation sur l'arbre moteur, plus la régularité sera grande. Cette répartition s'effectue au moyen de bielles multiples qui, reliées chacune à un des pistons des cylindres, sont calées sur l'arbre commandé suivant des angles d'autant plus faibles que le nombre de cylindres est plus grand. Les efforts accélérateurs et retardateurs qui se produisent lorsque le moteur comporte un seul cylindre et qui proviennent du changement de sens de mou-

vement du piston à chaque demi-tour, sont atténués et disparaissent même lorsque

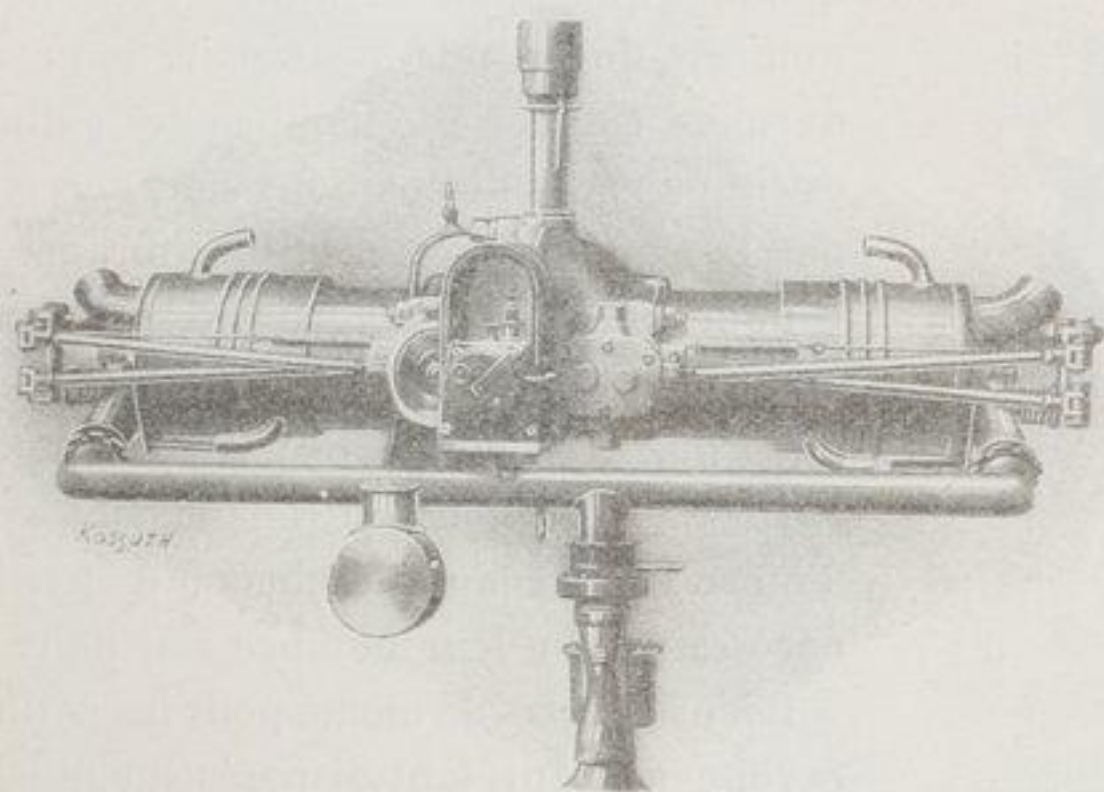


Fig. 455. — Moteur d'aviation à cylindres horizontaux : Clément-Bayard.

d'autres organes qui ne se trouvent soumis qu'à de plus faibles efforts, peuvent sans inconvénient être rendus plus légers, et c'est pour cela que les épaisseurs des cylindres et des pistons sont plus faibles, que les radiateurs et les enveloppes d'eau sont constitués en feuilles minces, etc.

Ces diverses considérations ont conduit à la réalisation successive des divers types de moteurs d'aviation. Pour diminuer le poids en conservant, toutefois, la régularité du fonctionnement du moteur, le volant, dont la fonction régulatrice est dépendante de son poids, lequel est toujours considérable, a été supprimé et remplacé par une augmentation du nombre de cylindres. Nous avons, dans l'étude des moteurs, expliqué comment, avec des cylindres multiples, on obtenait une régularité

les cylindres sont en nombre suffisant. Donc, pour supprimer le volant, tout en conservant la régularité, il a été nécessaire

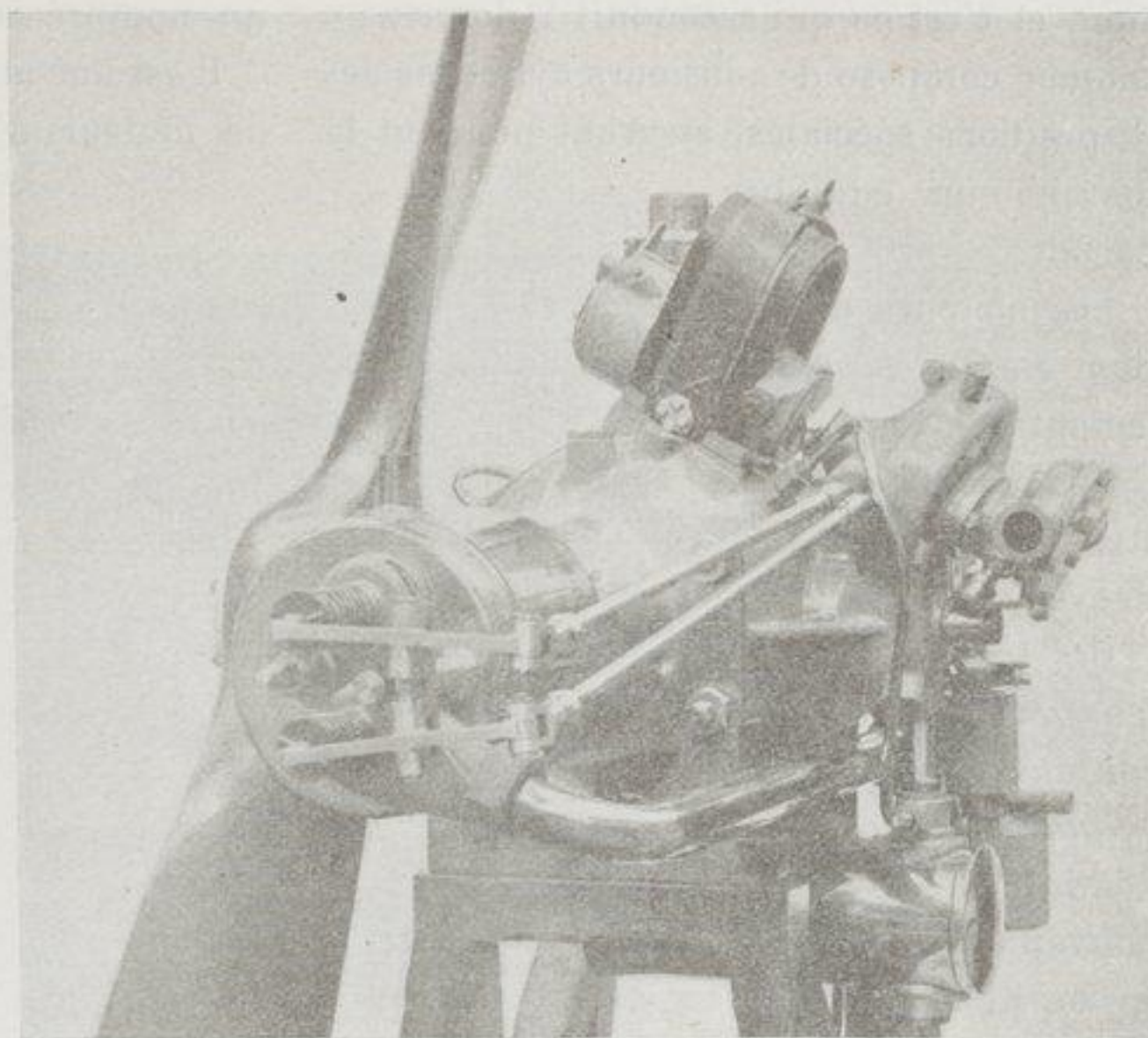


Fig. 456. — Moteur d'aviation à cylindres horizontaux : Darracq.

d'établir des moteurs d'aviation à cylindres multiples.

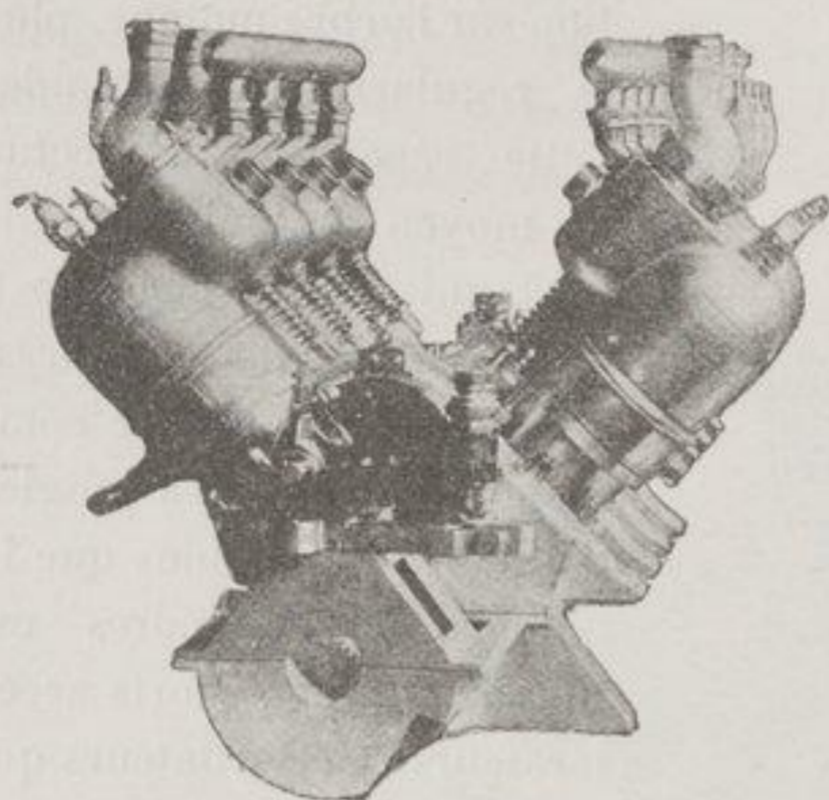


Fig. 457. — Moteur d'aviation à cylindres en V : Antoinette.

La multiplicité des cylindres a, en outre, un grand avantage au point de vue de l'équilibre du moteur. Cette question d'équilibre est de toute importance en aviation, et c'est ce qui a conduit à donner au moteur composé de plusieurs cylindres des dispositions spéciales, assurant pendant la marche un équilibre parfait.

Les moteurs d'aviation employés actuellement peuvent, par suite de ces dispositions, être classés en plusieurs catégories.

On trouve des *moteurs à cylindres horizontaux*, des *moteurs à cylindres verticaux*, le nombre de cylindres pouvant être de quatre, six ou huit. Une autre catégorie comprend les moteurs à cylindres placés en *forme de V* et comportant quatre ou

d'éventail. Ces moteurs ont été construits avec trois, cinq, sept cylindres et quelquefois davantage. On remarquera, toutefois, qu'alors que pour les autres catégories le nombre de cylindres est pair, pour cette dernière catégorie le nombre des cylindres est impair. Ces dispositions sont nécessitées par la considération de l'équilibrage.

Pour les cylindres verticaux ou disposés en forme de V, comme ces cylindres doivent être placés symétriquement par rapport à l'arbre moteur pour contrebalancer les effets d'inertie provenant de chacun d'eux, il est nécessaire que leur nombre soit pair.

Il n'en est pas de même pour les cylindres rayonnants, qui étant disposés sur plusieurs rangs, par suite de la nécessité de diminuer l'encombrement, comportent un cylindre placé dans l'axe et un nombre égal de cylindres placés de chaque côté de celui-ci pour obtenir l'équilibre. Le nombre total de cylindres se trouve donc être forcément un nombre impair.

Il est une autre catégorie fort intéressante de moteurs d'aviation. Ce sont les moteurs

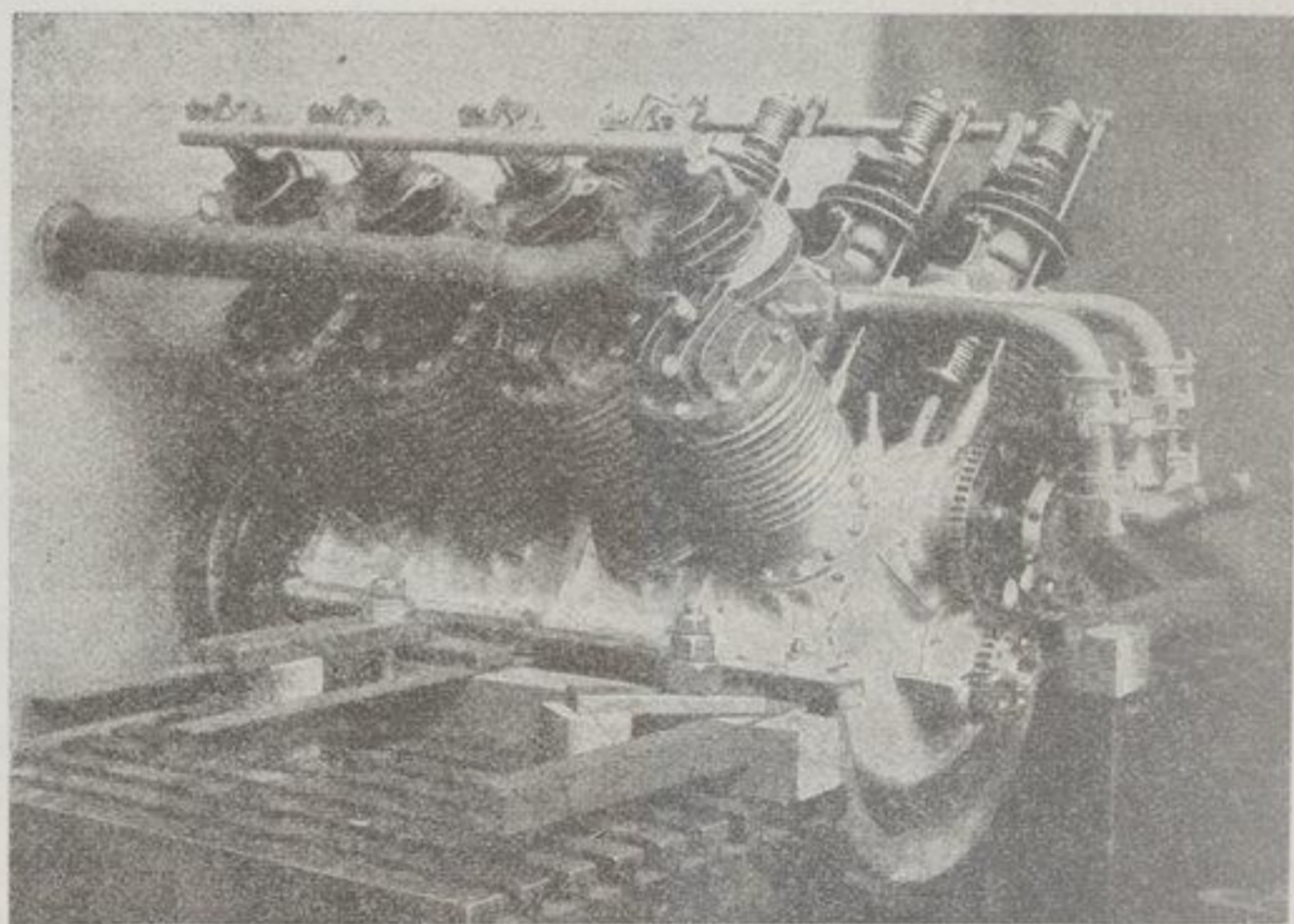


Fig. 458. — Moteur d'aviation à cylindres en V : Farcot.

Il existe aussi des *moteurs rotatifs* dans lesquels les cylindres multiples, au lieu d'être fixes, comme dans tous

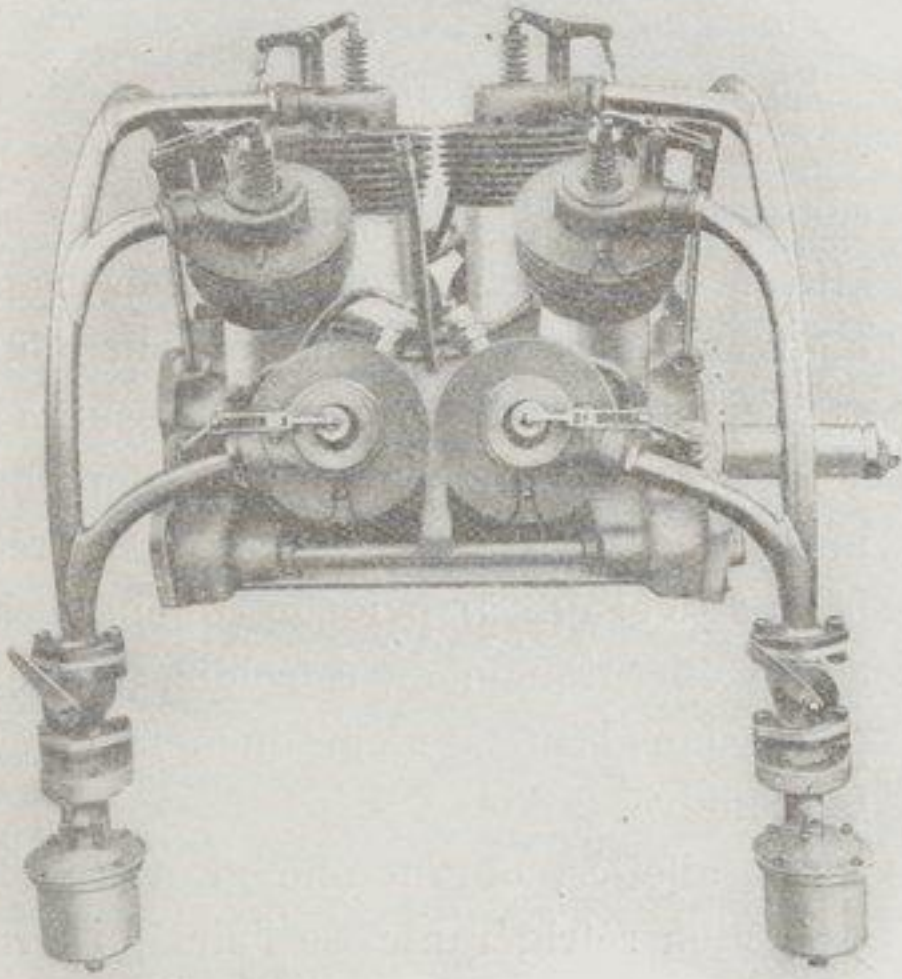


Fig. 459. — Moteur d'aviation à cylindres en éventail : Esnault-Pelterie.

les autres genres de moteurs, sont animés d'un mouvement de rotation. Dans ces moteurs, dont le type est le *moteur Gnôme*, et qui donnent de très bons résultats, on utilise ainsi la masse même des cylindres tournants non seulement pour régulariser le mouvement, les cylindres faisant fonction de volant, mais encore pour obtenir un refroidissement efficace des organes sans employer un dispositif à circulation d'eau. Il est enfin un autre moteur tout spécial que nous décrivons plus loin : c'est le *turbo-propulseur* Coanda, établi pour supprimer l'hélice.

Refroidissement Le procédé de refroidissement du moteur d'aviation intervient aussi, suivant le type du moteur, pour alléger ou alourdir son poids.

Dans les moteurs à cylindres

fixes, il faut établir un système de refroidissement à circulation d'eau, système qui comporte, nous le savons, un réservoir d'eau, un *radiateur* dans lequel l'eau circule pour se refroidir et une canalisation permettant à l'eau d'effectuer un circuit complet entre les organes à refroidir et le réservoir d'eau, en passant par le radiateur. Le refroidissement par circulation d'eau, nécessite également des doubles enveloppes entre lesquelles l'eau est admise pour exercer son action réfrigérante.

En dehors du poids de ces divers organes, ce dispositif de refroidissement offre encore quelques difficultés au point de vue de son installation sur un aéroplane. En effet, le radiateur, composé en principe, nous l'avons vu précédemment, d'une série de tubes à ailettes, doit être placé sur l'appareil dans une position telle que l'air, pendant l'avancement, puisse facilement circuler entre

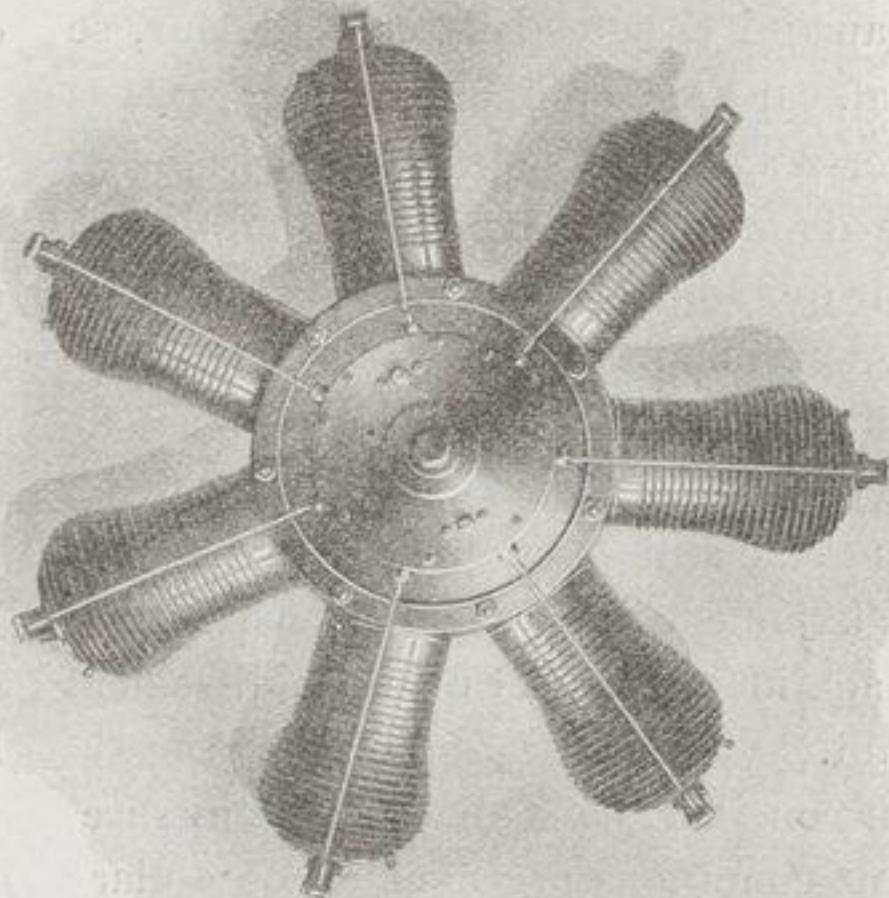


Fig. 460. — Moteur d'aviation à cylindres rotatifs : Gnôme.

ces tubes, de façon que le refroidissement soit vraiment efficace. On sait que dans les automobiles, par exemple, les radiateurs sont, pour cette raison, presque toujours disposés à l'avant en travers de la voiture. Ils reçoivent ainsi le vent directement sur toute leur surface aussitôt que la voiture se met en marche, c'est-à-dire lorsque le dispositif de refroidissement doit commencer à fonctionner. L'action réfrigérante du vent est ainsi très bien répartie.

Pour les aéroplanes, on peut bien, évidemment, procéder de la même façon pour installer le radiateur; mais, dans ce cas, l'air n'aurait pas seulement une action réfrigérante sur cet organe, il offrirait à l'avancement une résistance qui est négligeable pour une automobile, mais qui l'est d'autant moins pour l'aéroplane que sa vitesse est plus grande que celle de la voiture. Il n'est donc pas avantageux, en principe, d'installer dans l'aéroplane le radiateur face au vent, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction suivie. On peut bien, pour diminuer la résistance de l'air sur le radiateur, le placer parallèlement à l'axe longitudinal de l'aéroplane, c'est-à-dire dans le sens même de l'avancement; mais alors, le refroidissement de l'eau qui circule dans ce radiateur, se fait mal, car l'air, au lieu d'agir sur toute sa surface, n'agit que sur sa tranche. On se trouve donc placé entre deux conditions à remplir qui sont contradictoires et qui sont également importantes, de sorte que, dans certains appareils, le radiateur est placé de face, dans d'autres, il est placé sur le côté ou obliqué et établi pour que les tubes aient entre eux un certain écartement permettant la circulation de l'air et un refroidissement suffisant.

Pour concilier, dans une certaine mesure, les deux conditions précédentes, on a placé les tubes du radiateur contre les surfaces portantes elles-mêmes sur lesquelles l'air circule constamment. On comprend que ce dispositif nécessite un arrangement tout

spécial pour que la surface de l'aile reste unie et n'offre aucune aspérité dans le sens de marche de l'appareil.

En somme, l'installation d'un radiateur sur un aéroplane offre des difficultés. On comprend donc avec quel intérêt on s'est attaché à rechercher des combinaisons permettant de refroidir les organes du moteur sans employer une circulation d'eau.

Dans certains moteurs, on a simplement muni les cylindres, dans la partie qui reçoit la culasse et qui a, par conséquent, besoin d'être énergiquement refroidie, d'ailettes prises dans la masse même du métal formant le cylindre.

Ces ailettes, offrant une grande surface à l'action réfrigérante de l'air qui circule entre elles, assurent le refroidissement de la chambre à explosion du cylindre et le fonctionnement normal des soupapes.

Dans d'autres moteurs, le refroidissement est assuré par une circulation d'air au lieu d'eau. Cet air est envoyé par un ventilateur actionné par l'arbre du moteur, dans une capacité entourant la culasse du cylindre et constituée par une double enveloppe. L'air remplace l'eau, dans ce cas, et ce dispositif nécessite moins d'organes que le système à circulation d'eau.

Dans les moteurs rotatifs, le refroidissement se fait par suite du mouvement même de rotation des cylindres, lesquels sont munis d'ailettes sur toute leur partie pouvant être portée à une haute température. Il y a là évidemment un avantage appréciable.

Il convient cependant de remarquer que le refroidissement par l'air permet, moins que le refroidissement par circulation d'eau, de maintenir la température constante dans le cylindre, car ce refroidissement est nécessairement influencé par la température de l'atmosphère et par son état hygrométrique.

Alimentation La question de l'alimentation du moteur d'aviation est diffé-

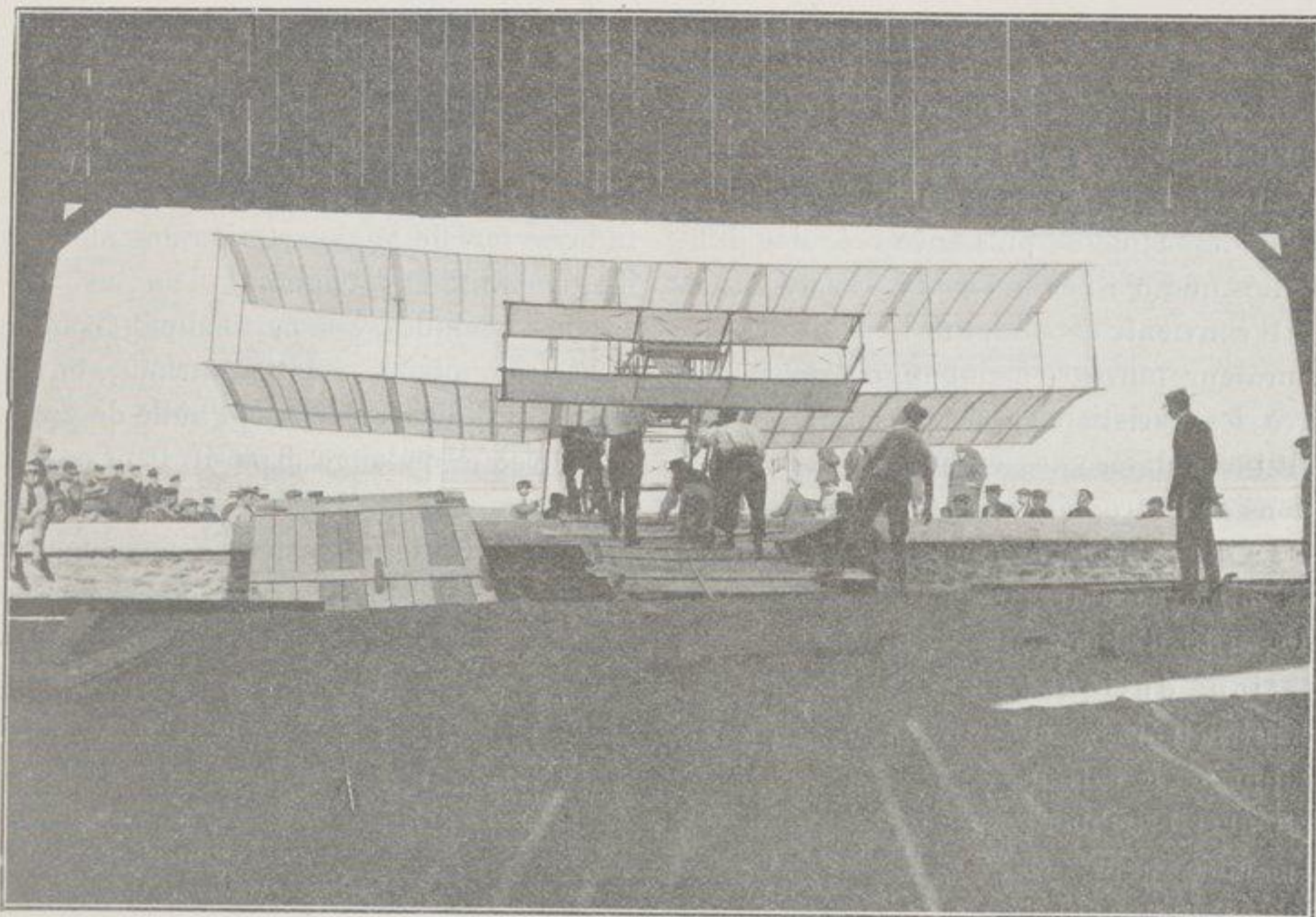


Fig. 461. — Sortie du hangar d'un biplan Farman.

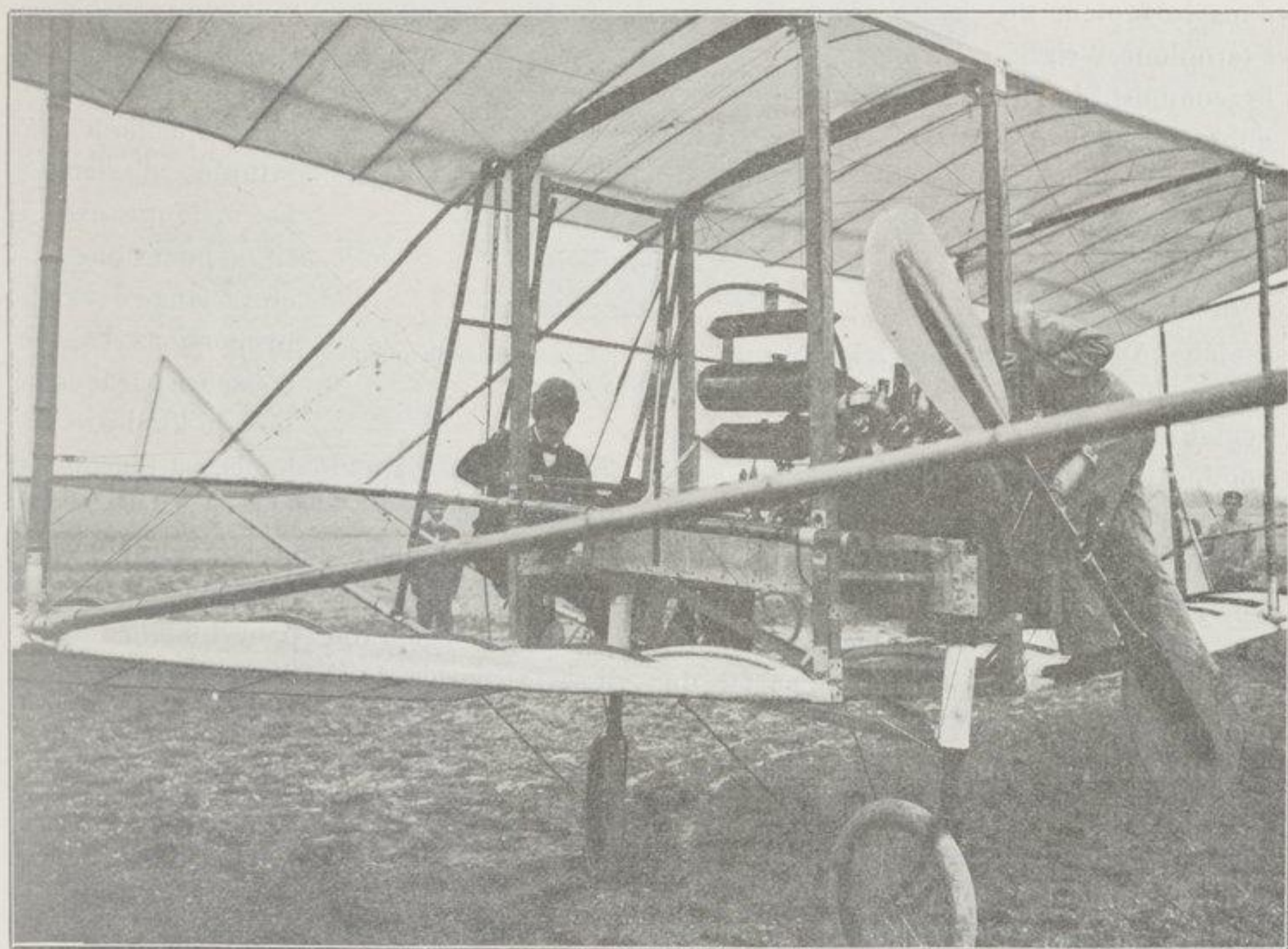


Fig. 462. — Biplan Ferber, montrant le moteur et l'hélice.

rente, également, de celle de l'alimentation du moteur d'automobile.

La nécessité, pour le premier, de marcher toujours à pleine puissance crée des difficultés que n'a pas le second.

Il convient, en effet, que le débit des carburateurs puisse se maintenir constant, malgré les variations atmosphériques, à des altitudes différentes et malgré les oscillations de l'aéroplane dans tous les sens.

La difficulté est assez grande pour qu'on ait employé d'autres dispositifs d'alimentation; quelques constructeurs ont supprimé le carburateur et distribuent l'essence dans les moteurs d'une autre façon.

C'est ainsi que dans le moteur de l'aéroplane Wright, le combustible liquide est envoyé à l'aide d'une pompe rotative dans le tuyau d'air.

De même, dans le moteur Antoinette, une pompe à débit réglable refoule le combustible dans les chambres des soupapes d'admission.

Dans le moteur rotatif Gnôme, l'alimentation se fait par le centre de l'arbre qui est fixe, à l'aide d'une sorte d'éjecteur, qui introduit l'essence dans le carter du moteur.

Cette essence se mélange avec l'air et le mélange, brassé par suite du mouvement de rotation des organes du moteur, se trouve être favorablement préparé pour être introduit successivement dans les diverses chambres d'admission.

Graissage Le graissage a une fonction capitale dans les moteurs d'aviation. Il s'effectue comme nous l'avons indiqué lors de la description des moteurs d'automobile et d'aviation.

Dans quelques cas particuliers, comme dans les moteurs rotatifs surtout, on est obligé de mettre en contact l'huile de graissage avec le mélange explosif. Dans ce cas, l'huile se mélange avec un peu d'essence et il peut en résulter un certain inconvénient au point de vue de l'efficacité du graissage.

Pour remédier, dans une certaine mesure, à cet inconvénient, on emploie de l'huile de ricin, pour graisser les organes. L'huile de ricin, en effet, dissout peu l'essence et souvent même, on emploie cette huile après qu'elle a été saturée d'essence. Le mélange explosif ne peut donc pas être changé dans ses proportions d'air et d'essence par le contact de l'huile.

L'huile de ricin, toutefois, a l'inconvénient de ne pas se prêter parfaitement au graissage des pièces portées à une haute température, et il convient de l'employer en quantité considérable pour qu'elle refroidisse les parois destinées à être lubrifiées. Les dépôts provenant de l'emploi de l'huile de ricin doivent être expulsés à chaque période d'échappement, et les organes du moteur doivent être établis en conséquence.

Distribution La distribution des moteurs d'aviation s'effectue généralement au moyen de soupapes.

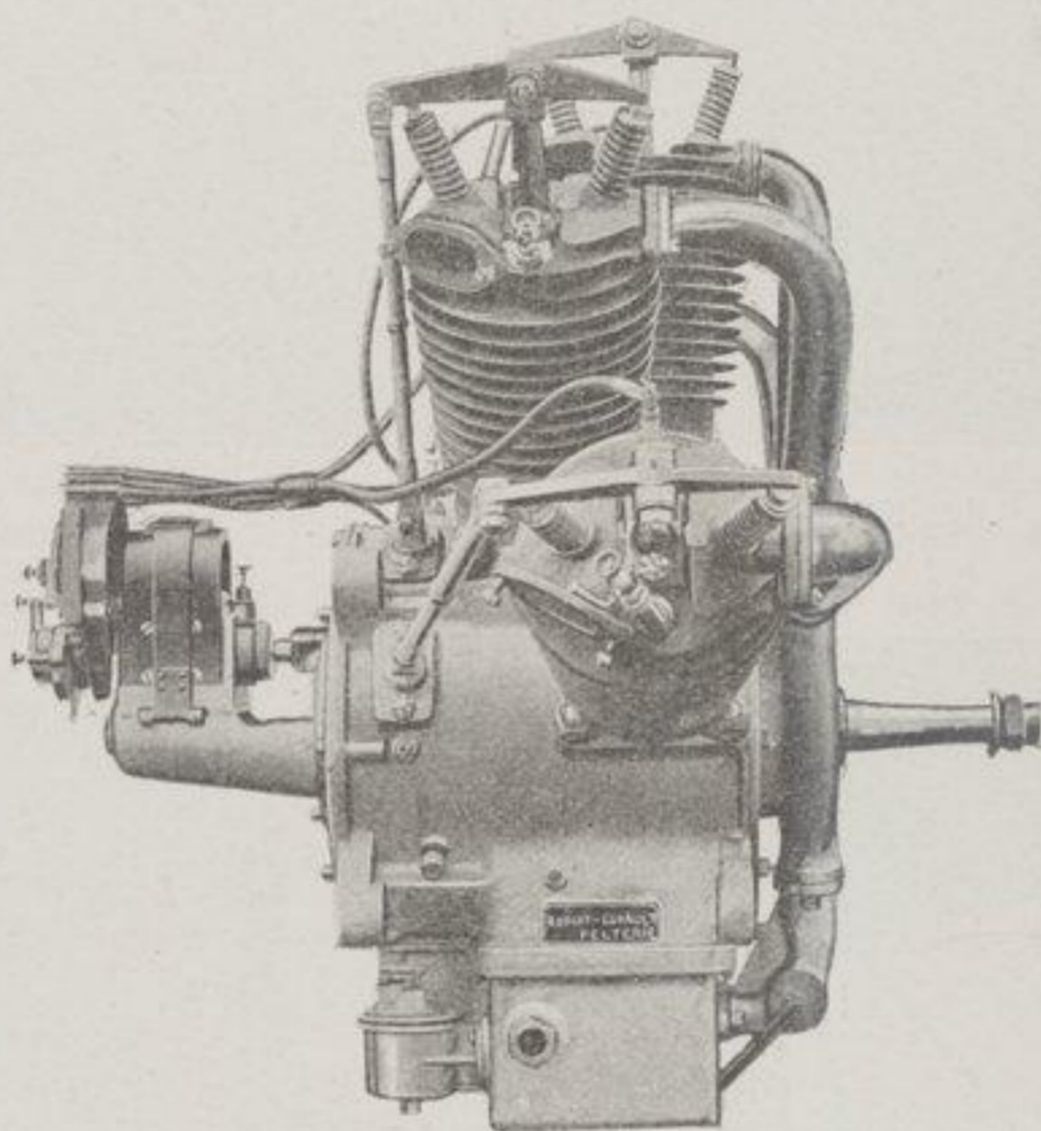


Fig. 463. — Montage d'un allumage de magnéto sur moteur REP. Vue de profil.

Ces soupapes se divisent en deux catégories : les soupapes d'admission et les soupapes d'échappement. Dans certains types de moteurs la distribution est assurée au moyen de tiroirs cylindriques concentriques qui glissent les uns sur les autres et qui remplacent les soupapes. Des lumières ménagées sur les parois de ces tiroirs en des places appropriées permettent de distribuer soit le mélange explosif, soit d'évacuer les gaz brûlés suivant la position respective des tiroirs. Nous avons, dans le troisième volume, décrit en détail un de ces moteurs sans soupapes appliqués à l'automobilisme.

Allumage et mise en marche

L'allumage des moteurs d'aviation se fait au moyen des magné-

tos que nous avons décrites dans le Tome III des *Merveilles de la Science* (1). Ces diverses magnéto, dont les organes sont appropriés au nombre des cylindres que comporte le moteur, sont commandées par les arbres moteurs et produisent un courant électrique qui, rompu au moment voulu entre les extrémités des *bougies* contenues dans les cylindres, donne lieu à une étincelle qui enflamme le mélange explosif. On trouvera dans le Tome en question tous les détails relatifs à la distribution successive des étincelles dans les divers

cylindres. Les figures 463, 464 représentent le montage d'une magnéto sur un moteur Esnault-Pelterie. Les magnéto Lavalette, Bosch, Nilmelior sont, en aviation comme en automobile, les plus employées.

On trouvera également dans la description de ces magnéto des dispositifs de *mise en marche automatique* du moteur. Les dispositifs qui s'appliquent aux moteurs d'automobiles peuvent aussi s'employer pour les moteurs d'aviation. Il est d'ailleurs

très utile, indispensable même, que le moteur d'un aéroplane qui a été arrêté pendant le vol, puisse être, à la volonté du pilote, remis en marche, en toute sécurité, par une manœuvre simple.

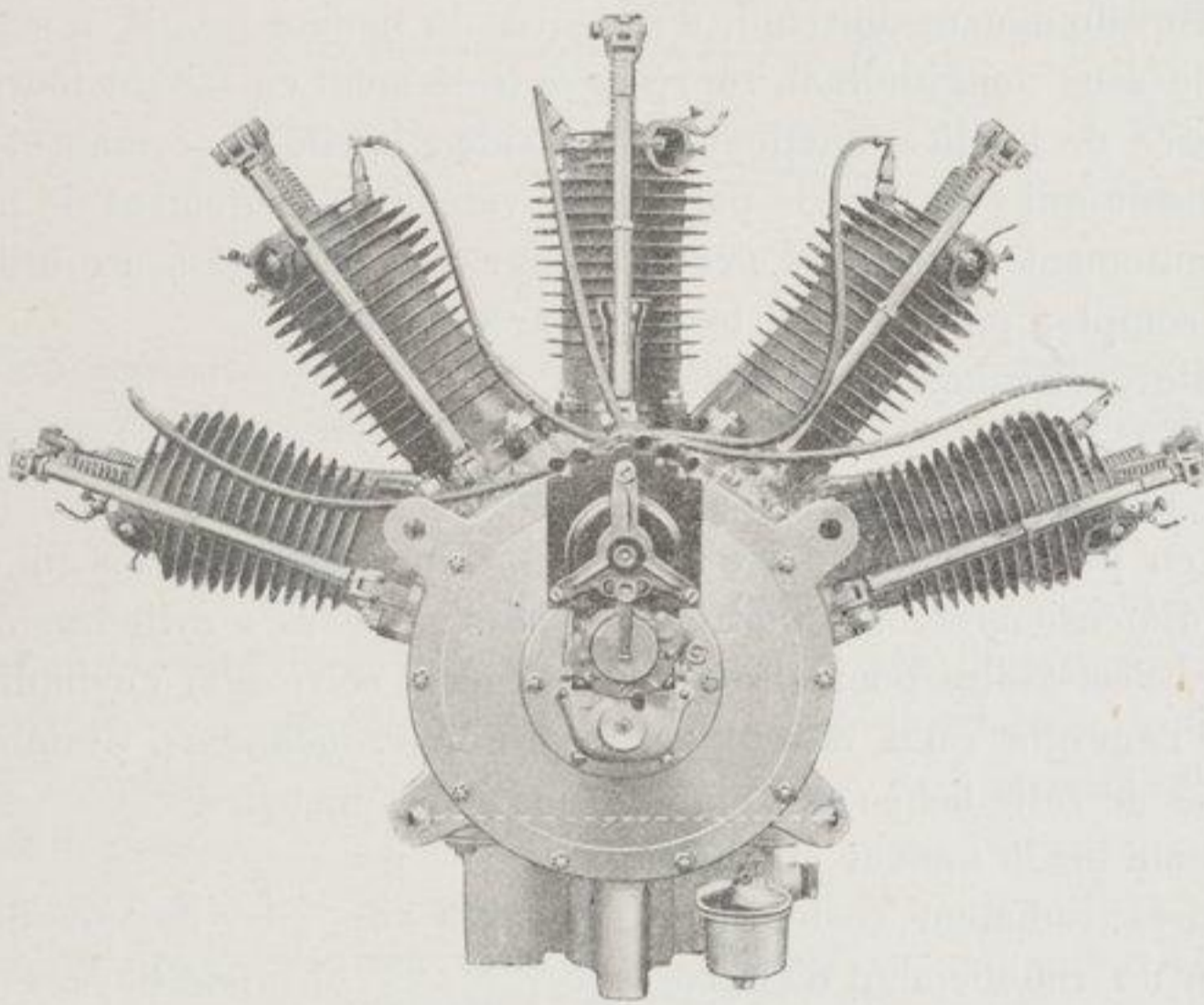


Fig. 464. — Montage d'un allumage de magnéto sur moteur REP. Vue de face.

Essai des moteurs d'aviation

Les *essais des moteurs* destinés à actionner les aéroplanes doivent être faits dans des conditions différentes des conditions d'essai des moteurs d'automobiles. Tandis que pour ces derniers moteurs, l'essai au *banc fixe*, soit à l'aide d'un *frein de Prony*, d'une machine électrique *dynamométrique*, ou du *moulinet Renard*, donne les valeurs de puissance que l'on obtiendra lorsque le moteur fonctionnera sur l'automobile; pour les moteurs d'aviation essayés de la même façon, ces valeurs seront différentes de celles sur lesquelles on peut compter pendant la marche de l'aéroplane.

(1) MERVEILLES DE LA SCIENCE. — Tome III : *Moteurs*, p. 506 et suiv.

Il faut, pour connaître les résultats réels, essayer les moteurs d'aviation dans les conditions mêmes où ils sont appelés à fonctionner en réalité.

C'est pour cela qu'il est nécessaire de soumettre le moteur en essai à un courant d'air qui exerce son action réfrigérante sur tous les organes de ce moteur, de la même façon que cela se produit lorsque le moteur est sur l'aéroplane en marche. Ce courant d'air doit avoir l'intensité et la direction appropriées.

En outre, l'arbre du moteur doit subir une poussée dans le sens longitudinal, représentant la poussée de l'hélice fonctionnant dans l'air, poussée qui crée sur le palier de butée un frottement dont il est nécessaire de tenir compte, puisqu'il existe en réalité pendant le fonctionnement du moteur de l'aéroplane.

L'essai d'un moteur d'aviation pourra donc être fait en plaçant sur son axe une hélice, dont les dimensions seront suffisantes pour le *freiner*, c'est-à-dire pour absorber complètement l'énergie qu'il développe. En outre, le pas de cette hélice sera établi de façon à obtenir sur le moteur et sur ses organes auxiliaires : radiateur, carburateur, conduits divers, un refoulement d'air correspondant à celui qui se produirait dans les conditions de marche de l'aéroplane actionné par ce moteur.

L'hélice ainsi employée pour les essais doit être soigneusement « tarée » en la plaçant dans les mêmes conditions de montage, de marche et de fonctionnement que lorsqu'elle est sur l'aéroplane actionné par le moteur.

D'autres méthodes peuvent être appliquées pour essayer les moteurs d'aviation, suivant le type de ces moteurs. C'est ainsi que pour les moteurs rotatifs Gnôme, le mode d'essai consiste à monter le moteur sur un plateau pouvant osciller autour d'un axe placé dans le prolongement de celui du moteur. Le moteur portant une hélice ou un moulinet est

freiné par un dispositif spécial, et il se produit ainsi un *couple* de freinage qui détermine un couple de même valeur dirigé en sens inverse, lequel couple agissant sur le plateau-support du moteur le fait osciller. Si on place des poids au bout d'un levier, d'une longueur déterminée, fixé au plateau, on équilibrera le *couple de déviation* du plateau et on aura ainsi la valeur de la puissance du moteur. Comme dans la valeur trouvée se trouve comprise celle qui correspond au frottement dans l'air des cylindres du moteur rotatif, il suffit de mesurer ce frottement en faisant tourner le moteur à vide à la vitesse normale et de retrancher la valeur du frottement de la valeur totale pour obtenir la puissance utilisable fournie par le moteur.

Moteurs à cylindres fixes Parmi les *moteurs à cylindres fixes*, nous trouvons des dispositions diverses qui ont donné lieu à des moteurs à cylindres *horizontaux*, à cylindres *verticaux*, à cylindres *obliques*, à cylindres *rayonnants*. Examinons quelques-uns de ces moteurs.

Moteurs à cylindres horizontaux Le moteur d'aviation Clément-Bayard et le moteur Darracq, que nous avons décrits dans le volume précédent et que nous représentons figures 455 et 456 du présent ouvrage, comportent deux cylindres horizontaux en acier, placés dans le prolongement l'un de l'autre. Ils ont été construits pour actionner des aéroplanes légers que l'on a appelés *demoiselles*.

Moteur Éole C'est également un moteur à cylindres horizontaux, construit par les ateliers Dutheil et Chalmers. Le type de moteur à deux cylindres donne une puissance de 25 chevaux; le moteur à quatre cylindres opposés deux à deux, donne une puissance de 35 chevaux, et le moteur à six cylindres une puissance de 100 che-

vaux. La chambre d'explosion, de forme demi-sphérique, réduit au minimum l'espace nuisible. En outre, l'allumage d'un des cylindres est indépendant de l'allumage dans l'autre, et cette disposition facilite la mise en marche.

le mouvement alternatif des pistons par la disposition des deux groupes de cylindres AB et CD. L'action de la force centrifuge se trouve également annulée.

Les cylindres sont en acier forgé; ils sont munis d'une enveloppe en aluminium per-

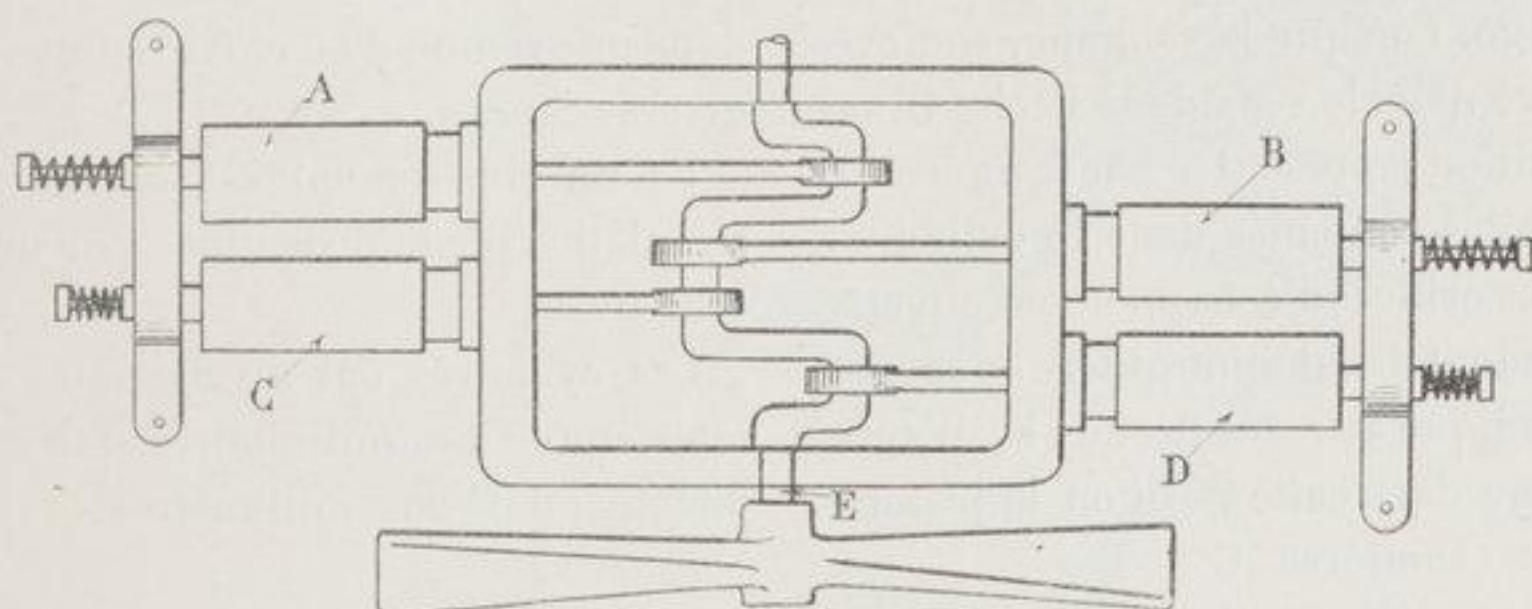


Fig. 465. — Schéma du moteur Oerlikon.

Une disposition spéciale de ces moteurs permet de commander deux hélices ayant un mouvement de rotation dans des sens opposés.

mettant le refroidissement par circulation d'eau, et montés sur un bâti en aluminium auquel des entretoises et des tendeurs donnent une rigidité complète.

Moteur Oerlikon Le moteur Oerlikon (Fig. 465 et suiv.), d'une puissance de

50 à 70 chevaux, comporte quatre cylindres horizontaux. Ces cylindres, A, B, C, D, sont disposés deux de chaque côté de l'arbre moteur et perpendiculairement à sa direction, de façon que les deux bielles des pistons se mouvant dans les cylindres B et C attaquent la même manivelle de l'arbre E. Le

piston du cylindre A est relié par une bielle à une seconde manivelle et le piston du cylindre D à une troisième manivelle. L'arbre porte donc trois manivelles, la manivelle centrale se trouvant décalée de 180 degrés par rapport aux deux autres.

L'écartement des cylindres A et B est le même que l'écartement des cylindres C et D, de sorte que l'équilibrage est assuré pendant

Le graissage se trouve, par conséquent, facilité. De la graisse consistante placée dans les roulements à billes permet une marche des moteurs de plusieurs heures.

La distribution s'effectue par l'intermédiaire de soupapes. Pour chaque cylindre une seule soupape sert à l'aspiration et à l'échappement. Les soupapes sont commandées, grâce à l'intermédiaire de tiges et de leviers, par deux cames ayant un mouvement de rotation deux fois plus faible que

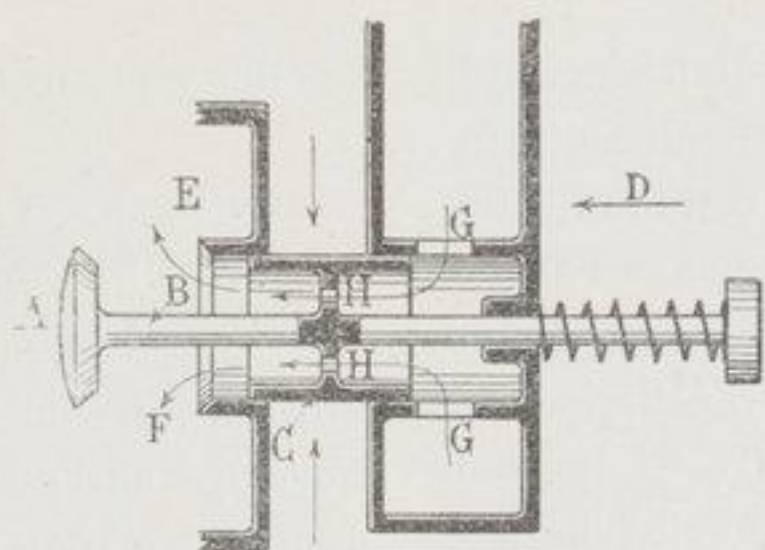


Fig. 466. — Moteur Oerlikon, phase d'admission.

celui de l'arbre moteur. La soupape unique de chaque cylindre se compose d'un clapet A (Fig. 466) monté en bout d'une tige cylindrique B qui porte un petit piston C. Cette tige est guidée par son passage dans le bâti; un ressort à boudin extérieur tend, en agissant sur elle, à appliquer la soupape sur son siège. Lorsque la soupape, soulevée de son siège dans le sens de la flèche D, occupe la position représentée par la figure 467 les gaz brûlés contenus dans le cylindre E trouvent des orifices d'échappement ouverts. Ils se répandent dans l'atmosphère ensuivant le trajet indiqué par les flèches F. D'autre part, comme dans cette position le piston C obture les lumières G pratiquées sur les parois de la boîte d'admission, le mélange explosif ne peut pas être admis dans le cylindre. Cette position de la soupape correspond donc à la phase d'échappement.

Au fur et à mesure que la tige de soupape est poussée dans le sens de la flèche D, l'orifice d'évacuation s'agrandit autour du siège, mais le tiroir C, au contraire, intercepte de plus en plus la communication avec le conduit qui débouche dans l'atmosphère, et lorsque le tiroir occupe la position représentée par la figure 466, l'échappement ne peut plus se produire. C'est la période d'admission. Le mélange, en effet, venant de la boîte d'admission, passe par les lumières G, arrive à l'intérieur du petit piston C, et ne peut que s'écouler dans l'intérieur du cylindre par les ouvertures H pratiquées dans la paroi centrale du piston C et par l'orifice de la soupape largement découvert. Le conduit d'échappement est totalement obturé. L'admission s'effectue alors jusqu'au moment où la soupape se ferme brusquement pour la période de compression et d'explosion. Le carburateur est placé sur

la boîte à soupape de façon à recevoir de la chaleur de cette soupape, ce qui garantit une carburation convenable même par des froids vifs.

L'allumage est assuré par une *magnéto à haute tension*. Un réservoir d'huile placé en charge distribue l'huile de graissage dans une rampe d'où elle s'écoule jusqu'aux divers organes.

Le refroidissement est obtenu par une circulation d'eau provoquée par une pompe centrifuge.

Les cylindres ont un diamètre d'alésage intérieur de 100 millimètres et la course des pistons est de 200 millimètres.

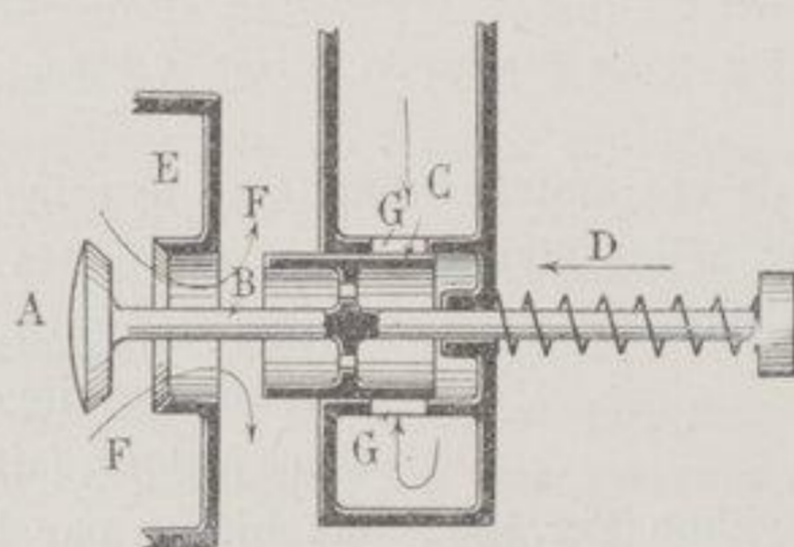


Fig. 467. — Moteur Øerlikon. phase d'échappement.

Moteurs à cylindres verticaux. Parmi ces moteurs nous avons précédemment décrit le moteur Bariquand et Marre actionnant les organes propulseurs de l'aéroplane Wright et nous avons aussi examiné le moteur Aster. Nous ne reviendrons pas sur

ces descriptions (1).

Moteurs à cylindres obliques. En dehors du moteur *Antoinette*, qui est le type des moteurs dont les cylindres sont disposés en forme de V, et du moteur *Farcot*, que l'on trouvera décrits en détail dans notre Tome III, d'autres ont été construits avec cette disposition.

Le moteur *Renault*, notamment, comprend 8 cylindres placés en deux séries de quatre, obliquement. Les pistons qui se meuvent dans ces cylindres commandent deux par deux l'arbre moteur lequel porte quatre manivelles. Les organes sont les mêmes que dans les moteurs du même type que nous connaissons. Quelques dispo-

(1) Voir MERVEILLES DE LA SCIENCE. — TOME III : Moteurs, p. 632 et suiv.

sitions spéciales de détail en différent seules. commandées. La soupape d'aspiration est

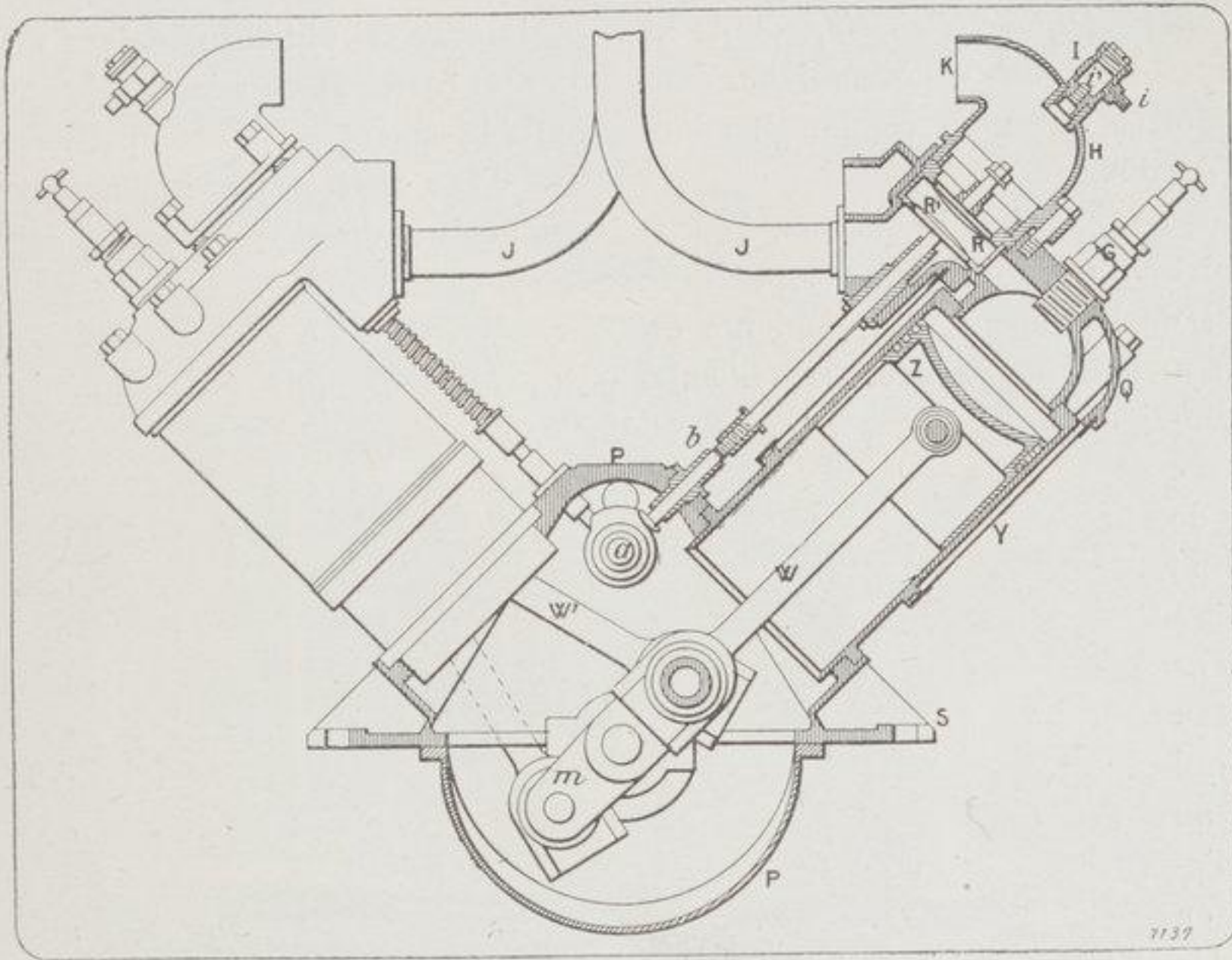


Fig. 468. — Moteur d'aéroplane Antoinette. Coupe par un cylindre.

Le refroidissement est obtenu par un ventilateur produisant autour des cylindres une circulation d'air très intense. Ces cylindres sont munis d'ailettes facilitant le refroidissement.

Le moteur Clerget comporte aussi 8 cylindres disposés obliquement en V.

Les cylindres sont en acier et sont munis de doubles enveloppes en cuivre formant *chemises d'eau*. La distribution s'effectue par des soupapes

actionnée par une tige disposée à l'intérieur d'une autre tige actionnant la soupape d'échappement par l'intermédiaire d'un levier culbuteur.

Les huit cylindres sont disposés en deux groupes de quatre cylindres chacun et chaque groupe est muni d'une magnéto d'allumage et d'un carburateur, de façon que l'un quelconque des

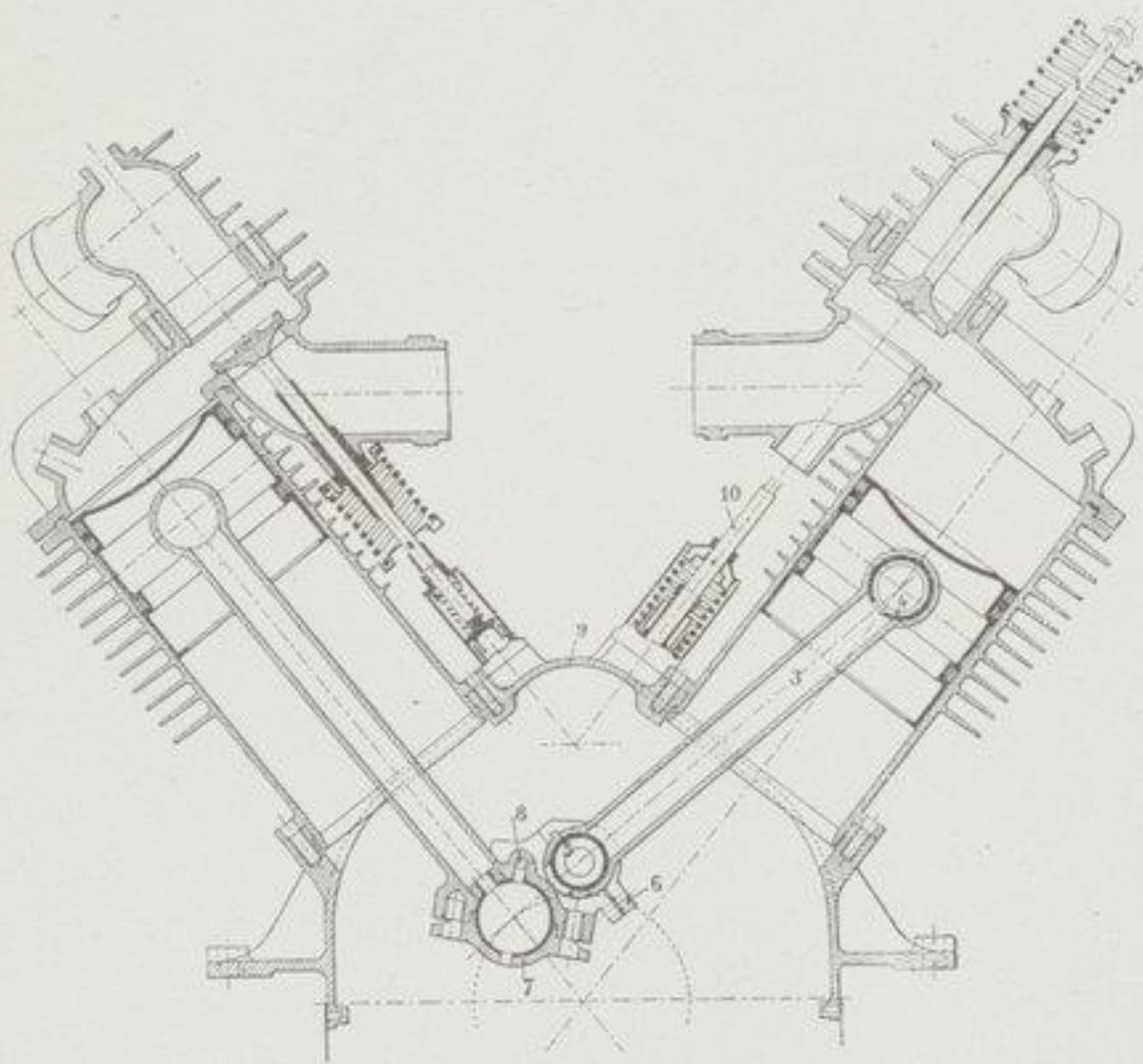


Fig. 469. — Moteur d'aviation Farcot. Coupe verticale.

deux groupes puisse toujours fonctionner lorsque l'autre est arrêté.

Moteurs à
cylindres
rayonnants

Le type de cette catégorie de moteurs est le moteur *Esnault-Pelterie*, dont les cylindres sont disposés en éventail sur deux rangs, moteur que nous connaissons dans tous ses détails.

Le moteur *Anzani*, qui était monté sur le monoplan Blériot lors de la fameuse première traversée de la Manche en aéroplane, est aussi un moteur à cylindres rayonnants.

Ces cylindres, au nombre de trois, ont été portés à cinq dans un nouveau modèle qui figurait au salon de l'aviation en 1910. Ils sont munis à leur partie supérieure d'ailettes qui assurent leur refroidissement. La distribution s'effectue par soupapes com-

mandées et l'allumage est réalisé dans les divers cylindres de façon à obtenir une grande régularité de marche du moteur.

Le moteur *Viale* à trois et cinq cylindres rayonnants et le moteur *Gobron* dont les cylindres sont disposés en X font partie de cette même catégorie. Le moteur *Gobron* comporte huit cylindres disposés deux par deux sur les quatre branches de l'X, autour d'un carter qui occupe le centre. L'équilibrage est ainsi assuré. La distribution se fait au moyen de soupapes d'aspiration manœu-

vrées automatiquement et de soupapes d'échappement commandées par une came. L'allumage est obtenu par deux magnétos; un seul carburateur alimente le moteur. Le refroidissement est obtenu par une circulation d'eau assurée par la manœuvre d'une pompe. Le graissage s'effectue sous pression.

Moteurs
rotatifs

Le moteur rotatif *Gnome*, qui a été si ingénieusement

établi, ainsi que nous l'avons vu dans le Tome III, est le type des moteurs rotatifs. On connaît ses avantages au point de vue de la régularité du fonctionnement, le corps des cylindres eux-mêmes, en tournant, faisant office de volant, et au point de vue du

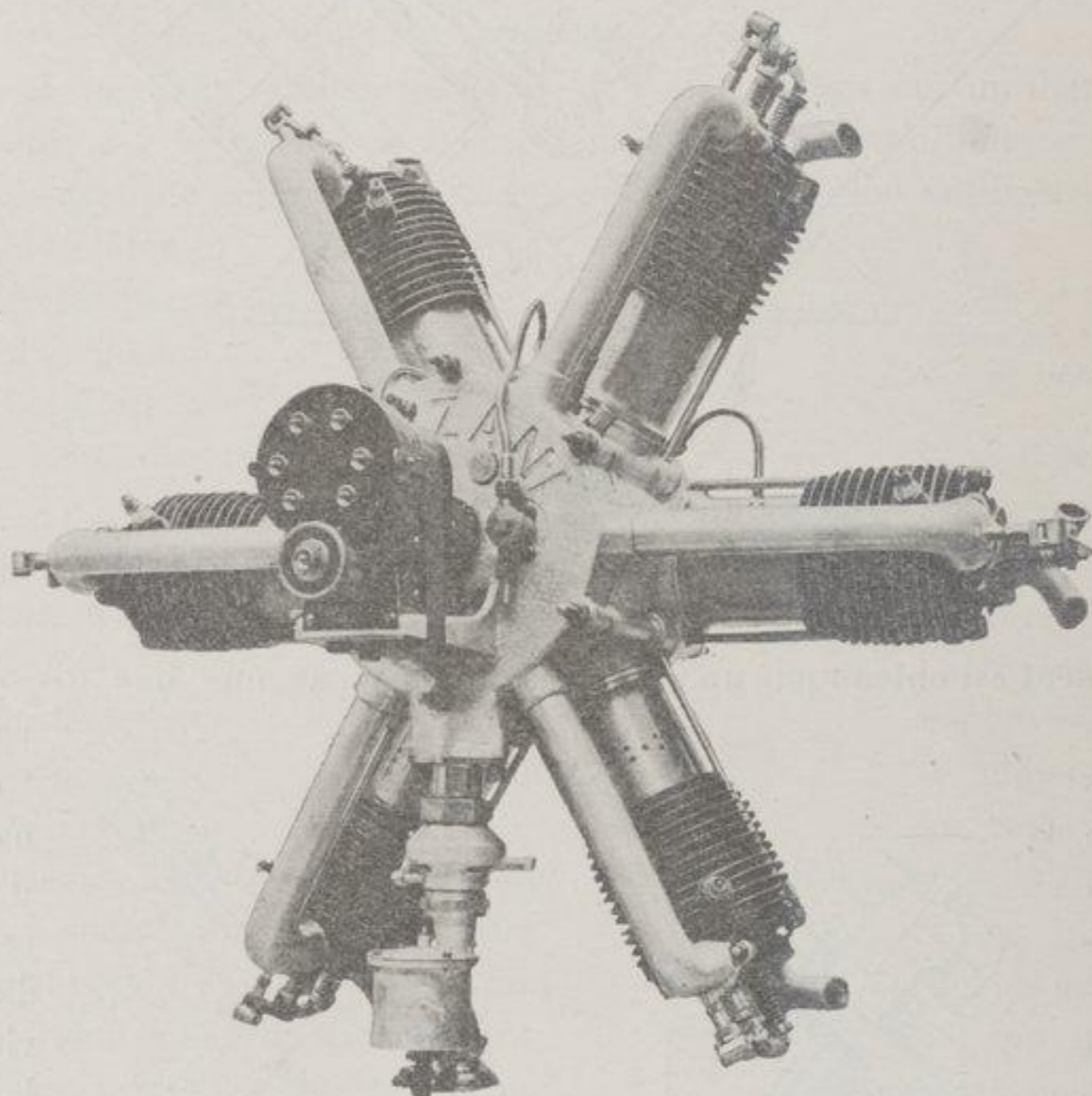


Fig. 470. — Moteur Anzani à six cylindres.

refroidissement des organes par suite de leur rotation dans l'air.

Le moteur *Gnome* que nous avons décrit est à sept cylindres rayonnants et a une puissance de 50 chevaux. On a construit des moteurs *Gnome* de 100 chevaux qui actionnent des aéroplanes marchant aux vitesses vertigineuses de 100 et 150 kilomètres à l'heure.

Le moteur *Gnome* de 100 chevaux est constitué par l'accouplement de deux moteurs de 50 chevaux à sept cylindres. Les

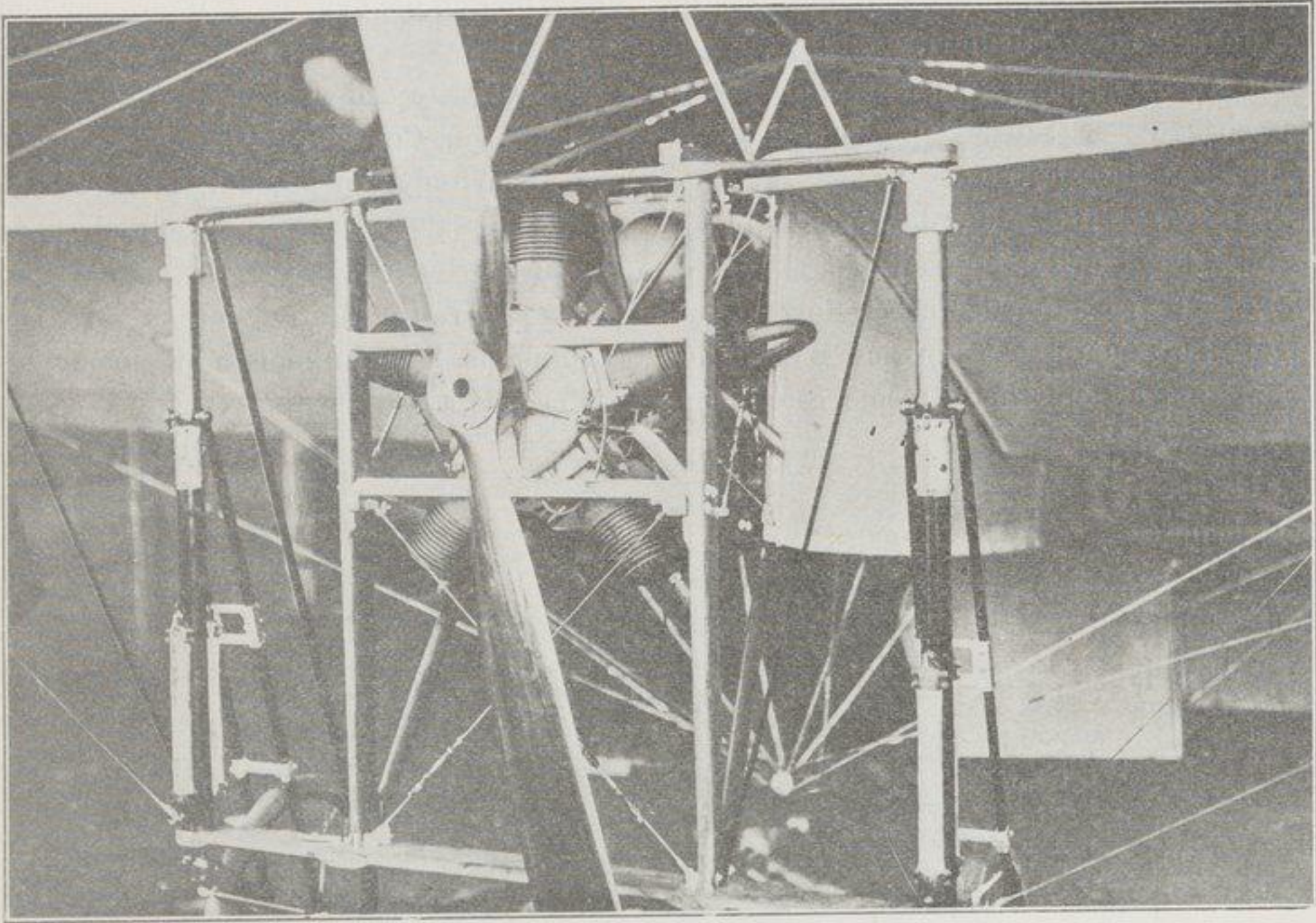


Fig. 471. — Hélice montée sur un moteur Anzani à 5 cylindres.

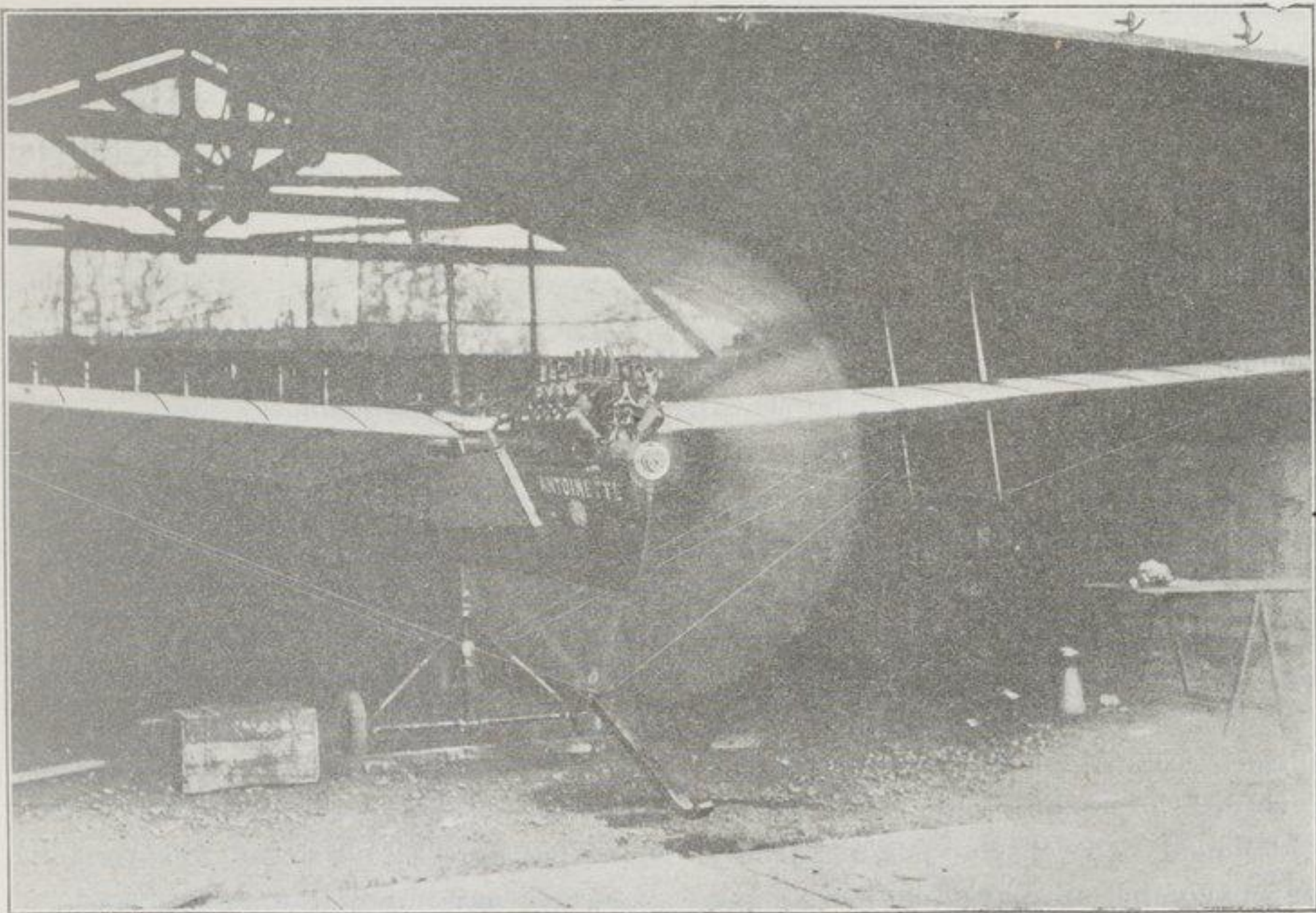


Fig. 472. — Essais du moteur et de l'hélice d'un aéroplane Antoinette.

deux séries de cylindres sont décalées de 26 degrés. Les particularités d'organes que nous avons signalées pour le moteur de 50 chevaux se retrouvent donc dans le moteur de 100 chevaux.

Le *carter central* a une largeur double de celui du moteur de 50 chevaux.

Le moteur comporte ainsi quatorze cylindres. Les quatorze soupapes d'échappement sont actionnées du même côté. Deux magnétos d'allumage sont disposées à l'arrière et sont munies d'un distributeur de courant provoquant l'allumage dans les cylindres avant et arrière en des points diamétralement opposés.

Ce moteur tourne entre 1.200 et 1.250 tours par minute et consomme environ 270 grammes d'essence par cheval-heure.

Il se monte sur l'aéroplane à l'aide de deux supports pour éviter le *porte-à-faux*.

On a construit quelques autres moteurs rotatifs dont certains sont très curieux.

Le moteur *Filtz* est formé d'un nombre pair de cylindres rayonnants munis d'ailettes : ces cylindres tournent autour de l'arbre. Les soupapes sont commandées.

L'alimentation s'effectue par un carburateur ne comportant pas de flotteur.

L'allumage est obtenu par une magnéto dont le distributeur est disposé pour produire

une explosion dans chaque cylindre par tour du moteur.

Le graissage a lieu sous pression.

Le moteur *Canda* (Fig. 474) est constitué par dix cylindres disposés en étoile autour du carter. Mais les axes de ces cylindres, au lieu de concourir vers le centre comme ceux de la généralité des moteurs à cylindres rayonnants, sont tangents à une même circonférence ayant comme centre le centre

même du moteur. La culasse des cylindres occupe ce centre. Cette culasse est traversée par la bielle qui, pour chaque cylindre, est reliée à son piston et qui est solidaire, vers le centre, de deux galets pouvant se déplacer dans une rainure.

Les bielles et les galets sont disposés

de telle façon que lorsque l'explosion se produit, le piston étant maintenu à une distance fixe de la rainure, c'est le cylindre qui se déplace. Le mouvement de rotation commence et la disposition du mécanisme oblige, pendant la rotation du moteur, les pistons à effectuer pendant un tour, deux courses, aller et retour.

La distribution se fait sans soupapes. Une lumière pratiquée sur chaque cylindre permet, par son passage devant des conduits ménagés sur un plateau de distribution, soit d'admettre du mélange explosif, soit de rejeter les gaz brûlés suivant la position

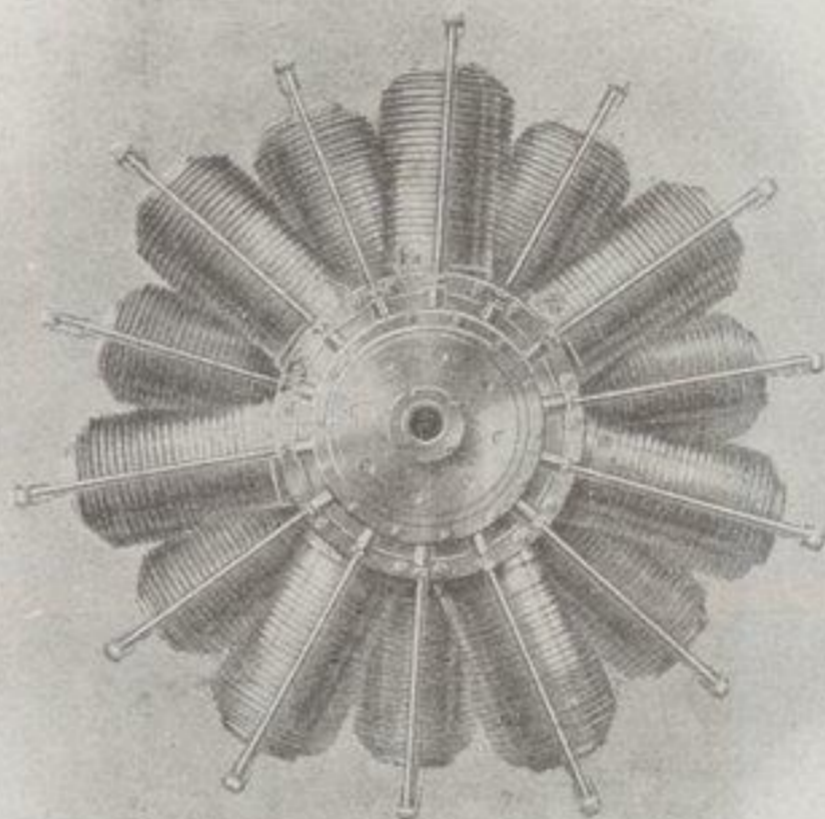


Fig. 473. — Moteur Gnome de 100 chevaux, à 14 cylindres.

du cylindre par rapport au plateau distributeur.

Le moteur rotatif *Beck* ne comporte pas de cylindres rayonnants. Il est constitué par deux sortes de segments pris dans un tore. Le centre du tore est le centre de rotation du moteur. Dans chaque segment se trouvent deux pistons rendus solidaires

entre eux et reliés par une bielle à l'axe du moteur. Cette bielle forme ainsi un rayon du tore et sort du segment contenant les pistons par une ouverture appropriée, tandis que les deux extrémités du segment sont fermées et portent les soupapes d'admission. L'échappement a lieu par des lumières disposées vers le milieu.

La liaison des pistons et de leur bielle à l'arbre par un système de biellettes articulées provoque, à chaque explosion, le déplacement des segments de tore et le mouvement de rotation est obtenu.

Il est un autre type de moteur dont les pistons sont fixes et les cylindres mobiles sans que le moteur soit toutefois rotatif, c'est le moteur *Weisz*.

Dans ce moteur, les biellettes sont reliées à

l'extrémité supérieure des cylindres, lesquels sont disposés verticalement. L'arbre moteur est placé horizontalement au-dessus de ces cylindres. Les cylindres, par suite de l'explosion, sont poussés vers le haut. Ils prennent un mouvement rectiligne alternatif en glissant sur les pistons fixes. Ils sont munis d'ailettes hélicoïdales pour assurer le refroidissement. Dans chaque cylindre la distribution se fait au moyen d'une soupape d'admission et d'une soupape d'échappement. Ces deux soupapes sont logées dans la paroi inférieure du piston et elles sont commandées par un arbre à cames disposé parallèlement à l'arbre moteur, mais à la partie inférieure du moteur. Les dispositions des organes de ce moteur ont pour but de les rendre plus accessibles et, par conséquent, plus faciles à contrôler pendant la marche.

Hélice Lorsqu'on a voulu donner à l'aérostat sa liberté de manœuvre et de direction, en le rendant dirigeable, on a songé à emprunter au navire son propulseur, l'hélice, qui donnait des résultats satisfaisants. On devait donc logiquement

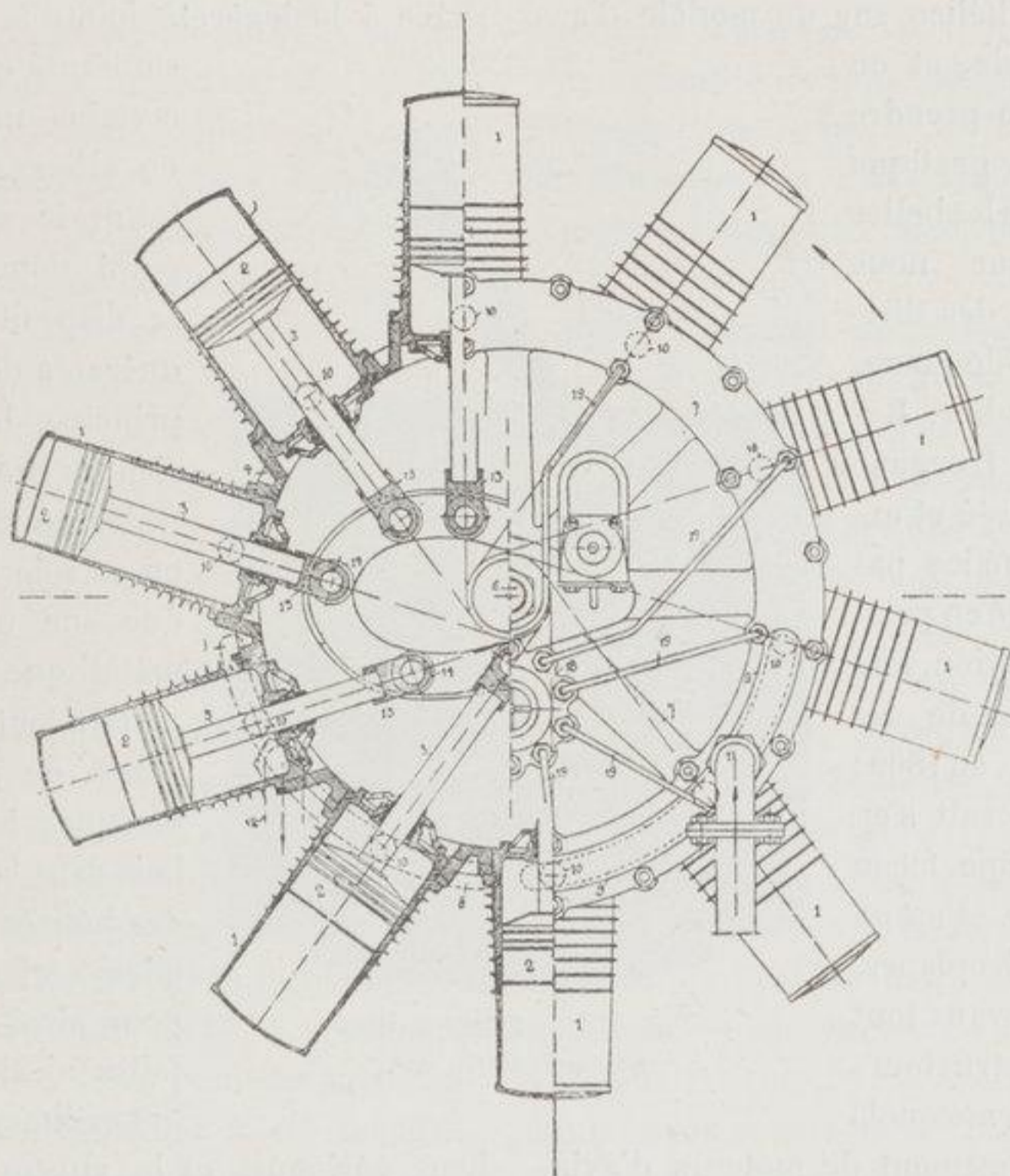


Fig. 471. — Coupe du moteur rotatif Canda.

penser à l'hélice pour propulser les aéroplanes.

A la vérité, ce n'est pas sous cette forme que fut imaginée, dès l'origine, l'organe de propulsion aérien, et nous avons vu les systèmes de *rames tournantes* que les premiers chercheurs employèrent pour obtenir la direction de leur aérostat.

Il faut aller jusqu'en 1850 pour trouver une véritable hélice sur un modèle d'aérostat dirigeable, et on la voit ensuite prendre une utilisation pratique et effective dans les belles expériences que nous avons relatées des dirigeables Dupuy-de-Lôme, Giffard, Tissandier, Renard et Krebs. L'organe était dès lors créé et expérimenté. L'hélice paraît avoir débuté en principe, dans l'aviation, lors des recherches de Sir Georges Cayley, en 1809 ; mais on ne devait s'en préoccuper d'une façon effective pour l'usage spécial des aéroplanes, qu'après les travaux tout récents des constructeurs et des aviateurs auxquels

on doit l'établissement de moteurs d'aviation capables de donner aux propulseurs hélicoïdaux un effet réellement utile.

Il est bien certain que l'étude, ainsi que l'emploi des hélices propulsives pour les navires, aura considérablement facilité l'adaptation de l'hélice à l'aérostation et à l'aviation, quoique les conditions d'emploi soient fort différentes, en raison de la grande différence de densité qu'il y a entre l'air et l'eau et aussi en raison de ce fait que l'hélice marine, ainsi que son navire, ne sont pas plongés totalement dans le même milieu. Il convient de faire exception, tou-

tefois, pour le *sous-marin*. L'hélice de navire se fait en métal. Il y a à cela une nécessité de résistance de l'organe à l'action d'un liquide pesant, dont les *filets* possèdent une force vive considérable.

L'hélice aérienne s'adapte, par contre, au milieu gazeux dans lequel elle doit fonctionner, et cela en se faisant légère. Cependant on la fait aussi quelquefois en métal, grâce à la légèreté jointe à la résistance

suffisante que présentent certains métaux, aciers ou alliages que la métallurgie est venue, à point nommé, mettre à la disposition des conquérants de l'espace. En principe, les hélices aériennes peuvent se construire en métal, en bois, ou en soie très fine, tendue sur une armature métallique légère.

On a toutefois une tendance de plus en plus marquée à employer le bois dans la construction des hélices aériennes et elles sont actuellement, pour ainsi dire, toutes faites ainsi.

Les dimensions des hélices aériennes et la vitesse de rotation qu'on leur imprime font l'objet de recherches et de discussions intéressantes. On peut, en effet, donner à l'hélice aérienne un grand diamètre, mais on doit, dans ce cas, ne lui donner qu'une faible vitesse de rotation. On peut également faire tourner l'hélice très vite, mais alors son diamètre doit être diminué, car l'action de la force centrifuge pourrait, dans le cas contraire, provoquer sa rupture.

C'est précisément l'action destructive de la force centrifuge aux grandes vitesses sur les hélices métalliques plus lourdes que les

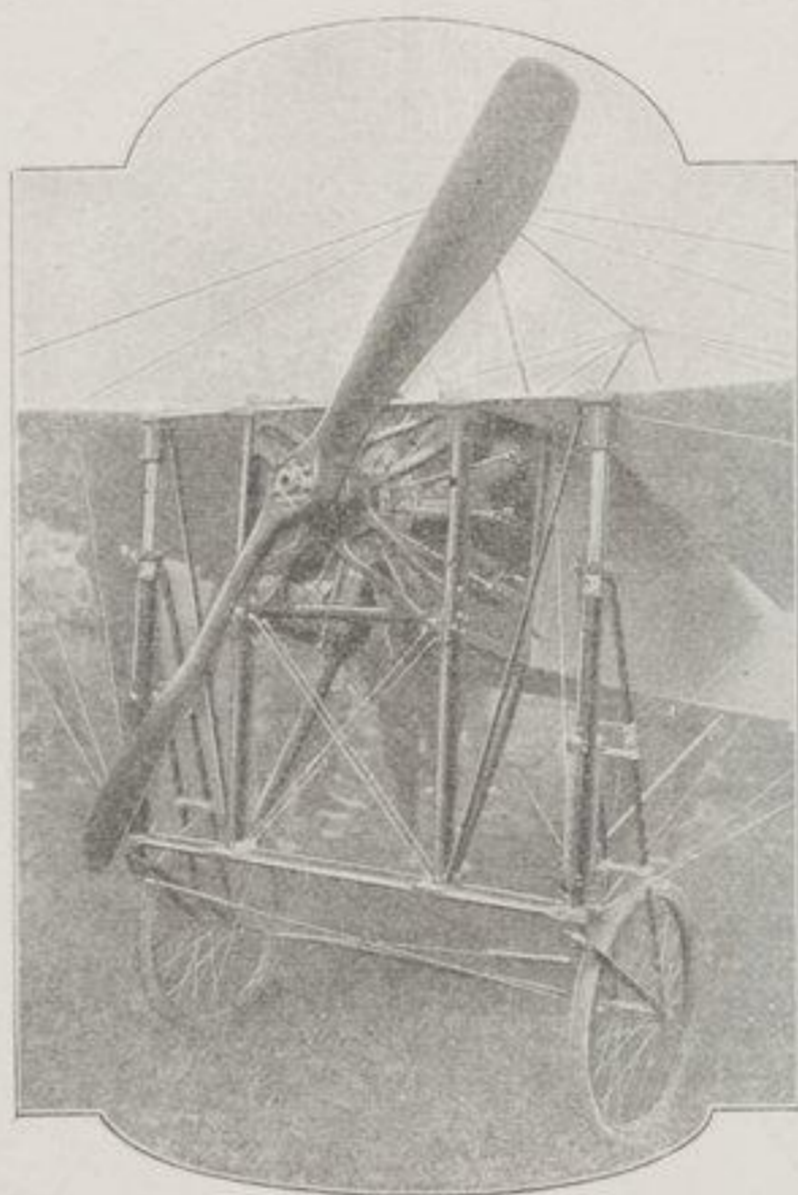


Fig. 475. — Hélice montée sur moteur Gnome.

hélices en bois, qui fait de plus en plus abandonner les hélices en métal au profit des autres.

D'autres questions annexes se posent également pour l'hélice aérienne. Faut-il la placer à l'avant de l'aéroplane ou à l'arrière? Dans le premier cas on dit qu'elle *tire*, tandis que dans le second cas on dit qu'elle *pousse*. Certains aéroplanes ont été construits avec l'hélice en avant et notamment les aéroplanes Blériot et Esnault-Pelterie, tandis que d'autres, comme l'aéroplane Wright et l'aéroplane Farman, ont été établis avec l'hélice à l'arrière. L'expérience paraît s'être prononcée en faveur de l'hélice placée en avant de l'appareil, car elle est disposée ainsi sur les aéroplanes monoplans.

Doit-on aussi munir les appareils d'une seule hélice, ou de deux?

En principe, deux hélices disposées pour se visser à droite pour l'une et à gauche pour l'autre, offrent l'avantage d'assurer l'équilibre dynamique de l'aéroplane, mais si pendant la marche de l'appareil une des hélices s'immobilise, l'autre continuant à tourner, il se produit une poussée qui, n'étant plus dirigée suivant l'axe de l'aéroplane, tend à le dévier de sa direction et à troubler son équilibre, de sorte que l'arrêt d'une des deux hélices peut devenir dangereux. On peut remédier à cet inconvénient en rendant solidaires les mouvements des deux hélices, mais l'arrêt de l'une immobilise l'autre, et si l'appareil est en plein vol, il doit, à ce moment, atterrir en vol plané en se laissant glisser sur l'air, sans utiliser ses propulseurs.

L'emploi d'une seule hélice sur les aéroplanes se généralise de plus en plus.

Tracé de l'hélice L'hélice est, en somme, un organe auquel on donne un mouvement de rotation par l'intermédiaire d'un moteur, et qui restitue un effort soit de traction, soit de poussée dans le

sens de son axe, effort dont on se sert pour obtenir la propulsion de l'aéroplane sur lequel elle est montée.

L'hélice primitivement utilisée dans l'eau avait la forme d'une *vis d'Archimède*. En tournant elle semblait se *visser* dans l'eau qui faisait office d'écrou, et on en avait aussitôt déduit que, par similitude avec la vis se vissant dans un écrou métallique, l'hélice devait, à chacun de ses tours, se déplacer d'une quantité égale à son *pas*.

On sait que le pas d'une hélice, comme d'ailleurs le pas d'une vis, est la distance comprise entre deux filets de cette hélice ou de cette vis.

Mais le vissage de l'hélice dans l'eau provoque sur l'écrou fluide un *recul*, de sorte que pendant que l'hélice fait un tour l'eau cède, en arrière du mouvement, à la poussée de l'hélice et que l'avancement réel du propulseur par tour est égal au *pas* diminué du *recul*.

Comme les hélices ont un pas de grandeur considérable, on ne peut leur donner la forme d'une vis complète; on a alors pris dans la surface engendrée par le filet de la vis quelques parties seulement de cette surface, et c'est ce qui a formé les branches ou *ailes* de l'hélice. Ces ailes ne représentent donc qu'une *partie du pas*. En outre, soit pour faciliter la construction, soit pour diminuer la résistance de l'aile pendant le mouvement de rotation ou encore pour permettre au fluide de s'écouler normalement à travers l'hélice, on a été conduit à façonner les ailes de diverses manières, de sorte que cette aile ne représente pas, exactement, en réalité, une partie de la surface de la vis.

Le pas même de l'hélice n'a point, d'une façon générale, une valeur constante d'un bout à l'autre de l'aile, et suivant les constructeurs le pas varie dans des sens parfois opposés. C'est ainsi que dans l'hélice Zeise pour bateaux, le pas a une valeur qui diminue en allant du moyeu vers la

périphérie, tandis que l'hélice Drzewiecki, au contraire, est établie avec un pas qui augmente du moyeu à la périphérie. L'hélice Chauvière, appelée hélice *intégrale*, comporte deux pas différents, le plus grand se trouvant vers la périphérie de l'aile. Un certain nombre d'autres hélices sont construites avec un pas qui varie suivant le rayon. Dans l'hélice Wright, le pas augmente d'abord en partant du moyeu, puis diminue. Certains types d'hélices sont constitués pour que l'orientation des ailes puisse varier suivant le travail à développer, de sorte que ces hélices, qui peuvent être construites avec un *pas constant*, ont, en réalité, pendant leur marche, un *pas variable*, suivant les conditions mêmes de leur fonctionnement.

On voit que les modes de réalisation des hélices aériennes sont fort nombreux; ils dérivent de théories

différentes qui, tout en se basant sur de judicieuses observations, offrent néanmoins, parfois, des contradictions sur quelques points, de sorte que le moyen le plus rationnel de juger de la valeur d'une hélice consiste à effectuer, en dehors de toutes les considérations théoriques, des essais dans les conditions d'emploi de cette hélice et à déterminer ainsi son *rendement*. C'est ainsi, d'ailleurs, que l'on opère généralement.

Dans une aile d'hélice, l'inclinaison de cette aile varie depuis le centre jusqu'à la périphérie. Dans le mouvement de rotation, en effet, les parties extérieures de l'hélice tournent à une plus grande vitesse que les parties rapprochées du moyeu et, par suite de la forme même de l'hélice, l'angle d'attaque vers la périphérie est faible. A mesure que l'on se rapproche du moyeu, comme la

vitesse diminue, il faut que l'angle d'attaque devienne plus grand pour que l'on puisse obtenir une plus grande résistance. Mais à partir d'un certain point, la variation de la vitesse et de l'angle n'a plus lieu dans des proportions normales, et vers le moyeu on aurait des éléments d'hélice qui créeraient, pendant la rotation, une résistance considérable et ne fourniraient par contre qu'un effort de traction très faible. On supprime donc ces éléments d'hélice du côté du moyeu, mais il est bien évident qu'on ne peut le faire que jusqu'au point où la solidité de l'hélice peut se trouver compromise.

Pour déterminer, aux divers points de l'hélice, l'angle d'incidence, le procédé employé par les ateliers Voisin consiste à porter sur une droite, une longueur AB représentant le développement de la

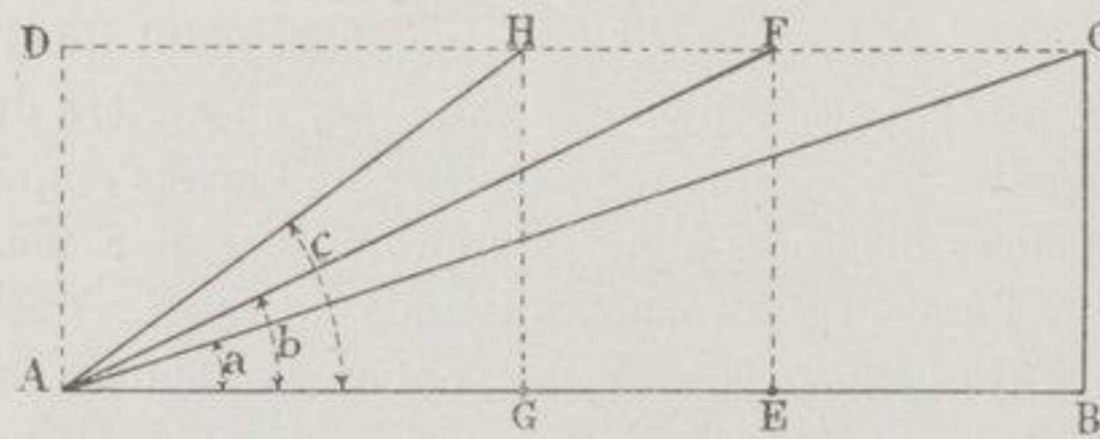


Fig. 476. — Tracé donnant les inclinaisons de l'hélice en divers points.

circconférence décrite par le bout de l'aile de l'hélice. On sait que cette longueur est obtenue en multipliant le diamètre de l'hélice par 3,1416.

Au point B on élève, sur la ligne AB , une perpendiculaire BC à laquelle on donne une longueur égale au pas de l'hélice.

En joignant les points A et C on détermine un angle CAB , désigné par a , qui représente l'angle d'inclinaison de la pale de l'hélice à son extrémité. Pour connaître l'angle en un point quelconque de l'aile, on trace la ligne horizontale CD et on porte sur la droite AB une distance AE , par exemple, correspondant à l'écartement du point considéré du centre de l'hélice. On élève du point E une perpendiculaire à la ligne AB .

Cette perpendiculaire rencontre la ligne horizontale CD en un point F qui, joint au point d'origine A , donne une ligne AF qui

fait avec l'horizontale AB l'angle d'incidence cherché. Cet angle FAE ou b représente donc l'inclinaison de la pale d'hélice en un point correspondant au point E. On pourrait déterminer pour d'autres points de l'aile l'inclinaison correspondante et l'on aurait pour le point G, par exemple, l'angle c .

Comme pendant la rotation de l'hélice, l'appareil qu'elle propulse avance, on tient compte de cet avancement en donnant aux divers points de la pale une inclinaison plus faible que celle qui est obtenue par le tracé.

On remarquera que l'angle devient de plus en plus grand au fur et à mesure que le point est pris près du centre.

On limite la surface active de l'hélice à une certaine distance du centre de l'hélice, pour la raison que nous avons donnée plus haut. La largeur de la pale d'hélice a été prise égale au quinzième du diamètre. Lorsque par le tracé on a déterminé les diverses inclinaisons en des points situés à des distances connues du centre, on peut faire le calibre ou *gabarit* qui permettra d'exécuter l'hélice.

Le tracé indiqué par M. Drzewiecki pour obtenir les calibres servant à fabriquer l'hélice, est basé sur la valeur du *module* de l'hélice.

Le module est obtenu en divisant la vitesse que doit avoir l'appareil par le nombre de tours de l'hélice *en une seconde*, multiplié par 2π . Cette formule s'écrit ainsi :

$M = \frac{V}{2\pi n}$, dans laquelle V est la vitesse de l'aéroplane, et n le nombre de tours par

seconde. Le diamètre de l'hélice égale le module multiplié par 10.

Lorsqu'on a le module, on porte, à partir d'un point A (Fig. 477), une longueur AB égale à ce module et on élève de ce point B une perpendiculaire BC sur la direction de la ligne AB. On porte ensuite sur cette perpendiculaire des distances BE, EF, FG, GH et HI égales entre elles et ayant pour valeur le module AB. La première distance BE est divisée par le point D en deux parties égales, de sorte que les longueurs BD et DE ont pour valeur le demi-module.

Si on joint le point A aux divers points ainsi obtenus D, E, F, etc., on obtiendra des droites ayant par rapport à la ligne verticale BC des inclinaisons différentes. Ces diverses inclinaisons sont celles de l'hélice en différents points de sa longueur.

Pour obtenir les gabarits qui serviront à déterminer la surface de l'hélice, on donne à l'hélice une largeur constante et égale aux trois quarts du module. Cette dimension est appelée par M. Drzewiecki *largeur spécifique* de la pale. Des divers points, D, E, F, etc. on porte sur

les droites inclinées DA, EA, etc., une longueur vers le point A égale au quart de la largeur spécifique de la pale d'hélice. On obtient ainsi divers points J, K, L, etc., par lesquels on mène des horizontales J, M, K, N, etc., qui limiteront les gabarits dans un sens. Des mêmes points, D, E, F, etc., et sur les mêmes droites inclinées on porte dans le sens opposé de A d'autres longueurs DP, EQ, FR, etc., représentant les trois quarts de la largeur spécifique de la pale, et par ces

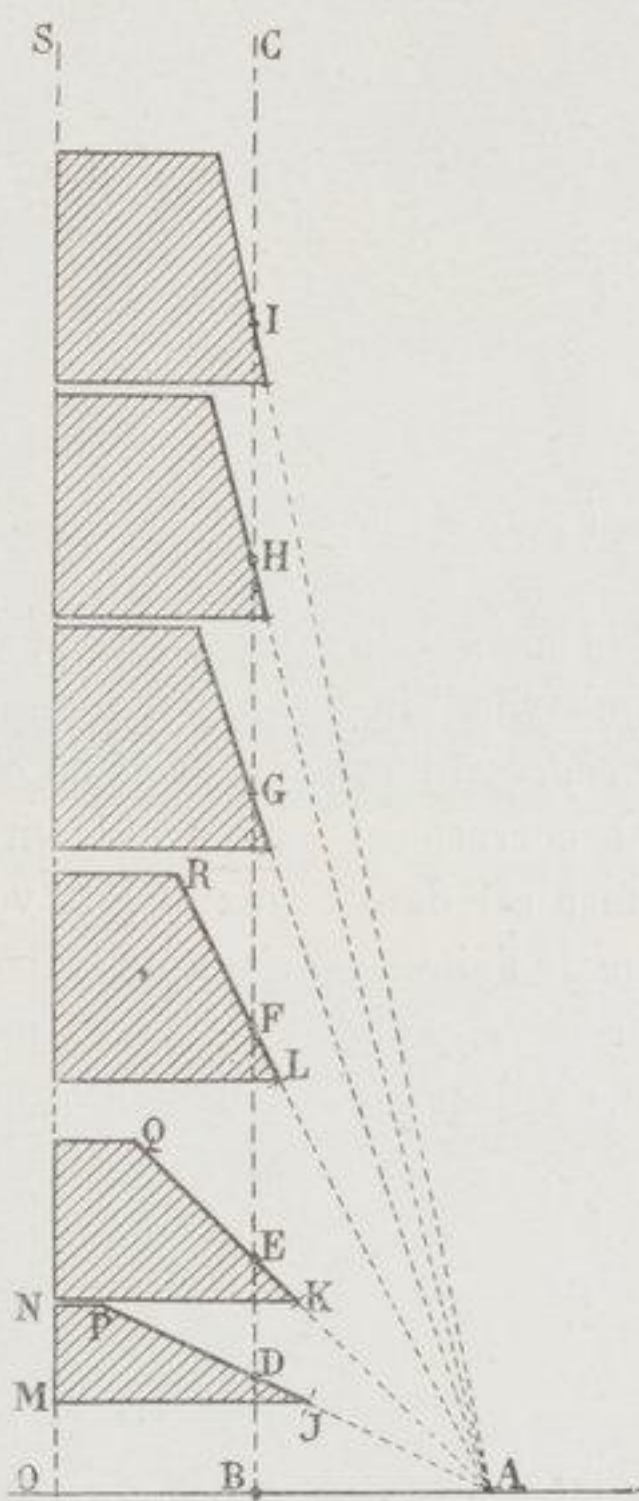


Fig. 477. — Tracé de l'hélice Drzewiecki.

nouveaux points on mène d'autres horizontales qui limiteront le gabarit dans le sens inverse du précédent.

Si nous supposons une droite OS verticale tracée à une distance quelconque du point B et limitant les calibres sur le quatrième côté, chacune des figures obtenues

semblables au trapèze M N P J représentera le gabarit qu'il faudra placer en divers points correspondant aux points

D, E, F, etc., pour déterminer la surface de l'hélice. Dans chacun de ces gabarits, l'inclinaison de la face de droite représentera l'incidence de l'aile au point correspondant et la longueur de cette face est dans chaque figure égale à la largeur de l'aile.

Les gabarits étant ainsi déterminés, pour constituer le calibre d'ensemble, on place sur une planche

A (Fig. 478 et 479), servant de socle, des planchettes de faible épaisseur B, C, D, auxquelles on a

donné la forme des figures trouvées dans le tracé.

Ces planchettes sont disposées sur la planche A de façon que tous les points correspondant aux points D, E, F de la figure 477 soient placés sur une même droite F G et aux mêmes distances que sur cette figure. Elles sont posées perpendiculairement à la planche A et on leur donne une courbure d'un rayon égal à leur écartement du point

d'origine F. On obtient ainsi un ensemble représenté en perspective par la figure 478, dans lequel l'aile supérieure HI de chaque planchette B, C, D indique la forme que doit avoir, au droit de chaque planchette, la surface de l'hélice.

On présentera donc, au fur et à mesure

que se poursuivra la confection de l'hélice, l'aile de cette hélice d'abord dégrossie, puis plus

approchée de sa forme, sur le calibre ainsi constitué, et on verra immédiatement si l'hélice épouse, au droit de chaque planchette, exactement son profil. On retouchera la surface de l'aile aux points voulus jusqu'à ce que l'hélice s'adapte parfaitement sur toutes les planchettes en même temps. Sa surface sera alors correctement établie. L'hélice ainsi

obtenue a une section limitée, du côté de la face active, par une ligne droite. Nous avons dit qu'on donnait gé-

néralement à cette face une certaine courbure, de même que l'on incurve les ailes des aéroplanes pour avoir un meilleur résultat au point de vue de la sustentation.

En dehors de la forme, de la surface de l'hélice que l'on peut obtenir par des tracés semblables à ceux que nous venons d'examiner, il faut construire l'hélice de façon à rendre les ailes solidaires du moyeu et donner à l'organe propulseur la solidité néces-

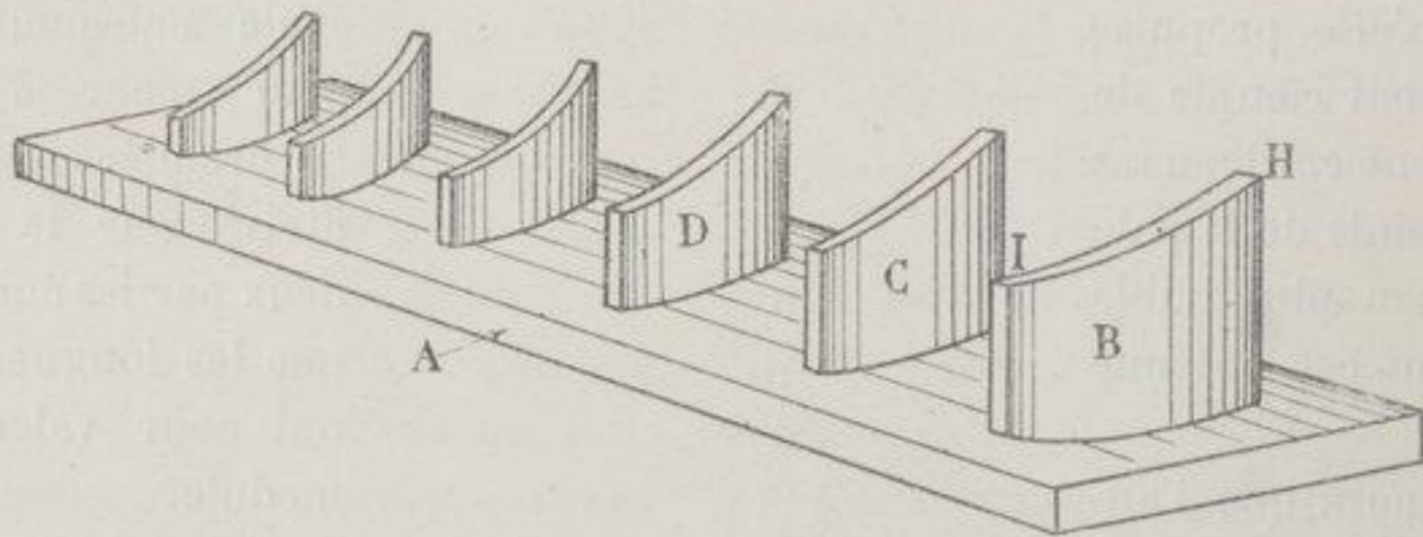


Fig. 478. — Gabarit pour la fabrication d'une hélice. Vue perspective.

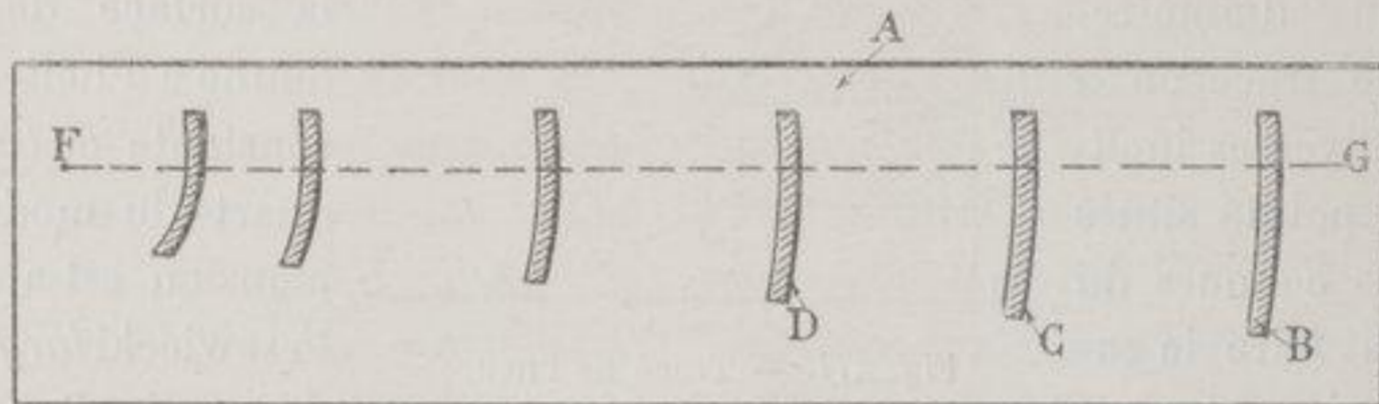


Fig. 479. — Gabarit pour la fabrication d'une hélice. Vue en plan.

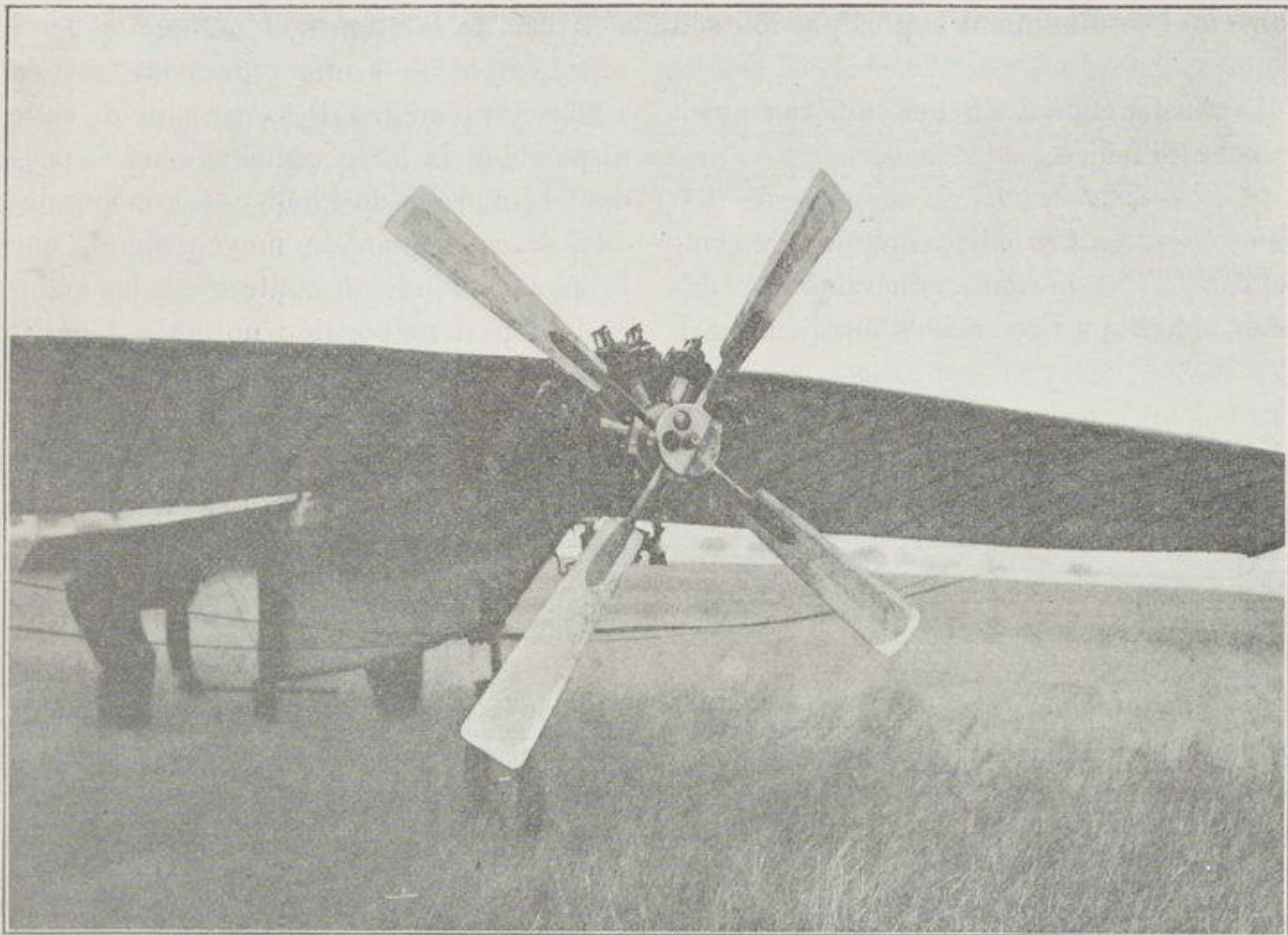


Fig. 480. — Hélice double montée sur monoplan Esnault-Pelterie.

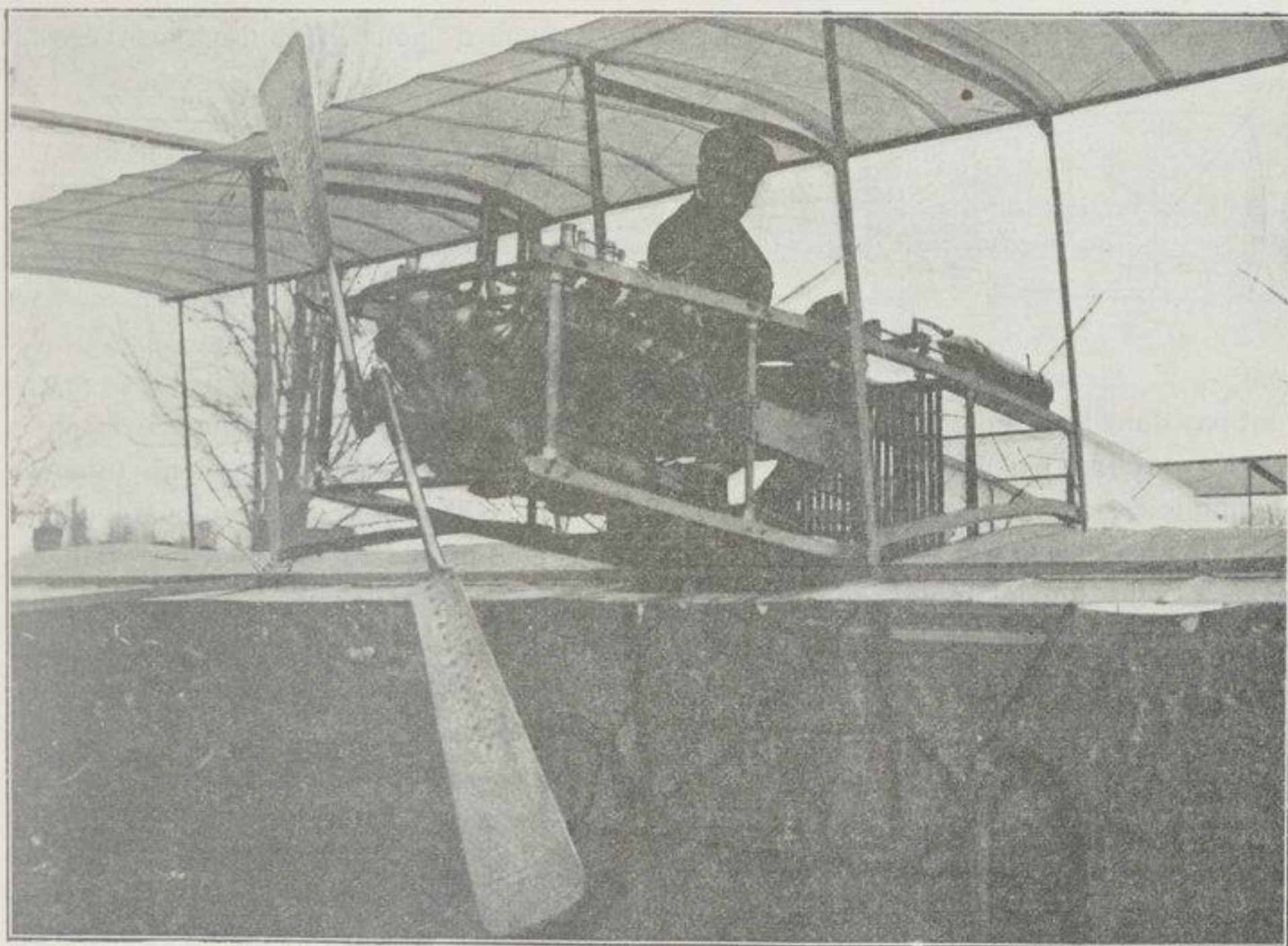


Fig. 481. — Hélice Voisin, montée sur un biplan Delagrangé.

saire tout en diminuant le plus possible son poids.

La construction des hélices diffère suivant le genre d'hélice.

Hélices métalliques Les hélices métalliques comportent généralement des bras métalliques en acier, auxquels on a

son plan de rotation soit conique, et l'axe représentant le sommet du cône est en arrière du plan des ailes. Par suite de cette disposition, la force centrifuge tend, pendant la marche de l'hélice, à ramener les ailes dans le plan du moyeu, tandis que la poussée tend, au contraire, à les maintenir dans leur position normale. L'hélice

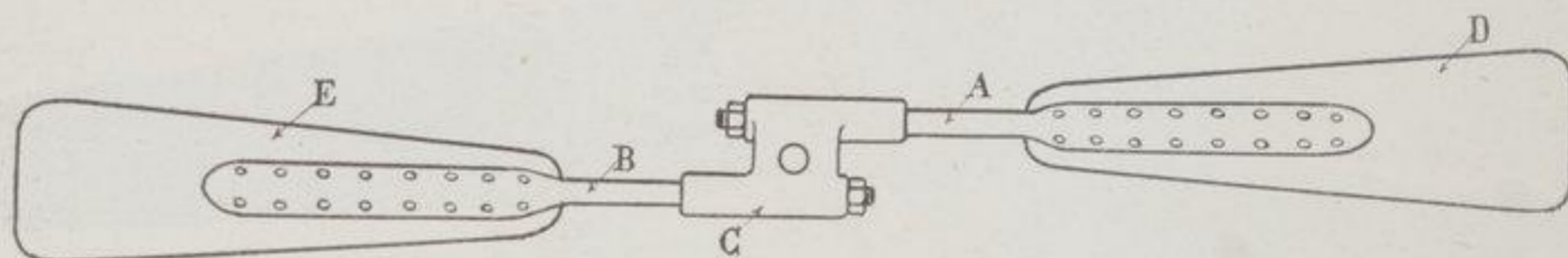


Fig. 482. — Hélice Voisin.

donné une forme aplatie et qui servent à la fois à supporter les pales façonnées à la forme convenable et à rendre ces pales solidaires de l'axe du moteur.

Les pales sont rivées sur les bras métalliques et ceux-ci sont fixés sur un moyeu claveté sur l'arbre. La liaison du bras au moyeu se fait de manières diverses. Dans l'hélice Voisin (Fig. 482), les bras A et B ne

se trouve, ainsi, équilibrée dans le sens avant et arrière. D'autres hélices métalliques ont leurs bras placés dans le prolongement l'un de l'autre, comme les hélices Esnault-Pelterie et Antoinette.

Les hélices qui ne comportent qu'une carcasse d'acier, recouverte d'étoffe, ont comme type l'hélice construite par le colonel Renard pour propulser son aérostat

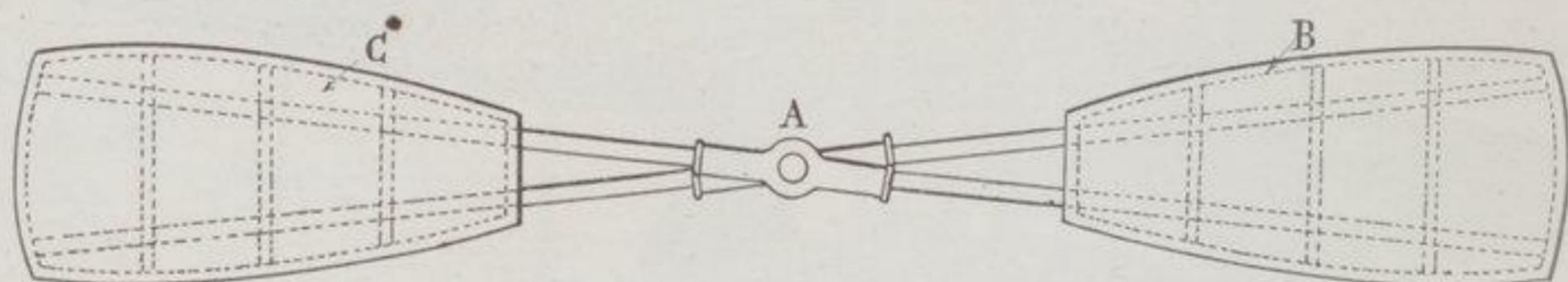


Fig. 483. — Hélice Tatin.

sont pas dans le prolongement l'un de l'autre. Ils sont fixés par des écrous à une pièce commune C servant de moyeu. Les pales D et E sont fixées sur ces bras au moyen de rivets. Cette hélice métallique présente la particularité de posséder un dispositif de réglage pour faire varier le pas dans de certaines limites. Les bras peuvent, en effet, tourner dans leur support C, ce qui permet d'orienter les pales et de les immobiliser dans la position convenable par le serrage des écrous placés à l'extrémité. Cette hélice est, en outre, établie pour que

dirigeable. Dans l'hélice Renard, la charpente était constituée par deux tubes en acier partant de l'axe de deux points différents et qui avaient une courbure hélicoïdale appropriée. Sur ces tubes était tendue de la toile qui formait la surface extérieure de l'hélice.

M. Tatin a construit une hélice semblable (Fig. 483), comportant une charpente métallique, reliée solidement au moyeu de l'arbre A. Au-dessus de cette carcasse en acier est tendue de la soie qui forme les deux ailes B et C de l'hélice.

Les métaux employés dans la confection des hélices métalliques sont l'acier et l'aluminium. Les bras et les carcasses sont faits en acier et les pales généralement en aluminium. Les rivets qui fixent les pales aux bras sont, le plus souvent, en cuivre. Ils sont placés en très grand nombre afin de constituer un assemblage parfaitement rigide de ces pièces.

Hélices en bois Les hélices en bois qui tendent, de plus en plus, à remplacer les hélices métalliques, lesquelles sont plus lourdes, plus difficiles à façonner et qui vibrent pendant la marche, peuvent être faites avec des épaisseurs suffisantes pour qu'elles puissent résister à l'action de la force centrifuge.

dite *intégrale*, qui donne d'excellents résultats. Cette hélice est faite en plusieurs épaisseurs de bois. Un certain nombre de planchettes sont superposées, collées et travaillées ensemble de façon à constituer une hélice d'une seule pièce d'une très grande solidité. On peut, en effet, par ce procédé d'emploi de planchettes multiples de faible épaisseur, choisir des morceaux de bois qui n'ont aucun défaut, aucun nœud, ni aucune fente, ce qui ne peut toujours être fait lorsqu'on doit employer un seul morceau de bois de grande épaisseur.

Les diverses planchettes découpées à des dimensions suffisantes pour qu'elles puissent former l'hélice sont superposées les unes au-dessus des autres et centrées par rapport à leur trou par l'intermédiaire d'un

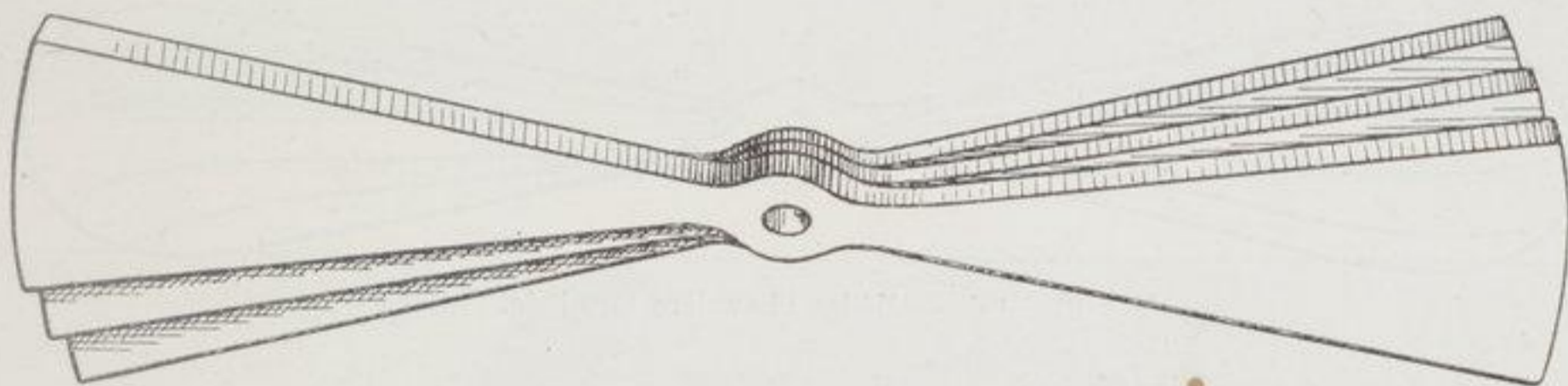


Fig. 484. — Hélice Chauvière préparée.

Le bois, en effet, résiste très bien à la traction, et comme sa densité permet de lui donner une grande épaisseur sans alourdir trop considérablement l'hélice, celle-ci résistera également très bien à la flexion et on pourra la faire tourner à des vitesses considérables sans inconvénient.

Dans la construction des hélices en bois, on place le fil du bois dans le sens de la longueur de la pale.

Les hélices en bois peuvent être faites en une seule pièce, à laquelle on donne la forme des deux ailes, en ménageant entre elles le moyeu dans lequel s'ajustera l'arbre du moteur. C'est ainsi qu'est établie l'hélice de Wright.

M. Chauvière, ingénieur des Arts et Métiers, construit d'une autre façon son hélice

axe sur lequel elles sont enfilées (Fig. 484). Ces planchettes, découpées toutes à la même forme, sont décalées successivement d'une petite quantité par rapport à celle qui est placée au-dessous, de sorte que les planchettes ressemblent à deux éventails disposés un de chaque côté de l'axe.

Au fur et à mesure que l'on superpose les planchettes, on les colle.

Le collage doit être fait avec un très grand soin, car c'est de lui que dépend toute la solidité de l'hélice. La colle employée est d'une composition spéciale qui la rend insoluble. Les planchettes forment, une fois placées et collées à la presse, un ensemble d'une seule pièce que l'on façonne. On abat les angles constitués par les épaisseurs des planchettes et on raccorde les surfaces, de façon à don-

ner à l'aile la forme qu'elle doit avoir (Fig. 485), ce que l'on contrôle au fur et à mesure de la construction au moyen de calibres semblables à ceux que nous venons d'examiner.

Lorsque la forme de la surface de l'hélice est très exactement obtenue, on polit soigneusement la pièce et on la recouvre d'une couche de vernis, afin de faciliter le glissement des molécules d'air pendant son fonctionnement et d'éviter ainsi des résistances nuisibles.

On a construit un grand nombre d'hélices, en dehors de celles que nous venons de voir. L'une d'elles comporte des ailes qui, au repos, ne conservent pas la position qu'elles occupent pendant le fonctionnement. Les

Essai des hélices Les variétés de méthodes et de procédés employés pour leur confection donnent aux essais effectués avec ces diverses hélices, en pleine marche, une importance capitale, car ces études expérimentales permettent seules de déterminer avec précision la valeur de la poussée.

Comme pour les moteurs, on a d'abord procédé aux essais de l'hélice au point fixe, c'est-à-dire que les mesures ont été faites en plaçant l'hélice et le moteur sur un banc d'épreuve immobile portant les instruments nécessaires : dynamomètre, enregistreur, pour déterminer et inscrire les valeurs de la poussée.

Les essais au point fixe n'étant pas effec-

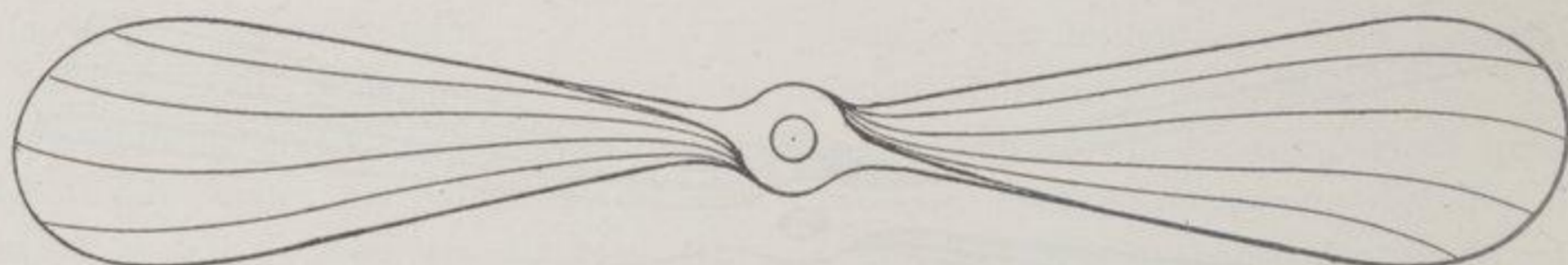


Fig. 485. — Hélice Chauvière terminée.

ailes sont pendantes lorsque l'hélice est immobile. Elles sont formées par des toiles tendues sur des châssis reliés par un système articulé à l'axe de l'hélice. Chaque aile porte, à son extrémité extérieure, un poids, de sorte que lorsque l'axe du moteur se met en marche, l'aile sous l'action de la force centrifuge tend à s'écarter de l'arbre et prend, par rapport à cet arbre, une position correspondant à son effort. Les ailes sont ainsi déployées simultanément et l'hélice effectue son travail de propulsion, comme si les ailes avaient été disposées de cette façon d'une manière invariable.

Lorsque le moteur s'arrête, les ailes retombent, ce qui permet de diminuer l'encombrement de l'hélice. Ce type d'hélice a été employé pour propulser les aérostats dirigeables du major de Parseval.

tués dans les conditions mêmes du fonctionnement de l'hélice, ne donnent pas des mesures strictement semblables à celles qu'il importe de connaître et qui sont celles qui devraient être relevées sur un appareil en plein vol. On a donc songé naturellement à mesurer la poussée des hélices en les faisant progresser dans l'air. On les a installées soit au bout de bras de manèges, soit dans des courants d'air produits par des ventilateurs, à la façon dont on a procédé pour mesurer la résistance de l'air sur diverses surfaces, dispositifs que nous avons précédemment décrits. On a fait également des essais sur des hélices d'aérostats dirigeables pendant la marche même de l'aéronat et sur des chariots spécialement aménagés.

M. Chauvière a construit un dispositif destiné à s'adapter à une voiture automobile



Fig. 486. — Dispositif d'atterrissage du monoplan Blériot (modèle traversée de la Manche).



Fig. 487. — Hélice et dispositif d'atterrissage du monoplan Train (1911).

et ayant également pour but de mesurer la poussée des hélices pendant la marche de la voiture.

A l'arrière de la voiture est fixé très solidement un châssis pouvant recevoir une hélice de 3^m,60 de diamètre. Le moteur du véhicule, d'une puissance de 70 chevaux, peut, à l'aide d'un dispositif approprié d'embrayage, actionner seulement soit la voiture, soit l'hélice, soit à la fois la voiture et l'hélice.

Lorsque la voiture est en marche, et elle peut même être propulsée par la seule action de l'hélice lorsque celle-ci a un grand diamètre, il faut pouvoir mesurer, en dehors de la vitesse de la voiture, le nombre de tours que fait l'hélice et la valeur de sa poussée suivant son axe. Il convient aussi de mesurer la valeur du *couple de rotation*.

La mesure de la vitesse de la voiture et du nombre de tours de l'hélice est très aisément obtenue. Les deux autres offrent plus de difficultés. Pour avoir la valeur de la poussée, l'arbre de l'hélice A (Fig. 488) a été disposé de façon qu'il puisse avoir un déplacement longitudinal de faible valeur, d'ailleurs.

Lorsque l'hélice ne fonctionne pas, son arbre appuie sur l'extrémité d'une tige B qui est solidaire d'un plateau C. Derrière le plateau C est fixé un autre plateau D, mais entre les deux plateaux est disposée

une membrane flexible E, serrée sur sa périphérie dans une boîte métallique F qui porte le siège de deux soupapes G et H, et sur laquelle sont disposés les conduits et les orifices nécessaires au fonctionnement du mécanisme.

Les deux soupapes G et H sont rendues solidaires, par l'intermédiaire de leur tige, des plateaux C et D et participent ainsi aux mouvements de la membrane flexible dont le centre peut, par conséquent, sous

une action appropriée, se déplacer dans un sens ou dans l'autre.

La soupape G est établie sur un orifice par lequel on peut admettre de l'air comprimé, provenant d'un réservoir I, dans la chambre F. La soupape H provoque, par sa manœuvre, l'ouverture ou la fermeture d'un orifice par lequel l'air comprimé admis dans la chambre F peut s'échapper au dehors.

Lorsqu'on met la voiture et l'hélice en marche pour effectuer les essais, la poussée de l'hélice se transmet à son arbre qui est mobile dans le sens longitudinal.

Cet arbre, en appuyant sur la tige B, provoque le déplacement vers la droite des plateaux et de la membrane.

La soupape G, par suite de ce déplacement, découvre l'orifice d'arrivée d'air comprimé, tandis que la soupape H ferme l'orifice d'échappement. L'air comprimé, provenant du réservoir I, et admis dans

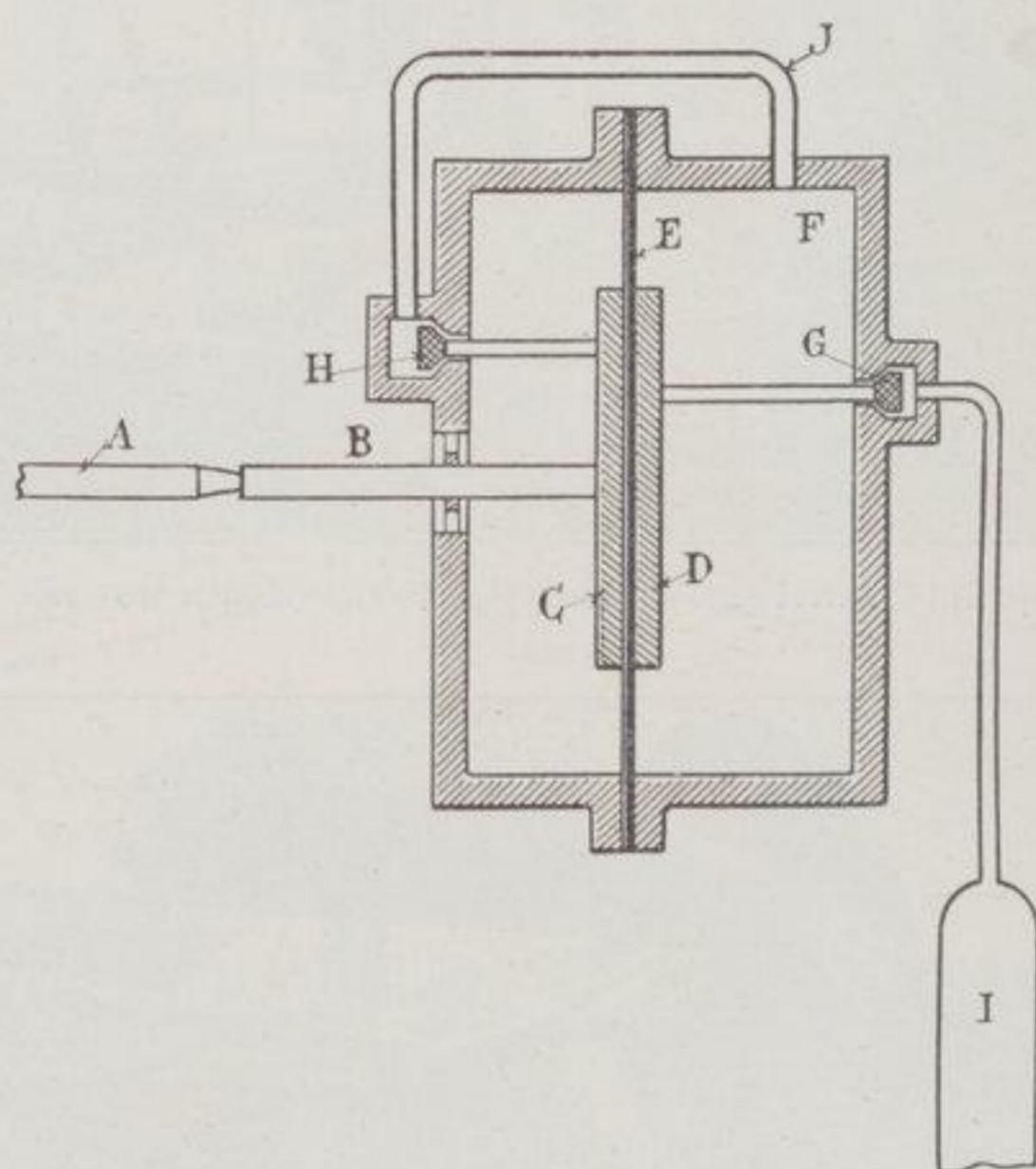


Fig. 488. — Dispositif Chauvière pour l'essai des hélices.

la chambre F exerce une pression sur la surface de la membrane E et tend à la déplacer de la droite vers la gauche. Cette pression équilibrera d'abord la poussée de l'hélice, qui est dirigée en sens inverse, et provoquera ensuite le déplacement vers la gauche du centre de la membrane.

Ce mouvement déterminera la fermeture de l'orifice d'admission d'air comprimé par la soupape G et, au contraire, l'ouverture de l'orifice d'échappement, par l'écartement de la soupape H. L'air comprimé contenu dans la chambre F pourra s'échapper dans l'atmosphère par le conduit J et l'orifice d'échappement qui est ouvert.

Mais aussitôt que la pression diminuera dans la chambre F, la poussée de l'hélice sur son arbre et sur la membrane provoquera à nouveau la fermeture de la soupape H et l'ouverture de la soupape G, manœuvre qui aura pour résultat d'introduire une nouvelle quantité d'air comprimé dans la chambre F.

Il se produira donc des mouvements longitudinaux successifs de la membrane vers la droite et vers la gauche; l'arbre de l'hélice suivra ces mouvements d'une très faible amplitude et la pression de l'air comprimé admis dans la chambre F équilibrera, à chaque instant, la poussée de l'hélice. En mesurant cette pression au moyen d'un manomètre, on peut connaître la valeur de la poussée de l'hélice.

La mesure du *couple de rotation* s'effectue au moyen d'un dispositif semblable dans lequel on mesure la valeur de l'action qui s'exerce sur les paliers et le bâti supportant l'hélice, dans un sens opposé à celui de l'hélice.

Il est nécessaire, par conséquent, que ce mécanisme soit disposé pour pouvoir osciller dans tous les sens, ce qui s'obtient au moyen de commandes à rotules et à la cardan.

M. Legrand et M. Gaudart ont effectué des

mesures sur la poussée des hélices montées sur un aéroplane, pendant le vol même de l'aéroplane.

Ces essais ont été relatés dans un mémoire que M. Legrand a adressé à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, laquelle avait accordé une subvention de trois mille francs pour faire des recherches sur les hélices.

Les expériences ont été faites avec un moteur rotatif Gnôme, monté sur l'aéroplane et actionnant l'hélice à essayer. On sait que dans le moteur Gnôme l'arbre est fixe et est rendu solidaire d'un plateau.

L'effort de l'hélice qui est directement montée sur le moteur, se transmet au corps de l'aéroplane par l'intermédiaire de ce plateau monté sur une plaque de tôle flexible. D'autre part, l'arbre fixe est supporté à l'avant par un collier dans lequel il peut glisser, collier rendu solidaire d'une plaque de tôle rigide.

Par suite de son glissement longitudinal dans le collier, l'arbre entraîne le bout d'un balancier qui peut osciller autour d'un axe porté par la plaque de tôle rigide. L'autre extrémité du balancier commande la manœuvre d'un dynamomètre Richard qui comporte une petite presse hydraulique à laquelle l'effort à mesurer donne une certaine pression pour un déplacement très faible de son point d'application. En lisant la pression obtenue sur un manomètre ou en l'enregistrant, à l'aide d'un manomètre enregistreur, on pourra connaître, à chaque instant, la valeur de la poussée de l'hélice.

Avec cette poussée, il faut connaître aussi le nombre de tours, la vitesse de translation, l'incidence de la voilure. Ces trois mesures ont été faites à l'aide d'instruments spéciaux: un tachymètre magnétique, un manomètre et un niveau établis avec des dispositions particulières.

Les essais ont été effectués par MM. Legrand et Gaudart, avec des hélices diffé-

rentes, sur plusieurs aéroplanes, et les résultats obtenus permettent de constater que la valeur de la poussée de l'hélice est réduite pendant le vol de près de 33 p. 100 par rapport à la valeur de cette poussée, mesurée au point fixe. L'augmentation du nombre de tours peut atteindre 15 p. 100. Les rendements obtenus varient entre 53 p. 100 et 79 p. 100. D'autre part, la résistance des aéroplanes à l'avancement a paru plus faible que celle qui est prévue par les constructeurs.

Tels sont les intéressants dispositifs établis pour effectuer les essais des hélices.

Organes de départ et d'atterrissage

Nous avons vu précédemment que l'aéroplane devait, avant de pouvoir quitter le sol, posséder une vitesse suffisante pour que la poussée de l'air s'exerçant verticalement sous les ailes ait atteint une valeur plus grande que le poids total de l'appareil. A ce moment, l'aéroplane commence à voler, mais il a dû, auparavant, parcourir un certain chemin pour acquérir de la vitesse. Il résulte de cette obligation que l'aéroplane doit rouler ou glisser sur le sol pendant un certain temps avant de prendre son vol. Il convient donc de disposer sur l'appareil des organes permettant son déplacement initial à la surface du sol.

Ce sont les organes de départ. Ces organes consistent, suivant le cas, en châssis munis de roues supportant l'aéroplane pendant qu'il parcourt son trajet sur le sol, ou en patins sur lesquels l'appareil glisse.

Ces dispositifs de départ sont, en général, montés sur tous les aéroplanes. L'aéroplane Wright, cependant, était mis en route à l'origine au moyen d'un dispositif spécial de lancement, nécessitant un pylône du haut duquel on laissait tomber un poids. Ce poids, solidaire d'un câble tirant sur l'aéroplane qui pouvait glisser sur un plan

incliné, provoquait par sa chute le déplacement de l'appareil sur son rail et son lancement dans l'espace (Fig. 489).

Les organes à roues ou à patins, utilisés pour faciliter le départ des aéroplanes, sont disposés pour servir aussi d'organes d'atterrissage.

Il faut qu'ils puissent, dans ce cas, amortir les chocs, parfois brusques, que peut recevoir l'appareil lorsqu'il prend contact avec le sol. L'organe devra comporter, par conséquent, une disposition élastique et, en outre, comme l'orientation de l'aéroplane peut être brusquement changée en arrivant au sol, il importe que les organes qui prennent d'abord le contact soient montés de façon à permettre une orientation facile, dans tous les sens, du fuselage par rapport à eux.

Les nombreux dispositifs de départ et d'atterrissage qui ont été établis répondent à ces conditions. Nous trouverons la description des principaux de ces moyens un peu plus loin, lors de l'examen des types d'aéroplanes.

Nous allons simplement indiquer ici les dispositions adoptées pour quelques-uns de ces organes pour répondre aux conditions à remplir lors du départ ou de l'atterrissage de l'aéroplane.

Le dispositif Blériot comporte des roues. Ces roues sont reliées au corps de l'appareil par l'intermédiaire d'une suspension élastique (Fig. 486 et 491).

Un châssis rigide A, composé de tubes d'acier reliés par des entretoises et de montants en bois, supporte le fuselage de l'appareil. Ce châssis porte à sa partie inférieure les deux roues B, montées entre deux fourches C et D formant les deux côtés d'un triangle, dont le troisième côté est un des montants verticaux du cadre. Les roues peuvent tourner sur leur axe horizontal, et, en outre, elles peuvent pivoter autour du montant vertical servant d'axe. Sur ce montant est disposé un fort ressort à boudin qui,

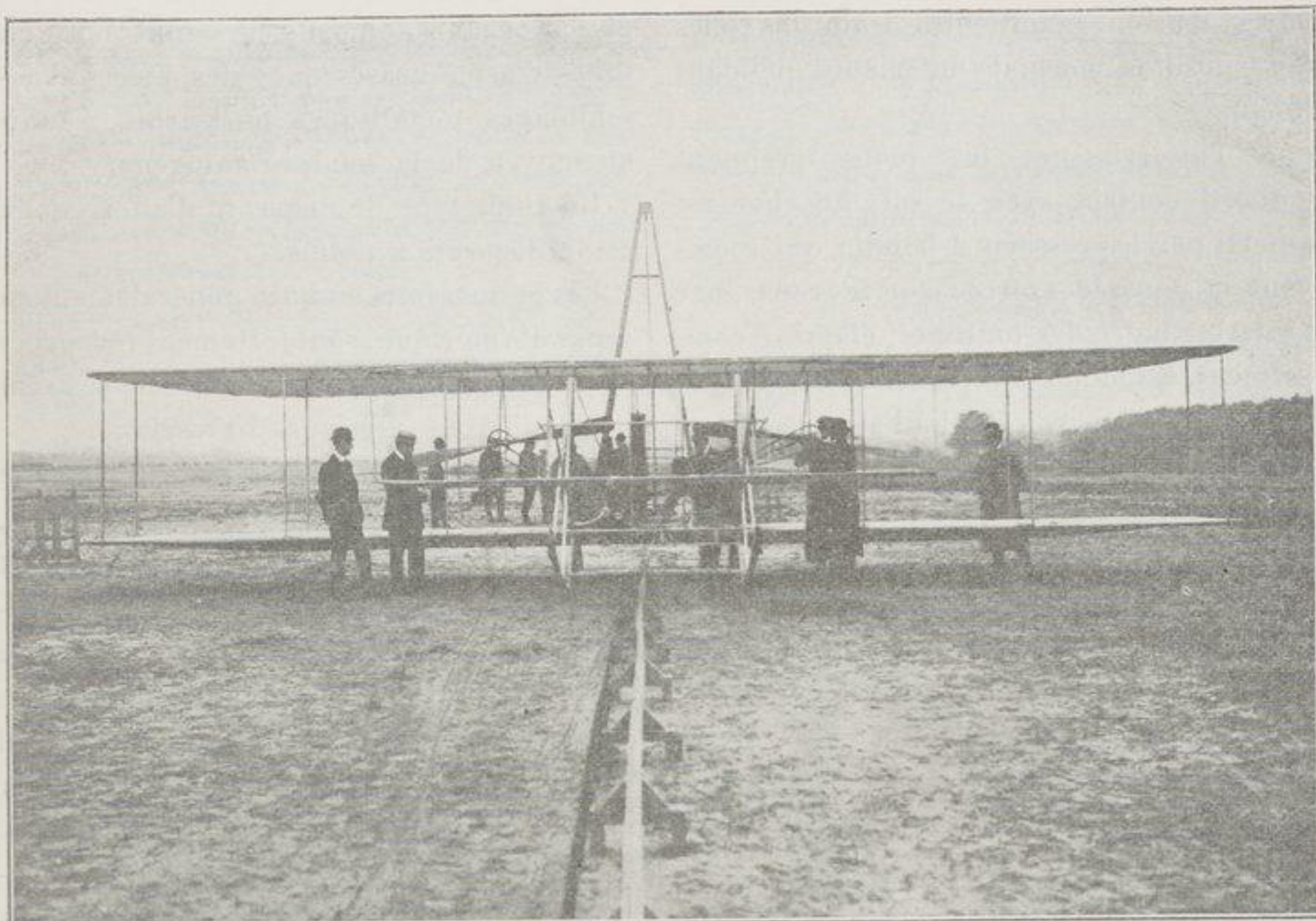


Fig. 489. — Dispositif de lancement du biplan Wright. Rail et pylône.

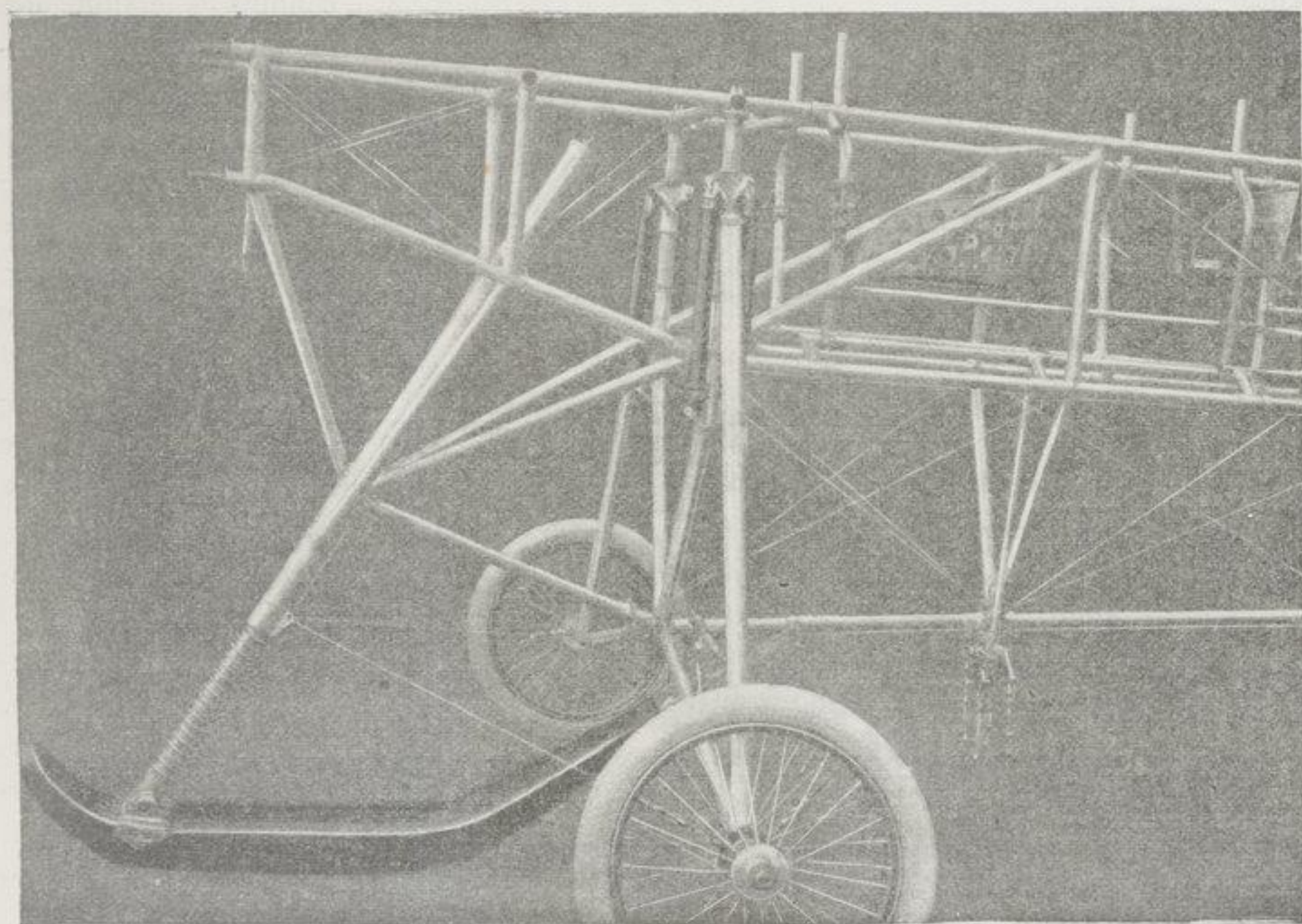


Fig. 490. — Dispositif d'atterrissage d'un monoplan Esnault-Pelterie.

par sa tension, maintient le train des roues à sa position normale inférieure pendant le vol.

A l'atterrissage, les roues prennent d'abord contact avec le sol. Le choc est amorti par les ressorts à boudin qui reçoivent la poussée exercée sur les roues, par l'intermédiaire des fourches, et qui se compriment. En même temps, les roues en roulant sur le sol, permettent à l'appareil d'éviter un arrêt brusque qui pourrait avoir de sérieux inconvénients.

Les deux roues sont rendues solidaires dans leurs mouvements par une entretoise qui maintient constant l'écartement des fourches, et par des tirants disposés en diagonale.

Le train amortisseur Blériot est complété par une roue placée sur l'arrière du fuselage et montée élastiquement d'une façon semblable à celle des roues d'avant. Dans l'aéroplane Antoinette, le dispositif de départ et d'atterrissage comporte aussi deux roues. Ces roues sont

montées tout près l'une de l'autre et fixées d'une façon rigide au châssis. L'amortissement dû aux pneus montés sur ces roues ne serait pas suffisant pour parer au choc d'atterrissage. Aussi a-t-on disposé sur les côtés deux amortisseurs à air comprimé. Ces amortisseurs sont solidaires d'un bras mobile qui prend contact avec le sol avant les roues et permet d'absorber en grande partie la puissance vive de l'appareil à sa descente. L'appareil repose ensuite sur ses roues et parcourt un certain chemin avant de s'immobiliser.

Les cadres des châssis supportant les roues

et les organes amortisseurs sont faits en tubes d'acier brasés dans des pièces d'assemblages métalliques ou encore réunis au moyen de la soudure autogène.

Un autre type de dispositif d'atterrissage est le dispositif à patins.

Les patins, faits en bois, généralement en sapin d'Amérique, sont fortement recourbés vers l'avant. Ils sont très flexibles et se fixent aux longerons inférieurs du fuselage.

Les patins permettent d'amortir le choc

lors de l'atterrissage, mais ils ne conviennent pas pour faciliter le départ. C'est pour cela que les premiers aéroplanes Wright qui en étaient munis étaient lancés par un procédé tout spécial.

Les avantages des patins comme amortisseurs et ceux des roues pour faciliter le départ, ont conduit à établir des systèmes mixtes, comportant à la fois des roues et des patins.

Dans le biplan Sommer, ce dispositif mixte est employé. Il est constitué par une paire de roues placées à cheval

sur un patin et reliées à lui par l'intermédiaire d'un ressort formé d'une série de lames d'acier placées au-dessus les unes des autres. Le patin est solidaire des ailes.

Un dispositif semblable est fixé sur chaque côté du fuselage.

Lorsque l'aéroplane atterrit, les roues portent d'abord sur le sol. Si le choc est faible, les pneus des roues suffisent à l'amortir.

Si le choc est violent, les ressorts réunissant les roues aux patins entrent en action, cèdent; les patins viennent au contact du sol, et ils jouent leur rôle amortisseur.

Un autre dispositif mixte de départ et d'at-

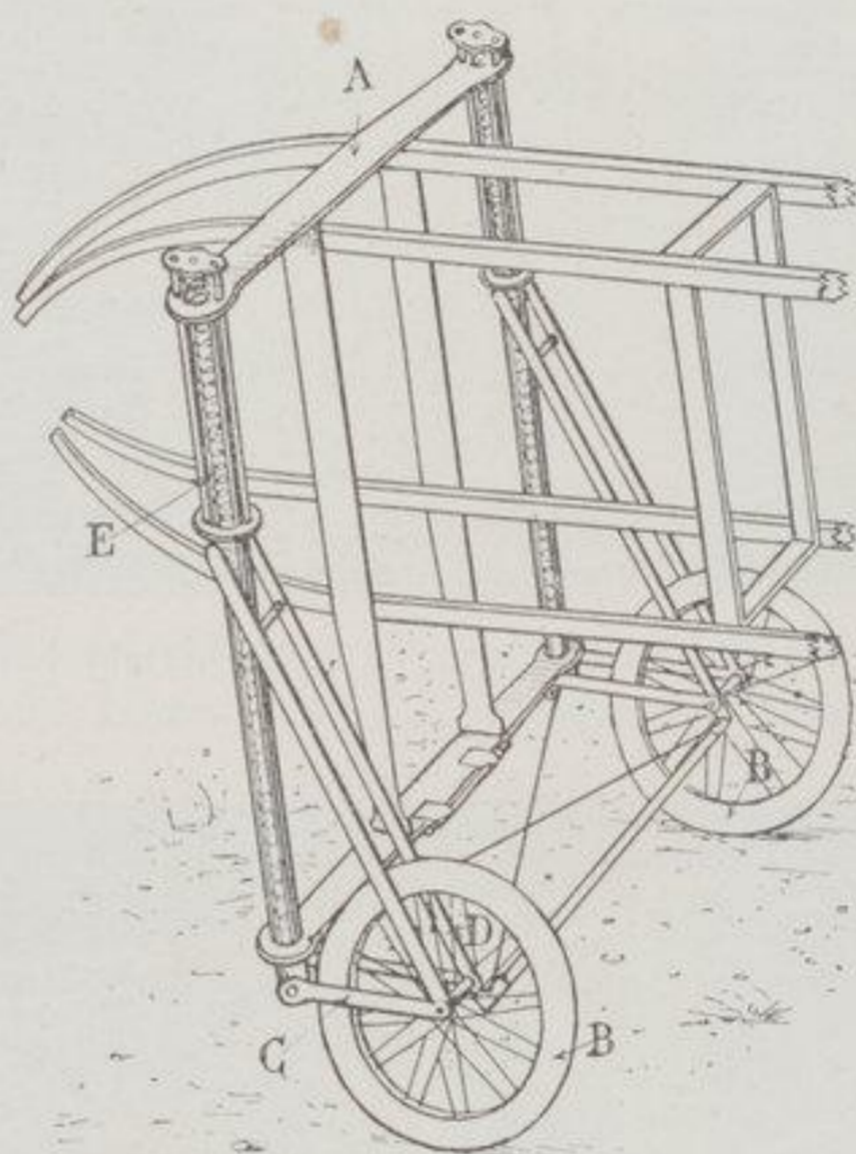


Fig. 491. — Dispositif d'atterrissage Blériot.

terrissage représenté par la figure 490 est monté sur les aréoplans Esnault-Pelterie. Le patin, monté à l'avant, est relié au fuselage par l'intermédiaire d'un ressort qui le maintient à un écartement fixe du châssis.

Le dispositif mixte est employé sur la plupart des aréoplans.

Nous en verrons divers exemples en décrivant les appareils d'aviation.

Organes auxiliaires

En dehors des organes principaux que nous venons d'examiner et qui constituent l'aréoplane, il en est quelques autres qui sont des organes auxiliaires, mais dont l'utilité est cependant fort grande.

Boussole

Parmi ces organes, le plus important est l'instrument servant à l'orientation de l'aviateur dans les airs. C'est la boussole. En aviation, on ne peut pas utiliser la boussole ordinaire, car la proximité des masses métalliques du moteur l'influence, la fait dévier et ses indications se trouvent faussées. En outre, malgré l'exactitude des indications données, l'aréoplane peut être dévié de sa route par le vent lorsqu'il souffle, par exemple, de côté.

Sur mer, pour maintenir la direction de son bateau, le capitaine qui a déterminé l'angle que fait la direction qu'il doit suivre avec la direction nord-sud donnée par la boussole, manœuvre pour que l'axe du na-

vire fasse toujours un angle de valeur constante avec l'aiguille de la boussole.

Quoique le navire soit lourd et que l'influence du vent et des courants s'exerce faiblement sur lui pendant la marche, il dévie cependant de sa route et pour se rendre compte de cette déviation, on mesure de temps à autre, à l'arrière du bateau l'angle que fait l'axe de ce bateau avec le sillage qu'il laisse sur l'eau. On peut ainsi déterminer l'angle de dérive.

Pour plus de sûreté, on fait le point tous les jours à bord du navire maritime.

Dans le navire aérien, les mêmes

actions se produisent, dues au vent, et l'aréoplane est entraîné à la dérive bien plus facilement que le bateau.

Si, en effet, un aréoplane suivant la direction A B part du point A, le vent ayant une direction suivant la ligne A C et une vitesse égale à la longueur de cette ligne A C, si la vitesse propre de l'aréoplane est représentée

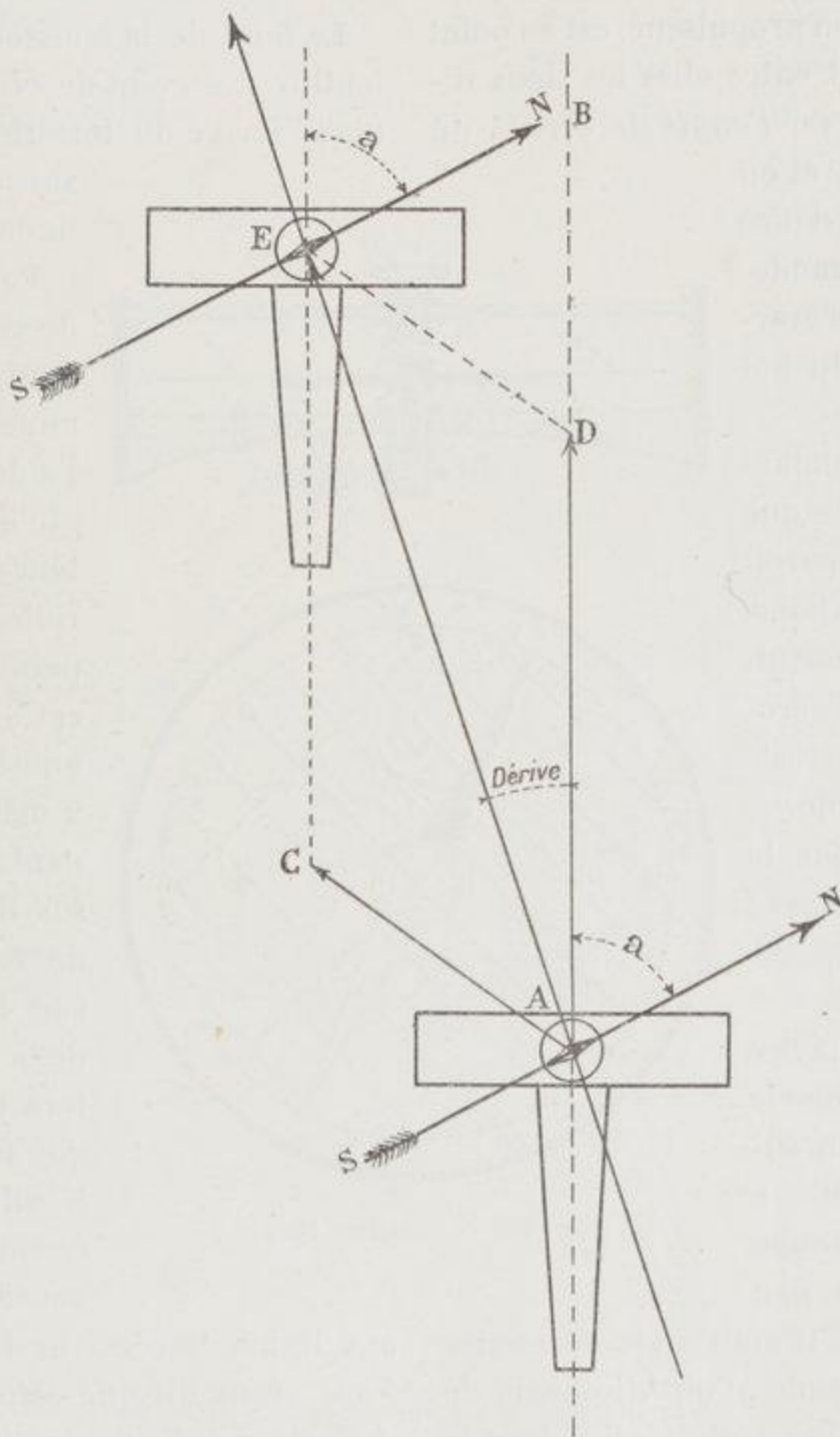


Fig. 492. — Dérive d'un aréoplane.

par la longueur AD, nous savons que le chemin que suivra l'aéroplane sera représenté par la ligne AE qui est la *résultante* des deux *composantes* AC et AD.

Donc l'aéroplane, au lieu de se trouver au point D où il devrait être arrivé sous la simple action de son propulseur, est au point E. L'angle que font entre elles les deux directions AB et AE est *l'angle de dérive*, dû à l'action du vent, et on voit que plus la distance à parcourir sera grande, plus l'aéroplane s'écartera latéralement du but à atteindre.

Cependant, pendant cette dérive, l'angle que fait l'axe de l'appareil avec l'aiguille de la boussole est resté constant, puisque l'axe de l'aéroplane est toujours resté parallèle à lui-même.

On voit donc que la boussole ainsi employée ne permet pas d'apprécier la dérive.

D'autre part, le navire aérien n'a pas, comme le navire maritime, un sillage qui permette un contrôle de la direction suivie. On ne peut non plus faire le point. Il était donc nécessaire de munir la boussole d'un dispositif de repérage. C'est ce qui a été réalisé dans la boussole Daloz.

Cette boussole (Fig. 493) est constituée, en tant que montage de ses organes, comme la boussole marine. L'aiguille A peut tourner librement sur un pivot B et se place constamment suivant la direction nord-sud.

L'aiguille aimantée peut entraîner dans son mouvement d'oscillation un léger disque de mica C, très transparent, sur lequel sont tracées des lignes parallèles. Ce disque peut

toutefois être orienté dans toutes les directions par rapport à l'aiguille aimantée. Il est, pour cela, monté à frottement doux sur cette aiguille et peut être manœuvré à l'aide d'un bouton D, extérieur à la boussole, qu'un ressort tient écarté du disque.

Le fond de la boussole est formé par une lentille E servant de *visseur clair*, grâce auquel l'image du terrain viendra se projeter sur le disque transparent de mica.

Pour conserver à l'aide de cette boussole la direction voulue, on détermine, avant le départ, à l'aide d'une carte, l'angle que fait cette direction à suivre avec le méridien géographique du point de départ. On trace cet angle sur le sol sur une longueur d'environ 2 mètres, puis, en amenant l'aéroplane au-dessus de ce tracé, l'image du terrain se projettera sur le disque en mica de la boussole. On orientera ce disque de façon que la ligne tracée sur le sol et indiquant la direction à suivre soit rigoureusement parallèle

aux lignes tracées sur le disque en mica. Nous avons dit que cette orientation peut s'effectuer à l'aide du bouton D, sans que l'aiguille aimantée soit déviée de sa direction normale.

En plaçant les lignes du disque parallèlement à la direction à suivre, on détermine bien sur la boussole l'angle de déviation par rapport à la direction nord-sud.

Pendant la marche de l'aéroplane, en regardant la boussole, on verra l'image du terrain défilé au-dessous de soi. Cette image se projettera sur le disque en mica et tant

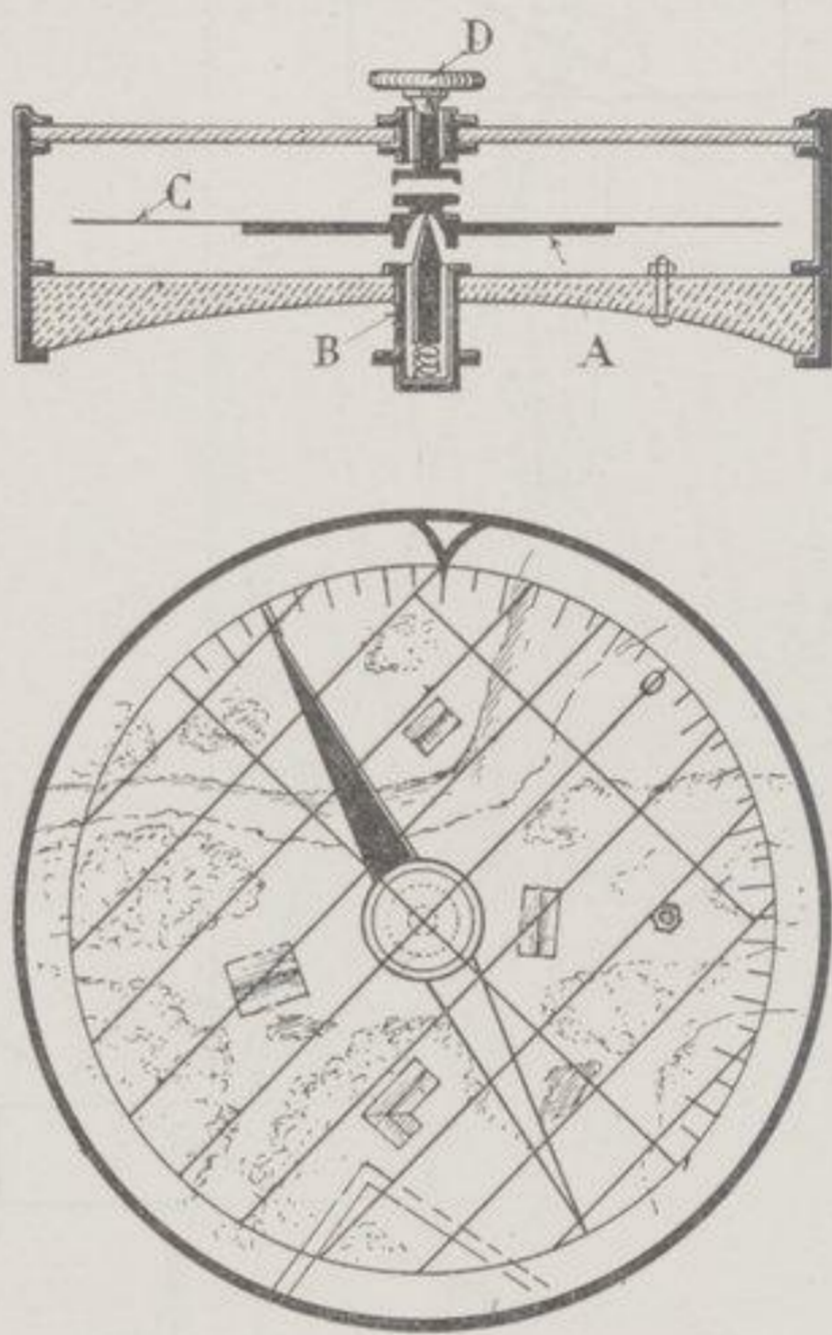


Fig. 493. — Boussole Daloz.

que les objets vus sur le sol défilent parallèlement aux lignes tracées sur le disque, la direction suivie par l'appareil sera la bonne.

Si l'aéroplane est dévié de sa direction par un vent latéral, par exemple, les images du sol passent obliquement par rapport aux parallèles du disque. Il faut alors rectifier la direction à l'aide du gouvernail jusqu'au moment où les objets vus sur le sol défilent parallèlement aux lignes.

L'axe de l'aéroplane ne se trouve plus dans le prolongement de la direction à suivre, mais la direction qu'il suit en réalité, sous l'influence de son propulseur et du vent qui tend à lui donner de la dérive, reste la même que celle de la route à suivre.

En effet, on voit, à l'examen de la figure 494, que si on suppose qu'il n'existe aucun vent latéral, l'aéroplane A suivant la direction BC, son axe se superpose avec cette ligne, la boussole de

l'appareil présente les lignes tracées sur le disque, parallèlement à cette direction, et l'aiguille aimantée indique l'angle constant de déviation par rapport à la ligne nord-sud. Si en arrivant au point D, l'aéroplane se trouve soumis à un vent soufflant dans la direction DE, la route qu'il va suivre sera la résultante de sa vitesse propre et de la vitesse du vent. Pour que cette

résultante ait la même direction que la trajectoire DE et se projette en grandeur en DF, il faut, puisque la vitesse du vent est représentée en grandeur et en direction par la ligne DE, que la vitesse de l'aéroplane soit égale à la droite DG et que son

axe soit disposé suivant cette direction. Dans ce cas, en effet, les deux composantes DG et DE donneront bien comme résultante une droite DF ayant même direction que la trajectoire. Il faudra donc que l'aéroplane ait son axe dirigé suivant la ligne DG pour qu'il suive, sous l'action du vent latéral, la trajectoire BC. Quelle que soit l'orientation de l'axe de l'aéroplane, l'aiguille aimantée de la boussole sera toujours dirigée suivant la ligne nord-sud, et comme elle entraîne avec elle le disque en mica, les lignes parallèles de ce disque feront toujours avec la direction de l'aiguille l'angle initial déterminé au départ.

Donc, en résumé, lorsque les objets dé-

filent parallèlement aux lignes de la boussole, la direction suivie est bonne; lorsqu'ils se déplacent obliquement, il faut, par une manœuvre du gouvernail, modifier la direction jusqu'à ce que le déplacement rede-vienne parallèle.

Nous avons dit que la boussole est influencée par les masses de fer et d'acier entrant dans la constitution des divers or-

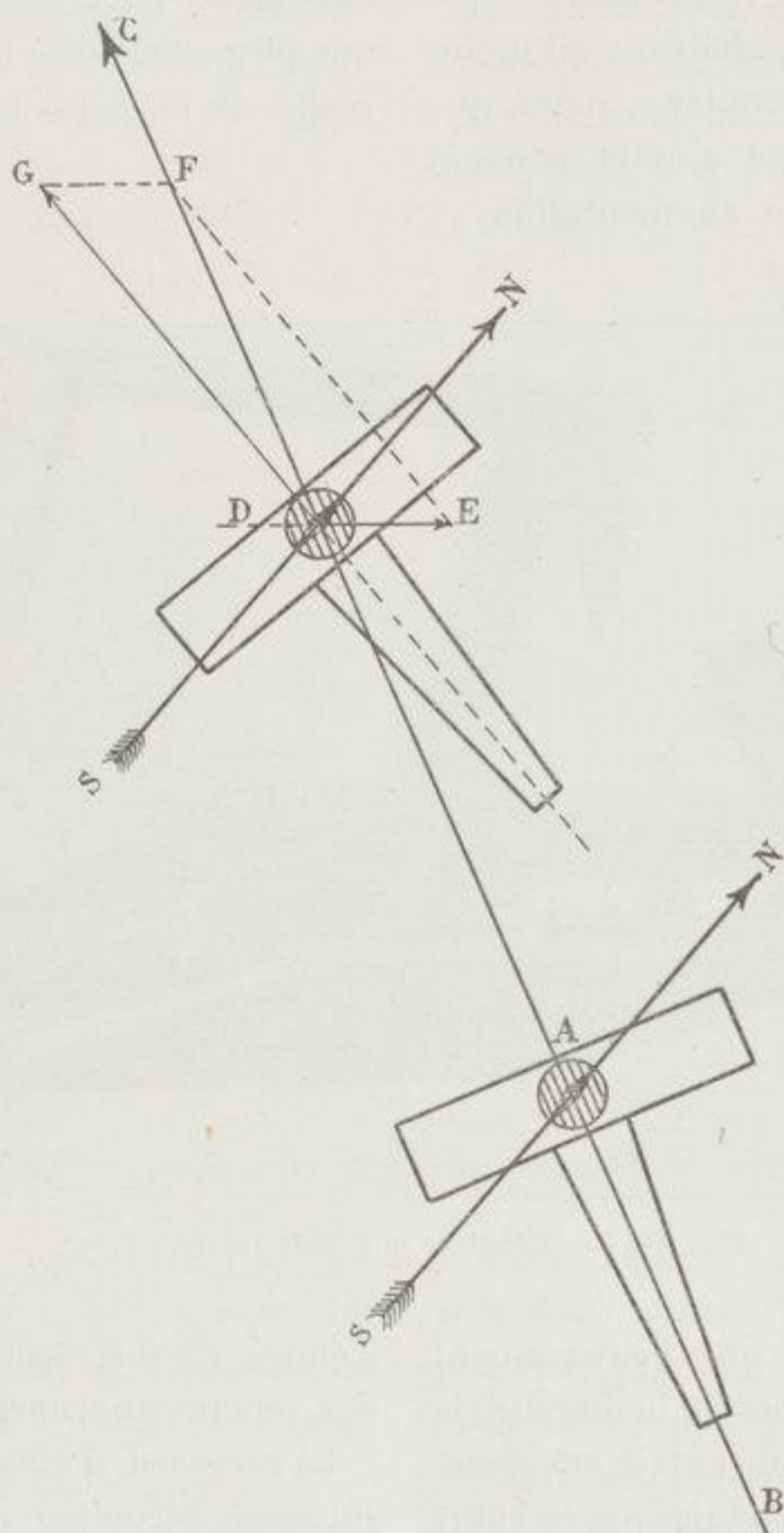


Fig. 494. — Rectification de la direction par la boussole.

ganes de l'aéroplane ; la magnéto influence aussi l'aiguille de la boussole. On peut compenser ces influences en disposant, aux places appropriées, sur l'aéroplane, d'autres pièces ou barreaux d'acier et de fer provoquant une déviation égale et de sens contraire à la première. Ce moyen de compensation que l'on emploie aussi sur les bateaux est moins aisé à appliquer à l'aéroplane, parce que les pièces métalliques à ajouter peuvent être lourdes, et qu'une augmentation de poids est toujours difficile à faire accepter pour un appareil aérien.

Dans la boussole Daloz, comme le réglage de l'angle de route se fait avant le départ, la boussole étant déjà soumise à l'influence

des pièces métalliques qui l'entourent dans les conditions mêmes de la marche, la compensation se trouve, de ce fait, effectuée, c'est-à-dire qu'il ne se produira pas en cours de route de nouvelles perturbations sur la boussole dues à la proximité des organes de l'appareil. Un autre tracé, fait sur le disque de mica de la boussole, permet de connaître la vitesse efficace de l'aéroplane suivant la trajectoire. Deux lignes perpendiculaires aux lignes parallèles ont été tracées sur le disque, à une distance telle l'une de l'autre que, vue sur la boussole, l'image du terrain comprise entre ces lignes représente une largeur de terrain de 100 mètres, lorsque

l'aéroplane est à 100 mètres de hauteur. En observant le temps que met un point du terrain à passer d'une ligne à l'autre, on sait que l'aéroplane parcourt 100 mètres pendant ce temps-là. Si l'appareil n'est pas à 100 mètres de hauteur, ce que le pilote constatera en consultant son baromètre, une proportionnalité fera connaître la vitesse réelle de l'aéroplane.

Cartes La carte de la région au-des-

sus de laquelle vole un aviateur est très utile à consulter pendant que l'aéroplane poursuit sa route. On commence d'ailleurs à établir des cartes spéciales aéronautiques et à étudier le moyen de jalonner les routes aé-

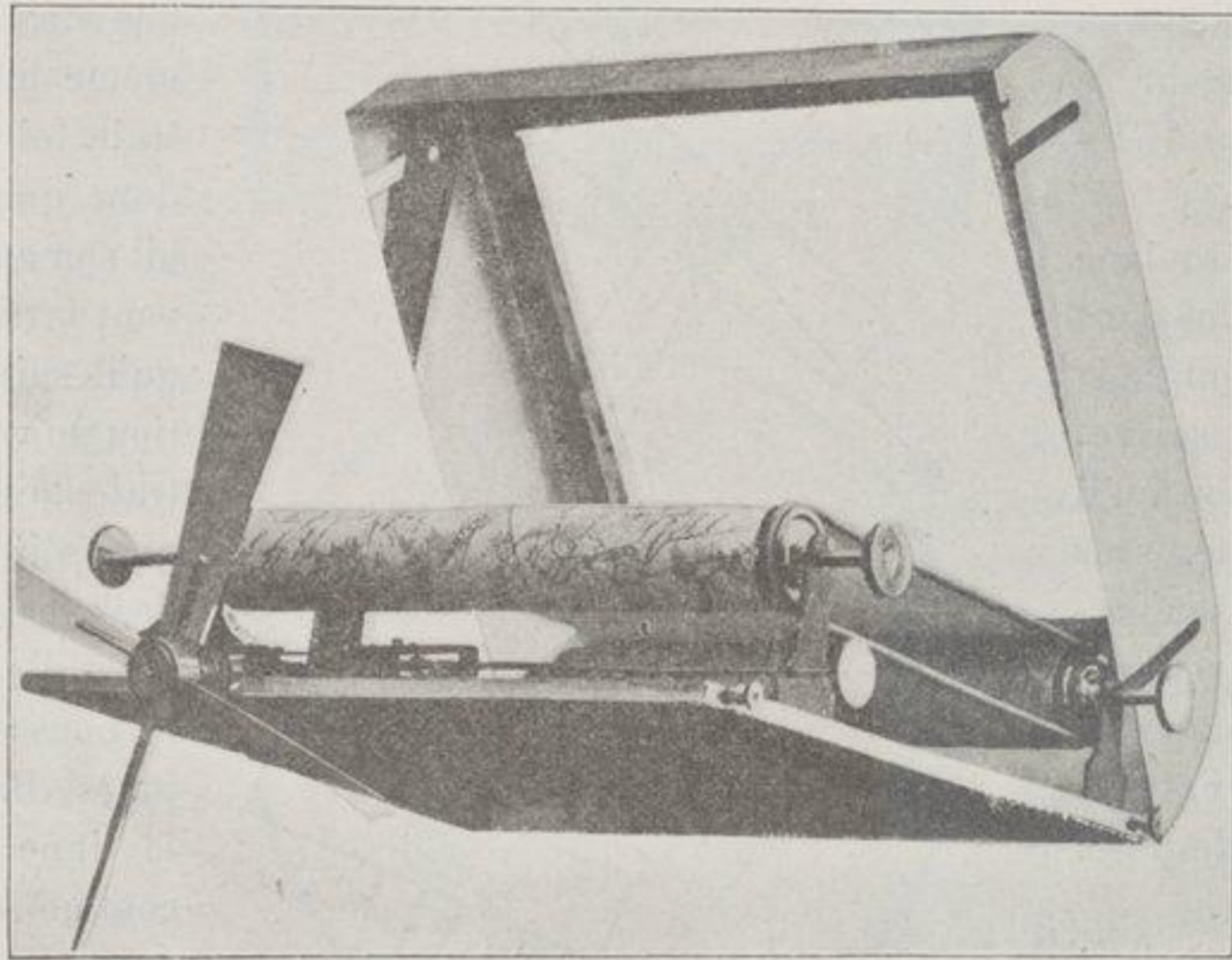


Fig. 495. — Dérouleur automatique de cartes.

riennes en disposant à la surface du sol des repères appropriés.

La carte est d'autant moins facile à consulter en aéroplane que ces engins aériens marchent à de grandes vitesses et peuvent parcourir des trajets considérables, à moins que l'aéroplane n'enlève un pilote et un passager. Ce dernier s'occupe alors seul de la lecture de la carte, et cette lecture se trouve facilitée.

Pour la rendre possible au pilote montant seul un aéroplane, on a songé à faire dérouler automatiquement la carte au fur et à mesure de l'avancement de l'engin aérien, de sorte que l'aviateur a constamment

sous les yeux le plan du terrain au-dessus duquel il se trouve.

Le dérouleur automatique de cartes Desmons (Fig. 494) a été établi dans ce but. C'est un instrument qui comporte deux rouleaux cylindriques placés parallèlement à une distance l'un de l'autre de 30 centimètres. Sur ces rouleaux est enroulée la carte; ils sont rendus solidaires dans leur mouvement de rotation, de telle sorte que la carte se déroule de l'un pour s'enrouler sur l'autre en restant, dans l'intervalle qui les sépare, parfaitement tendue. L'aviateur peut donc la consulter.

Les rouleaux sont montés dans une boîte fermée dont le couvercle est muni d'une glace.

Le mouvement de déroulement est rendu automatique par le fonctionnement d'une petite hélice-turbine placée à l'avant de l'instrument.

Cette hélice actionne, par l'intermédiaire d'organes démultiplicateurs de vitesse, les rouleaux portant la carte, et sa vitesse de rotation dépend de la vitesse de l'aéroplane qui porte l'instrument.

La carte se déroule donc automatiquement avec une vitesse appropriée pendant que l'appareil continue sa route.

Cependant, la vitesse de translation de l'aéroplane par rapport à la terre n'est pas toujours égale à la vitesse propre de l'appareil, puisque, ainsi que nous l'avons vu, le vent exerce aussi son action, soit retardatrice, soit accélératrice, sur l'aéroplane. Il était donc nécessaire de pouvoir faire varier la vitesse de déroulement de la carte. Pour cela, l'instrument est muni d'un dispositif

de commande placé à la portée du pilote, dispositif qui permet de faire varier le pas de l'hélice, de sorte que pour une même vitesse de translation l'hélice à pas plus petit tournera plus vite que l'hélice à pas plus grand.

Le changement de pas s'obtient par la manœuvre d'un bouton.

Les rouleaux sont également pourvus de boutons qui permettent de les faire tourner à la main.

Appareils
accessoires
d'aéroplanes

L'aéroplane est muni d'autres instruments parmi les-

quels un baromètre qui comporte généralement un dispositif d'enregistrement et à l'aide duquel l'aviateur connaît à chaque instant l'altitude où il se trouve, ce qui lui permet de l'augmenter ou de la diminuer suivant les obstacles qu'il a à franchir sur

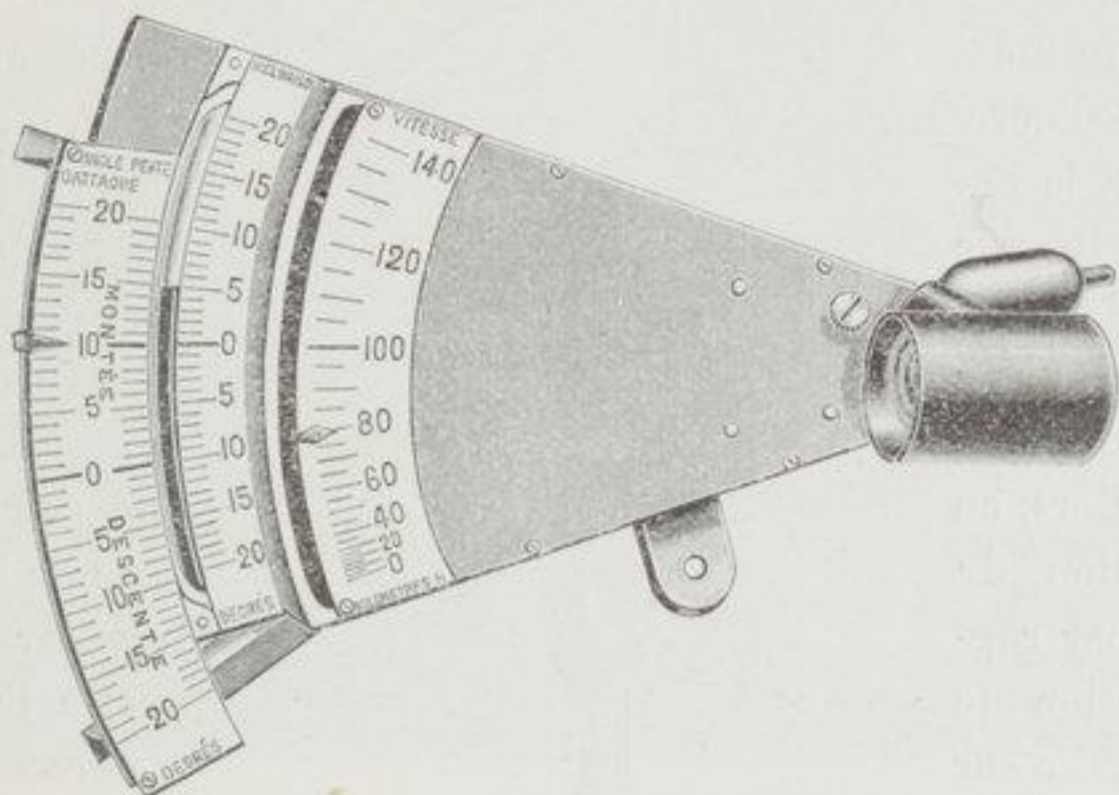


Fig. 496. — Girouette d'aviation Chauvin et Arnoux.

sa route et suivant les remous d'air violents qu'il veut éviter et qui sont souvent produits par suite de la configuration du sol au-dessus duquel il vole.

D'autres appareils montés sur l'aéroplane peuvent permettre de mesurer l'angle d'attaque des ailes, l'inclinaison donnée en « pour cent » de la trajectoire de l'aéroplane, l'inclinaison des surfaces portantes par rapport à l'horizontale, la vitesse de l'aéroplane par rapport à l'air ambiant. Un appareil construit par les ateliers Chauvin et Arnoux et nommé *girouette d'aviation* donne ces indications.

La girouette d'aviation comporte une partie mobile formée par une boîte dont deux parois font entre elles un angle de

40 degrés et sont exposées obliquement à l'action de l'air. Dans cette boîte est placé un niveau d'horizontalité contenant un liquide coloré.

La boîte porte un axe monté sur billes disposé parallèlement à l'arête du sommet de l'angle dièdre et elle est équilibrée par rapport à cet axe et dans toutes les positions qu'elle peut prendre, au moyen d'un contrepoids placé sur une tige solidaire de la boîte.

L'air, en exerçant son action sur les deux parois obliques de la boîte, maintient d'une façon permanente le plan bissecteur de l'angle qu'elles forment dans la trajectoire de l'aéroplane. D'autre part, la pesanteur maintient le liquide coloré du niveau dans un plan horizontal qui passe par l'axe d'oscillation de la girouette. On peut alors, en examinant la position du niveau du liquide par rapport à une graduation de forme circulaire établie sur une paroi, connaître la direction de la trajectoire par rapport à l'horizontale. Si le niveau est au-dessous du zéro, l'aéroplane descend; s'il est au-dessus, il monte, et la valeur de la rampe ou de la pente est inscrite sur le secteur en *pour cent*.

Une aiguille montée à frottement dur sur la partie de l'axe fixe de la girouette et dont l'extrémité recourbée se présente devant une graduation portée par la paroi, permet de connaître, à chaque instant, la valeur de l'angle d'attaque des surfaces portantes par rapport à la trajectoire de l'aéroplane.

Cette aiguille est réglée avant le départ de façon à se présenter parallèlement à ces surfaces portantes, et lorsque la boîte oscille

autour de l'axe fixe par suite de l'inclinaison de l'appareil, la division qu'elle porte se déplace devant l'aiguille qui indique l'angle d'attaque.

Sur l'axe de la girouette est fixée une autre boîte portant aussi un niveau à liquide coloré dont le déplacement devant une graduation appropriée donne, en pour cent, l'inclinaison des surfaces sustentatrices par rapport à l'horizontale. On en déduit en pour cent du poids total de l'aéroplane l'effort que l'hélice doit fournir pour que ces surfaces conservent leur inclinaison.

Enfin un *anémomètre* formé par une sphère creuse et une aiguille équilibrée par rapport à son axe et soumise à l'action d'un ressort en spirale, permet de connaître, par le déplacement de l'aiguille devant une échelle divisée la vitesse de l'aéroplane en mètres par seconde, par rapport à l'air qui agit sur la sphère creuse.

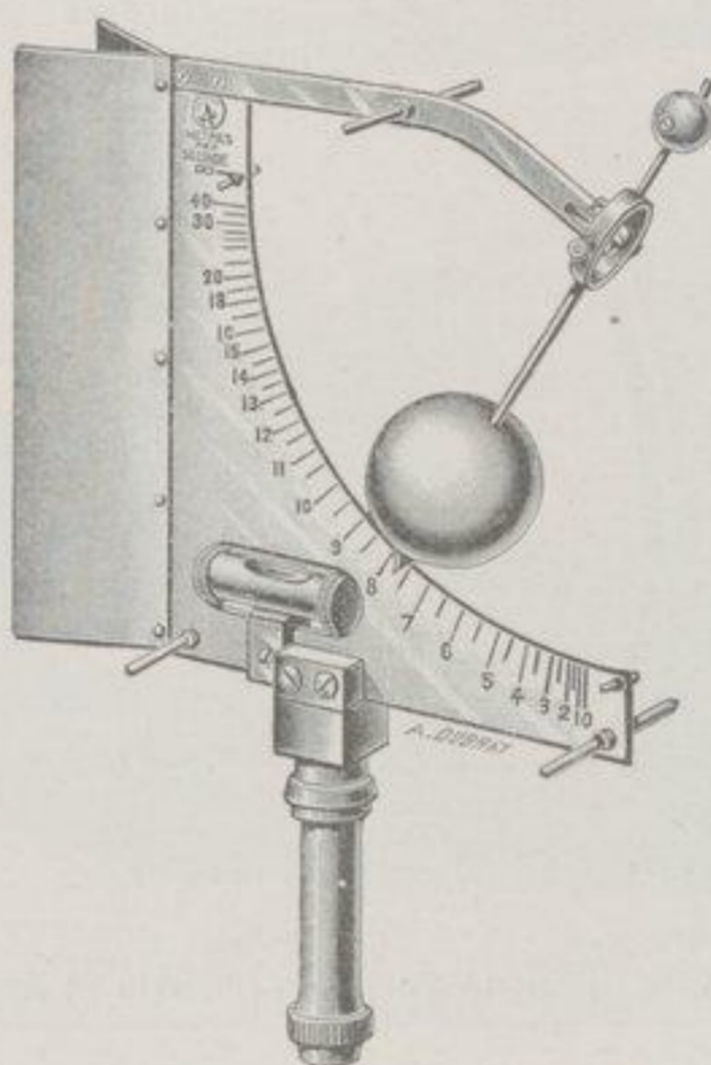


Fig. 497. — Anémomètre à main Chauvin et Arnoux.

Parachutes d'aviation Les trop nombreux accidents qui se sont produits en aéroplane donnent

à l'étude d'un dispositif de sécurité en cas de chute, poursuivie par un grand nombre de chercheurs, un intérêt capital.

De nombreux systèmes ont été combinés mais aucun ne semble remplir, pour le moment, toutes les conditions de sécurité désirables. Des essais sont cependant effectués sur quelques modèles de parachutes et il faut conserver l'espoir qu'on arrivera à réaliser un appareil de sécurité pouvant protéger les aviateurs en cas de chute.

Parmi les parachutes d'aviation, celui de M. Hervieu, expérimenté le 5 et le 9 février 1911 de la tour Eiffel, a déjà donné des

résultats satisfaisants. Le parachute plié est placé dans une boîte recouverte d'une toile et disposée le long du fuselage. L'encombrement du parachute est alors de 1^m,60 de longueur, 0^m,40 de largeur et 8 centimètres de hauteur, lorsqu'il est fait en coton. Cet encombrement pourra être réduit s'il est confectionné en soie. Son poids, fait en coton, est de 16 kilogrammes et ce poids se réduirait à 10 kilogrammes s'il était en soie.

Le parachute est suspendu par des cordes à une barre placée au-dessus du pilote, supportée par deux montants verticaux solidaires du fuselage. Le pilote est lui-même suspendu à cette barre à l'aide de deux cordes passées à sa ceinture.

Lorsque l'aviateur se voit en danger, il

lève les bras, mouvement qui d'ailleurs se fait pour ainsi dire instinctivement dans ce cas. Par ce mouvement il soulève la barre d'environ 3 centimètres. Cette barre

se trouve enlevée de ses supports et le déclenchement du parachute s'effectue. Le parachute sort de sa boîte, s'ouvre automatiquement sous l'action de ressorts et atténue la descente.

On a confectionné aussi, pour protéger les aviateurs contre les chutes, des costumes spéciaux destinés à amortir les chocs. Ce sont des vêtements

très épais, rembourrés, et garnis de caoutchouc, qui peuvent, dans certains cas, être d'une grande utilité, mais qui ne constituent pas cependant le dispositif de toute sécurité dont on voudrait pouvoir munir tous les engins aériens.



Fig. 498. — Aviateur revêtu de vêtements protecteurs.



APPAREILS D'AVIATION

AÉROPLANES : Santos Dumont. — Vuia. — Delagrangé. — Farman. — Voisin. — Ferber. — Blériot. — Esnault-Pelterie.

BIPLANS : Wright. — H. Farman. — M. Farman. — Sommer. — Paulhan. — Bréguet. — Caudron.

MONOPLANS : Blériot. — Esnault-Pelterie. — Antoinette. — Nieuport. — Morane. — Deperdussin. — Train. — Sommer. — Coanda.

TRIPLANS.

HYDROPLANES : Fabre.

HÉLICOPTÈRES : Bertin. — Cornu.

GYROPLANE : Bréguet. — Richet.

Appareils d'aviation Nous avons donné précédemment l'histoire des appareils d'aviation jusqu'au moment où le moteur à explosion a pu être utilisé pour actionner ces engins aériens. Nous avons aussi examiné les conditions à remplir pour réaliser la sustentation, la propulsion et la stabilité des aéroplanes, et nous avons passé en revue les principaux organes qui les constituent. Il nous reste à décrire, parmi le grand nombre d'appareils d'aviation qui ont été construits depuis l'emploi du moteur à explosion, les principaux d'entre eux, ceux à l'aide desquels l'homme a pu accomplir des exploits merveilleux en vue de la conquête de l'espace.

Ces appareils d'aviation, qui, à l'origine des essais, étaient à peu près tous constitués par deux plans superposés et que l'on a nommés pour cela *biplans*, se sont en partie peu à peu transformés, au fur et à mesure

que le progrès s'affirmait en aviation, en appareils à un seul plan, c'est-à-dire ne possédant qu'une seule série de surfaces sustentatrices. Ce sont les *monoplans*.

Cependant les améliorations apportées à la fois aux deux types d'aéroplanes ont fait du *monoplan* et du *biplan* deux genres d'appareils qui ont chacun leurs qualités. Le *monoplan* est l'appareil léger et rapide; le *biplan* est l'aéroplane de transport.

On construit également des aéroplanes à trois surfaces : les *triplans*, mais en fort petit nombre, et leur emploi ne s'est pas généralisé, pas plus que celui de quelques *multiplans* de formes particulières.

Certains aéroplanes ont été disposés pour pouvoir s'élaner de la surface de l'eau et venir s'y reposer. Ce sont les *hydroplanes*.

Enfin, on a réalisé l'appareil d'aviation sous la forme d'*hélicoptères*, ces appareils avaient donné lieu à de très intéressantes

études sur leur sustentation et leur propulsion, études et essais que la création des aéroplanes et leur succès ont arrêtés.

Nous allons examiner ces divers types d'appareils d'aviation. Nous nous placerons, au début de cet examen, au point de vue historique, afin de marquer les diverses étapes qui ont conduit à la création des deux principaux types d'aéroplanes : les *biplans* et les *monoplans*; nous continuerons ensuite la description en donnant dans chacune de ces catégories les appareils les plus connus.

Aéroplanes Santos Dumont

Santos Dumont est le premier homme qui, en Europe, ait effectué sur un aéroplane un vol

chronométré officiellement. Le 23 octobre 1906, M. Santos Dumont, monté sur son appareil *14 bis*, gagnait la coupe Archdeacon, après avoir parcouru 60 mètres en l'air, au-dessus de la pelouse de Bagatelle.

Quelques jours après, le 12 novembre, il volait sur une distance de 220 mètres.

Avant M. Santos Dumont, les frères Wright avaient volé en Amérique, mais les premières expériences des deux célèbres aviateurs avaient été entourées d'un tel mystère qu'en France on n'avait pas ajouté foi à leur succès, de sorte que les vols effec-

tués par M. Santos Dumont, publiquement, vinrent démontrer que la solution du problème de la sustentation du plus lourd-que-l'air était sur le point d'être trouvée. Cet événement donna un essor prodigieux à l'aviation, en incitant les chercheurs et les ingénieurs à étudier et à construire l'*appareil volant*, dont les essais de réalisation avaient, pendant de longues années, coûté tant d'efforts

M. Santos Dumont avait d'abord commencé ses essais avec un appareil comportant des flotteurs qui le maintenaient à la surface de l'eau. L'appareil, muni d'un moteur, glissait facilement sur l'eau, mais ne pouvait pas se soulever. Ensuite il fit d'autres essais avec un *hélicoptère*

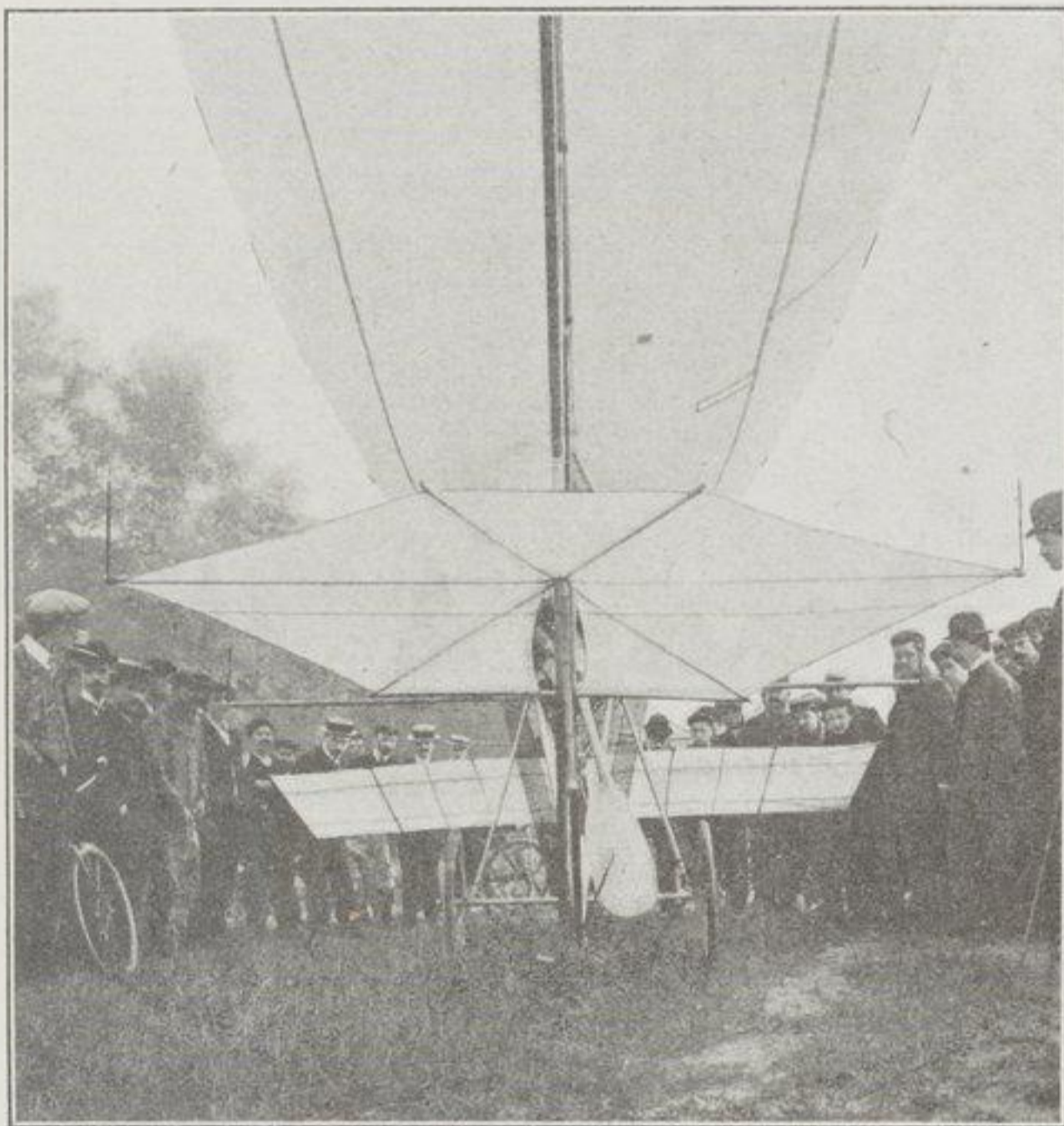


Fig 499. — Essais d'allègement d'aéroplane par M. Santos Dumont.

qui ne lui donna pas de résultats satisfaisants.

Il construisit alors un appareil constitué par deux sortes de cerfs-volants à cellules, du type Hargrave, ces deux cerfs-volants comportant chacun trois cellules et se trouvant accolés par une de leurs cloisons, de façon à former un angle dièdre, ou un V très ouvert.

C'étaient là les surfaces sustentatrices, composées, en somme, de deux plans formant entre eux un angle très ouvert, et reliées par des cloisons verticales.

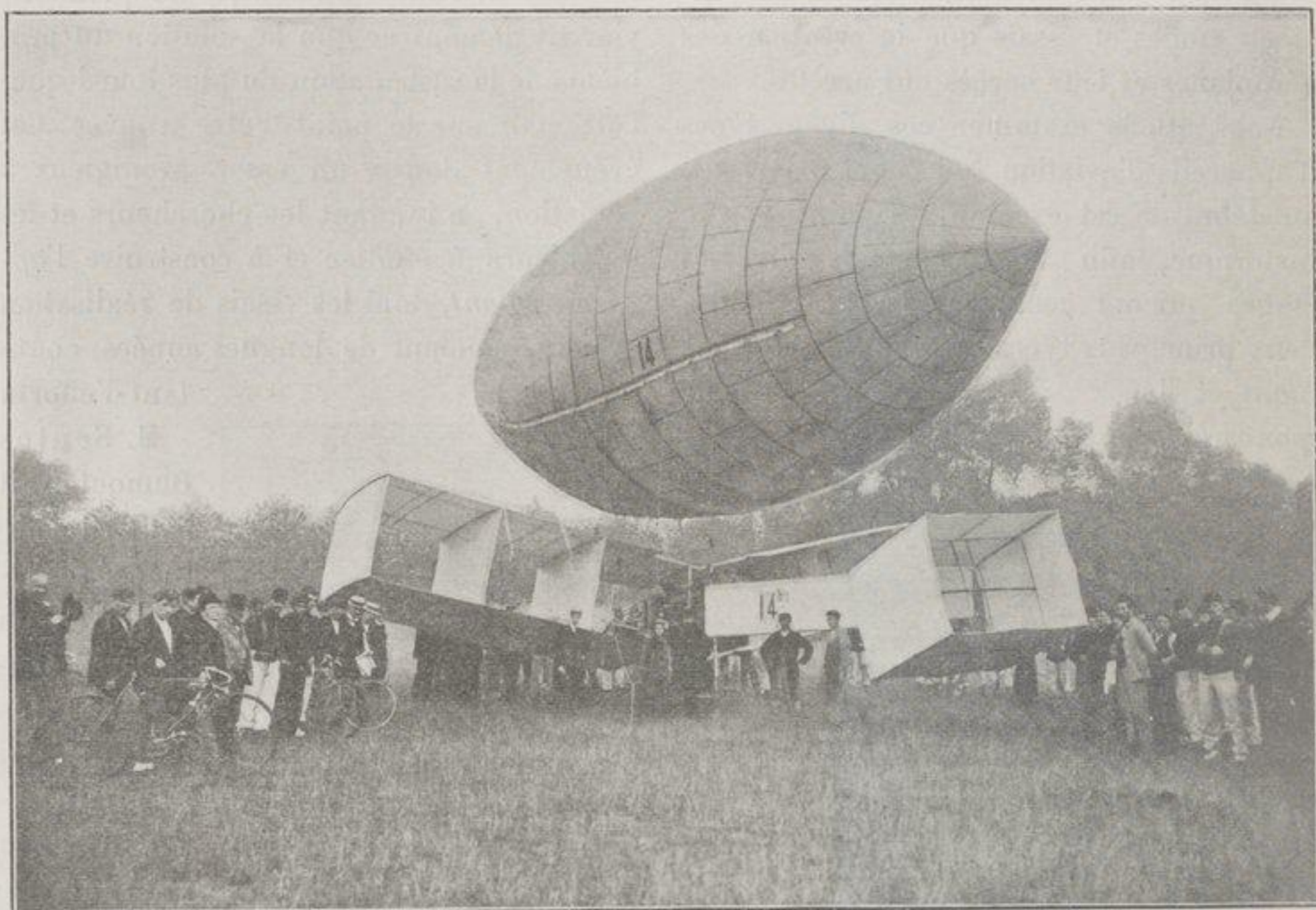


Fig. 500. — Les essais du *Santos-Dumont* mixte, à Bagatelle.



Fig. 501. — Le *Santos-Dumont* n° 15, à Saint-Cyr.

L'armature de ces surfaces se composait de tiges en peuplier et en bambou et sur cette armature était disposée de la toile vernie.

L'envergure des ailes ainsi formées était de 12 mètres et leur surface de 60 mètres carrés.

Une longue charpente en bambou fixée à la carcasse des ailes, à l'avant de l'appareil, supportait, à son extrémité, une cellule pouvant osciller dans tous les sens par rapport à cette charpente. La longueur totale de l'appareil était de 10 mètres et la cellule orientable placée en avant, faisait office de gouvernail de profondeur.

L'appareil était muni d'un moteur Antoinette, donnant le mouvement de rotation à une hélice à deux branches placée à l'arrière. L'hélice avait un diamètre de 2 mètres et son pas était de 1 mètre.

Une petite nacelle en osier placée sur la poutre, à côté des ailes et en avant du

moteur, était occupée par le pilote Santos Dumont lui-même, qui pouvait provoquer, à l'aide d'un levier placé à sa droite, les mouvements verticaux du gouvernail de profondeur, tandis qu'un volant disposé à sa gauche permettait d'obtenir les mouvements horizontaux.

L'appareil était supporté par un dispositif à roues montées élastiquement, son poids total tout monté était de 250 kilogrammes.

Les premiers essais de cet appareil furent faits en l'allégeant à l'aide du ballon

dirigeable 14, construit par M. Santos Dumont. L'aéroplane fut d'ailleurs désigné sous le nom de 14 bis. Cet allègement lui permit d'effectuer des essais de stabilité.

Au mois d'août, l'aéroplane essayé sans l'aide du ballon ne peut quitter le sol, la puissance du moteur de 24 chevaux étant reconnue trop faible. Un moteur de 50 chevaux est disposé sur l'appareil et en sep-

tembre, après force tentatives au cours desquelles l'aéroplane reçoit quelques avaries, vite réparées, il quitte le sol et parcourt, à environ 1 mètre de hauteur, une dizaine de mètres. En atterrissant, le bâti est endommagé et l'hélice brisée.

L'aéroplane est remis en bon état et les essais recommencent. Le 23 octobre il parcourt 60 mètres en l'air et le 12 novembre 220 mètres, à la hauteur de 6 mètres au-dessus du sol et à la vitesse d'environ 37 kilo-

mètres à l'heure, cette distance ayant été officiellement chronométrée.

Ces vols faisaient M. Santos Dumont détenteur de la Coupe d'aviation offerte par M. Archdeacon.

Trouvant le terrain de Bagatelle trop petit pour y effectuer des essais de vols, M. Santos Dumont fait construire un hangar en bordure du terrain de manœuvres de Saint-Cyr et recommence en avril 1907 ses expériences. Le 4, après un vol de 50 mètres, son aéroplane tombe brusquement sur le sol et se brise.



Fig. 502. — Le Santos-Dumont n° 19 s'envolant à Issy-les-Moulineaux.

M. Santos Dumont construit un autre appareil, le *Santos-Dumont 15*, dans lequel il dispose, vers l'arrière, une queue stabilisatrice semblable à celle qui était placée en avant, dans son modèle précédent.

Les surfaces sustentatrices étaient toujours constituées par six cellules disposés trois par trois suivant un angle dièdre. Ces cellules étaient formées par des cloisons en bois

Un moteur Antoinette de 50 chevaux actionnait une hélice métallique faite en acier et en aluminium, d'un diamètre de 2^m, 05 et dont le pas était de 1^m, 70.

L'hélice était placée en avant de l'appareil et le pilote assis sur une selle, en arrière et en dessous du moteur. Le poids total de l'appareil monté était de 325 kilogrammes.

Les essais effectués avec ce nouvel appa-



Fig. 503. — La *Demoiselle* de Santos Dumont, à Saint-Cyr.

verni et supportées par une monture en tubes d'acier entretoisés à l'aide de cordes de piano (Fig. 501).

Le gouvernail de profondeur était placé à l'extrémité arrière de la queue.

Deux autres gouvernails de plus petites dimensions, disposés dans les cellules extrêmes de chaque aile, servaient à obtenir la direction.

L'appareil reposait sur une seule roue, placée au milieu, et l'équilibre de l'appareil était maintenu au départ en manœuvrant le gouvernail de profondeur.

sur le champ de manœuvres de Saint-Cyr ne donnèrent pas satisfaction à M. Santos Dumont, qui résolut d'abandonner la forme à double plan sustentateur, pour établir un aéroplane à une seule surface, un monoplan.

Ce monoplan, de faibles dimensions et léger, a été appelé *Demoiselle*, en raison même de sa légèreté et de sa souplesse qui rappellent les insectes portant ce nom.

La *demoiselle Santos-Dumont 19* était constituée par une tige en bambou, entretoisée par des haubans d'une longueur de

8 mètres, faisant suite à deux plans sustentateurs formant entre eux un angle dièdre. Les plans, d'une envergure de 2 mètres, avaient une surface totale de 10 mètres, et étaient constitués par une carcasse légère sur laquelle était tendue de la soie du Japon.

Ces plans étaient placés en avant de l'appareil; un moteur Dutheil et Chalmers de 20 chevaux, à cylindres horizontaux, disposé également vers l'avant, actionnait une hélice à deux branches, d'un diamètre de 1^m,35 et de 1^m,05 de pas.

A l'extrémité arrière de la tige de bambou, formant la queue de l'appareil, était placé un gouvernail pouvant osciller dans tous les sens et constitué par deux plans perpendiculaires se coupant, ce qui donnait à ce gouvernail une forme en croix.

Deux autres gouvernails placés en avant, un de chaque côté de l'appareil, servaient à assurer la direction.

L'appareil était supporté par un châssis de forme rectangulaire, entre les montants duquel était disposée une sangle servant de siège au pilote et reposant sur le sol par l'intermédiaire de trois roues. Le poids total de l'aéroplane monté était de 106 kilogrammes.

Après des essais effectués en novembre 1907 et après avoir tenté de gagner, sans y pouvoir parvenir, le grand prix d'aviation Deutsch-Archdeacon, de 50.000 francs, M. Santos Dumont, qui avait eu une aile de son hélice cassée pendant la marche, disposa deux propulseurs pour actionner son appareil. Ces propulseurs qui avaient une faible vitesse de rotation, se composaient d'une carcasse en bois sur laquelle était tendue de la soie.

Les résultats obtenus n'ayant pas été satisfaisants, M. Santos Dumont construisit une seconde Demoiselle : *Santos-Dumont 20*, semblable dans ses parties principales à l'appareil précédent, mais ne comportant qu'une seule hélice faite en bois, d'un diamètre de 1^m,80 et de 1 mètre de pas. En outre,

dans cet aéroplane, la stabilité latérale était assurée par un dispositif de gauchissement des ailes. La commande de ce gauchissement s'effectuait d'une curieuse manière. Des câbles aboutissant aux extrémités des ailes pouvant être gauchies étaient passés dans un gousset placé sur le dos du vêtement de l'aviateur, de sorte que celui-ci en s'inclinant tantôt à droite, tantôt à gauche, suivant les mouvements qui troublaient l'équilibre de l'aéroplane, provoquait le gauchissement approprié des bouts d'ailes, modification qui avait pour résultat de rétablir l'équilibre.

Le poids total de l'aéroplane monté était de 145 kilogrammes.

Avec cet appareil, M. Santos Dumont effectua un grand nombre de vols en 1909, parcourant des distances de plus en plus grandes, en passant au-dessus des arbres et des fils télégraphiques.

M. Santos Dumont n'a pas poursuivi au delà de ces expériences, ses essais sur l'aviation, mais il a joué dans son progrès un rôle aussi remarquable que méritoire.

Aéroplane Il convient de citer cet
Vuia aéroplane monoplan conçu

fort ingénieusement et dont les essais, qui avaient donné en 1907 des résultats encourageants, ne furent pas poursuivis faute de ressources financières et par suite des rapides progrès faits en aviation, grâce aux aéroplanes biplans.

Vuia, originaire de l'Autriche, avait commencé, en 1903, à Paris, à construire son aéroplane monoplan. L'appareil (Fig. 504) comportait deux ailes affectant la forme de celles des chauves-souris. Elles étaient établies en étoffe vernie, et mesuraient 8 mètres d'envergure. Des haubans faits en fil d'acier assuraient leur rigidité. Leur surface totale atteignait 20 mètres carrés.

Ces ailes pouvaient se replier pour diminuer l'encombrement de l'appareil et ne se déployaient que pour prendre le vol. Elles

étaient supportées par une charpente faite en tubes d'acier assemblés, montée elle-même sur un châssis reposant sur le sol par quatre roues garnies de pneumatiques. Sur le châssis était fixé le siège du pilote. L'aéroplane Vuia était muni d'un moteur à acide carbonique qui actionnait une hélice de 2^m,20 de diamètre et de 2^m,35 de pas. Le moteur et l'hélice étaient dis-

ques modifications et le remplacement du premier moteur par un moteur Antoinette de 24 chevaux, l'aéroplane fit quelques essais de vol satisfaisants. Mais les succès remportés par d'autres aviateurs, parmi lesquels M. Santos Dumont, et un accident qui endommagea gravement l'appareil, interrompirent définitivement les expériences de l'aéroplane Vuia.



Fig. 504. — Appareil de Vuia roulant sur le sol.

posés en avant de l'appareil. Un gouvernail à axe horizontal était placé en arrière des ailes et faisait office de gouvernail de profondeur. Un second plan vertical, disposé également à l'arrière, servait de gouvernail de direction.

La mise au point du moteur à acide carbonique demanda longtemps et lorsque les essais furent effectués, en 1906, sa puissance fut reconnue insuffisante, car elle ne permettait à l'appareil que de voler pendant quelques mètres. En outre, la stabilité de l'aéroplane laissait à désirer. Après quel-

Aéroplane Les premiers vols de M. Santos Dumont avaient produit une impression considérable et fait surgir de tous côtés des projets d'aéroplanes. Un sculpteur, Delagrangé, fit construire par les frères Voisin, dont nous avons précédemment indiqué les études et les travaux sur l'aviation, un appareil à deux surfaces sustentatrices superposées (Fig. 505).

Ce biplan était constitué par les deux surfaces sustentatrices réunies par des cloisons verticales, formant ainsi un ensemble cellulaire semblable à la disposition du

cerf-volant Hargrave. Les surfaces avaient une longueur de 10 mètres et 2 mètres de largeur. La superficie totale des deux plans sustentateurs était donc de 40 mètres carrés.

Une légère charpente en bois formant le corps de l'aéroplane était disposée à l'arrière des surfaces sustentatrices, et à l'extrémité arrière de cette poutre était placé

hélice de 2^m,30 de diamètre et de 1^m,40 de pas, placée derrière les surfaces sustentatrices. L'hélice agissait donc en poussant.

L'aéroplane était supporté par un châssis fait en tubes d'acier reposant sur le sol par l'intermédiaire de deux roues munies de pneumatiques. Les roues orientables servaient à faciliter le départ et l'atterrissage.

La manœuvre des gouvernails de pro-

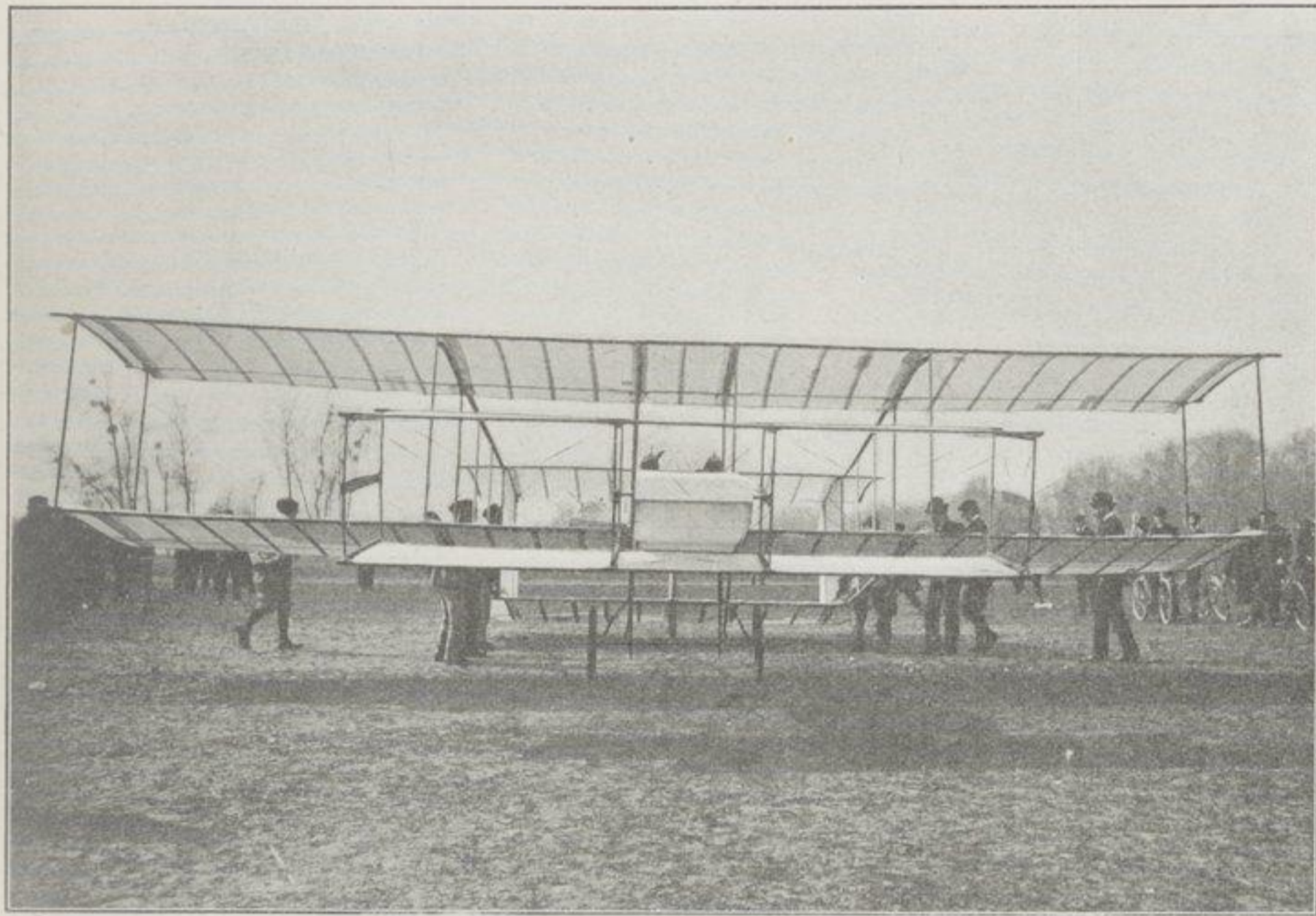


Fig. 505. — Essais de l'aéroplane Delagrange, à Bagatelle.

un autre ensemble cellulaire de dimensions plus réduites. Son envergure était de 6 mètres. C'était la *cellule stabilisatrice*, au milieu de laquelle était placé le gouvernail de direction à axe vertical.

En avant des ailes, la charpente en bois se prolongeait avec, toutefois, une largeur plus faible, et portait à son extrémité un plan articulé servant de gouvernail de profondeur.

Le moteur placé derrière le pilote était un moteur Antoinette, pouvant fournir une puissance de 50 chevaux; il actionnait une

fondeur et de direction s'effectuait à l'aide d'un volant semblable à ceux qui sont employés pour la commande des automobiles.

Le poids total du biplan monté était de 530 kilogrammes.

Après quelques essais effectués au polygone de Vincennes, à la suite desquels des modifications lui furent apportées, l'aéroplane, monté par M. Charles Voisin, fit, le 30 mars 1907, un vol de 60 mètres à Bagatelle.

Delagrange pilota, à son tour, le biplan (Fig. 396), exécuta quelques vols de 30 et 50 mètres et, le 5 novembre, pendant un vol

plus long, le gouvernail de profondeur s'étant accidentellement calé à un angle trop grand, l'aéroplane s'éleva en perdant de sa vitesse et vint s'abattre sur le sol en glissant vers l'arrière. Delagrangé n'eut aucun mal, mais l'appareil fut sérieusement endommagé et c'est avec un nouvel appareil transformé qu'en janvier 1908, l'aviateur recommença ses vols avec un succès croissant.

miers vols, contrariés par le vent, ne réussirent pas à contenter le public, qui voulut lui faire un mauvais parti et qui aurait détruit son appareil sans l'intervention des soldats. Il dut se soustraire à la fureur irraisonnée de la foule, qui exigeait des vols de longue durée malgré le vent. Il fut, d'ailleurs, quelques jours après, porté en triomphe par cette même foule, à la suite de quelques



Fig. 506. — Farman, à Issy-les-Moulineaux, au départ du 13 janvier 1908.

Le 20 janvier il parcourt 100 mètres ; le 14 mars 300 mètres, le 16 mars 600 mètres. Le lendemain, il gagne un des prix de l'Aéro-Club de France pour un parcours de plus de 200 mètres. Le 21 mars il réussit un vol de 1 kilomètre 500. Henri Farman avait déjà, toutefois, volé sur un kilomètre en circuit fermé. Le 11 avril 1908, après un parcours de 3 kilomètres 925, Delagrangé devint définitivement détenteur de la coupe Archdeacon.

En mai 1908, Delagrangé partit en Italie pour voler devant le public. A Rome, ses pre-

vols réussis, effectués devant le roi et la reine d'Italie.

Il fit à Rome, à Milan, et à Turin, des vols de 12 et 17 kilomètres de longueur et revint en France continuer ses essais à Issy-les-Moulineaux. C'est au-dessus de ce champ de manœuvres qu'il vola, en septembre 1908, pendant une demi-heure, exploit qui suscita un enthousiasme considérable parmi les nombreux et fervents adeptes de l'aviation. Delagrangé participa, depuis lors, aux grands meetings d'aviation et fut mortellement blessé lors d'une chute d'un mo-

noplan qu'il pilotait et dont les ailes, sous l'effort de l'air, craquèrent et se replièrent verticalement l'une contre l'autre.

Aéroplane Avec Santos Dumont et De-
H. Farman lagrange, H. Farman a été un des premiers aviateurs ayant volé en France et en Europe.

Henri Farman, ancien élève de l'École des

essais préliminaires, pour se familiariser avec la commande des organes et les manœuvres de stabilité. Il fait d'abord des vols de 100 et 200 mètres, puis, le 26 octobre 1907, il parcourt 700 mètres en ligne droite sur le champ de manœuvres d'Issy-les-Moulineaux. Il s'essaie ensuite aux virages, parvient à effectuer un circuit complet et le 13 janvier 1908, il remporte le grand prix

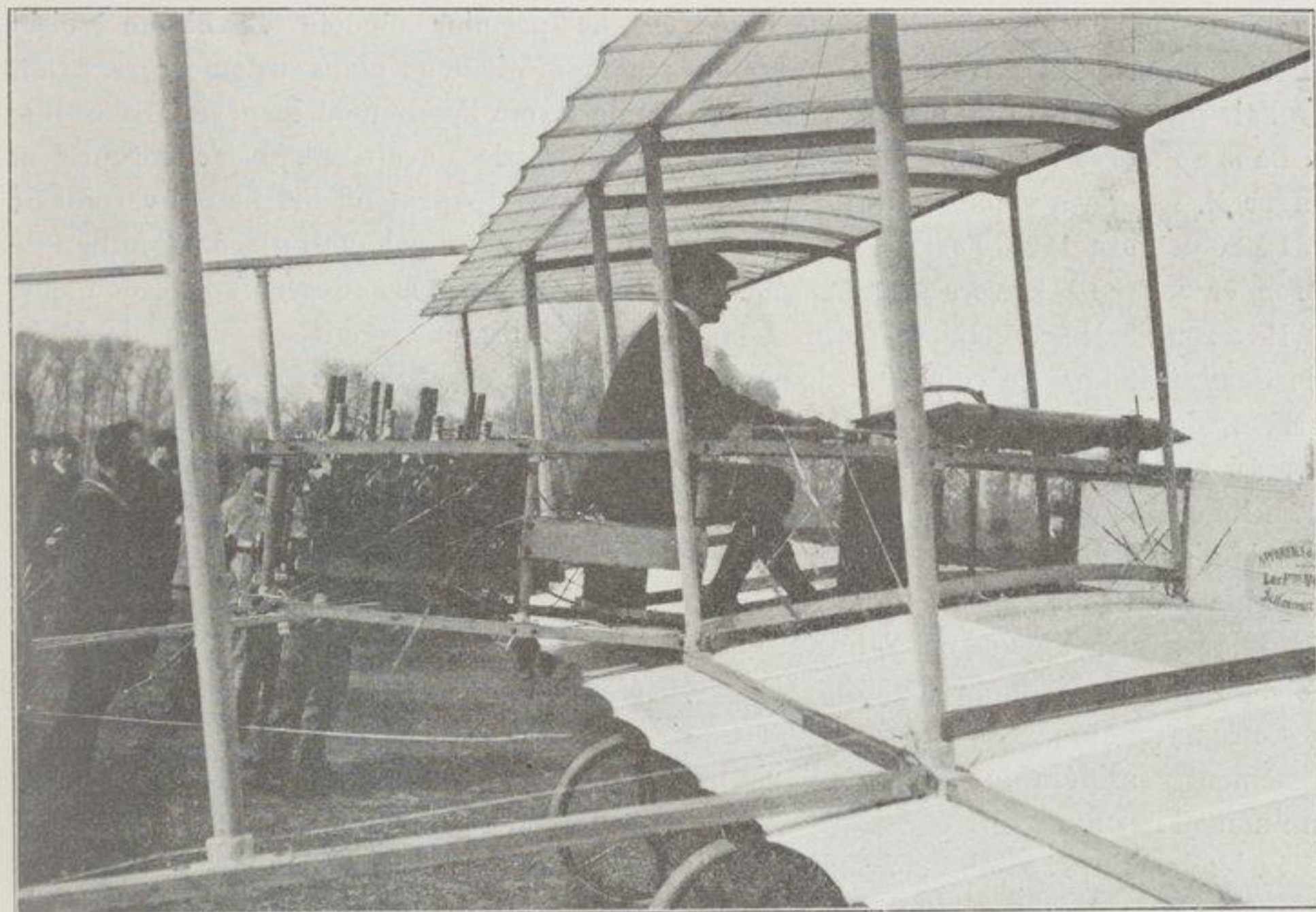


Fig. 507. — Biplan Voisin, monté par Ch. Voisin, à Bagatelle, en mars 1907.

Beaux-arts, s'était adonné d'abord au sport cycliste, puis à l'automobilisme, et dans ces deux genres de sport il s'était placé, ainsi que son frère Maurice Farman, au premier rang. Dès le début de l'aviation, Henri Farman s'engagea dans la voie nouvelle qui devait mener à la conquête des airs.

Il fit, en 1907, construire par les frères Voisin un aéroplane du type Delagrange. C'était donc un biplan cellulaire, muni d'une cellule stabilisatrice à l'arrière et d'un gouvernail de profondeur à l'avant.

Il effectua avec son appareil de nombreux

Deutsch-Archdeacon en accomplissant un trajet de 1 kilomètre en circuit fermé (Fig. 408 et 506). Ce vol, officiellement contrôlé, valut à Henri Farman la somme de 50.000 francs, montant du prix.

Il apporta quelques modifications à son appareil, remplaça, notamment, la toile des ailes par de l'étoffe caoutchoutée, et parcourut, le 21 mars, plus de 2 kilomètres.

Un accident qui se produisit lors d'un virage de l'aéroplane, par suite du contact d'une aile avec le sol, faillit avoir de graves conséquences. Farman continua, néanmoins

ses vols, tantôt à Issy-les-Moulineaux, tantôt à Gand, puis au camp de Châlons, où il fit établir un hangar.

Le 30 mai 1908, à Gand, il parcourt 1 kilom. 241, ayant à bord de son biplan, comme passager, M. Archdeacon.

Le 6 juillet, il gagne le prix Armengaud, d'une valeur de 10.000 francs, en volant pendant 20 minutes 19 secondes, sans prendre contact avec le sol, puis au mois de septembre et d'octobre de la même année, il parcourt jusqu'à 42 kilomètres, en restant en l'air pendant 44 minutes.

Dans un de ces vols, il prend comme passager M. Painlevé, membre de l'Institut.

Le 30 octobre 1908, Farman effectua son premier voyage à travers la campagne.

Il se rendit de son hangar, établi à côté de Bouy, à Reims, en volant au-dessus des arbres, des fils télégraphiques et des maisons. La distance parcourue avait été de 27 kilomètres et le temps mis pour la parcourir n'avait été que de 20 minutes. L'aéroplane avait donc volé avec une vitesse de 71 kilomètres à l'heure en s'élevant, parfois, jusqu'à une hauteur de 50 mètres.

Ce remarquable voyage, qui eut un retentissement considérable, donna à l'aviation un nouvel essor.

Le lendemain, 31 octobre, Farman gagnait le prix de la hauteur, offert par l'Aéro-Club de France à l'aviateur qui volerait à 25 mètres de hauteur. Il avait, la veille, pendant son voyage atteint une hauteur de 50 mètres. Contrôlé officiellement, il s'éleva ce jour-là à 30 mètres de hauteur.

Après ces premiers succès, Farman transforma son appareil; il lui adjoignit des ailerons servant à assurer la stabilité transversale. Il fit même de son appareil un *tripplan*, c'est-à-dire qu'il lui ajouta une troisième surface sustentatrice.

Ce modèle fut d'ailleurs abandonné, et Henri Farman étudia et construisit des aéroplanes biplans, qui ont eu leur succès dans les divers meetings et courses d'aé-

roplanes et dont nous décrirons plus loin le type le plus récent.

Aéroplane Voisin Les aéroplanes Delagrange et Farman avaient été étudiés et construits par les frères Voisin, et établis suivant le type de leur biplan cellulaire à cloisons, comportant une cellule stabilisatrice à l'arrière et un gouvernail de profondeur à l'avant.

Le premier modèle de biplan Voisin comportait deux plans sustentateurs, ayant une forme légèrement incurvée. La cellule stabilisatrice avait 2^m,70 d'envergure et 2 mètres de profondeur. Le gouvernail de direction vertical était placé au milieu de cette cellule, et le gouvernail de profondeur, ou stabilisateur, était un plan de 4^m,20 de longueur et de 1 mètre de largeur. Ce gouvernail était manœuvré à l'aide d'une pédale.

La propulsion était assurée par une seule hélice placée en arrière des surfaces, de 2^m,30 de diamètre, de 1^m,40 de pas tournant entre 1.100 et 1.500 tours. L'hélice était actionnée par un moteur Antoinette de 40 chevaux.

Le fuselage supportant, à l'avant, le gouvernail de profondeur, supportait aussi le moteur et était disposé pour recevoir le pilote.

L'appareil était monté sur un châssis fait en tubes d'acier et muni de deux roues garnies de pneumatiques. Deux autres roues, placées à l'arrière, sous la cellule stabilisatrice, permettaient le roulement de l'aéroplane sur le sol.

Ce premier type d'appareil Voisin établi à la suite des nombreuses expériences de vol plané effectuées par son constructeur, expériences que nous avons précédemment relatées, fut modifié et il devint l'aéroplane type Delagrange et Farman.

Depuis, d'autres modifications importantes ont été apportées au biplan Voisin, dont nous décrivons plus loin le dernier type.

Aéroplane Ferber. Le capitaine Ferber, dont nous avons raconté les intéressants essais de vol plané, fut un des premiers pionniers de l'aviation. A la suite de ses expériences de vol, il avait construit au parc de Chalais-Meudon un aéroplane biplan qui, sorti de son hangar pour faire place à l'aérostat dirigeable *Patrie*, fut détérioré par la tempête. Le capitaine Ferber

légèrement cintrés, de sorte que l'aile, vue en plan, ressemble à une portion de couronne. Cette disposition avait été adoptée par le capitaine Ferber pour assurer une plus grande stabilité à l'appareil. En outre, ces ailes pouvaient être gauchies à la volonté du pilote pour rétablir l'équilibre transversal. En avant des surfaces sustentatrices et placé en bout d'une armature en



Fig. 508. — Le capitaine Ferber sur biplan Voisin, au départ.

se fit mettre en congé de trois ans pour se consacrer aux études d'aviation et il fit établir aux ateliers de la Société Antoinette son aéroplane n° IX, dont la figure 435 donne une vue d'ensemble.

L'appareil comporte deux surfaces sustentatrices : c'est un biplan. La carcasse des ailes est constituée en tiges de bambou ligaturées. Sur cet assemblage souple sont disposées des nervures de bois sur lesquelles est tendue de la toile.

Les ailes n'ont pas une forme rectangulaire. Elles ont leurs côtés longitudinaux

bambou, est disposé un gouvernail de profondeur. L'armature se prolonge à l'arrière et porte, à son extrémité, un plan stabilisateur horizontal au-dessus duquel est disposé, verticalement, un autre plan de stabilisation. De plus, à chacune des extrémités de la surface sustentatrice inférieure est placé un foc triangulaire, servant à assurer la stabilisation latérale.

Le biplan comporte un moteur Antoinette à 8 cylindres, d'une puissance de 50 chevaux actionnant une hélice de 2^m,20 de diamètre et de 1^m,10 de pas. L'hélice est

disposée en avant de l'appareil (Fig. 462).

Le biplan est supporté par un châssis monté sur deux roues garnies de pneumatiques. Ces roues sont placées l'une derrière l'autre dans l'axe de l'appareil. Comme, au repos, l'appareil ne peut pas se maintenir en équilibre sur ces roues, des béquilles servant aussi de patins sont disposées de chaque côté de la surface inférieure et, lors du départ ou au moment de l'atterrissage, l'une de ces béquilles prend contact avec le sol tandis que l'appareil roule sur ses roues pour prendre son essor ou pour s'arrêter.

Le poids total du biplan est de 400 kilogrammes; son envergure est de 10^m,50 et la surface des plans sustentateurs est de 40 mètres carrés.

Le capitaine Ferber fit des essais très satisfaisants avec son appareil. Le 25 juillet 1908 il effectuait un vol de 300 mètres. Il fut peu après rappelé à l'activité, mais obtint, un peu plus tard, un nouveau congé. Entre temps, son mécanicien Legagneux continuait les expériences de vol. A la suite d'une de ces expériences très réussies, pendant laquelle l'aéroplane avait volé pendant 500 mètres, un atterrissage un peu brusque causa la détérioration complète de l'appareil.

Le capitaine Ferber, avec un biplan Voisin prit part, sous le pseudonyme de *de Rue*, aux meetings de Reims et de Boulogne (Fig. 508).

Pendant les vols d'essais faits à l'aérodrome de Boulogne, Ferber fut victime d'un épouvantable accident qui lui coûta la vie, le 22 septembre 1909. Il venait de s'élever avec son aéroplane progressivement jusqu'à une dizaine de mètres du sol. Après avoir effectué un virage, il vint atterrir, le moteur étant toujours en marche. Il avait l'intention de rouler sur le sol, de parcourir une certaine distance et de repartir de nouveau sans s'arrêter.

L'aéroplane, en roulant, rencontra un fossé peu large mais profond; les roues s'enga-

gèrent dans cette ornière arrêtant net l'appareil lancé. Celui-ci, par suite du lancé, fit *panache*, se retourna complètement sur l'aviateur qui fut écrasé sous le poids du moteur. Il eut cependant la force de se dégager, mais il expira une demi-heure après, malgré les soins immédiats qui lui furent donnés.

L'aviation perdait un de ses vaillants adeptes de la première heure qui avait toujours eu une foi inébranlable dans son avenir.

Aéropplanes M. Blériot est aussi l'un de
Blériot ceux qu'il faut placer, parmi l'élite, dans la phalange de ces chercheurs ingénieux et tenaces qui ont contribué à donner à l'aviation l'essor que nous lui avons vu prendre.

Ancien élève de l'École centrale des Arts et Manufactures, M. Blériot s'intéressa de bonne heure à l'aviation. En 1900, il construisait un oiseau à ailes battantes.

Il expérimenta ensuite sur la Seine, de la façon qu'avaient employée MM. Archdeacon et Voisin, un planeur. Bientôt après, sur le lac d'Enghien, il essayait un aéroplane à flotteurs comportant des cellules elliptiques et muni de deux moteurs *Antoinette* de 24 chevaux. C'était le *Blériot III*. Ces divers appareils n'ayant donné aucun résultat satisfaisant, M. Blériot disposa son quatrième appareil avec des cellules quadrangulaires et le munit d'un organe lui permettant de rouler sur le sol (Fig. 420 et 421). Pendant un essai, le *Blériot IV* se brisa en passant dans un caniveau.

En mars 1907, à la suite de cet accident, M. Blériot établit son premier *monoplan*, et c'est sur ce type d'aéroplane qu'il devait continuer inlassablement ses recherches jusqu'à l'établissement du désormais célèbre appareil avec lequel il effectua triomphalement la première traversée de la Manche.

Le monoplan *Blériot V* avait l'aspect d'un canard aux ailes étendues (Fig. 427). Le corps de l'appareil était une carcasse en bois ren-

due rigide au moyen d'entretoises également en bois et de fils d'acier. Il avait une section quadrangulaire, et chacune des faces était recouverte de soie vernie.

La surface sustentatrice comportait un seul plan divisé en deux parties par le fuselage, ce qui formait deux ailes. Ces ailes, d'une envergure totale de 7^m,80 et ayant une surface de 14 mètres carrés, étaient relevées à leur extrémité suivant une courbe rappelant les ailes des oiseaux planeurs. Les ailes pouvaient être *gauchies*. Elles étaient constituées par une armature très légère, faite en bois, au-dessus de laquelle était collé du papier parcheminé ayant une grande résistance et enduit de vernis. L'appareil ne comportait aucun hauban. Il offrait peu de résistance à l'avancement. Les ailes pouvaient en outre être relevées au repos pour diminuer l'encombrement de l'appareil (Fig. 425).

A l'extrémité avant du fuselage étaient disposés deux gouvernails, l'un, horizontal, était le gouvernail de profondeur, l'autre, vertical, servait à assurer la direction. Ces gouvernails étaient manœuvrés à la fois ou séparément, à l'aide d'une manette et pouvaient s'écarter de 45 degrés de leur position de repos.

L'appareil ne portait aucune queue stabilisatrice à l'arrière; cela lui donnait bien l'aspect d'un canard qui n'a pas de queue et dont le cou s'allonge en avant.

L'aéroplane était actionné par un moteur Antoinette à 8 cylindres, d'une puissance de 24 chevaux. Il était placé à l'arrière de l'aéroplane et commandait une hélice à deux bras tangents faits en tubes d'acier auxquels étaient fixées des pales constituées par un alliage d'aluminium et de cuivre. Le diamètre de l'hélice était de 1^m,60 et son pas de 0^m,98; elle se débrayait automatiquement lors de l'arrêt du moteur.

Un levier passant entre les genoux du pilote permettait de faire la manœuvre du gauchissement des ailes.

L'aéroplane était supporté par un chariot monté sur deux roues de bicyclette; entre l'appareil et le chariot étaient interposés des ressorts d'acier ainsi qu'un amortisseur à air formant *matelas*.

Le poids total de l'appareil monté était de 236 kilogrammes.

Les essais commencèrent au mois de mars 1907. Des modifications furent apportées à l'appareil après les premières expériences; les roues du chariot furent rendues plus robustes, le fuselage relevé et le gouvernail augmenté de dimensions. Le 2 avril, après un essai, l'hélice fut faussée en heurtant le sol. Du 5 au 15 avril, à une vitesse d'environ 50 kilomètres à l'heure, l'appareil effectua quelques bonds et le 19, par suite d'un trop brusque atterrissage, il se brisa (Fig. 428).

M. Blériot, qui était sorti indemne de cet accident, construisit un autre monoplan. C'était le *Blériot VI*, appelé *la Libellule*, dont les figures 407, 439 et 440 représentent diverses vues d'ensemble.

Cet aéroplane comportait deux paires d'ailes disposées en *tandem*, à la suite les unes des autres; elles étaient fixées à une légère charpente longitudinale constituant le corps de l'aéroplane. Les ailes formaient deux à deux un angle dièdre de 166 degrés d'ouverture. Leur envergure était de 5^m,85 et elles avaient une largeur de 1,50.

Le corps de l'aéroplane, fait en bois, était recouvert de papier parcheminé verni, et les ailes étaient également constituées par une armature en bois recouverte de papier parcheminé verni.

A chaque extrémité des ailes antérieures était disposé un *aileron*, surface mobile autour d'un axe horizontal, dont la manœuvre devait permettre la montée ou la descente de l'aéroplane. Le gouvernail de direction était placé à l'arrière.

Le monoplan ainsi constitué était du type Langley, mais alors que l'aéroplane Langley était propulsé par deux hélices

placées entre les deux paires d'ailes, *la Libellule* n'avait qu'un propulseur placé à l'avant. Cette hélice comportait quatre pales métalliques; son diamètre était de 1^m,80 et son pas de 1^m,25. Elle était actionnée par un moteur à 16 cylindres, d'une puissance de 25 chevaux.

Les essais faits avec cet appareil indiquèrent un manque de stabilité. Après quel-

ment oscillant que pouvait prendre le siège du pilote, de sorte que celui-ci, en se penchant en arrière ou en avant, agissait sur l'équilibre longitudinal et facilitait le départ ou l'atterrissage.

Au commencement du mois de septembre, de nombreux vols furent effectués avec succès et le 17, après avoir pris un départ à une vitesse estimée à 80 kilomètres à l'heure,

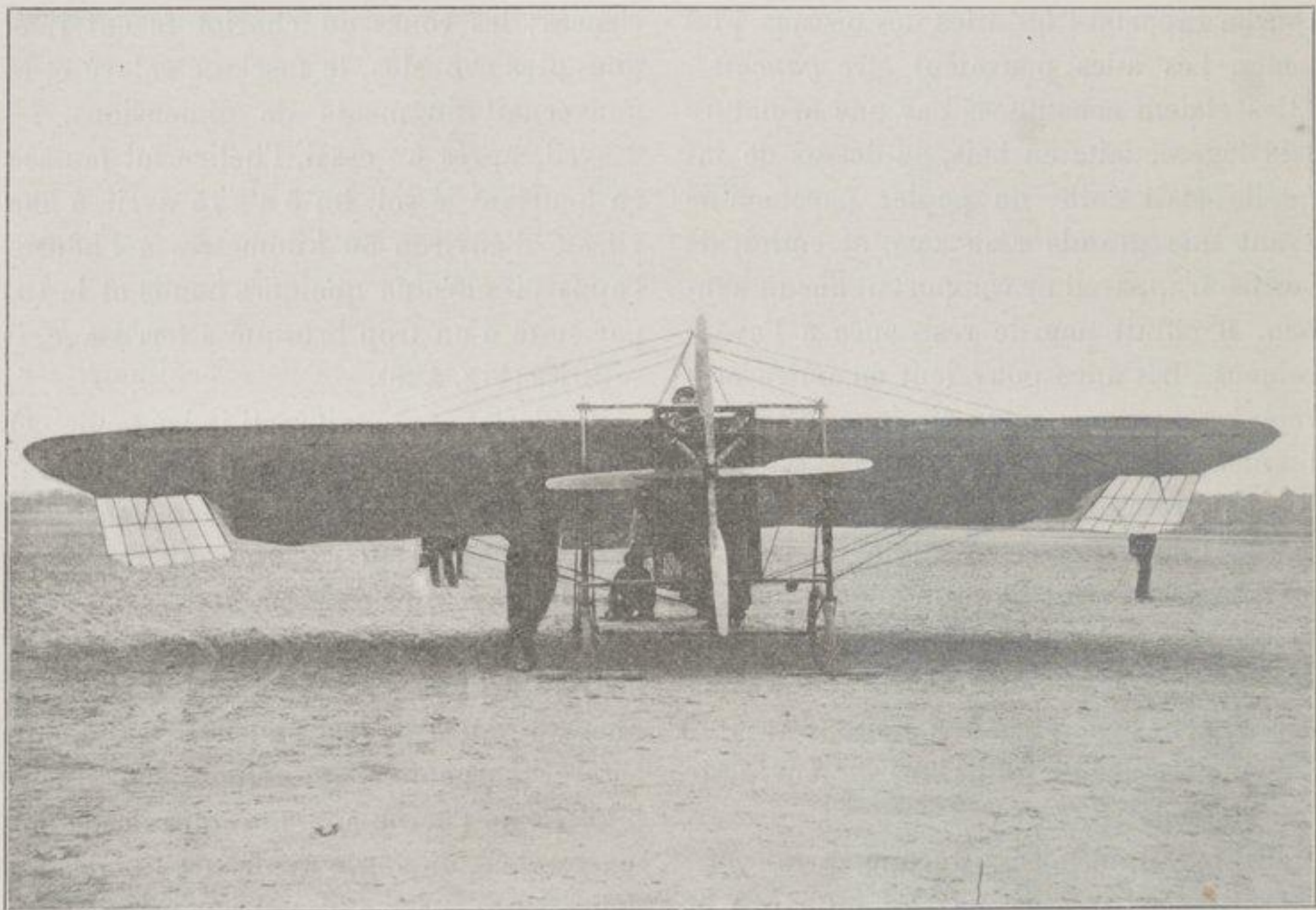


Fig. 509. — Le Blériot VIII. Vue avant

ques modifications apportées au monoplane, les essais reprirent. Le 11 juillet 1907, il parcourt 30 mètres à 2 mètres de hauteur; le 15, il effectue des vols de 25, 40 et 78 mètres, ce dernier contre un vent soufflant à 6 mètres par seconde; le 25 juillet le chemin parcouru en l'air est de 150 mètres, et de 140 à 12 mètres de hauteur, le 6 août.

Les ailerons stabilisateurs d'avant avaient été supprimés et remplacés par une seule surface disposée derrière l'hélice, sous l'avant du fuselage.

Ce plan était rendu solidaire du mouve-

le monoplane, qui avait parcouru environ 180 mètres, se cabra, s'éleva brusquement en suivant une pente de 15 %, jusqu'à près de 20 mètres. A ce moment, le moteur s'arrêta. L'appareil bascula et tomba l'avant vers le sol. Pendant la chute, l'aviateur Blériot put, en déplaçant son corps, ramener l'appareil à l'horizontalité. Le choc fut néanmoins très dur : l'appareil fut complètement brisé et, fort heureusement, M. Blériot sortit sain et sauf de cette chute de 20 mètres.

Il mit, peu après, en construction le *Blériot VII*, qui ne comportait que deux

ailes incurvées et formant entre elles un angle très obtus. Le fuselage portait à son extrémité arrière un plan stabilisateur horizontal. Ce plan était divisé en deux parties pouvant osciller autour d'un axe horizontal. La manœuvre de ces surfaces orientables pouvait être faite soit simultanément, soit séparément, pour rétablir l'équilibre ou pour effectuer un virage. Entre ces deux plans horizontaux mobiles était placé le gouvernail vertical de direction, sous lequel était disposée une roue porteuse solidaire de ses mouvements. La commande de ce gouvernail était faite avec le pied.

Un moteur Antoinette de 50 chevaux, monté sur le fuselage, actionnait une hélice métallique à quatre pales disposée à l'avant de l'appareil, dont le poids total monté était de 425 kilogrammes.

Après les premiers essais du 5 novembre 1907 faits au champ de manœuvres d'Issy-les-Moulineaux, pendant lesquels l'aéroplane eut à subir quelques avaries, vite réparées, des vols de 150, 200 et 500 mètres furent effectués et, le 6 décembre, le premier virage fut réussi; mais la faible hauteur à laquelle se maintenait l'appareil et sa vitesse considérable permettaient à peine les manœuvres assurant sa stabilisation; au cours d'une expérience, le monoplan heurtant le sol avec une aile, se brisa et se renversa sur l'aviateur, qui n'eut heureusement aucun mal.

Avec une ténacité et une vaillance incomparables, M. Blériot mit en construction son huitième appareil. Le *Blériot VIII* avait un fuselage d'une longueur de 10 mètres, sur lequel étaient fixées, à l'avant, deux ailes d'une envergure de 11^m,80.

Les ailes et le corps de l'aéroplane étaient recouverts de papier parcheminé verni, et l'appareil était supporté par un châssis métallique élastique et articulé, monté sur trois roues, deux à l'avant et une à l'arrière.

Un gouvernail de profondeur et un gou-

vernail de direction étaient disposés à l'extrémité arrière du fuselage. Le moteur Antoinette de 50 chevaux actionnait une hélice à quatre branches flexibles, d'un diamètre de 2^m,20 et du pas de 1^m,30.

Ce modèle d'appareil subit des modifications successives qui en firent les types *Blériot VIII bis* et *Blériot VIII ter*.

Dans le *Blériot VIII bis*, deux ailerons avaient été ajoutés, un à chaque extrémité des surfaces sustentatrices. Ces ailerons étaient rectangulaires et pouvaient prendre un mouvement d'oscillation autour d'un des côtés. Le corps de l'aéroplane n'était plus recouvert de papier; il était à claire-voie.

Le 17 juin 1908, M. Blériot fit avec cet appareil un vol de 600 mètres, à Issy, et le lendemain douze vols de 500 à 600 mètres, à une hauteur de 4 mètres.

Le 29 juin, il parcourut 700 mètres, à 6 mètres de hauteur, malgré un vent assez vif. Le 6 juillet, il se maintint en l'air pendant 10 minutes, en volant à une hauteur d'environ 10 mètres. Quelques jours après, au cours d'un essai, l'aéroplane fut renversé et fortement endommagé.

Le *Blériot VIII ter* fut alors établi. Dans ce modèle, les ailerons latéraux de stabilisation, au lieu d'osciller autour d'un des côtés, comme dans l'appareil précédent, disposition qui rendait leur manœuvre difficile aux grandes vitesses, étaient mobiles autour d'un axe horizontal passant par le milieu de leur surface.

L'effort nécessaire pour effectuer la manœuvre devenait moins considérable.

A l'arrière du fuselage et sur sa face inférieure furent disposés des stabilisateurs horizontaux mobiles, tandis qu'un peu plus en avant et sur la face supérieure du fuselage était placé un plan horizontal fixe. Le gouvernail de direction restait toujours disposé verticalement à l'arrière du fuselage.

Avec ce monoplan, M. Blériot fit des expériences très intéressantes.

Dès les premiers essais, effectués en sep-

tembre 1908, il put voler pendant 100 et 200 mètres, avec un vent d'une vitesse de 10 à 12 mètres par seconde. Il fit de nombreuses expériences de virage très réussies, et lorsqu'après un accident matériel qui endommagea le *Blériot VIII ter*, cet appareil fut réparé et légèrement modifié pour devenir le *Blériot IX*, M. Blériot se trouva enfin en possession d'un monoplan qui n'était plus un aéroplane d'études, puisqu'il allait devenir le type du monoplan avec lequel fut effectuée la traversée de la Manche et qui, quelques années plus tard, devait accomplir les prouesses que nous relaterons par la suite.

Ainsi donc les laborieuses et patientes recherches de l'ingénieur Blériot recevaient leur juste récompense.

Nous décrirons plus loin, dans ses détails, le monoplan Blériot. Citons seulement, dans cette partie historique, le premier voyage à travers la campagne, fait avec un monoplan, le *Blériot IX*, voyage qui eut lieu le 31 octobre 1908, presque en même temps que celui de Farman volant du camp de Châlons à Reims.

Dans la matinée du 31 octobre M. Blériot, qui avait établi son champ d'expériences à Toury (Eure-et-Loir), partit à travers la campagne et exécuta un vol de 5 minutes, à 15 mètres de hauteur en revenant à son point de départ.

L'après-midi il se dirigeait vers le village d'Artenay, situé à 14 kilomètres de Toury, l'atteignait au bout de onze minutes de vol et atterrissait pour réparer la magnéto qui ne fonctionnait pas bien. Il repartait, s'arrêtait de nouveau en cours de route et venait finalement atterrir devant son hangar de Toury, ayant effectué le premier voyage en aéroplane avec escales à travers la campagne.

*Aérolanes
Esnault-Pel-
terie*

M. Robert Esnault-Pelterie fait également partie de la phalange remarquable des

ingénieurs et des constructeurs qui établirent, les premiers, des appareils volants. Il y tient une place parmi les plus savants et les plus persévérants

Ayant commencé ses essais avec des appareils à plans superposés, il abandonna rapidement ce type d'appareil et poursuivit l'étude et la construction d'un appareil *monoplan*. Il réussit à établir un modèle de monoplan très ingénieux comportant des dispositions originales et il créa un moteur léger à cylindres multiples disposés en éventail, moteur que nous avons précédemment décrit. Sous la marque R. E. P., ces trois lettres étant les initiales de son nom, M. Robert Esnault-Pelterie a donné à l'aviation un appareil et un moteur de premier ordre (1).

Avec son premier monoplan, M. Esnault-Pelterie effectua ses premiers vols en octobre 1907, sur un champ d'expériences qu'il avait choisi à côté de Buc, près Versailles. Parcourant d'abord 150 mètres en volant, il parvenait bientôt à effectuer des virages et des circuits fermés. Mais l'équilibre de l'appareil laissait à désirer et il fut endommagé au cours des essais. M. Esnault-Pelterie construisit un autre monoplan composé d'un fuselage auquel les deux ailes sont fixées. Ces ailes ont de chaque côté du fuselage une envergure de 9^m,60 et leur surface est de 17 mètres carrés. Elles ont, vues en plan, une forme trapézoïdale et leur section droite a une forme incurvée. Ces ailes peuvent être gauchies par une manœuvre du pilote. Cette manœuvre se fait à l'aide d'un levier qui commande un ensemble de pièces métalliques, dont les mouvements sont rendus élastiques et solidaires entre eux au moyen de ressorts à lames. Le gauchissement des deux ailes peut se faire ainsi dans le sens approprié.

Les ailes sont munies à leur extrémité d'une roue garnie d'un pneumatique. Cette

(1) Voir MERVEILLES DE LA SCIENCE. — Tome III : Moteurs, p. 638 et suiv.

disposition permet à l'appareil, soit au départ, soit à l'atterrissage, de s'incliner sur un des côtés en continuant à rouler sans que l'aile risque d'être détériorée par son contact avec le sol.

Le dispositif de départ et d'atterrissage est complété par une seule roue à pneumatique placée sous le corps de l'aéroplane, dans son axe, vers l'avant. Un galet de bois

est placé devant le gouvernail de profondeur. Au-dessous de ce plan est placé, verticalement, le gouvernail de direction.

Le poids total de l'appareil monté est de 350 kilogrammes.

Au mois de juin 1908, M. Esnault-Pelterie effectua avec cet appareil des vols de 300, 500 et 1.500 mètres à une altitude qui atteignit 40 mètres.

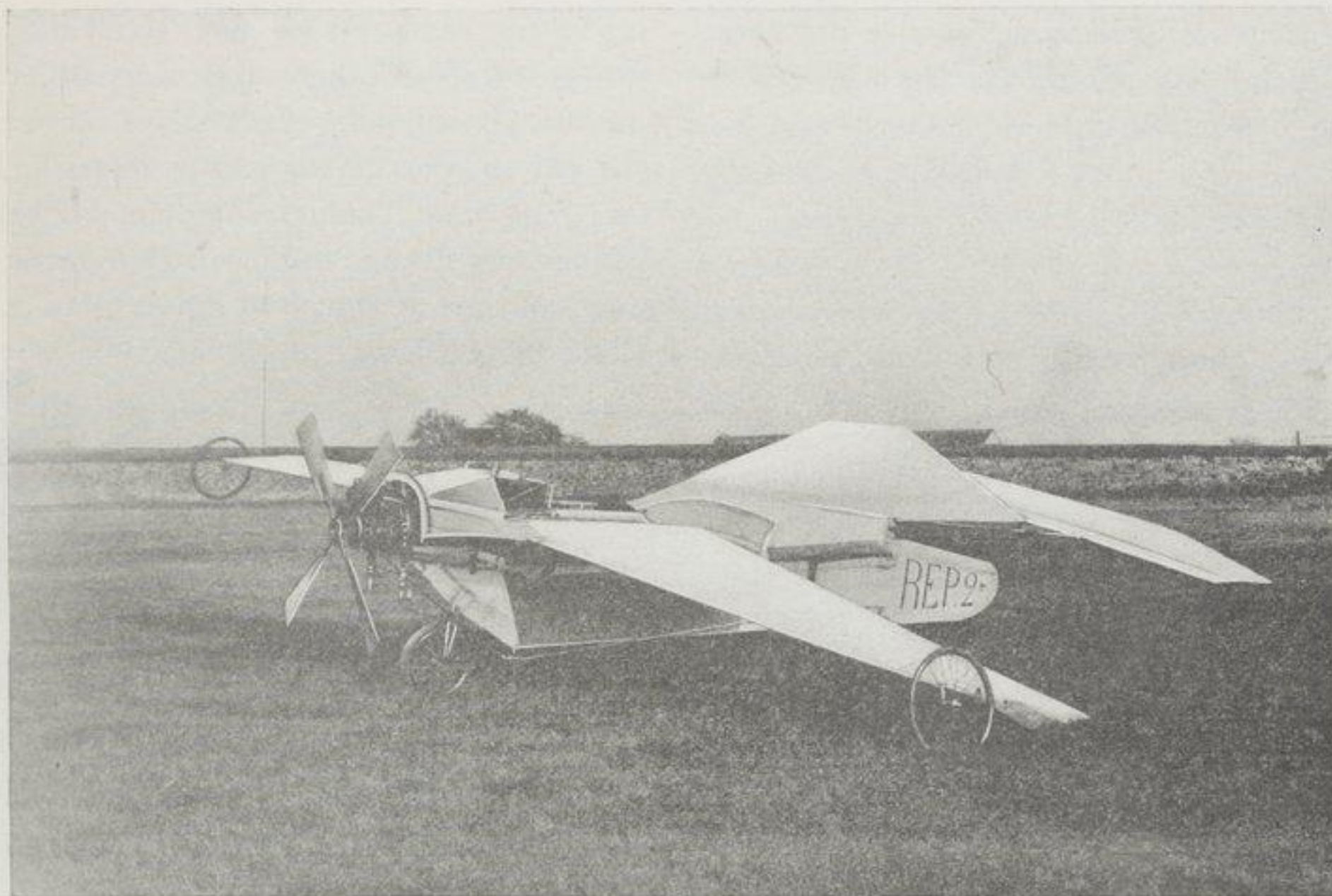


Fig. 510. — Monoplan Esnault-Pelterie n° 2. — Vue d'ensemble.

est placé sur la même ligne à l'arrière du fuselage.

Ce fuselage est constitué par une charpente faite en bois, en tubes d'acier et en aluminium. Cette charpente rigide et légère a une forme renflée vers le tiers de sa longueur à partir de l'avant et effilée vers l'arrière. Elle est recouverte de toile caoutchoutée et supporte, à son extrémité antérieure, le moteur. Ce moteur actionne directement une hélice métallique à quatre branches flexibles. A l'arrière du fuselage est disposée une *queue stabilisatrice*. Cette queue qui est souple, est munie d'un plan horizontal ser-

Lors du vol de 1.500 mètres, l'atterrissage eut lieu très brutalement; l'appareil fut endommagé assez sérieusement et le pilote reçut une forte commotion sans blessures graves.

M. Esnault-Pelterie construisit un autre appareil de 8 mètres de longueur, 9^m,60 d'envergure. Le fuselage, fait en tubes d'acier assemblés à l'aide de la soudure autogène, est un châssis indéformable fusiforme auxquels sont reliées les deux ailes.

Chacune des ailes est rendue solidaire du châssis par deux haubans fixés à la partie inférieure de ce châssis et qui servent à

commander le gauchissement de l'aile.

A l'arrière du fuselage est placé le gouvernail de profondeur et, au-dessous, verticalement, est disposé le gouvernail de direction qui fait également office d'empennage stabilisateur.

La manœuvre de l'aéroplane s'effectue au moyen de deux leviers verticaux.

L'un des leviers commande les organes

profondeur, permet de rétablir l'équilibre longitudinal.

Le levier commandant la direction se déplace latéralement dans le sens où le pilote veut virer.

Une pédale placée sous le pied droit permet de faire varier la vitesse du moteur en rendant variable l'admission du mélange dans le moteur.

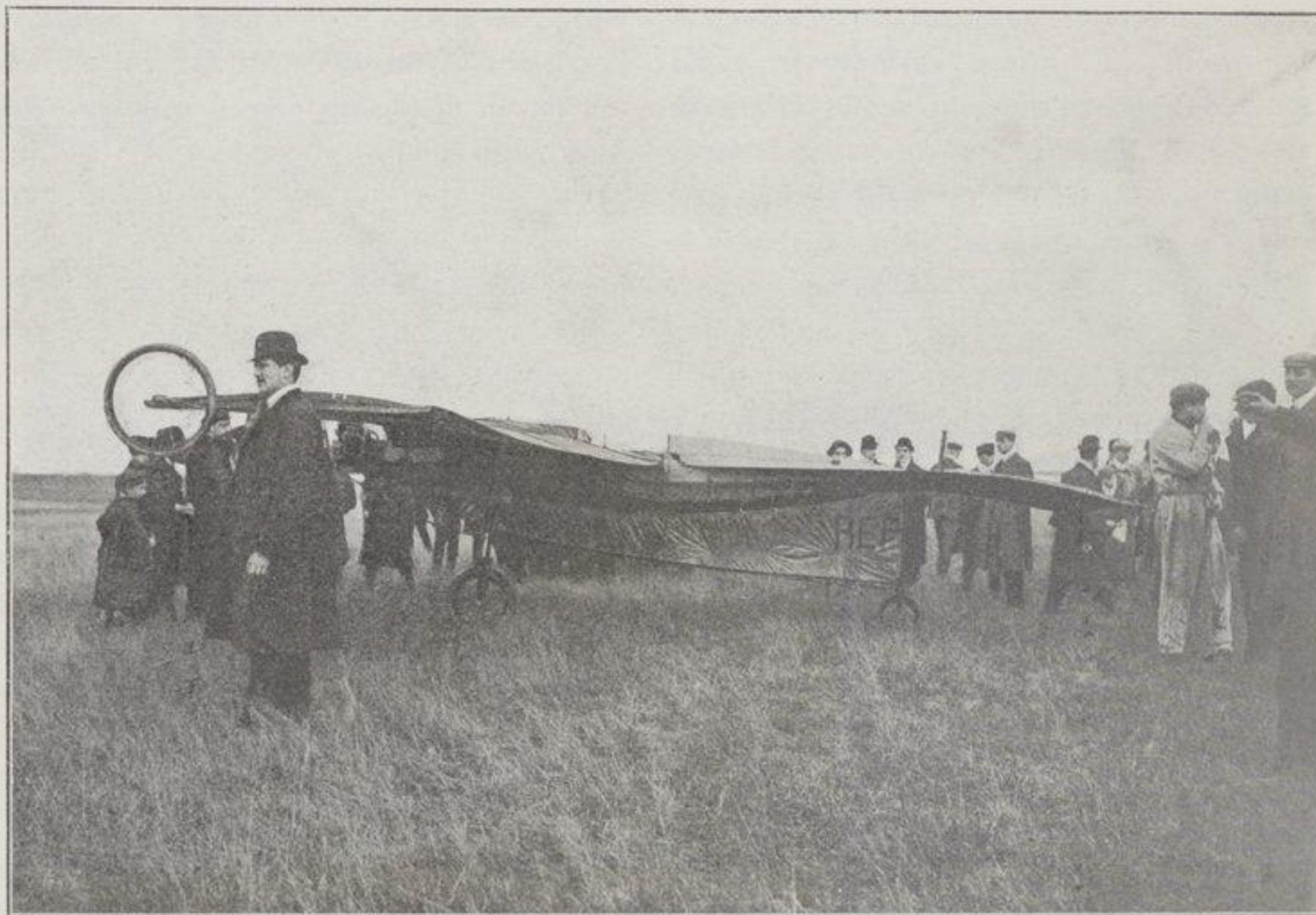


Fig. 511. — Aéroplane Robert Esnault-Pelterie. Type primitif. Vue 3/4 arrière.

de stabilisation, l'autre, l'organe de direction.

Le levier de stabilisation, monté à la cardan, est manœuvré dans deux sens perpendiculaires; il commande le gauchissement des ailes et le gouvernail de profondeur. Ces organes sont reliés au levier placé à gauche du pilote de telle façon que sa manœuvre latérale, en provoquant le gauchissement des ailes, aide à rétablir l'équilibre transversal, tandis que sa manœuvre dans le sens de l'axe de l'appareil, en déterminant l'orientation du gouvernail de

Une seconde pédale, manœuvrée par le pied gauche, provoque la mise en marche du moteur, du siège de l'aviateur.

Le dispositif de départ et d'atterrissage est constitué par un châssis porteur comportant deux roues placées l'une derrière l'autre dans l'axe de l'appareil. Comme pour le premier appareil, ce dispositif est complété par une roue montée à l'extrémité de chaque aile. Au départ, l'aéroplane roule incliné soit d'un côté soit de l'autre. Au fur et à mesure que sa vitesse augmente, l'aile inclinée se redresse; la roue qu'elle porte

ne touche plus le sol et l'appareil roule simplement sur les deux roues du milieu placées en tandem, jusqu'au moment où elles quittent, à leur tour, le sol. L'aéroplane commence alors son vol.

Pour diminuer le choc à l'atterrissage, une des roues du milieu, la roue d'avant, est rendue solidaire de l'appareil par l'intermédiaire d'un amortisseur à air et à huile.

A la fin de 1908, cet aéroplane, monté par M. Château, vola pendant plus de 300 mètres et le 17 février 1909, piloté par M. Guffroy, il effectuait en l'air un parcours de 800 mètres, à 5 mètres de hauteur; mais, en faisant un virage, l'extrémité d'une aile vint heurter un talus, ce qui provoqua le renversement et la détérioration de l'appareil; le pilote était indemne.

M. Esnault-Pelterie a construit d'autres monoplans basés sur les mêmes principes. Nous décrirons plus loin le type 1911.

Les aéroplanes que nous venons d'examiner, dans l'ordre chronologique de leurs essais et des premiers vols effectués, sont, avons-nous dit, comme des appareils d'études qui ont permis de créer les types actuels, lesquels se divisent en deux catégories principales : les *biplans* et les *monoplans*.

Nous allons examiner, dans chacune de ces catégories, les principaux modèles d'aéroplanes en commençant par les biplans, qui ont été, en réalité, les premiers appareils à l'aide desquels l'homme ait pu effectivement parcourir une certaine distance dans les airs.

Biplan Wright Bien avant que M. Santos Dumont effectuât en France son premier vol sur un aéroplane, les frères Wright, en Amérique, avaient réussi à voler.

Le 17 décembre 1903, en effet, un des frères Wright pilotant un aéroplane biplan qu'ils avaient eux-mêmes construit, parcourait une distance de 260 mètres en plein

vol, contre un vent soufflant à la vitesse de 33 kilomètres à l'heure. L'annonce de ce vol accompli en Amérique, en dehors de tout témoin, fut accueillie avec beaucoup de scepticisme en France.

Cependant, le fait était exact, et voici ce qu'écrivaient, à ce sujet, Wilbur et Orville Wright :

« Comme les expériences ont toujours été faites à nos frais, sans le secours d'aucune institution ni d'aucun particulier, nous ne nous sentons pas encore disposés à donner une reproduction ou une description détaillée de la machine.

« Le volateur Wright est une véritable machine volante. Il n'y a ni sac de gaz ni ballon d'aucune espèce, mais seulement une paire de surfaces courbes ou ailes, dont l'étendue est de 510 pieds carrés (48 mètres carrés). L'aéroplane a 40 pieds (12^m,25) d'une pointe à l'autre, transversalement, et les dimensions extrêmes d'avant à l'arrière sont de 20 pieds (6^m,12). Le poids, y compris le corps même de l'expérimentateur, dépasse un peu 745 pounds (335 kilogrammes). La machine est mise en mouvement par deux hélices placées juste derrière les ailes principales.

« La force est fournie par un moteur à gazoline, dessiné et construit par MM. Wright dans leur atelier. C'est un moteur du type dit à *quatre temps*, à quatre cylindres. Les pistons ont un alésage et une course de 4 inches (101^m/_m,5). Son poids, y compris le carburateur et le volant, est de 152 pounds (62 kilos). A la vitesse de 1.200 tours par minute, le moteur développe 16 chevaux-vapeur, avec une consommation d'un peu moins de 4 kilogr. 500 de gazoline à l'heure.

« Les ailes, quoique apparemment très légères, ont été éprouvées avec des poids atteignant jusqu'à plus de cinq fois le poids normal, et il est certain que la machine entière est une machine pratique, capable de résister aux chocs d'atterrissage répétés, et

non pas un jouet qu'il faudrait entièrement reconstruire après chaque essai. »

Le vol avait été effectué dans le comté de Dure, dans la Caroline du Nord (États-Unis). Il avait duré 59 secondes, et c'était le quatrième fait ce même jour du 17 décembre 1903, les trois autres ayant eu une durée plus courte et l'appareil étant successivement piloté pendant ces quatre essais par chacun des frères Wright.

changements que nous avons apportés à notre appareil 1904, nous n'avons obtenu aucun résultat nouveau pendant les huit premiers mois de cette année, période qui a servi aux essais de notre machine. C'est seulement le 6 septembre que nous avons réussi à battre notre record de l'année dernière qui était de 4 kilom. 500.

« L'état de liquéfaction du sol, résultat des pluies fréquentes en été, a grandement



Fig. 512. — Wilbur Wright et son aéroplane à Auvours, en 1908.

Les expériences des aviateurs américains continuèrent dans le plus grand secret, et ils s'installèrent, pour faire leurs essais, dans une vaste prairie de Springfield, dans l'Ohio, aux environs de Dayton, leur ville natale. Ces essais aboutirent à des résultats remarquables que les frères Wright rendirent publics par une lettre adressée à M. Georges Besançon, directeur de *l'Aérophile*, à Paris, dont voici les principaux passages :

« En raison d'un certain nombre de

contrarié nos expériences. Les progrès ont été néanmoins rapides, et, le 23 du mois de septembre, nous avons, pour la première fois, dépassé les 10 milles, ayant fait 17 kilom. 961 en 18 minutes 9 secondes. Le réservoir à essence aurait bien contenu une provision suffisante pour un vol de 20 minutes, mais on perd toujours un peu de temps pour prendre le départ, après que le moteur a été mis en marche.

« C'est ainsi que, le 29 septembre, a été arrêté à 19 kilom. 570 un vol que nous avions

fait en 19 minutes 55 secondes, à cause du manque d'essence.

« Le 30 septembre, un des coussinets de la transmission a chauffé, interrompant le vol après 17 minutes 15 secondes. Nous n'avions de godet à huile sur aucun des coussinets, et nous avons dû nous contenter de quelques gouttes que nous introduisions juste avant le départ et qui avaient été suffisantes pour les vols plus courts.

« Le 3 octobre, nous avons placé sur l'appareil un réservoir plus grand, d'une capacité suffisante pour un vol d'une heure.

« Toutefois, le vol, ce jour-là, fut limité à 24 kilom. 535, accomplis en 25 minutes 5 secondes, à cause de l'échauffement d'un coussinet.

« Le 4 octobre, nous avons adapté au coussinet qui nous avait donné le plus d'ennuis, un godet graisseur; mais, après être resté dans l'air 33 minutes 17 secondes, un autre coussinet s'échauffa et força l'opérateur à retourner au point de départ et à atterrir. Une distance de 33 kilom. 456 avait été couverte. Le 5 octobre, après avoir adapté un godet graisseur au seul coussinet qui ne marchait pas encore bien, nous mîmes la machine en marche. Par inadvertance, on avait oublié de faire le plein du réservoir après un essai préliminaire, et il n'a pu fournir de l'essence pour un temps plus long que 38 minutes 3 secondes, temps pendant lequel une distance de 38 kilom. 956 fut couverte.

« Tous ces vols ont été faits en cercle, en revenant et passant au-dessus des têtes des spectateurs restés au point de départ, plusieurs fois pendant le vol. L'atterrissage se faisait toujours sans la moindre avarie.

« Quoique un train routier, ainsi que la voie ferrée de la Compagnie électrique de Dayton de Springfield, passassent tout le long du champ d'expériences, nous avons pu, en choisissant notre moment, faire nos vols de 10 à 15 minutes, dans le secret le plus complet. Les fermiers voisins, seuls, ont été témoins de tous nos vols. Mais dès

que nos vols ont été plus prolongés, il nous a été impossible d'éviter le passage des trains, et la nouvelle de ce que nous faisons s'est répandue si rapidement que, dans le but d'empêcher le public de se rendre compte de l'appareil, nous avons été obligés de cesser tout d'un coup nos expériences, juste au moment où nous sentions que nous étions en mesure de rester plus d'une heure en l'air. »

Cette lettre produisit en France une certaine sensation; mais, d'une façon générale, on n'ajouta pas foi à la réalité des vols qu'elle signalait et le silence se fit sur ces expériences, tandis qu'on commençait, en France, à procéder aux essais de vol mécanique dont nous venons de parler.

Cependant, en février 1908, on apprenait que le Gouvernement américain avait commandé, à l'usage de l'armée américaine, trois aéroplanes à trois constructeurs américains; l'un d'eux était commandé aux frères Wright et devait être payé 125.000 francs, après avoir satisfait aux essais de recette imposés. Ces essais consistaient à parcourir d'abord, aller et retour, une distance de 8 kilomètres, soit au total 16 kilomètres, puis à voler pendant une heure à la vitesse de 40 milles à l'heure (64 kilom. 360) en enlevant deux personnes. Les essais devaient être contrôlés par le *Signal Corps* et être faits au fort Myer (Virginie).

Les frères Wright faisaient des expériences en vue de répondre aux conditions de ce programme, lorsqu'on apprit qu'une société française qui venait de se fonder pour l'achat des brevets Wright, offrait aux deux frères une somme de 500.000 francs pour la réalisation en France d'un programme déterminé de vols en aéroplane.

Au mois de juin 1908, Wilbur Wright arrivait en France pour faire ses expériences, tandis que son frère Orville restait en Amérique pour continuer les siennes devant le *Signal Corps*.

Wilbur Wright fit lui-même le montage

de son appareil à l'usine Bollée au Mans, et, le 8 août 1908, sur le champ de courses des Hunaudières, il démontra, publiquement, en volant avec la plus grande sûreté, l'exactitude de ce qu'il avait annoncé concernant ses vols en Amérique.

Le premier vol dura 1 minute 45 secondes et Wright exécuta des virages à droite et à gauche qui indiquaient son expérience de la manœuvre de l'aéroplane.

du Mans, que Wright s'installa pour procéder à ses essais. L'appareil fut placé transversalement, sans être démonté, sur un train de roues, et remorqué par une automobile du champ de courses des Hunaudières, au polygone d'Auvours.

Le 21 septembre 1908, Wright vola pendant 1 heure 34 minutes 25 secondes, battant tous les records, et ce vol pendant lequel il parcourut un trajet de 66 kilom. 600

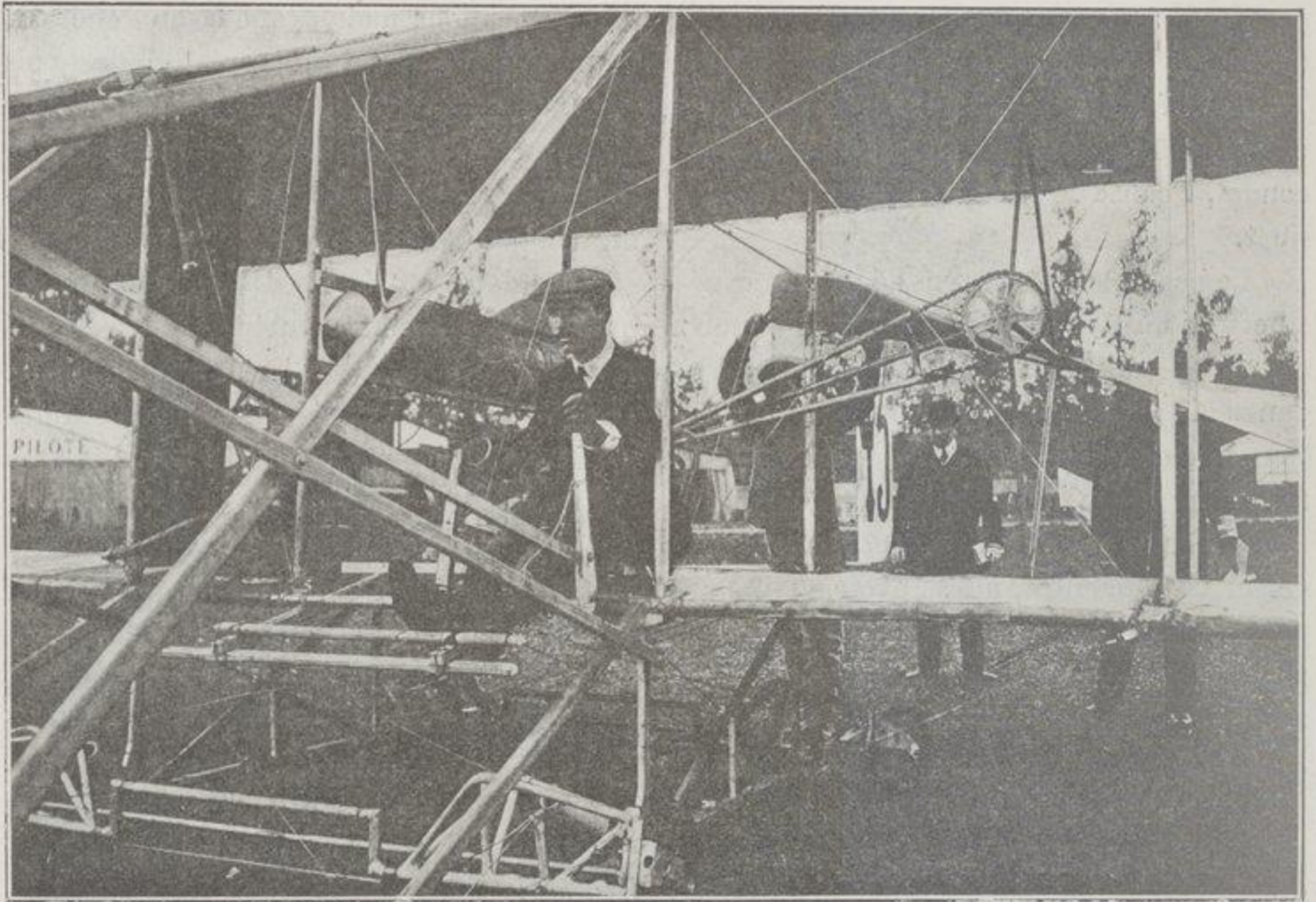


Fig. 513. — Aéroplane Wright. Organes de commande.

Son appareil ayant été ainsi mis au point, Wilbur Wright se prépara à remplir les conditions imposées par la Société française d'achat du brevet. Il s'agissait d'effectuer, à quelques jours d'intervalle, deux vols de 50 kilomètres par un vent moyen, c'est-à-dire d'une vitesse minimum de 6 mètres par seconde. L'aéroplane devait être monté par deux personnes et posséder une provision d'essence suffisante pour faire un trajet de 200 kilomètres.

C'est au camp d'Auvours, à 10 kilomètres

aurait pu être prolongé sans la tombée de la nuit. Ce vol fut officiellement contrôlé par une commission spéciale.

Le 11 octobre, Wright ayant comme passager M. Painlevé, membre de l'Institut, fit un vol d'une durée de 1 heure 9 minutes 45 secondes.

Le 18 décembre, dans le but de s'approprier la coupe Michelin, laquelle devait appartenir à l'aviateur qui aurait, le 31 décembre, parcouru en une ou plusieurs fois le plus long trajet dans les airs, Wright

vola pendant 1 heure 54 minutes 53 secondes, parcourant, pendant ce temps, une distance de 99 kilom. 800. Ce vol avait été effectué dans la matinée. Le soir, Wright gagnait le prix de la hauteur institué par l'Aéro-Club de la Sarthe, en atteignant dans son vol une altitude de 110 mètres.

Le 30 décembre, il parcourait 96 kilom. 800 dans un vol qui dura 1 heure 52 minutes 40 secondes, avec une température de 5 degrés au-dessous de zéro. Enfin, le lendemain, 31 décembre, dernier jour de vol comptant pour la coupe Michelin 1908, Wilbur Wright montant seul son aéroplane accomplit la prouesse remarquable de rester 2 heures 20 minutes 23 secondes en plein

provoqua la rupture d'un autre hauban rencontré par la seconde hélice. Le gouvernail n'étant plus maintenu, l'appareil eut un fort mouvement de roulis et s'abattit par le côté, sur le sol, d'une hauteur de 30 mètres. Il fut complètement brisé. Orville Wright eut de graves contusions qui ne mettaient pas, toutefois, sa vie en danger, mais son malheureux passager, le lieutenant Selfridge, écrasé par le moteur, expirait presque aussitôt.

Lorsque Orville Wright fut rétabli, il vint rejoindre son frère Wilbur en France, et les deux aviateurs américains s'installèrent aux environs de Pau, dans les landes de Pont-Long où ils formèrent, suivant les en-

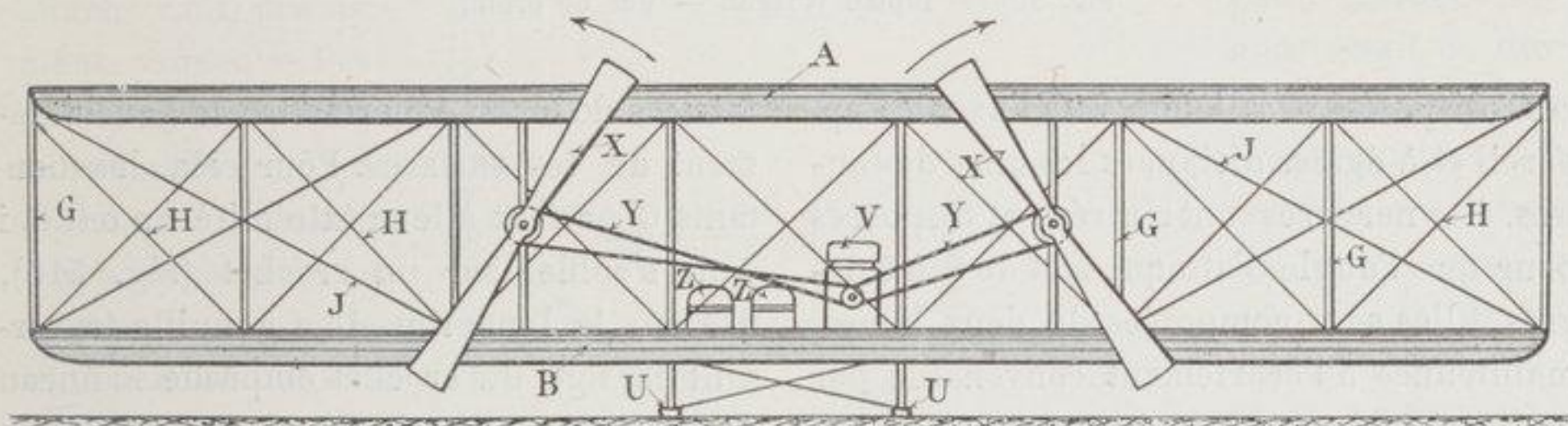


Fig. 514. — Biplan Wright. — Vue d'arrière.

vol, parcourant une distance de 124 kilomètres 700.

La coupe Michelin de 20.000 francs revenait à l'ingénieur et courageux aviateur américain qui, pour la première fois, par la durée de son vol audacieux, laissait entrevoir le brillant avenir réservé à l'Aviation.

Son frère, Orville Wright, fut moins heureux dans ses expériences. Après avoir fait devant la Commission de contrôle du *Signal Corps* plusieurs vols très réussis pour remplir le programme imposé, il prit successivement à bord, comme passagers, quelques officiers.

Le 17 septembre 1908, Orville Wright partit enlevant sur son aéroplane le lieutenant américain Selfridge. Pendant le vol, l'extrémité d'une hélice rencontra un des haubans maintenant le gouvernail de direction. Ce fil d'acier fut tranché, ce qui

gagements pris, trois élèves pilotes : le comte de Lambert, Paul Tissandier et le capitaine Lucas-Girardville. La mission des frères Wright, en France, était dès lors terminée.

Examinons maintenant l'appareil avec lequel les frères Wright purent, les premiers, se maintenir plusieurs heures en l'air.

L'aéroplane biplan Wright (Fig. 514 à 519) est constitué par deux surfaces sustentatrices A et B ayant 12^m,50 d'envergure et une longueur de 2 mètres, mesurée du bord avant au bord arrière. La surface totale des plans sustentateurs est donc de 50 mètres carrés.

Ces plans sont formés chacun d'un cadre en bois comportant, dans le sens transversal de l'appareil deux longerons C et D, distants

l'un de l'autre de 1^m,30, entretoisés à leurs extrémités par des traverses. Le longeron d'avant a 5 centimètres d'épaisseur et est fortement arrondi pour ne pas créer de la résistance à l'avancement pendant la marche de l'appareil dans l'air. Les deux longerons de chaque aile supportent 34 nervu-

des nervures au moyen de goussets. Le tissu est disposé en fil biais par rapport à la direction des longerons pour qu'il ne se détériore pas à l'usage.

Les deux plans sustentateurs sont distants de 1^m,80. Ils sont reliés par des montants qui sont assemblés avec les surfaces susten-

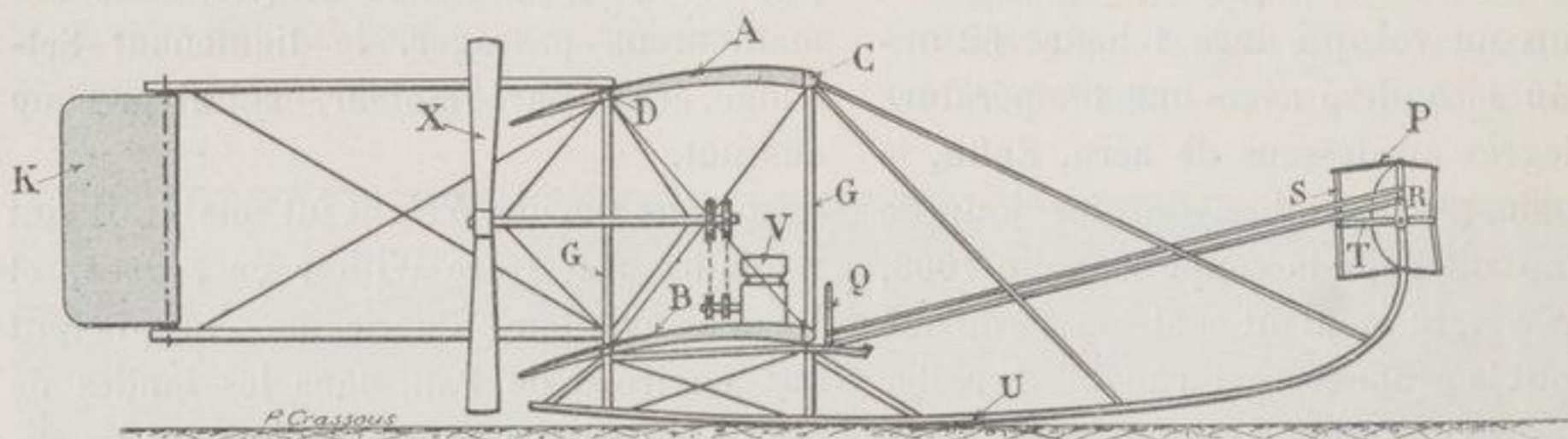


Fig. 515. — Biplan Wright. — Vue de profil.

res E disposées parallèlement à l'axe de l'appareil et à égales distances les unes des autres. Ces nervures sont cintrées et disposées pour que l'angle d'attaque soit de 8 à 9 degrés. Elles sont composées de deux lames, maintenues à l'écartement convenable par une série de cales formant entretoises. Les deux lames sont réunies en avant par une bande de tôle posée sur la partie arrondie du longeron ; elles sont flexibles à l'arrière, entre le deuxième longeron D et le bord postérieur F du plan sustentateur sur une longueur de 70 centimètres et se réunissent à leur extrémité ar-

rière. L'aile a donc une forme arrondie et a une certaine épaisseur vers l'avant, tandis qu'elle a une forme effilée vers l'arrière.

Sur le cadre en bois ainsi constitué est disposée de la toile sur les faces supérieures et inférieures. La toile du dessus est clouée au longeron d'avant et fixée à l'arrière à un tendeur en fil d'acier qui réunit les extrémités postérieures des 34 nervures. La toile de la face inférieure est également clouée en avant, mais, en outre, elle est cousue le long

traverses de façon à permettre le gauchissement de ces surfaces. Pour cela, les montants G portent à leur extrémité un œil qui peut s'enfiler sur un crochet (Fig. 516), fixé sur le longeron. Une goupille traversant la tige du crochet empêche l'anneau du montant de sortir du crochet et, de la

sorte, le montant peut prendre, par rapport aux deux plans sustentateurs, des positions différentes suivant le gauchissement de ces surfaces. Le même crochet est façonné de façon à recevoir les bouts des haubans H en acier servant à maintenir à leur distance respective les plans sustentateurs.

Ces fils d'acier sont terminés par un œillet formé par un retour du fil passant dans un petit tube de cuivre soudé sur les deux brins. Le bout libre du fil est recourbé légèrement.

Cette disposition, que nous avons précédemment indiquée, assure la solidité de l'œillet. Les haubans sont montés sans tendeur. Les tendeurs, au nombre de huit, ne sont employés que pour les fils soutenant les arbres

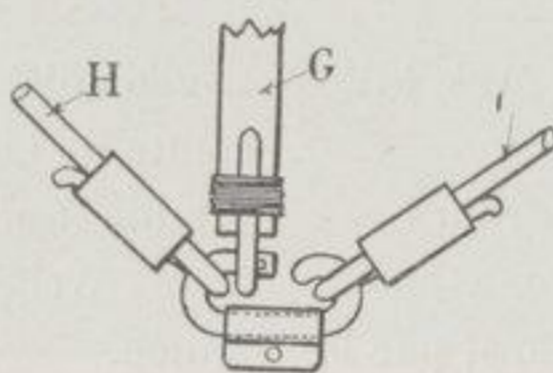


Fig. 516. — Assemblage des montants.

des hélices et les câbles entretoisant les patins.

Le gauchissement des ailes peut s'effectuer, car, ainsi que nous l'avons dit, ces surfaces sont, en avant, solidaires du longeron rigide, mais peuvent se relever ou s'abaisser vers l'arrière, grâce à l'élasticité des nervures et au montage des montants, pour donner à la surface une torsion qui permette de faire varier l'angle d'incidence des extrémités pendant un virage, par exemple. Nous avons précédemment analysé les effets de ce gauchissement (Fig. 434). Voici de quelle façon il peut être réalisé.

Un levier I (Fig. 517 et 518), manœuvré par pilote, de droite à gauche, ou inversement, provoque l'oscillation, dans le sens convenable, d'une tige horizontale coudee à angle droit. A l'extrémité de la petite branche perpendiculaire sont attachés des fils d'acier J qui passent sur des galets de renvoi pour aller se fixer, à leur extrémité, aux coins du plan sustentateur supérieur. Un autre système de fils passant sur les galets de renvoi relie les deux extrémités de la surface portante inférieure.

Lorsque l'on manœuvre le levier en le portant vers la droite, par exemple, cette manœuvre provoque une traction sur le câble J de gauche et cette traction détermine l'abaissement de l'extrémité gauche du plan supérieur. Comme cette extrémité est reliée à l'extrémité correspondante du plan inférieur par des montants, le bout du plan inférieur s'abaissera également de la même quantité. En outre, cet abaissement par l'intermédiaire du second système de fils d'acier reliant les bouts du plan inférieur, provoquera une traction sur ce fil et, par

conséquent, un mouvement de relèvement de l'extrémité opposée de l'aile d'une amplitude égale à celle de l'abaissement.

La manœuvre du levier en sens inverse déterminerait un relèvement et un abaissement dans des sens opposés des mêmes extrémités de l'aile.

On voit donc que le système de liaison des ailes flexibles permet, par un simple déplacement latéral du levier, de gauchir les extrémités de chaque aile dans des sens inverses, d'une même quantité, les bouts correspondants des deux surfaces manœuvrant simultanément.

Ce même levier I qui sert au gauchissement est utilisé aussi pour manœuvrer le gouvernail de direction. Pour cela, une tige L, portant à chacune de ses extrémités une chape, est articulée à un bout sur la branche du levier I et à l'autre bout sur un balancier horizontal M, aux extrémités duquel sont

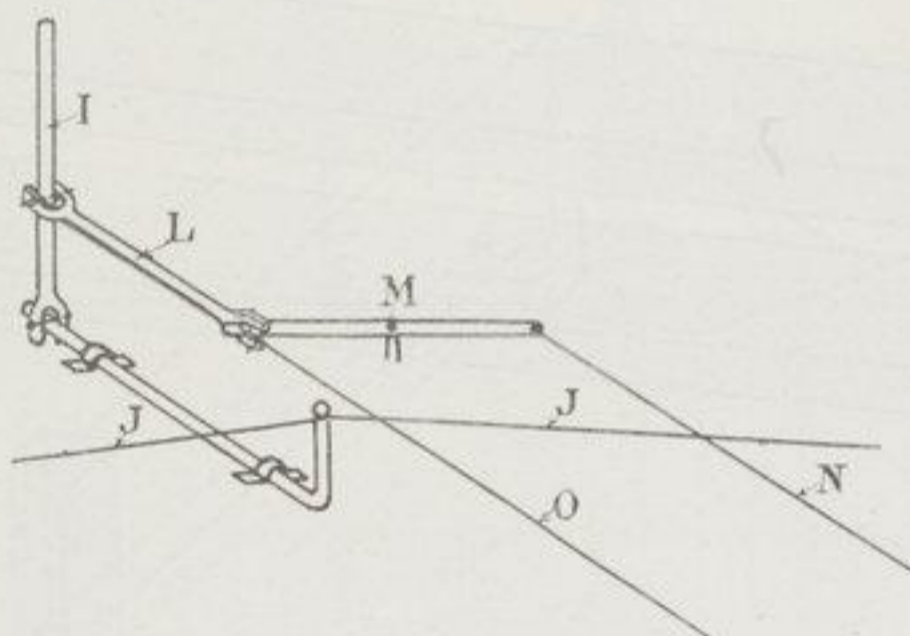


Fig. 517. — Détails du levier de gauchissement.

attachés les deux câbles N et O qui commandent le mouvement du gouvernail.

Alors que pour commander le gauchissement, le levier I se déplace de droite à gauche ou inversement, pour commander le gouvernail de direction K, il se déplace de l'avant vers l'arrière ou inversement. Chacune des deux manœuvres peut être faite indépendamment de l'autre, grâce à la disposition adoptée, de sorte que lorsque le levier I est poussé vers l'avant, la tige coudee de gauchissement n'oscille pas ; c'est le levier qui oscille autour d'un axe placé à son extrémité. Par contre, la tige L est entraînée dans le même sens que le levier I. Son mouvement détermine l'oscillation du balancier M autour de son axe et un des câbles O tire sur le gouvernail de direction, tandis

que l'autre câble N relié également au gouvernail, mais du côté opposé, se déplace en sens inverse.

La manœuvre opposée du levier I déterminerait l'oscillation du gouvernail dans le sens opposé.

On peut aussi, par la manœuvre oblique du levier I, commander à la fois le gauchissement et le gouvernail de direction.

Le gouvernail de direction K est constitué par deux surfaces parallèles disposées verticalement à 2^m,75 à l'arrière des plans sustentateurs; ces surfaces de 1^m,80 de hauteur et de 0^m,50 de largeur sont espacées de

Les deux surfaces sont distantes de 0^m,90.

La manœuvre du gouvernail de profondeur se fait à l'aide d'un levier indépendant du premier. Ce levier Q (Fig. 515), placé à la gauche du pilote, peut osciller de l'avant à l'arrière et inversement. Pendant ces mouvements, il pousse ou tire une tige en bois qui agit à l'extrémité d'un petit levier R solidaire d'un tube en acier, lequel porte des bielles T, articulées, à leur extrémité, à des tiges S supportant les plans du gouvernail.

Lorsque le levier est à sa position verticale de repos, les surfaces du gouvernail de profondeur ont une légère courbure convexe.

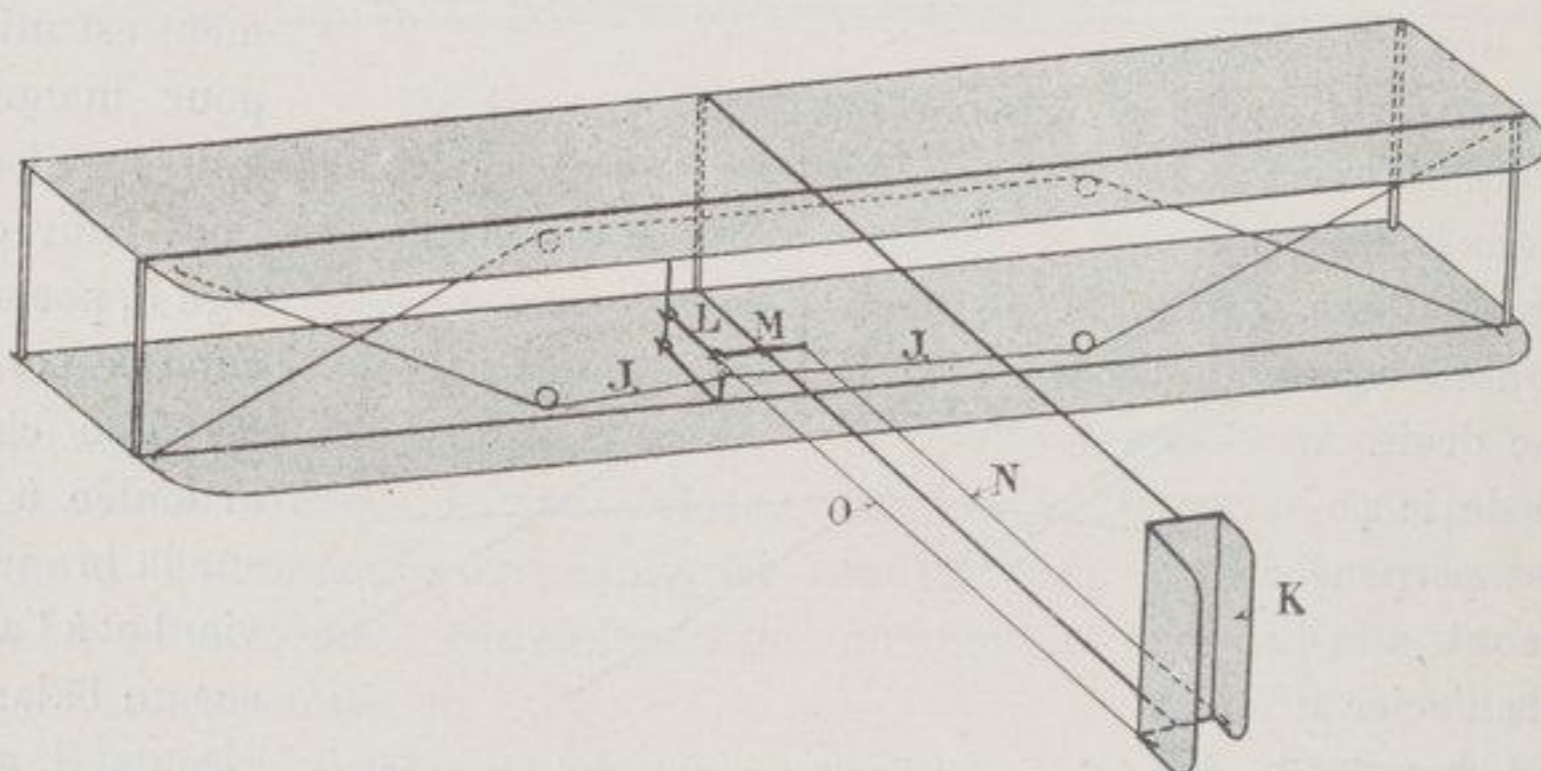


Fig. 518. — Vue perspective montrant la manœuvre de gauchissement des ailes du gouvernail de direction.

0^m,50. Elles sont reliées rigidement entre elles et oscillent autour d'un axe vertical. Elles sont supportées par un dispositif rigide fixé aux surfaces, et entretoisées par des fils en acier. Le gouvernail, cependant, peut, dans le cas où il prend contact avec le sol avant les patins, lors de l'atterrissage, se relever sans se briser, par suite de la disposition à ressort de l'un des fils d'acier. En avant des surfaces portantes est placé le gouvernail de profondeur P. Ce gouvernail est constitué par deux plans superposés de 5^m,25 de longueur et de 0^m,80 de largeur. Chacun des plans est formé de 13 nervures flexibles reliées à leur extrémité par une latte de bois rigide. Chaque surface du gouvernail se termine en forme de pointe à droite et à gauche.

Quand le levier est poussé en avant, la tige de bois agit, par l'intermédiaire du levier R, sur les bielles T, mais comme ces bielles ont des longueurs différentes en avant et en arrière de leur centre d'oscillation, il s'ensuit que les tiges S parcourent une course ascendante vers l'arrière, plus grande que la course descendante des tiges d'avant. Les surfaces du gouvernail prennent donc une forme incurvée, mais concave, ce qui convient pour empêcher l'aéroplane de se cabrer. Lorsque le levier est tiré vers l'arrière, la courbure des surfaces est plus convexe que lorsque le levier est vertical. Cette manœuvre se fait pour provoquer la montée de l'appareil.

On voit donc que non seulement l'en-

semble du gouvernail de profondeur oscille en avant ou en arrière, selon la manœuvre du levier, mais encore que ses surfaces prennent une courbure variable suivant cette oscillation même.

Entre les deux surfaces du gouvernail sont fixés deux plans verticaux en forme de demi-cercle destinés à offrir une résistance

tent les tiges sur lesquelles est monté le gouvernail de profondeur. A l'arrière, ils se prolongent sur une longueur d'environ 50 centimètres. Quatre montants relient les patins à la surface sustentatrice inférieure. Ces montants sont entretoisés et réunis au moyen de feuilles de tôle et de boulons. Les patins servent à amortir le choc lors de

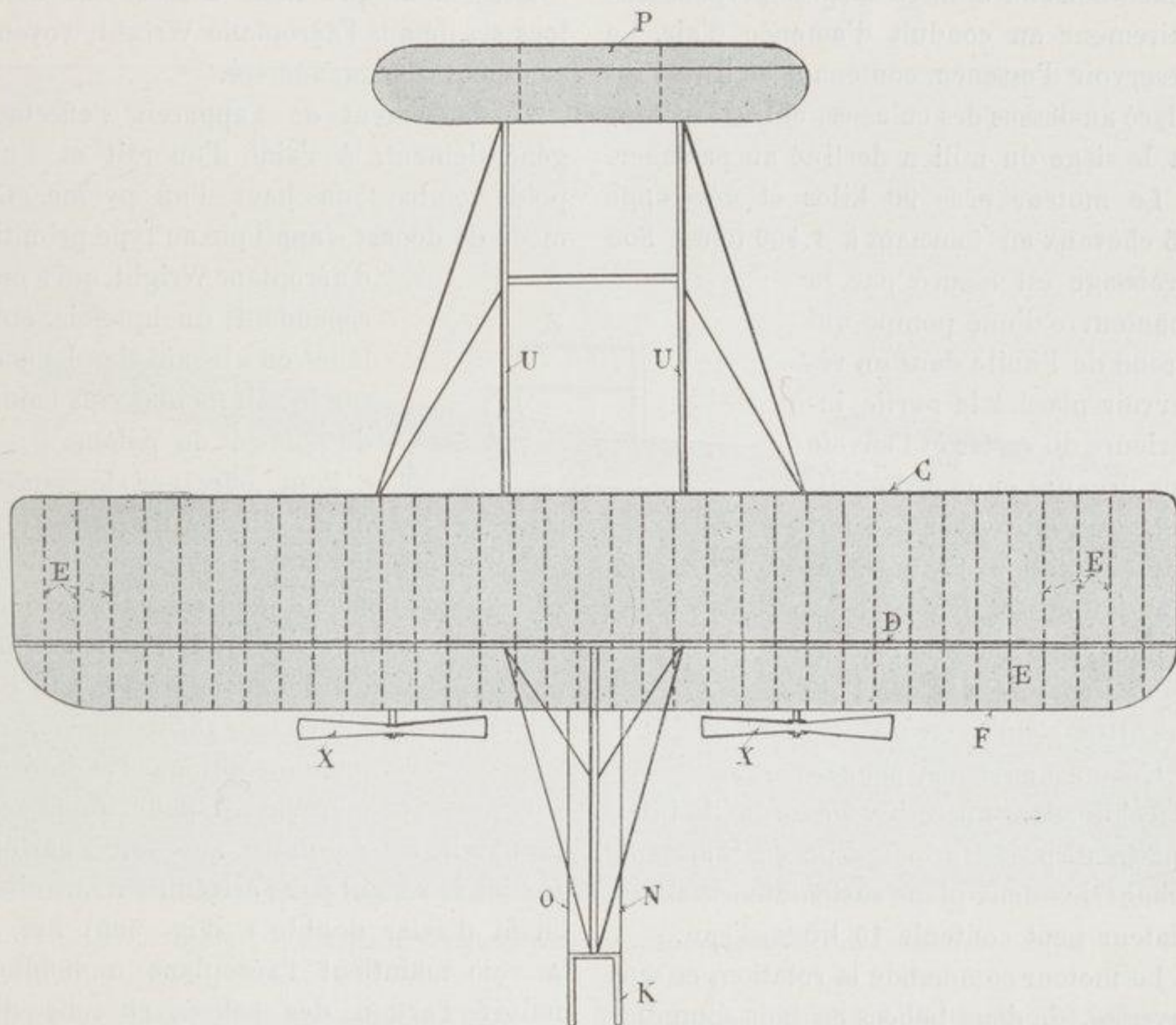


Fig. 519. — Biplan Wright. Vue en plan.

latérale à l'air pendant un virage et d'empêcher le *dérapiage*. Ces plans sont solidaires et placés à l'extrémité recourbée des patins U.

Les patins, au nombre de deux, sont constitués par des longerons faits en sapin d'Amérique de 6 centimètres de largeur, 5 d'épaisseur et de 6^m,50 de longueur. Ils sont à une distance de 2 mètres l'un de l'autre, sont recourbés vers l'avant et por-

l'atterrissage de l'appareil, grâce à l'élasticité que possède l'ensemble du dispositif ainsi établi.

Voilà donc les éléments qui constituent l'aéroplane Wright. Il nous reste à examiner les organes moteurs et propulseurs.

Le moteur V comporte quatre cylindres verticaux fixes. Les pistons ont un diamètre de 106^m/_m et une course de 102^m/_m. Il est du type à *quatre temps*. Les soupapes d'aspi-

ration ont un fonctionnement automatique ; les soupapes d'échappement sont commandées. La culasse de chaque cylindre porte les soupapes et la bougie d'allumage. Le courant d'allumage est fourni par une magnéto à haute tension.

L'alimentation s'effectue à l'aide d'une pompe placée dans le carter qui envoie l'essence dans un ajutage disposé perpendiculairement au conduit d'amenée d'air. Le réservoir d'essence, contenant 50 litres, est placé au-dessus des culasses, entre le moteur et le siège du milieu destiné au passager.

Le moteur pèse 90 kilos et développe 25 chevaux en tournant à 1.400 tours. Son graissage est assuré par la manœuvre d'une pompe qui prend de l'huile dans un réservoir placé à la partie inférieure du carter et l'envoie aux organes en mouvement.

Le refroidissement se fait par circulation d'eau. Cette circulation s'obtient par la manœuvre d'une pompe centrifuge commandée par l'arbre du moteur.

L'eau est envoyée, pour se refroidir, dans un *radiateur* formé de tubes aplatis disposés le long d'un des montants reliant les deux plans sustentateurs. Ce radiateur peut contenir 10 litres d'eau.

Le moteur commande la rotation, en sens inverses, de deux hélices en bois d'un diamètre de 2^m,60.

Pour cela, en bout de l'arbre du moteur sont montés deux pignons dentés. Chacun de ces pignons donne, par l'intermédiaire d'une chaîne Z, un mouvement de rotation à une roue dentée disposée, au-dessus, sur un axe solidaire d'une hélice X. Les roues ont un diamètre plus grand que les pignons, de façon que les hélices tournent à une vitesse moins grande que l'arbre du moteur.

Les chaînes qui transmettent le mouvement passent dans des tubes qui les

empêchent de sauter de leur roue dentée, ce qui aurait pour résultat de provoquer l'arrêt d'une hélice, arrêt qui nuirait considérablement à la stabilité de l'appareil. Une des chaînes est croisée, et l'autre est droite, pour que les mouvements de rotation donnés aux hélices puissent s'effectuer dans des sens opposés.

Maintenant que nous connaissons dans tous ses détails l'aéroplane Wright, voyons comment il se manœuvre.

Le lancement de l'appareil s'effectue, généralement, à l'aide d'un rail et d'un poids tombant du haut d'un pylône. Ce mode de départ s'applique au type primitif d'aéroplane Wright, qui a pu, cependant, quelquefois, être lancé en glissant simplement sur le rail incliné sans l'aide du poids et du pylône.

Pour effectuer le lancement à l'aide du rail et du pylône, l'aéroplane est placé sur un petit chariot qui roule sur le rail, dont la longueur est de 21 mètres et qui est fait en bois garni d'une mince lame métallique. Les hélices

sont mises en marche et pour maintenir l'appareil en équilibre sur son chariot, un aide le retient par l'extrémité d'une aile. Un fil d'acier double *c* (Fig. 520) fixé à la voie maintient l'aéroplane immobile, malgré l'action des hélices et celle du poids de 700 kilogrammes placé en haut du pylône et pouvant tomber d'une hauteur de 5 mètres. Pour libérer l'appareil, le pilote opère le déclenchement du dispositif d'accrochage représenté par la figure 520. Ce dispositif comporte un levier *d* muni en bout d'une sorte de taquet *e* qui repose, lors de l'accrochage, contre une lame *a* sollicitée à osciller de la gauche vers la droite par l'action d'un ressort-lame *b*. L'extrémité du levier et son taquet passent dans une ouverture ménagée dans la

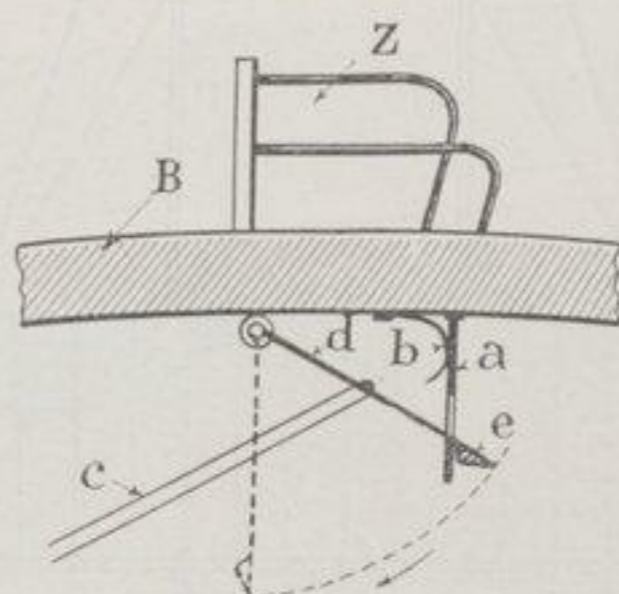


Fig. 520. — Système de décrochage.

lame *a*. Le câble de retenue *c* à double brin passe sur la branche du levier, et l'appareil ne peut partir tant que ce levier est engagé dans l'ouverture de la plaque *a*. Ce dispositif est placé au-dessous du siège *Z* du pilote, situé sur le plan sustentateur inférieur *B*, de sorte que l'aviateur, pour partir, remonte l'extrémité du levier muni d'un taquet. Cette manœuvre se fait à la main.

de profondeur au début du mouvement de l'appareil sur le rail, une position qui permette de maintenir l'aéroplane appliqué sur le rail sur presque toute sa longueur.

Ce n'est qu'au moment où l'aéroplane va quitter ce rail que le gouvernail de profondeur est orienté en sens inverse, c'est-à-dire placé pour faciliter l'essor de l'aéroplane.

Les deux leviers de manœuvre placés l'un

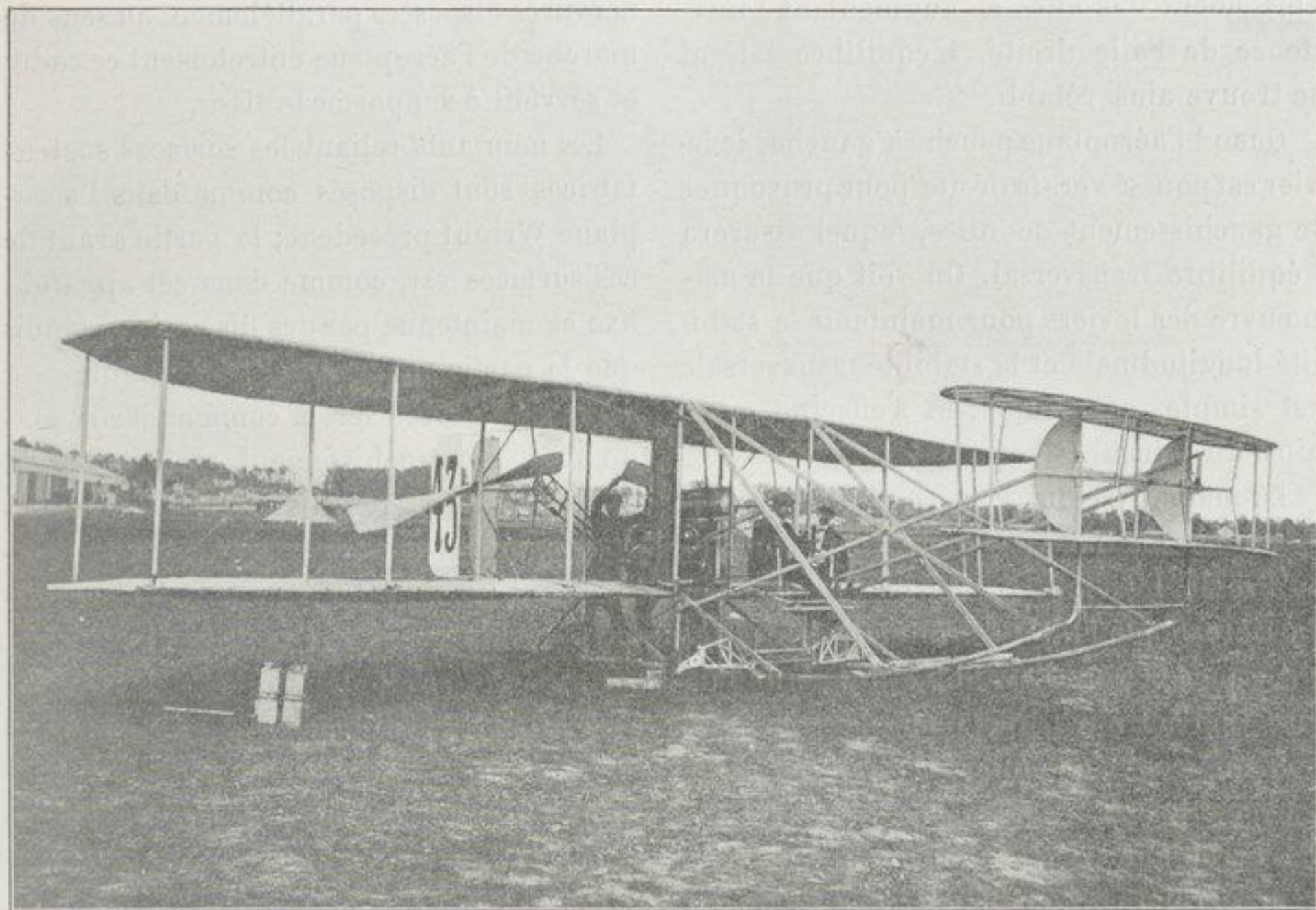


Fig. 521. — Aéroplane Wright à train de roues porteuses. Vue d'ensemble.

Lorsque le taquet se présente en face de l'ouverture ménagée dans la plaque *a*, cette plaque, sous l'action du ressort *b*, oscille vers la droite; elle libère le taquet et le levier tombe pour se placer dans une position verticale. Le câble *c* glisse alors le long du levier et l'appareil peut s'élancer sur son rail. Le poids de 700 kilos tombe avec un mouvement accéléré donnant à l'appareil une vitesse croissante qui favorise le départ. Aussitôt que l'appareil démarre, l'aide lâche le bout de l'aile. Pour effectuer la manœuvre de départ, on donne au gouver-

à la gauche, l'autre à la droite du pilote, sont disposés de façon à être maintenus constamment dans une position verticale afin d'assurer la stabilité de l'aéroplane.

Le levier qui est placé à gauche et qui commande la manœuvre du gouvernail de profondeur, se trouve, en effet, incliné en avant lorsque l'aéroplane *pique du nez*; en le tirant en arrière, pour le remettre vertical, on provoque le *redressement* de l'appareil. Quand, au contraire, l'appareil se *cabre*, le levier se trouve incliné vers l'arrière. Pour le remettre vertical, on le

pousse en avant, et ce mouvement permet de rétablir l'équilibre.

Le second levier, placé à droite, sert à assurer la *stabilité latérale*. Lorsque l'aéroplane penche vers la droite, ce levier, qui doit être constamment maintenu perpendiculaire aux surfaces portantes, se trouve incliné également vers la droite. En le manœuvrant latéralement pour le ramener à sa position verticale, on provoque le gauchissement des ailes en augmentant l'incidence de l'aile droite. L'équilibre latéral se trouve ainsi rétabli.

Quand l'aéroplane penche à gauche, le levier est poussé vers la droite pour provoquer le gauchissement des ailes, lequel assurera l'équilibre transversal. On voit que la manœuvre des leviers pour maintenir la stabilité longitudinale et la stabilité transversale est simple, en somme, et s'effectue, pour ainsi dire, instinctivement.

La manœuvre du gouvernail de direction est moins instinctive. Pour virer à gauche, on tire le levier de droite de l'avant vers l'arrière, et pour virer à droite, au contraire, on le pousse vers l'avant. Le gouvernail de direction se trouve ainsi placé dans la position qui convient pour virer dans le sens convenable.

L'aéroplane Wright a été modifié d'abord pour permettre son départ sans l'aide du poids et du pylône. Un train de roues porteuses a été ajouté à l'arrière des patins (Fig. 521). Ces roues facilitent le départ, l'aéroplane pouvant ainsi rouler sur le sol; les patins constituent les dispositifs amortisseurs lors de l'atterrissage.

La *Société de Constructions Aéronautiques Astra*, qui construit des aéroplanes Wright, a modifié la disposition de certains organes de ces appareils.

L'aéroplane est toujours constitué par deux plans sustentateurs, reliés par des montants en bois. Ces deux plans sont à un écartement de 1^m,70. A la différence de

l'aéroplane Wright que nous venons de décrire et qui porte le gouvernail de profondeur placé en avant, le *biplan Astra* a son gouvernail de profondeur placé à l'arrière des surfaces sustentatrices.

Il est conjugué avec un plan stabilisateur, placé également à l'arrière.

Les plans sustentateurs sont constitués chacun, par un cadre de bois formé de deux longerons dans le sens de l'envergure. Des nervures disposées parallèlement au sens de marche de l'aéroplane entretoisent ce cadre et servent à supporter le tissu.

Les montants reliant les surfaces sustentatrices sont disposés comme dans l'aéroplane Wright précédent; la partie avant de ces surfaces est, comme dans cet appareil, fixe et maintenue par des fils croisés, tandis que la partie arrière peut se gauchir.

Un seul levier sert à commander la manœuvre de gauchissement et celle de la surface arrière formant stabilisateur. Ces deux manœuvres peuvent s'effectuer successivement ou simultanément, le levier pouvant osciller dans tous les sens.

Sur ce levier est placé, en outre, un volant permettant de manœuvrer le gouvernail de direction.

Cet aéroplane ne comporte qu'une seule hélice au lieu de deux.

Cette hélice est montée directement sur l'axe d'un moteur de 55 chevaux.

Par suite de cette disposition, les roues dentées et les chaînes servant à transmettre le mouvement de rotation aux deux hélices de l'aéroplane Wright du type primitif, sont supprimées.

Les commandes des organes sont doublées, de façon que chacun des deux passagers que peut enlever l'appareil puisse à volonté prendre la direction et effectuer la manœuvre de l'aéroplane.

Le châssis d'atterrissage est formé par des patins portant, montés élastiquement sur eux, des roues servant à faciliter le départ.

Biplan Maurice Farman (Fig. 522 à 526.) C'est avec cet appareil que l'aviateur Eugène Renaux, parti le 7 mars 1911 de l'aérodrome de Buc, emmenant avec lui un passager observateur, M. Senouque, atterrit au sommet du Puy-de-Dôme, à une altitude de 1.463 mètres, après avoir parcouru 360 kilomètres en 5 heures 10 minutes 46 secondes.

Le biplan Maurice Farman se compose

A l'arrière des surfaces sustentatrices est disposée une poutre C dont la section rectangulaire a des dimensions de plus en plus réduites au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de ces surfaces. Les quatre membrures formant les longerons sont incurvées en allant vers l'arrière.

A l'extrémité arrière de cette poutre C sont disposés deux panneaux D et E super-

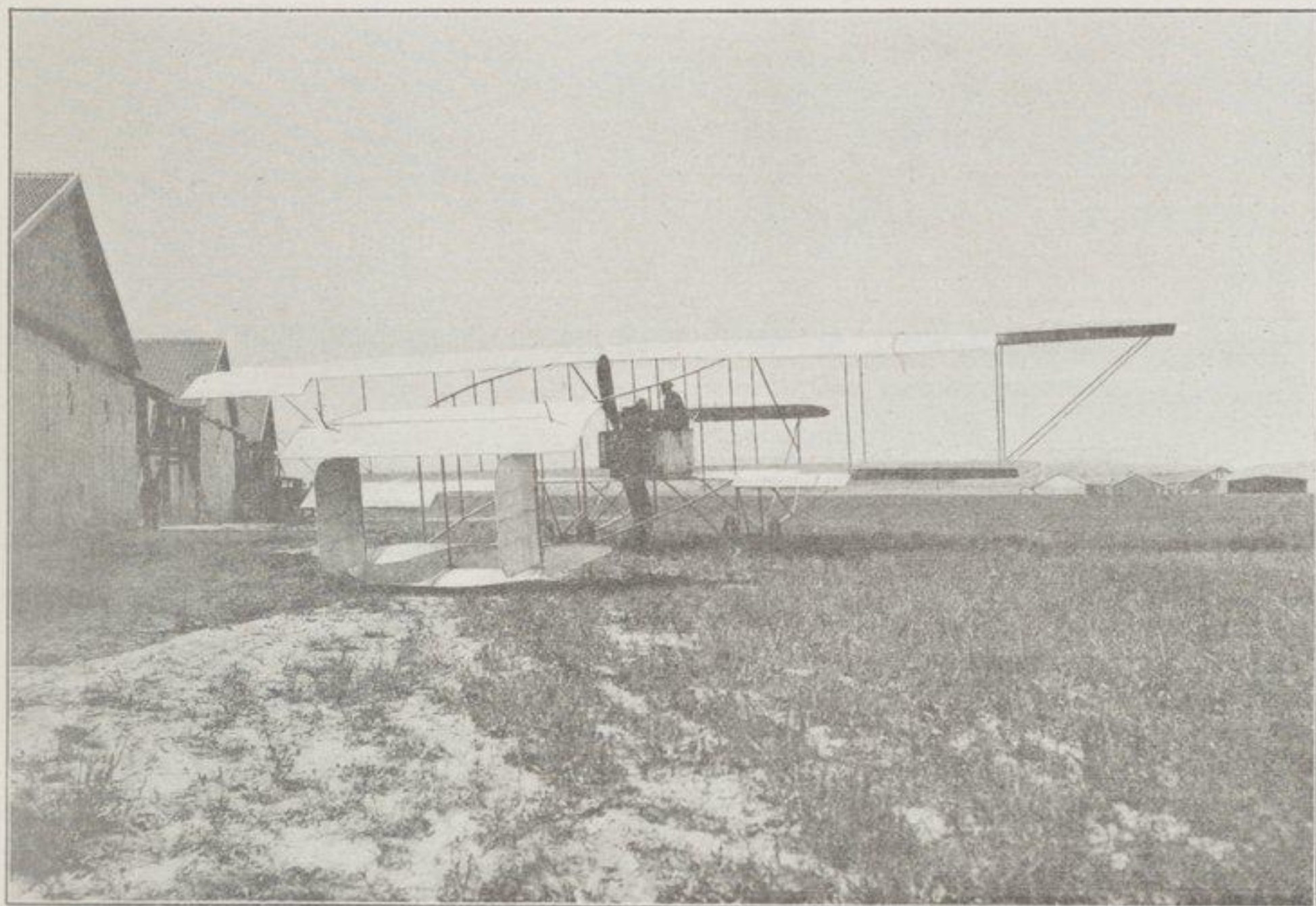


Fig. 522. — Biplan Maurice Farman. Vue d'arrière.

de deux surfaces portantes A et B (Fig. 524) superposées et placées à une distance de 1^m,50 l'une de l'autre. L'envergure de la surface supérieure est de 16 mètres, tandis que l'envergure de la surface inférieure est de 14^m,50.

La longueur de ces surfaces prise dans le sens de l'axe de l'appareil est de 2 mètres. La surface totale portante est de 61 mètres carrés. Les plans sustentateurs ont une forme légèrement incurvée; en projection horizontale, ils ont une forme rectangulaire, les coins étant arrondis.

posés et fixes. Le panneau supérieur D a une envergure de 3^m,50 et le panneau inférieur E a une envergure de 2^m,50. La longueur de ces plans sustentateurs d'arrière dans le sens de la poutre est de 2 mètres.

Cette cellule, formée des deux plans sustentateurs, constitue l'*empennage arrière*. Le gouvernail de direction F est placé verticalement, derrière cette cellule stabilisatrice. Ce gouvernail est constitué par deux panneaux recouverts de toile, disposés parallèlement et accouplés de façon à pouvoir osciller autour d'axes verticaux par la

traction de câbles de commande en acier, aboutissant à deux pédales placées sous les pieds du pilote.

La stabilisation longitudinale est assurée par un gouvernail de profondeur G placé à l'avant de l'appareil et pouvant osciller autour d'un axe horizontal supporté à l'extrémité antérieure des patins H de l'aéroplane.

gouvernail est un plan de 3^m,50 d'envergure, de 0^m,50 de longueur, qui peut pivoter autour d'une charnière fixée en bout de la surface D.

Les deux câbles J et K qui rendent solitaires les mouvements des deux gouvernails de profondeur G et I sont croisés, de telle façon que les actions de ces gouvernails se compensent en partie. Cette disposition

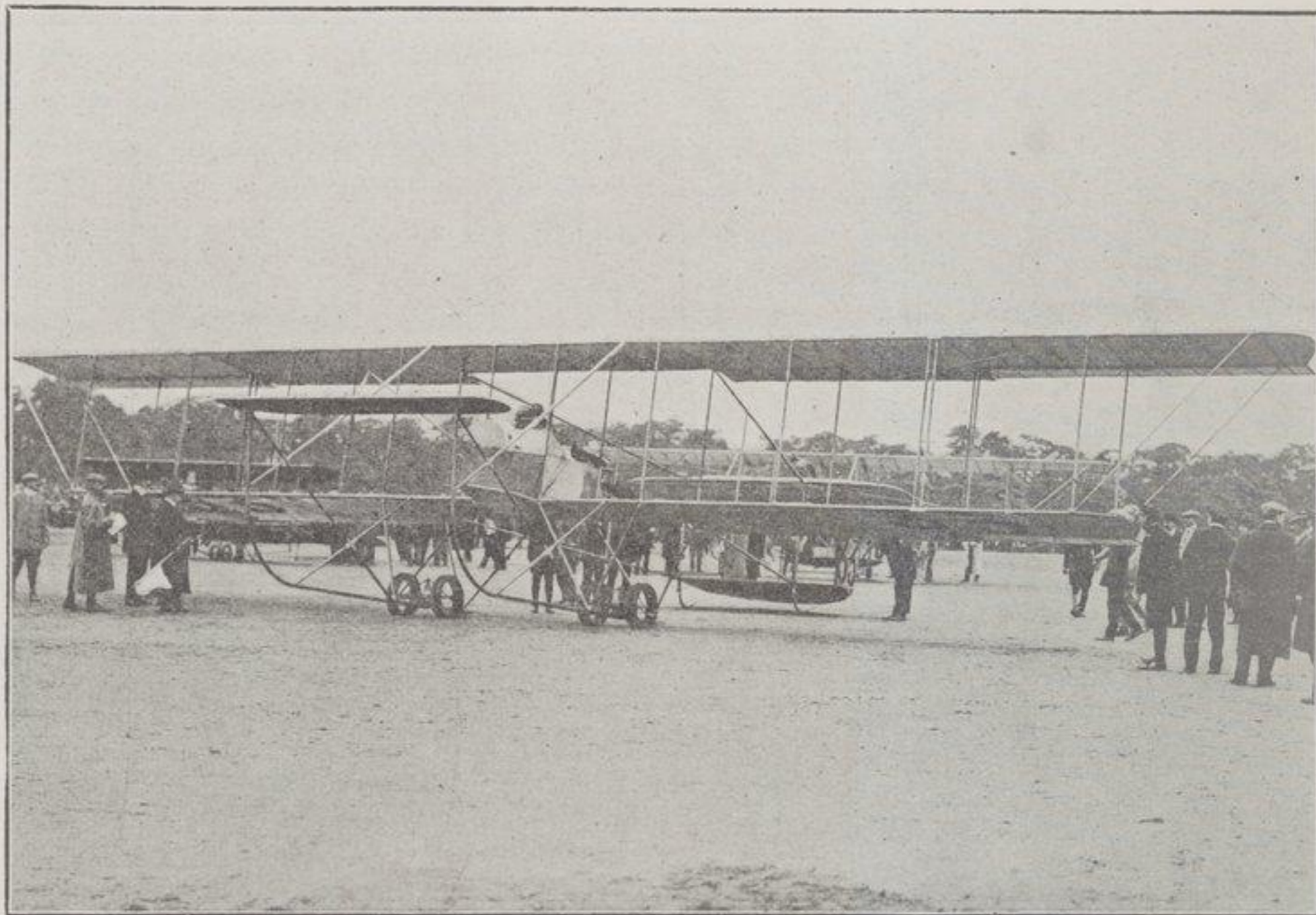


Fig. 523. — Biplan Maurice Farman. Vue d'avant.

Ce gouvernail est un panneau rectangulaire, dont les coins sont arrondis, qui a 4 mètres d'envergure et 0^m,80 mesurés de l'avant vers l'arrière. La manœuvre de ce gouvernail s'effectue au moyen d'un volant que l'on pousse ou que l'on tire. Ces mouvements sont transmis au gouvernail par l'intermédiaire de bielles rigides articulées.

Le gouvernail de profondeur G est relié, par des câbles en acier, à un plan I faisant office de gouvernail de profondeur auxiliaire et placé à l'arrière de la surface supérieure D de la cellule d'empennage. Ce second

permet de donner une grande souplesse à la manœuvre destinée à assurer la stabilisation longitudinale.

La stabilisation transversale est obtenue au moyen de quatre ailerons L placés chacun à un coin des surfaces portantes et à l'arrière. Ces ailerons peuvent osciller autour d'axes horizontaux. Cette manœuvre se fait par l'intermédiaire de câbles qui sont actionnés par une poulie montée sur l'arbre portant le volant de manœuvre placé au-devant du pilote.

Les quatre ailerons sont commandés de

façon à ce que les deux ailerons du même côté manœuvrent ensemble, tandis que les deux ailerons opposés manœuvrent en sens inverse. Cette manœuvre remplace le gauchissement des ailes réalisé dans le biplan Wright.

mécaniquement par un arbre portant les cames. L'alimentation du moteur est faite au moyen d'un carburateur à débit automatique comportant un dispositif de réchauffage pour assurer une carburation régulière, même par temps froid.

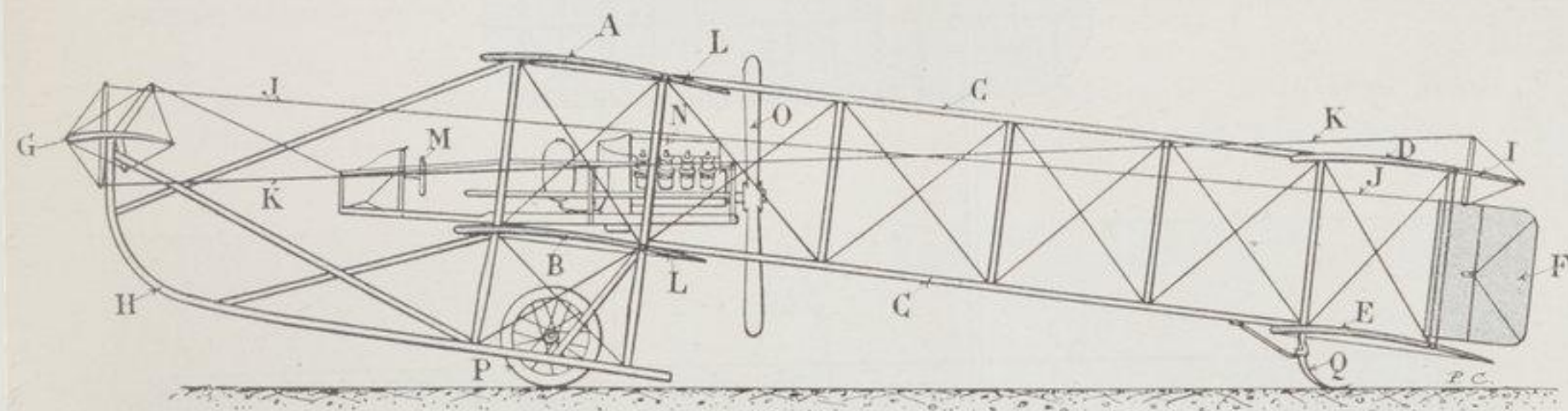


Fig. 524. — Biplan Maurice Farman. Vue de profil.

Donc, en résumé, la stabilisation longitudinale et la stabilisation latérale sont obtenues par la manœuvre du volant M, en le poussant ou le tirant dans le premier cas, et en le faisant tourner, dans le second cas. La direction est obtenue en appuyant sur

L'allumage s'effectue par magnéto et bougies.

La vitesse de rotation du moteur, en marche normale, est de 1800 tours par minute.

L'hélice O est commandée par ce moteur,

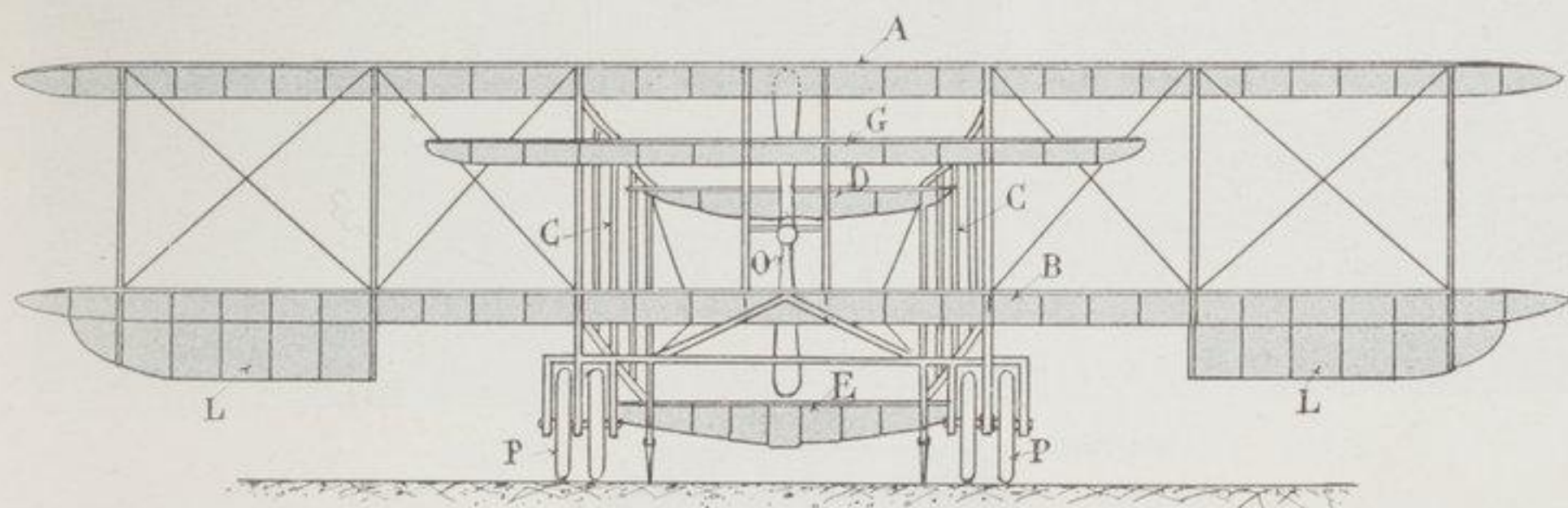


Fig. 525. — Biplan Maurice Farman. Vue de face.

les pédales droite ou gauche placées sous les pieds.

Les organes moteur et propulseur se composent d'un moteur Renault N de 60 chevaux comportant 8 cylindres de 90^m/_m d'alésage disposés en forme de V. La course des pistons est de 120^m/_m. Les cylindres portent des ailettes qui assurent leur refroidissement.

par l'intermédiaire d'engrenages qui réduisent sa vitesse de rotation de moitié, de sorte que cette hélice ne tourne qu'à raison de 900 tours par minute. L'hélice du type *intégrale Chauvière* a un diamètre de 2^m,85 et un pas de 1^m,70.

Le dispositif de départ et d'atterrissage de l'appareil est composé de deux paires de roues munies de pneumatiques. Chaque paire de roues P est placée à cheval sur un

Toutes les soupapes sont commandées

patin de bois H qui se recourbe fortement en avant.

Une liaison élastique relie chaque paire de roues aux patins. Ceux-ci sont espacés de

cées, au-dessous de la cellule d'empennage, des crosses-béquilles Q montées élastiquement, qui, lors de l'atterrissage, amortissent le choc et forment frein.

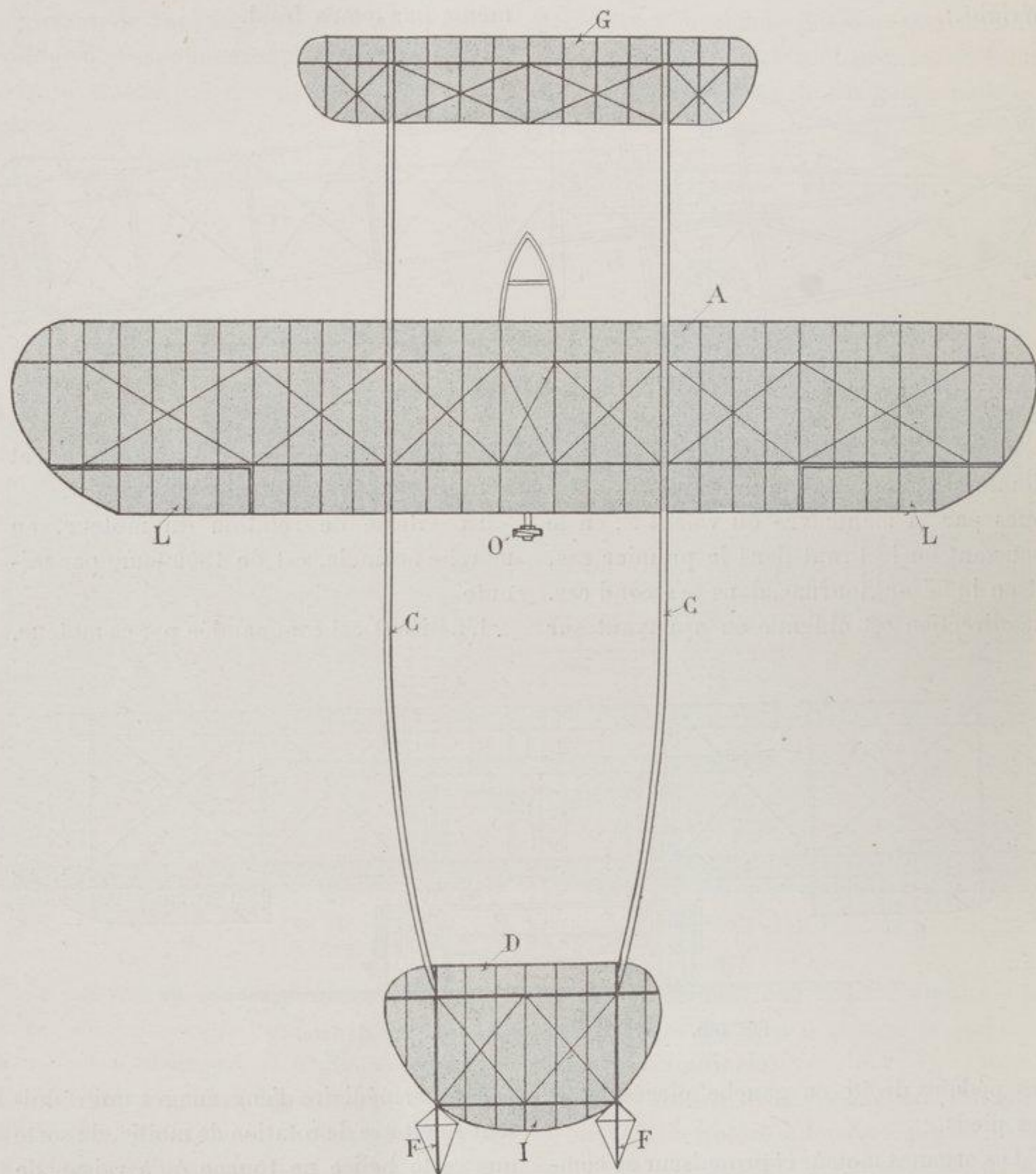


Fig. 526. — Biplan Maurice Farman. Vue en plan.

3^m,10, ce qui donne une bonne assise à l'appareil posé sur le sol; ils remontent très haut, en avant, pour supporter le tourillon du gouvernail de profondeur.

A l'arrière de l'aéroplane se trouvent pla-

Le moteur est placé sur un fuselage de section rectangulaire, lequel repose sur la surface sustentatrice inférieure et qui est assemblé, à l'aide de cornières métalliques, avec les longerons inférieurs de la poutre

formant queue. Le même fuselage porte, en avant, le siège du pilote et en arrière celui du passager. Il supporte, en outre, les réservoirs d'essence pouvant contenir 140 litres et la provision d'huile.

Le poids total de l'appareil monté, avec essence et huile, est de 785 kilogrammes.

Biplan Henri Farman (Fig. 527 à 530.) C'est avec cet appareil piloté par son cons-

aérien effectué dans des conditions particulières qui obligèrent à laisser l'appareil campé pendant deux nuits en pleine campagne, hors de tout hangar.

Le succès de ce voyage eut pour pendant un autre grand succès remporté par Paulhan, quelques jours après, dans le raid Londres-Manchester.

Le journal anglais le *Daily-Mail* avait fondé un prix de 250.000 francs destiné à

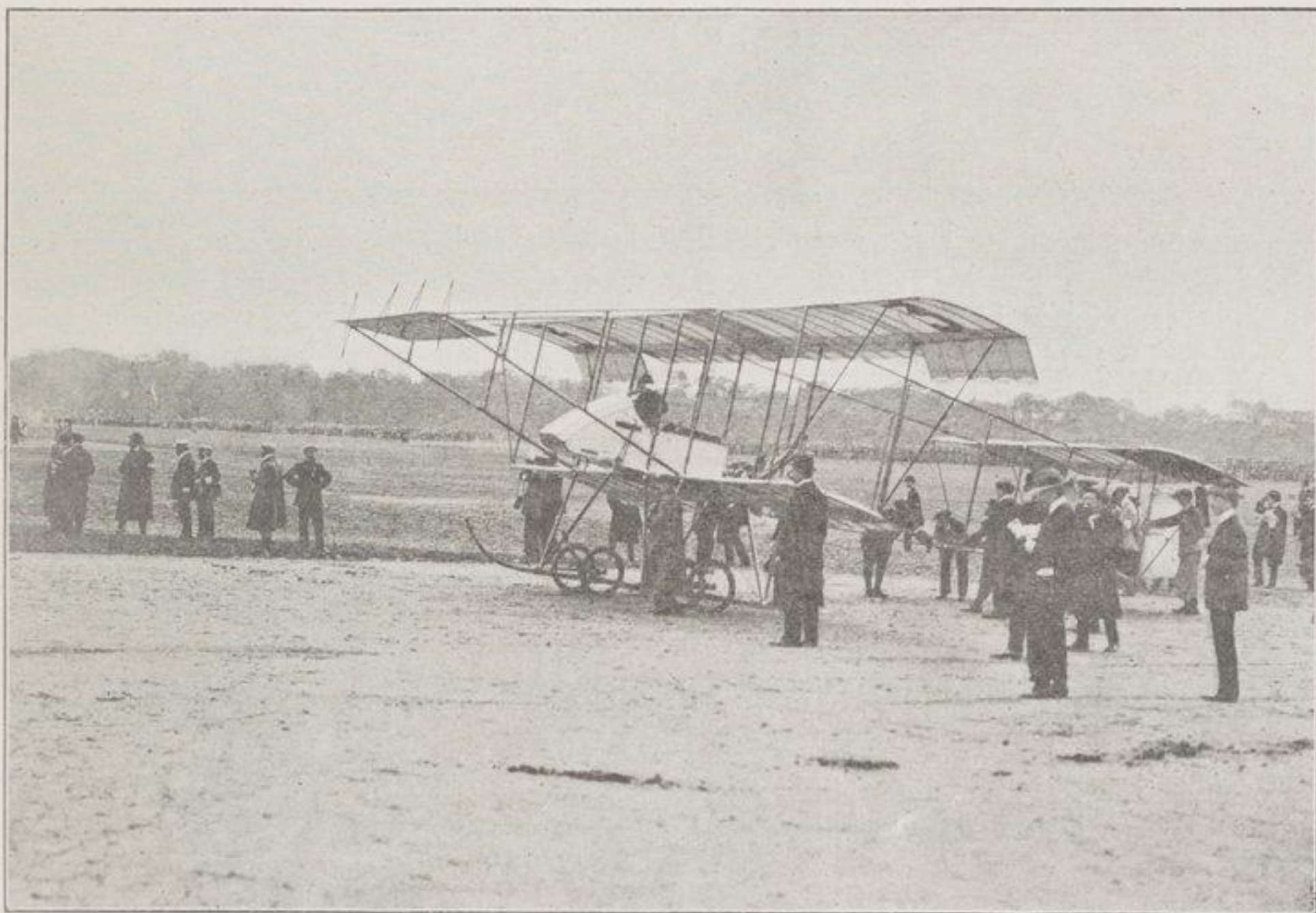


Fig. 527. — Biplan Henri Farman. Vue d'ensemble.

tructeur même que fut effectué, les 17, 18 et 19 avril 1910, un voyage de ville à ville d'une longueur totale de 298 kilomètres environ, en trois étapes.

Le 17 avril, Henri Farman allait d'Étampes à Chevilly en emmenant un passager à bord; le lendemain Paulhan, pilotant l'appareil, volait de Chevilly à Arcis-sur-Aube, et le 19 avril, il partait d'Arcis-sur-Aube pour atterrir à Mourmelon, au camp de Châlons.

C'était le premier voyage au long cours

l'aviateur qui effectuerait le trajet Londres-Manchester qui est de 298 kilomètres, dans le délai maximum de 24 heures, deux escales étant permises.

Un aviateur anglais, Graham White, avait, les 23 et 24 avril, vainement tenté de gagner le prix Paulhan, le 27 avril, partait de Londres, atterrissait ce jour-là à Lichfield après avoir parcouru 188 kilomètres et le lendemain matin 28 avril, partait à l'aube et parcourait les 110 kilomètres qui le séparaient de Manchester, s'attribuant

ainsi le prix pour un trajet de 298 kilomètres fait en 4 heures 12 minutes de vol réel.

Le biplan Henri Farman se compose de deux surfaces sustentatrices superposées A et B (Fig. 528). Ces surfaces ont une forme incurvée et sont constituées par des cadres

de direction G. Ce gouvernail se compose de deux surfaces pivotant autour d'un axe vertical.

Le gouvernail de profondeur H est disposé à l'avant et supporté par une poutre à l'extrémité de laquelle est placé, entre les deux flasques, l'axe d'oscillation horizontal

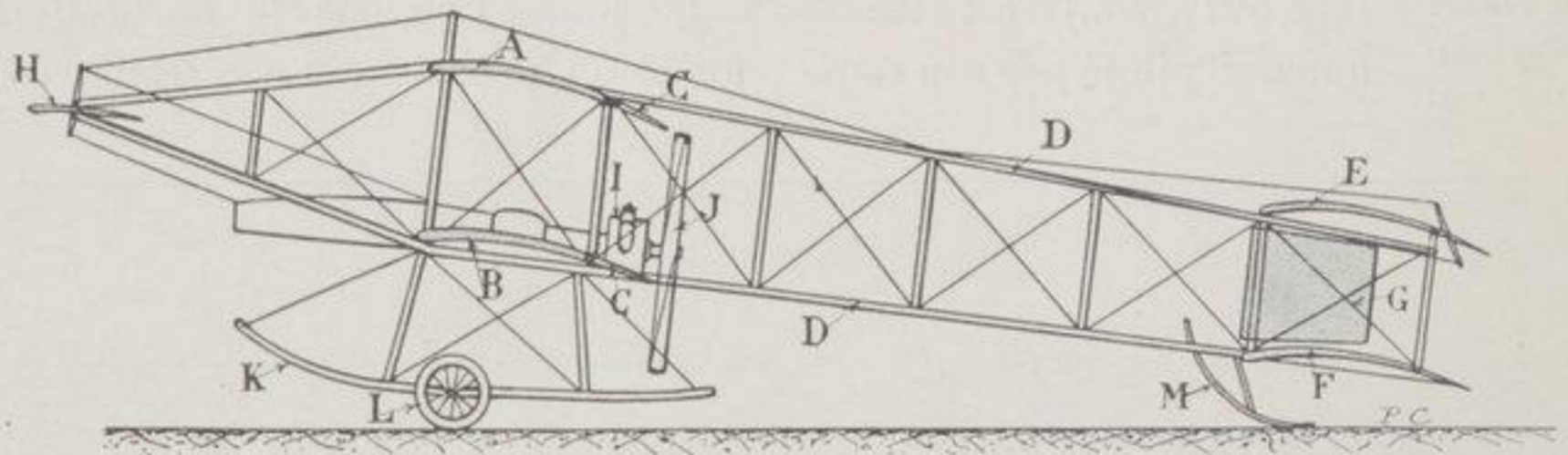


Fig. 528. — Biplan Henri Farman. Vue de profil.

en bois entretoisés par des nervures sur lesquelles est tendue de l'étoffe.

L'envergure des plans sustentateurs est de 16 mètres et la surface totale de 70 mètres carrés.

Quatre ailerons C, placés aux extrémités de chaque surface portante, et vers l'arrière,

de ce gouvernail. Le gouvernail est constitué par un châssis sur lequel se trouve tendue de l'étoffe.

Sur la surface sustentatrice inférieure repose le corps de l'aéroplane rigide formé de montants et de traverses, sur lequel sont placés les sièges des aviateurs ou passagers

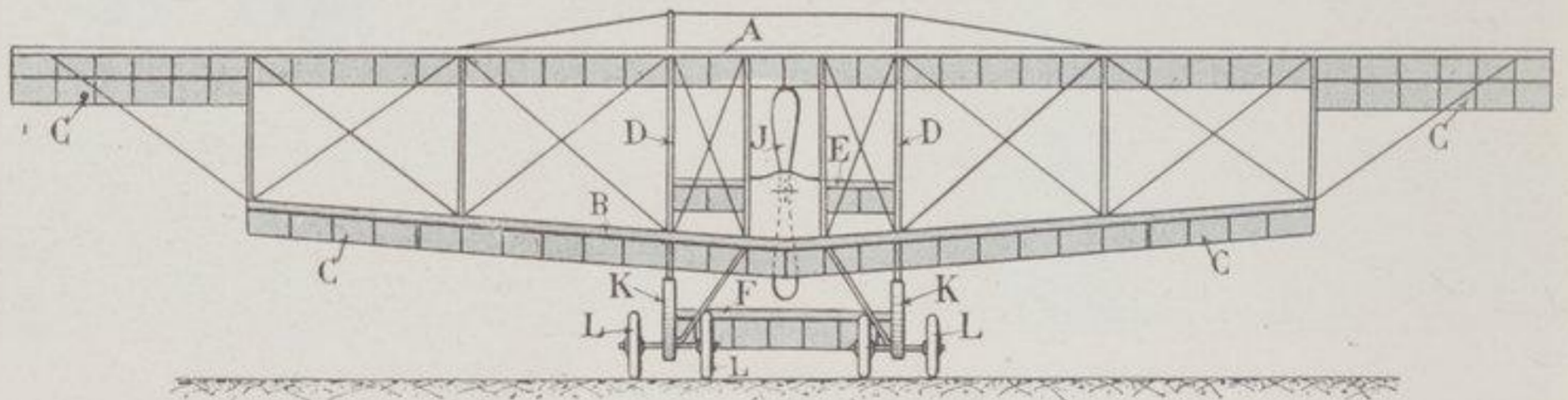


Fig. 529. — Biplan Henri Farman. Vue de face.

servent à assurer la stabilité transversale. Ces ailerons manœuvrent deux à deux simultanément, du même côté de l'appareil, et cette manœuvre provoque le mouvement en sens inverse des ailerons de l'extrémité opposée.

Une poutre D, fixée à l'arrière des plans A et B et rendue indéformable par des montants et des tirants, supporte, en bout, deux surfaces stabilisatrices fixes E et F entre lesquelles est placé verticalement le gouver-

et auquel est fixé le moteur.

Le moteur I, du type Gnôme, qu'on peut placer sur l'aéroplane peut avoir une puissance de 100 chevaux. On installe également des moteurs de 50 chevaux. Le moteur rotatif porte, directement fixée sur les cylindres mobiles, une hélice intégrale Chauvière J, d'un diamètre de 2^m,60 et d'un pas de 1^m,65. L'hélice est placée derrière le pilote et tourne, comme le moteur, à 1.100 tours par minute.

La commande des ailerons et les manœuvres de stabilisation se font à l'aide d'un levier. La manœuvre du gouvernail a lieu par l'intermédiaire d'un *palonnier*.

Le dispositif de départ et d'atterrissage se compose d'un châssis porteur, fixé au-dessous de la surface sustentatrice inférieure,

rissage, les roues et les patins amortissent le choc et aident à l'arrêt.

Le poids total du biplan Henri Farman monté et en ordre de marche est de 700 kilogrammes.

Biplan Voisin (Fig. 531 à 534.) Les frères Voisin qui, les premiers, ont

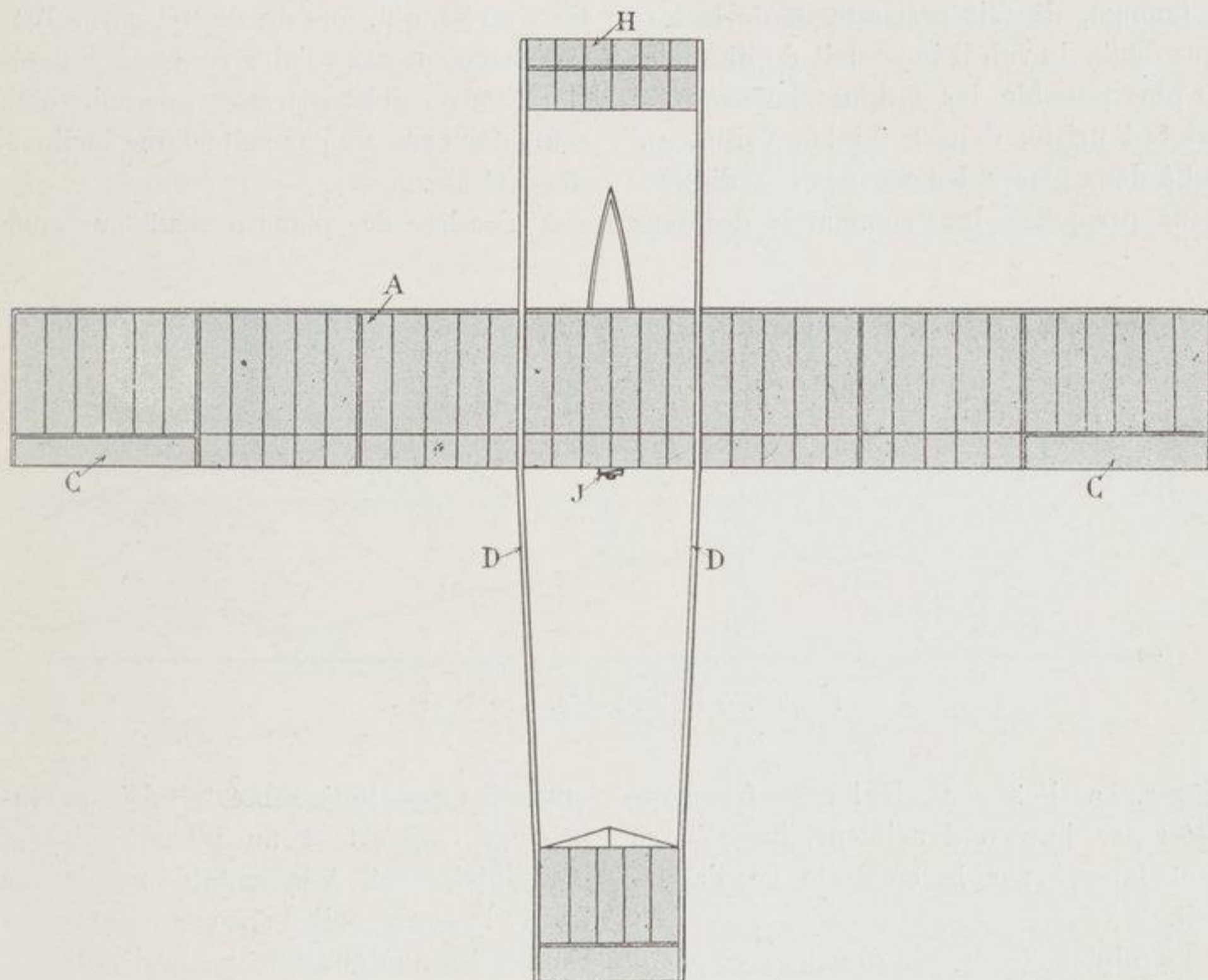


Fig. 530. — Biplan Henri Farman. Vue en plan.

rière, et terminé à sa partie inférieure par deux longerons recourbés K faisant office de patins. A cheval sur chacun des patins se trouve disposée une paire de roues L garnies de pneumatiques et montées élastiquement sur ces patins.

A l'arrière, sous la poutre formant la queue stabilisatrice, est fixée une crosse M sur laquelle s'appuie l'appareil au repos. Au départ, l'appareil roule sur les roues jusqu'à ce qu'il prenne son vol. A l'atter-

fabriqué industriellement des aéroplanes pour divers clients, ont établi un grand nombre de types de biplans.

Nous avons précédemment indiqué les particularités de quelques-uns de ces appareils Voisin et plus spécialement de ceux de Delagrangé et de Farman. Les frères Voisin, qui avaient, dès le début de la construction des aéroplanes, fort ingénieusement réalisé la stabilité latérale de leur appareil par la disposition cellulaire, furent

amenés, par la suite, à supprimer le cloisonnement.

En outre, ils songèrent à utiliser les aéroplanes comme engins de tourisme et de sport et à les adapter aux besoins de l'aviation militaire, au fur et à mesure que ces aéroplanes augmentaient leur rayon d'action et tenaient l'air pendant de nombreuses heures.

Comme, du fait précisément de la longue durée du vol, il importait de diminuer le plus possible les fatigues imposées au pilote-touriste, dans le biplan Voisin, qui est à deux places, les organes sont disposés pour permettre leur commande des deux

Les deux surfaces sustentatrices A et B (Fig. 531 à 533), sont superposées. Le plan supérieur A est tendu d'étoffe caoutchoutée. A chacune des extrémités de ce plan, est placé un aileron C qui peut osciller autour d'un axe horizontal disposé le long même de l'arête de ce plan.

La surface sustentatrice inférieure B porte, à chacun des bouts, et en dessous, un patin cintré D qui, lors du départ ou de l'atterrissage, protège l'aile contre une détérioration possible pouvant provenir d'un contact avec le sol par suite d'une inclinaison latérale.

A l'arrière des plans sustentateurs une

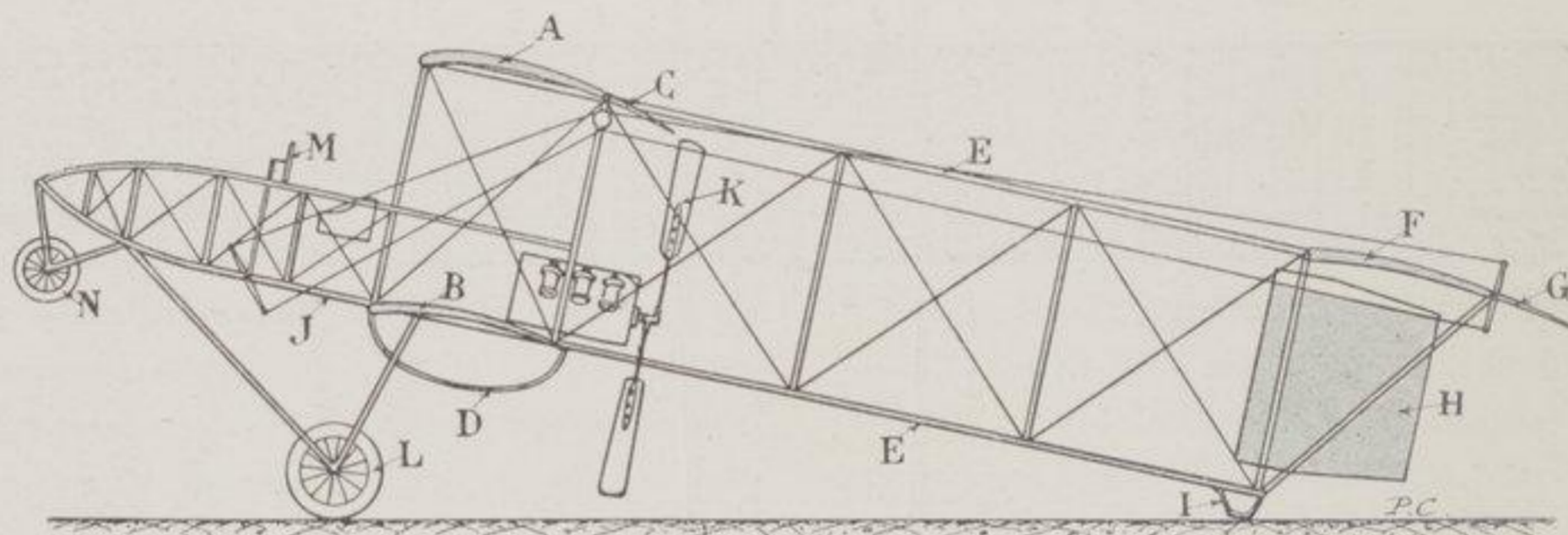


Fig. 531. — Biplan Voisin. Vue de profil.

sièges. Le pilote peut, dès lors, se faire suppléer par le second aviateur, lorsqu'il se sent fatigué par la conduite de l'appareil.

Le biplan à double direction convient aussi pour les explorations militaires aériennes à grand rayon d'action. Les deux aviateurs peuvent, à tour de rôle, piloter l'appareil et faire les observations.

Un biplan Voisin piloté par l'aviateur Bielovucie effectua, en septembre 1910, le voyage de Paris à Bordeaux, en 6 heures 15 minutes.

Le biplan Voisin de tourisme, à double direction, est constitué par une carcasse faite en tubes d'acier au nickel dont la section est circulaire ou elliptique suivant les efforts auxquels ils ont à résister.

queue E supporte, à son extrémité, un empennage comportant un plan F disposé horizontalement. A la suite de ce plan se trouve le gouvernail de profondeur G pouvant osciller autour d'un axe horizontal.

Au-dessous du plan d'empennage est disposé le gouvernail de direction H, châssis recouvert d'étoffe qui peut se mouvoir autour d'un axe vertical.

Deux sabots I, placés à l'extrémité des longerons inférieurs de la queue E, appuient sur le sol, au repos et au moment du départ.

En avant des surfaces sustentatrices est disposé le fuselage J, qui repose sur le plan sustentateur inférieur auquel il est fixé. Ce fuselage a une faible longueur; il porte les deux sièges des aviateurs, placés à côté l'un

de l'autre, les organes de manœuvre et les réservoirs. Le moteur est également fixé au fuselage, derrière les aviateurs.

Le moteur actionne l'hélice par l'intermédiaire d'une jonction à la cardan.

L'hélice K, du type Voisin, est métallique : les bras sont en acier, les pales en aluminium. Cette hélice est disposée, ainsi que nous l'avons vu précédemment, de façon que son pas soit réglable.

Le train porteur du biplan comporte deux roues L supportées par un cadre fait en tubes d'acier. Les roues ne sont pas orientables, mais deux des tubes du cadre se prolongent vers le haut, par des tiges qui cou-

En manœuvrant d'avant en arrière, ou inversement, chacune des tiges, l'un ou l'autre des pilotes provoque la commande du gouvernail de profondeur. En outre, à l'extrémité de chaque tige est disposé un volant solidaire d'une roue dentée, sur laquelle est placée une chaîne faisant suite à un câble en fil d'acier relié au gouvernail de direction. D'une des roues dentées le câble descend et s'enroule sur des galets pour passer sur l'autre roue solidaire du second volant.

De chaque côté donc, le câble du gouvernail aboutit à une des roues, de sorte que l'un ou l'autre des passagers peut, en

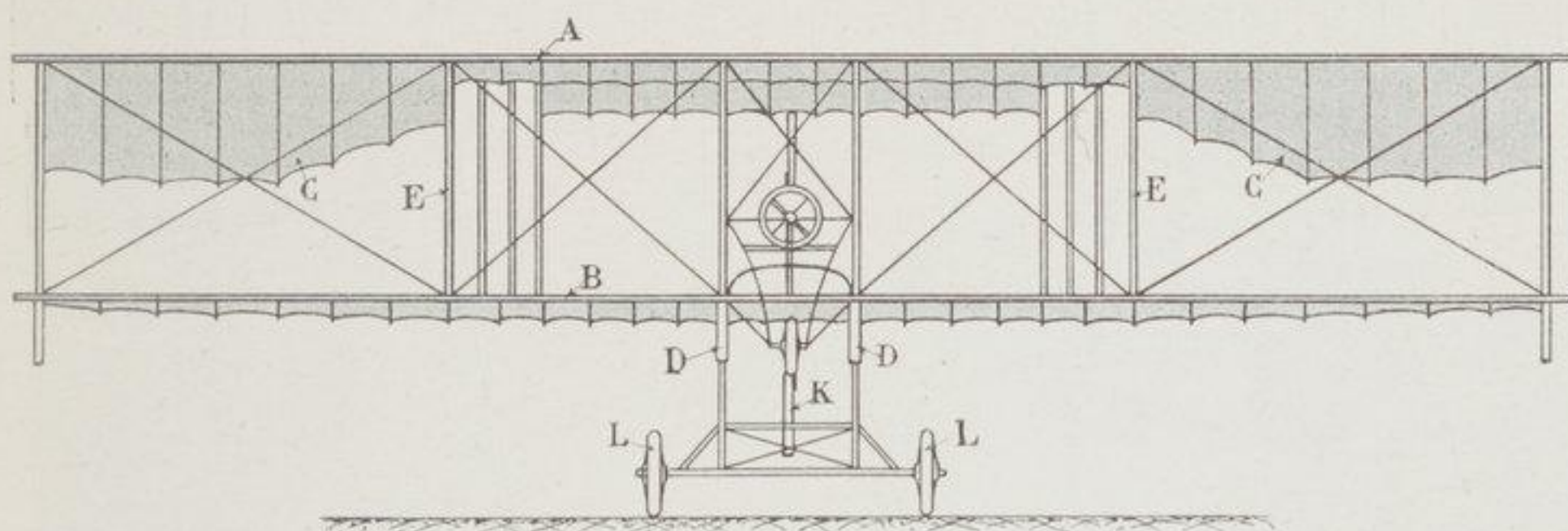


Fig. 532. — Biplan Voisin. Vue de face.

lissent dans une douille renfermant un fort ressort amortisseur. Les roues sont donc montées élastiquement sur l'appareil et amortissent le choc à l'atterrissage.

Le cadre portant les roues est relié au fuselage vers l'avant et en dessous, par l'intermédiaire de jambes de force articulées qui assurent la solidité du train porteur.

Pour assurer la double direction, une tige rigide M est placée au-devant de chaque siège de pilote. Chacune de ces deux tiges est rendue solidaire, à sa partie inférieure, d'un axe horizontal constitué par un tube. Ce tube peut osciller dans de petits paliers et à chacune de ses extrémités porte une double attache de câbles en fil d'acier aboutissant au gouvernail de profondeur et servant à sa manœuvre.

manœuvrant le volant, rectifier la direction de l'appareil.

La manœuvre des ailerons assurant la stabilisation transversale se fait au moyen de deux *palonniers*, accouplés de façon à rendre leurs mouvements solidaires. Chaque palonnier est constitué par une sorte de balancier en bois, disposé horizontalement et pouvant pivoter autour d'un axe vertical placé au milieu de sa longueur. Chaque pilote place un pied sur une des branches d'un des palonniers, et il suffit d'une pression plus ou moins grande exercée d'un côté ou de l'autre pour faire osciller ce balancier et provoquer la traction, dans le sens voulu, du câble qui actionne les ailerons. Comme les palonniers sont conjugués dans leurs mouvements, l'un ou l'autre des

deux aviateurs peut, à volonté, effectuer la manœuvre.

Le biplan Voisin a une envergure de 11 mètres, une longueur totale de 9^m,50. La surface des plans sustentateurs est de 32 mètres carrés. Son poids, en ordre de marche,

pareil que nous venons de décrire, mais les surfaces portantes sont plus considérables pour permettre d'enlever un poids utile plus grand. Pour augmenter la surface des plans sustentateurs, on a adjoint à l'aile supérieure des plans supplémentaires placés aux extré-

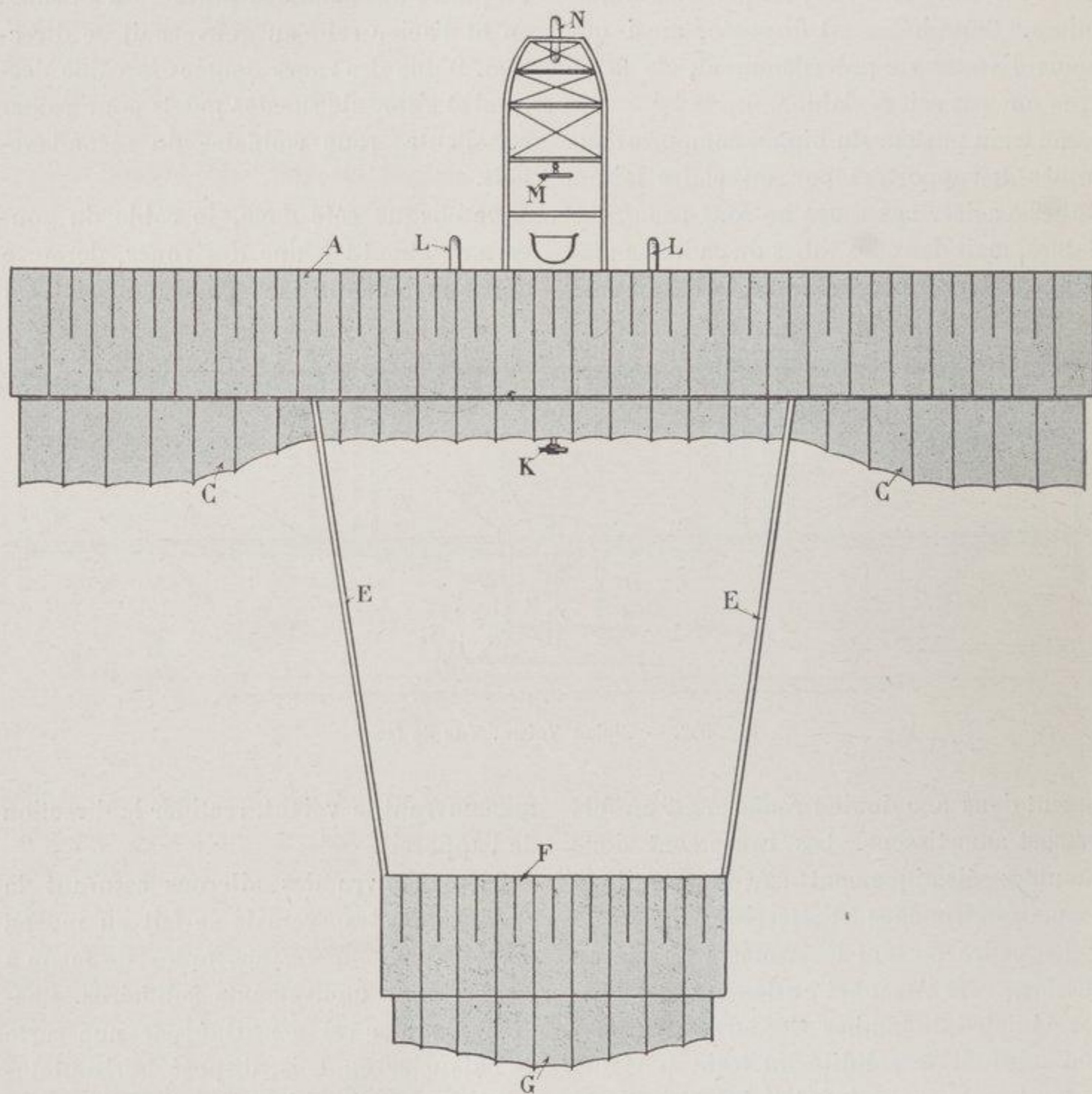


Fig. 533. — Biplan Voisin. Vue en plan.

non compris les pilotes, est de 400 kilogrammes; il peut enlever un poids utile de 200 kilogrammes. Le moteur a une puissance de 50 chevaux et l'appareil prend son vol après avoir roulé pendant 25 mètres sur le sol.

Le biplan Voisin à double direction type militaire est semblable, en principe, à l'ap-

mités de cette aile et qui peuvent se rabattre, en oscillant autour d'une charnière. Ils sont soutenus, lorsqu'ils sont déployés, par des tubes constituant des jambes de force, tubes qui sont eux-mêmes maintenus en position par des haubans. L'envergure de l'appareil se trouve ainsi portée à 16 mètres et sa surface portante est de

42 mètres carrés. Une roue supplémentaire N est, souvent, disposée sous l'avant du fuselage pour permettre l'atterrissage en terrain accidenté sans que l'appareil risque, à la rencontre d'un obstacle, de se renverser en avant, autrement dit, de *capoter*.

Les frères Voisin ont construit récemment un autre type de biplan ne compor-

50 chevaux, déborde en arrière. A l'extrémité avant, le gouvernail de profondeur est constitué par deux panneaux que l'on peut incliner à volonté, et entre ces panneaux et au-dessus est disposé, verticalement, le gouvernail de direction.

Des ailerons sont placés aux extrémités des deux surfaces portantes et deux trains porteurs sont disposés l'un en avant du



Fig. 534. — Biplan Voisin, dit *Canard Voisin*.

tant aucune queue stabilisatrice et dont le fuselage s'allonge, au contraire, en avant pour soutenir, en bout, le gouvernail de profondeur et le gouvernail de direction. L'aspect de cet appareil lui a fait donner le nom de *Canard Voisin* (Fig. 534).

Il se compose de deux surfaces sustentatrices superposées, reliées à leurs extrémités par une cloison verticale, de sorte que l'ensemble forme une grande cellule. Il n'existe aucun dispositif d'empennage à l'arrière des surfaces sustentatrices. Seule, l'hélice, actionnée par un moteur Gnome de

fuselage, l'autre sous le plan sustentateur inférieur.

Biplan Sommer (Fig. 536 et 537.) Le biplan Sommer comporte deux plans sustentateurs dont l'envergure est de 10 mètres et dont la surface totale est de 31 mètres carrés.

Ces plans, constitués d'une manière rigide, sont recouverts, tous deux, de tissu caoutchouté et sont assez fortement incurvés.

En arrière de ces plans est fixée une poutre rigide supportant, à son extrémité, un

plan de 5 mètres carrés de surface, susceptible d'osciller autour d'un axe horizontal à la volonté du pilote, lequel peut ainsi faire varier l'incidence de cette surface stabilisatrice et assurer la stabilité longitudinale.

Un peu en avant de ce plan mobile et supporté par la poutre légère formant queue, est disposé, verticalement, le gouvernail de direction.

Le moteur, du type Gnôme, actionne une hélice Chauvière fixée directement sur les cylindres rotatifs.

L'aéroplane est supporté par un chariot comportant des roues et des patins. Quatre montants entretoisés fixent ce chariot au plan sustentateur inférieur.

Les roues sont garnies de pneumatiques. Le tube d'acier qui forme l'essieu de ces

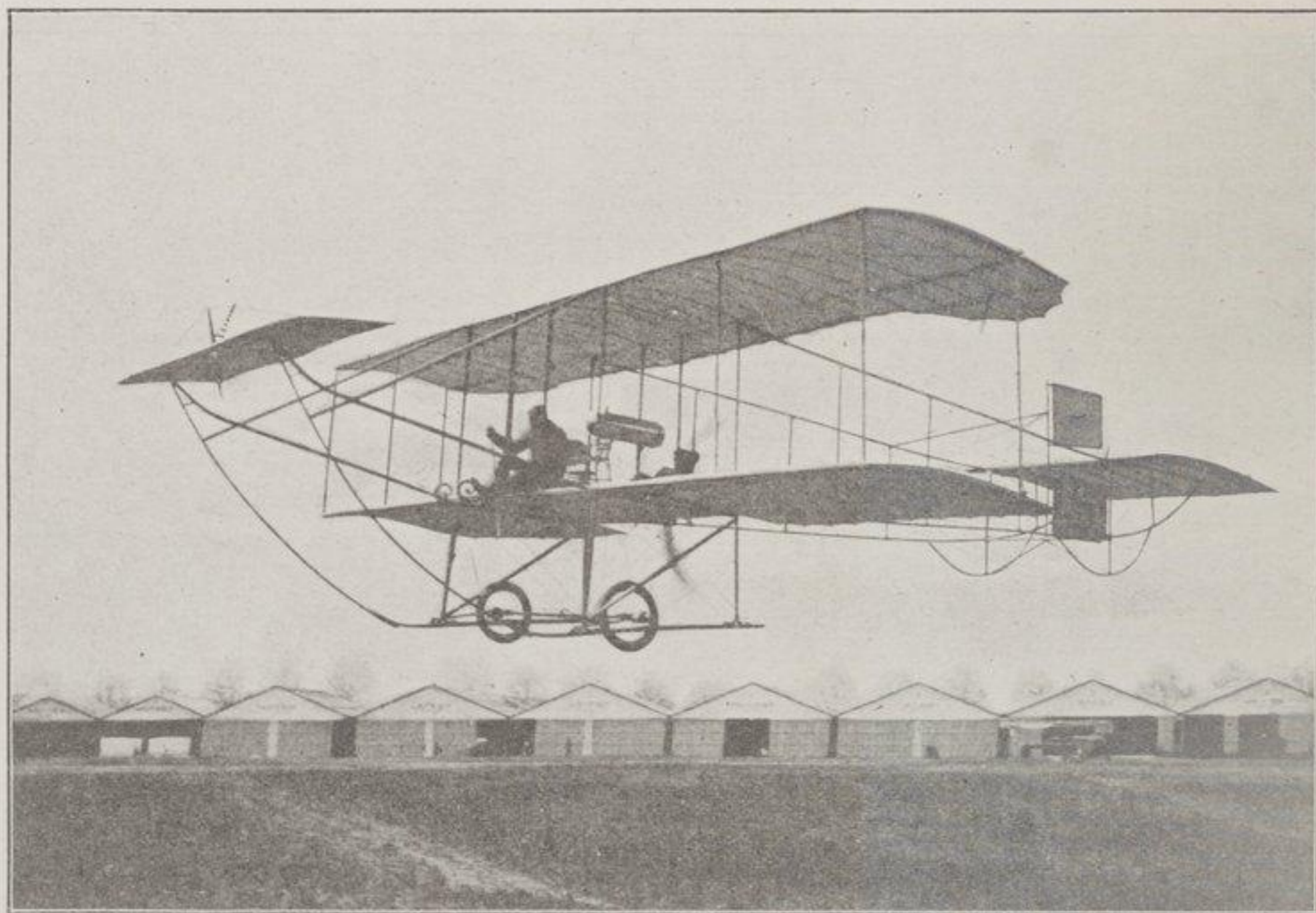


Fig. 535. — Biplan Sommer. Vue d'ensemble.

Le plan stabilisateur est commandé par la manœuvre d'un volant et le gouvernail de direction est manœuvré au pied.

La stabilité transversale s'obtient au moyen d'ailerons placés à l'extrémité et en arrière de la surface sustentatrice supérieure. Les mouvements des ailerons sont commandés par le déplacement même du corps du pilote. En avant des surfaces sustentatrices, à environ 2^m,50 est monté le gouvernail de profondeur, qui a 1^m,05 de largeur et qui est supporté par une légère charpente rigide solidaire des plans sustentateurs.

roues est monté élastiquement sur les patins; les montants sont, en outre, munis d'un amortisseur. Toutes ces dispositions facilitent l'atterrissage, qui s'effectue sans choc.

A l'arrière de la queue de stabilisation sont disposés deux patins formés par des barres cintrées qui protègent les organes de stabilisation arrière au départ et à l'atterrissage, en prenant d'abord contact avec le sol.

Le montage des organes constituant le biplan Sommer est étudié de façon que l'appareil puisse se replier pour faciliter le transport.

Les longerons d'arrière formant la queue et le plan stabilisateur peuvent être repliés le long des plans sustentateurs. Le support du gouvernail de profondeur peut, aussi, être rabattu le long des plans. Le gouvernail

d'examiner par des particularités originales. Il se compose de deux surfaces sustentatrices A et B (Fig. 537 à 539) qui ne sont entretoisées que par quelques tubes verticaux C dans le but de diminuer la résistance à l'a-



Fig. 536. — Biplan Sommer. Vue de profil.

est, dans cette manœuvre, détaché et accroché entre les surfaces sustentatrices. Les diverses barres et longerons sont, pour permettre le repliage, montés à articulation.

Le biplan Sommer est relativement léger. Il pèse 320 kilogrammes à vide.

vancement. Les montants et les haubans qui relient les deux surfaces dans les biplans, offrent, en effet, une résistance d'autant plus grande à l'avancement qu'ils sont plus nombreux et que leurs dimensions sont plus considérables. Les tubes de liaison des surfaces

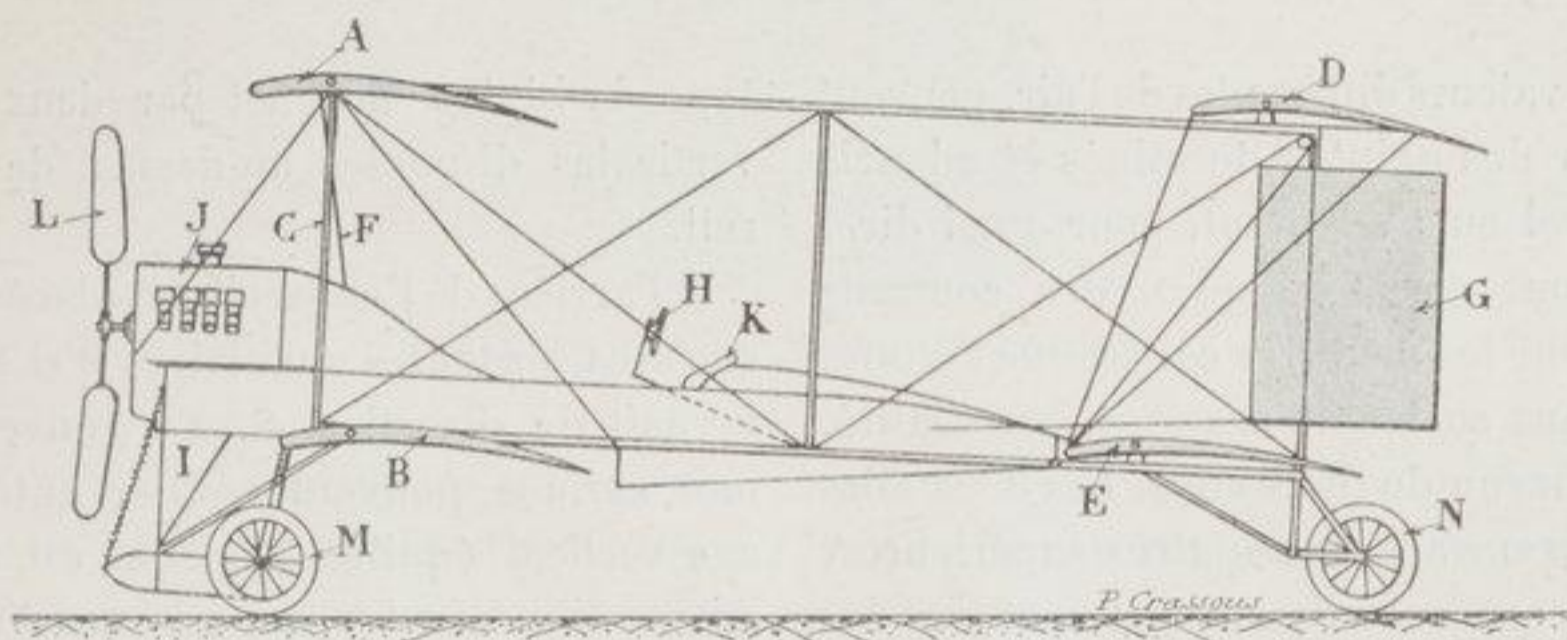


Fig. 537. — Biplan Bréguet. Vue de profil.

Le biplan Sommer, muni d'un moteur de 170 chevaux, a enlevé, le 24 mars 1911, treize passagers représentant un poids de 653 kilogrammes.

du biplan Bréguet réduisent au minimum cette résistance.

L'envergure des plans sustentateurs est de 12 mètres et leur largeur de 1^m,80. Leur surface totale est de 40 mètres carrés.

A l'arrière des surfaces sustentatrices sont disposés deux autres plans D et E auxiliaires,

Biplan Bréguet Ce biplan diffère des types de biplans que nous venons

dont la flexion commandée par le pilote permet d'assurer la stabilisation longitudinale. Dans le cas de la rupture de la commande de ces surfaces auxiliaires, elles reprennent leur position normale, étant simplement montées à flexion et ne pivotant pas autour d'un axe.

Les surfaces principales ou ailes sont constituées par des nervures en aluminium ayant une section en forme d'U et enfilées dans un tube de 65^m/m de diamètre. Ces nervures sont reliées élastiquement au tube, ce qui contribue à rendre l'aile souple et flexible tout en lui conservant une grande solidité; de sorte que les ailes, sous des actions diver-

de l'air, et ce mouvement, transmis par le différentiel, donne à l'aile intérieure une incidence telle que l'action de l'air s'équilibre sur les deux parties de la surface sustentatrice.

La stabilisation latérale est donc assurée automatiquement dans le biplan Bréguet, par la souplesse des ailes métalliques et par le jeu du mécanisme différentiel de commande des deux parties du plan sustentateur supérieur. Cependant, le pilote, qui n'intervient pas dans la manœuvre de ces ailes, peut commander deux ailerons F pour parer à un défaut imprévu de stabilisation latérale. Ces ailerons sont remplacés dans un autre

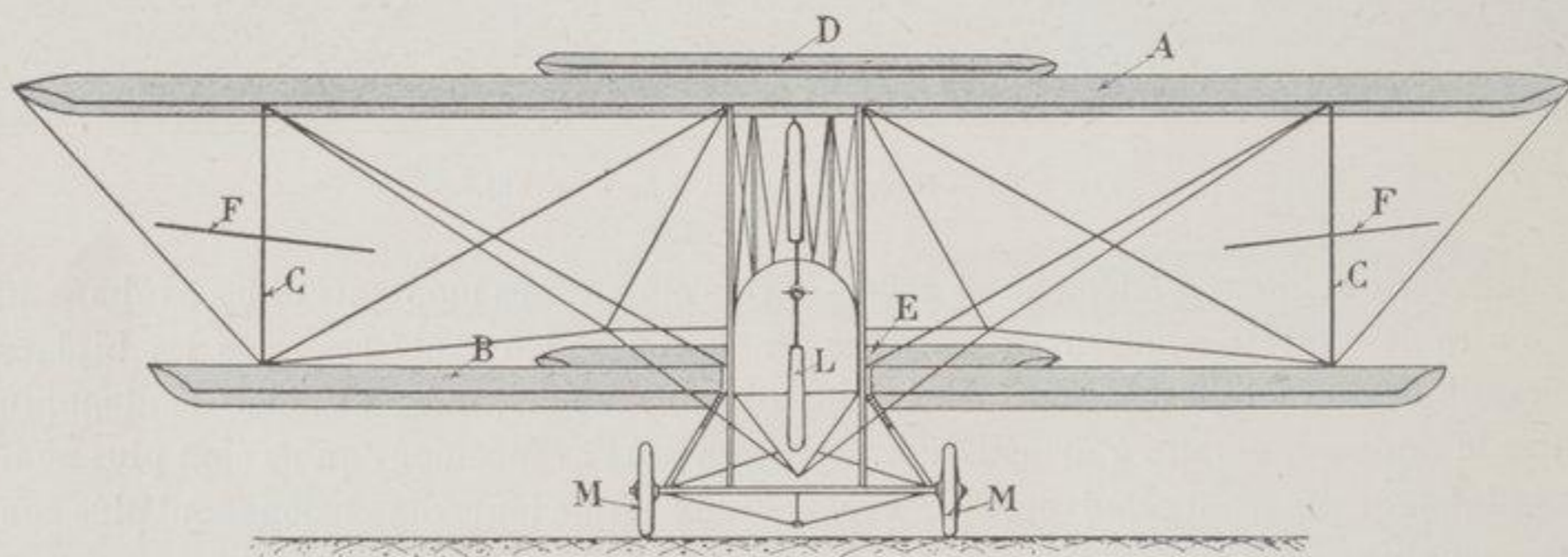


Fig. 538. — Biplan Bréguet. Vue de face.

ses et des valeurs différentes de l'air, peuvent fléchir en des points déterminés et adoucir ainsi le vol en s'adaptant, pour ainsi dire, aux remous et aux ondes des courants aériens. Sur les nervures est tendue l'étoffe.

Les plans sustentateurs sont, en réalité, formés chacun de deux ailes. Les deux ailes formant la surface sustentatrice supérieure A peuvent prendre automatiquement des inclinaisons différentielles entre elles. Elles sont, pour cela, reliées à la façon dont on relie, par un train différentiel, les roues motrices d'une voiture automobile.

Lorsque l'aéroplane fait un virage, l'aile qui est à l'extérieur possède, nous le savons, une vitesse plus considérable que l'aile intérieure. Cette aile extérieure tend, par suite, à s'effacer sous l'action plus énergique

type de biplan Bréguet par deux surfaces verticales disposées au-dessus de l'appareil.

A l'arrière de l'appareil est placé entre les surfaces portantes auxiliaires D et E le gouvernail de direction G. Ce gouvernail est une surface pouvant osciller autour d'un axe vertical équilibré, et qui est ramenée automatiquement à sa position normale par l'action d'un ressort, lorsqu'on cesse d'agir sur les câbles de commande.

La manœuvre des organes de stabilisation longitudinale : plans stabilisateurs arrière, ailerons de stabilisation latérale et gouvernail de direction, s'effectue à l'aide d'un seul levier monté à la cardan pour pouvoir osciller dans tous les sens, et muni à sa partie supérieure d'un volant H.

Le corps de l'aéroplane I est constitué par un cadre de section triangulaire fait en tubes d'acier entretoisés par des haubans. En avant de ce corps se trouve fixé le châssis supportant le moteur J, derrière lequel sont disposés les sièges K servant au pilote et aux passagers.

Le moteur du type Renault a une puissance

Le châssis sur lequel est placé l'appareil comporte, à l'avant, deux roues M garnies de pneumatiques. Ces roues sont espacées de 2 mètres 20 et sont rendues solidaires du châssis par l'intermédiaire d'un frein à huile et à air. Ce frein est basé sur l'écoulement de l'huile à travers des orifices dont on peut faire varier la section. La résistance

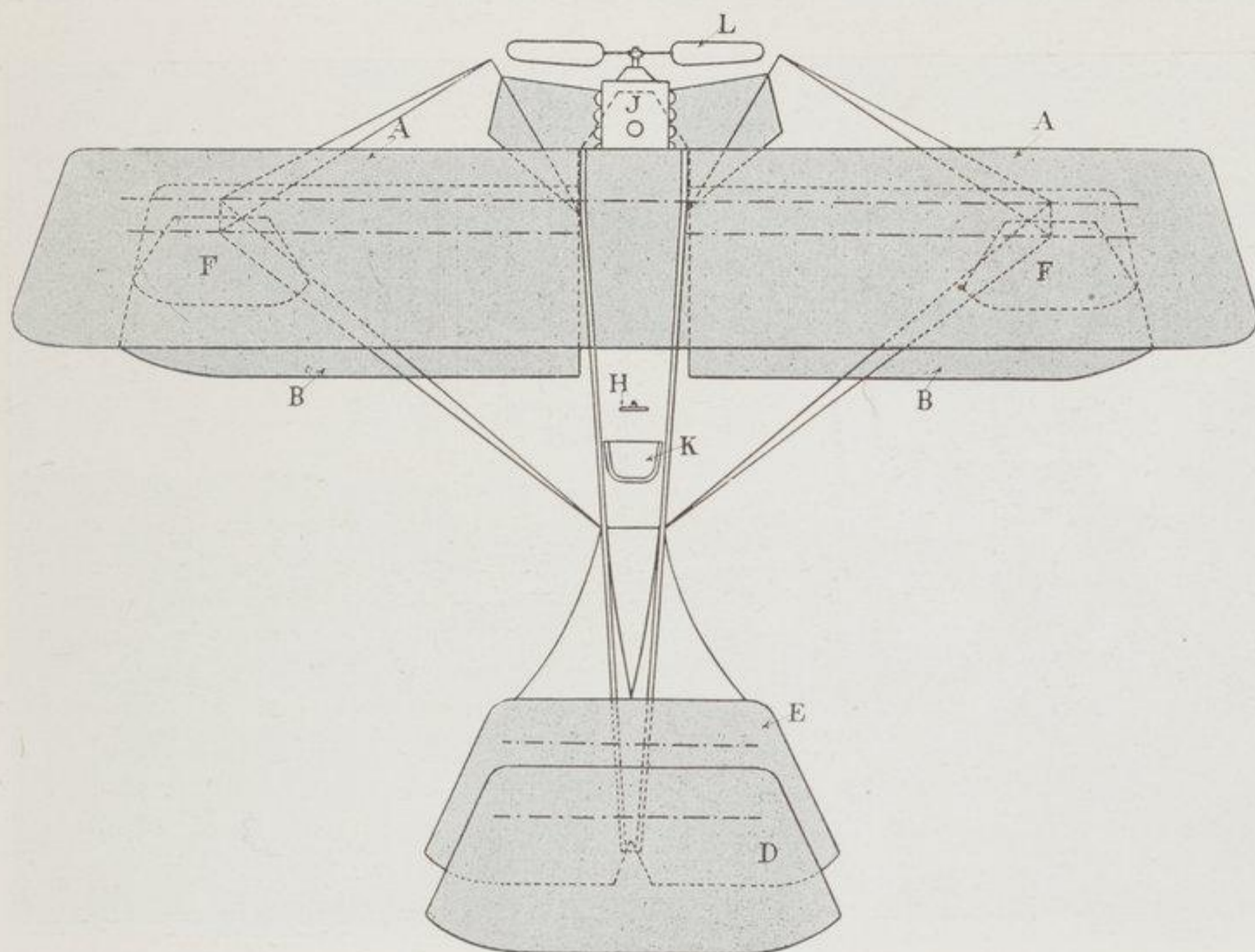


Fig. 539. — Biplan Bréguet. Vue en plan.

de 55 chevaux. De son siège, le pilote peut le mettre en route au moyen d'une manivelle. L'hélice L a un diamètre de 2^m,50. Elle est constituée par trois bras faits en tubes d'acier supportant chacun une pale en aluminium, reliée au bras par l'intermédiaire d'une rotule élastique pour éviter les ruptures dans des brusques à-coups du moteur.

L'hélice est fixée sur le prolongement de l'arbre à cames du moteur. Elle tourne ainsi à une vitesse deux fois plus faible que celle du moteur, soit à 900 tours par minute.

plus ou moins grande que rencontre le liquide pour s'écouler par les orifices découverts est utilisée pour faire frein et amortir le choc à l'atterrissage.

Une troisième roue N est disposée à l'arrière de l'appareil et est rendue solidaire du châssis par l'intermédiaire d'une suspension élastique. Cette roue peut être orientée, à la volonté du pilote, au moyen d'un *palonnier* placé sous ses pieds. L'aéroplane peut ainsi être dirigé pendant qu'il roule sur le sol.

Le biplan Bréguet a subi quelques modifications qui intéressent surtout la disposition du plan stabilisateur de queue. Ce plan, qui se composait de deux surfaces superposées, a été ramené à une seule surface dont les deux parties sont disposées de part et d'autre du gouvernail de direction placé verticalement.

Avec ce biplan, muni d'un moteur Gnôme

Biplan Paulhan (Fig. 541.) Cet appareil comporte deux surfaces sustentatrices superposées. Ces deux surfaces sustentatrices sont divisées, pour ainsi dire, chacune, en deux parties par un rétrécissement pratiqué au milieu de leur envergure. Les carcasses des ailes sont formées par trois tubes d'acier assemblés par filetage et par rivure. Ces tubes sont entre-

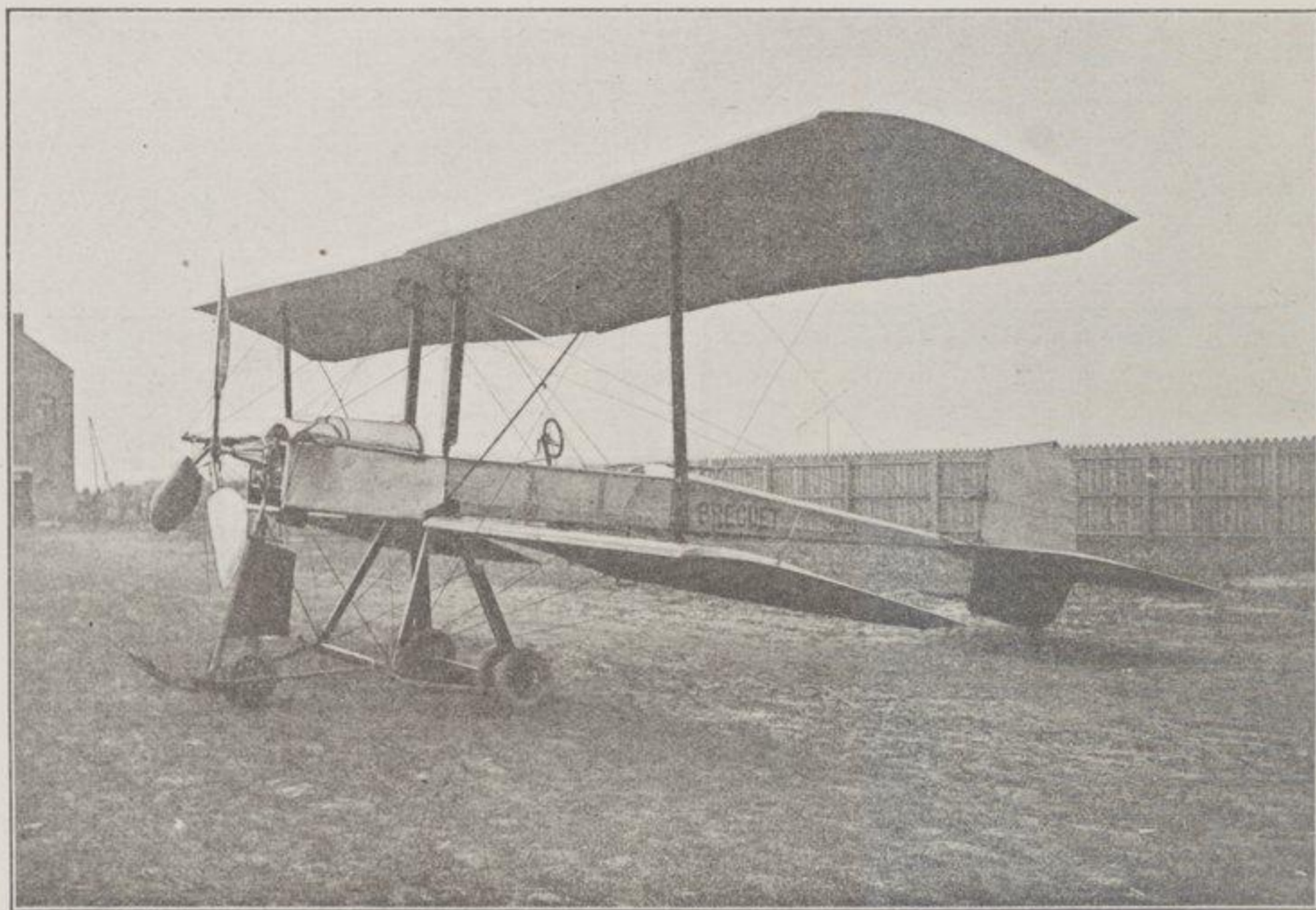


Fig. 540. — Biplan Bréguet.

de 100 chevaux, Bréguet vola, le 22 mars 1911, à l'aérodrome de la Brayelle, près de Douai, en enlevant onze passagers : ce qui portait à douze le nombre de personnes enlevées par le biplan. Il parcourut, à plusieurs reprises, un trajet de 1 kilomètre à 15 mètres de hauteur et de 5 kilomètres à une vitesse de 60 kilomètres à l'heure. La plupart des passagers étaient des jeunes gens et ne pesaient, par conséquent, pas très lourd ; mais, cependant, la charge utile enlevée atteignait 632 kilogrammes 950 et le poids total de l'appareil était de 1.182 kilos.

toisés par des cadres démontables, rendus eux-mêmes rigides et indéformables au moyen de haubans. Sur la carcasse est placée la voilure, qui se compose d'un tissu en simili-soie recouvert d'un vernis. Cette étoffe est posée en *fil biais* et porte des coulisses qui permettent de la faire glisser dans le sens de l'envergure, le long des tubes d'acier constituant la carcasse. En manœuvrant quatre *moufles* placés aux extrémités des ailes, on peut, à volonté, tendre complètement la voilure ou la replier vers le milieu de la carcasse.

Aérostation - Aviation.

Les deux plans sustentateurs sont réunis par des montants faits en tubes d'acier et soudés dans des pièces de raccord métalliques.

Aux extrémités de la surface sustentatrice supérieure, sont placés des ailerons de stabilisation pouvant osciller autour d'un axe parallèle aux bords du plan.

A l'arrière des plans sustentateurs, est

inférieur et porte les sièges du pilote et des passagers.

Le moteur est monté sur ce corps, et commande une hélice placée derrière le pilote. Ce biplan peut recevoir un moteur Gnôme de 100 chevaux.

A la partie inférieure est disposé le train porteur et amortisseur, constitué par des patins et des roues. Les roues, au nombre de

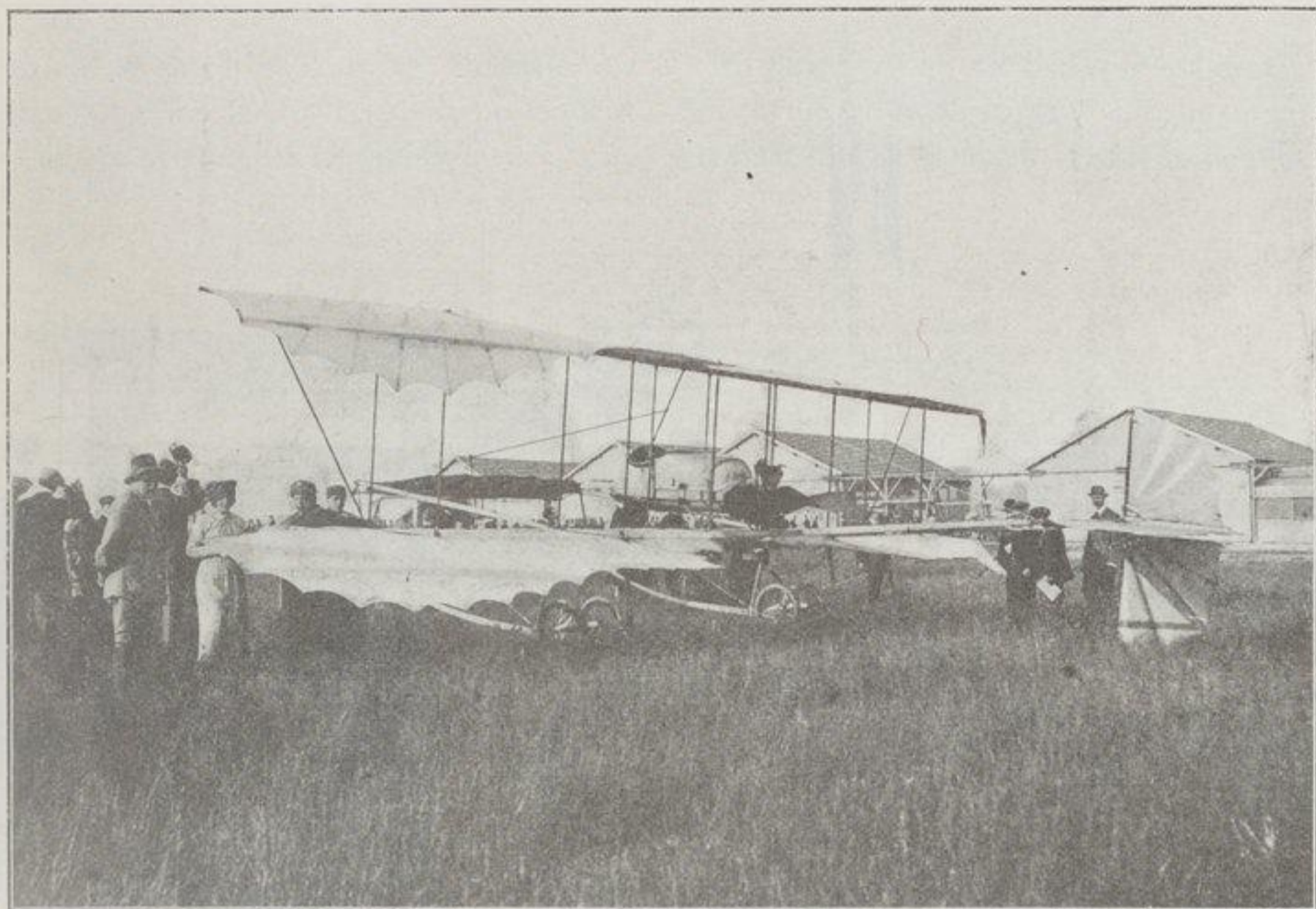


Fig. 541. — Biplan Paulhan.

fixée une charpente formant queue, portant à l'extrémité un empennage ou plan stabilisateur, à la suite duquel est monté, verticalement, le gouvernail de direction. Ce gouvernail est constitué par une carcasse recouverte d'étoffe ; mais, de même que pour la voilure des ailes, cette étoffe peut, par la manœuvre d'un dispositif à moufle, être soit étendue, soit repliée.

En avant des surfaces est monté, en bout de longerons solidaires de l'appareil, le gouvernail de profondeur. Le corps même de l'aéroplane est fixé au plan sustentateur

quatre, sont disposées par paires à cheval sur chacun des deux patins. Elles sont rendues solidaires de ces patins par l'intermédiaire d'un dispositif élastique qui fait office d'amortisseur lors de l'atterrissage. Les patins en bois sont fortement recourbés vers l'avant.

A l'arrière du biplan se trouve une crosse ferrée formant bêche d'arrêt, qui sert à la fois à faciliter le démarrage et à faire frein sur le sol, lors de l'atterrissage.

Le biplan Paulhan a été étudié en vue de son utilisation militaire.

Il a, pour cela, été rendu démontable et repliable, de sorte qu'on peut à une escale forcée, par suite de mauvais temps, par exemple, replier d'abord la voilure qui donne ainsi moins de prise au vent, puis, s'il y a lieu, replier l'appareil pour le transporter sur la route et même l'emballer complètement en disposant d'une caisse de 5 mètres de long, 1 mètre de large et 1 mètre de haut.

tatrices A et B superposées ont une envergure de 8 mètres et une superficie totale de 22 mètres carrés. Le poids de l'appareil à vide est de 250 kilogrammes.

Les deux plans sustentateurs sont réunis par de légers montants espacés de manière à permettre le gauchissement des surfaces. C'est, en effet, par le gauchissement des ailes que l'équilibre latéral de l'appareil

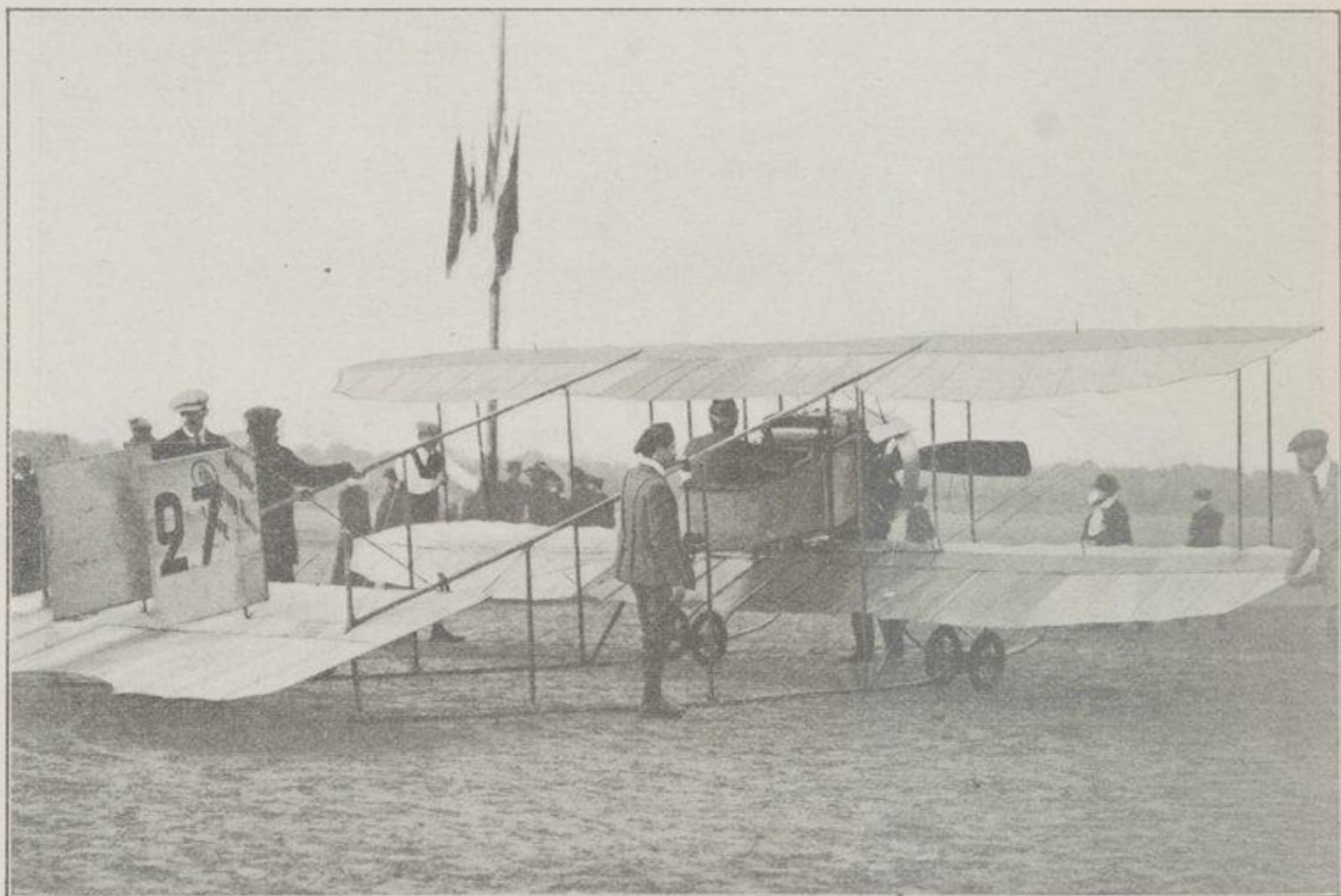


Fig. 542. — Biplan Caudron. Vue d'ensemble.

La commande des diverses manœuvres s'effectue à l'aide d'un levier monté à la cardan et orientable dans tous les sens, actionnant, par l'intermédiaire d'une bielle, le gouvernail de profondeur, et par des câbles doublés, les ailerons.

Le gouvernail de direction est également commandé par câbles.

Biplan Caudron (Fig. 542 à 544.) Ce biplan se distingue des autres par ses dimensions relativement réduites et par son faible poids. Les deux surfaces susten-

se trouve assuré. Ce gauchissement est commandé par un levier.

Une poutre C, composée de quatre longerons, dont deux sont fixés à la surface supérieure et dont les deux autres font office de patins, constitue la queue de l'appareil. Les longerons sont entretoisés deux à deux par des montants et des tendeurs, et l'ensemble est rendu indéformable par l'adjonction de haubans.

La queue porte, à son extrémité arrière, un plan stabilisateur D que le pilote peut orienter à l'aide du même levier qui com-

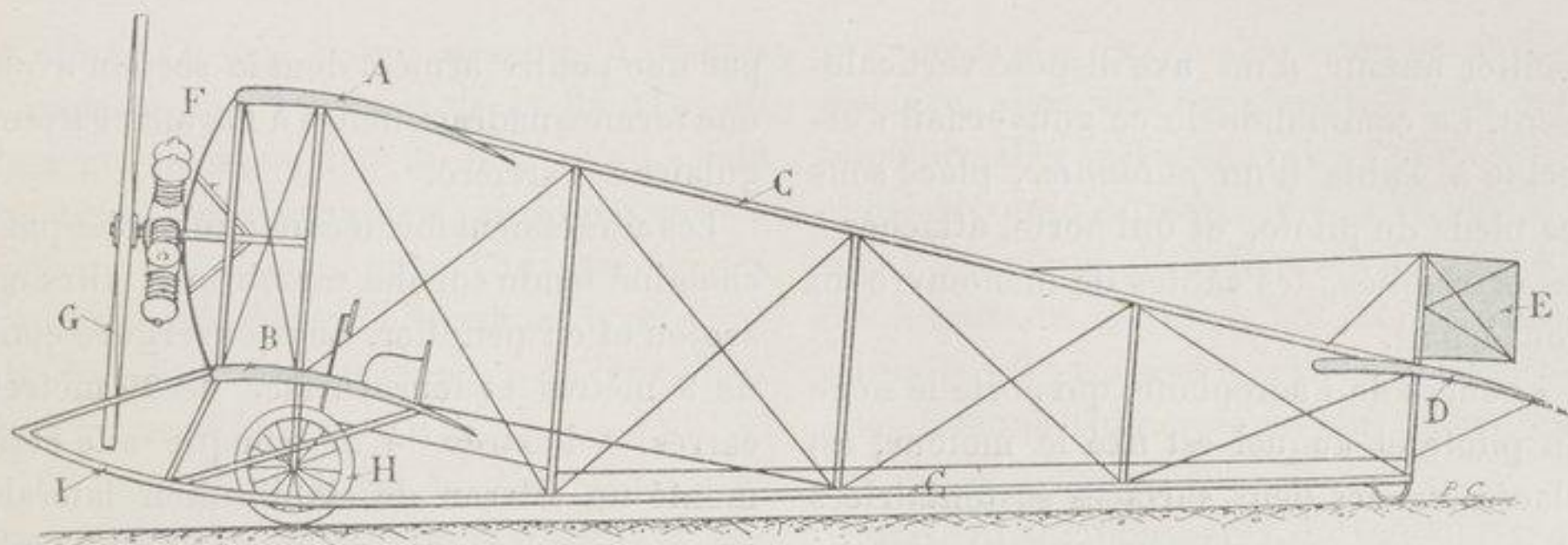


Fig. 543. — Biplan Caudron. Vue de profil.

mande le gauchissement des surfaces. Ce plan fait office de gouvernail de profondeur et assure la stabilité longitudinale.

Au-dessus de ce stabilisateur est disposé le gouvernail de direction E. Ce gouvernail est formé de deux plans verticaux pouvant

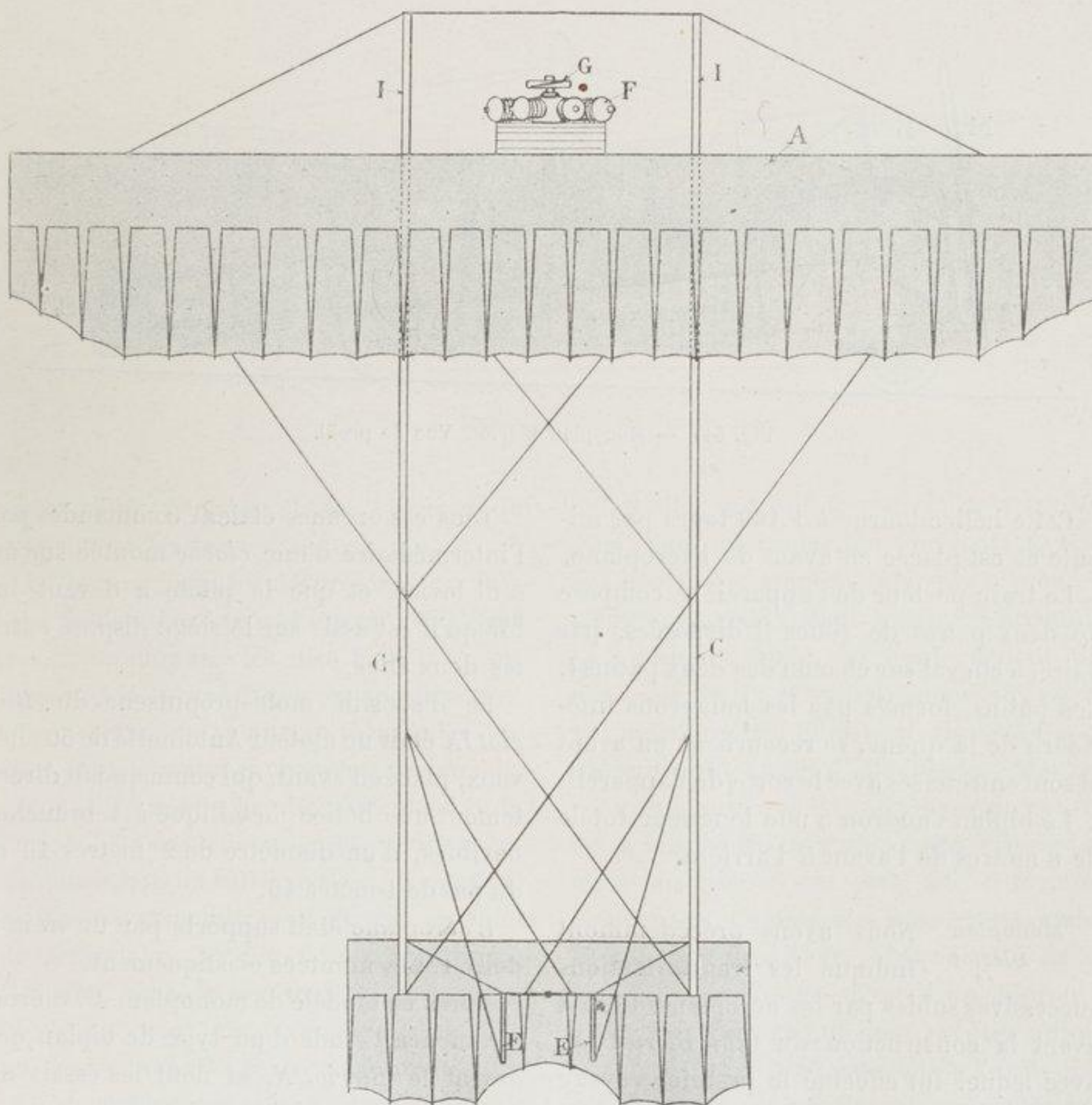


Fig. 544. — Biplan Caudron. Vue en plan.

osciller autour d'un axe disposé verticalement. La commande de ce gouvernail s'effectue à l'aide d'un *palonnier*, placé sous les pieds du pilote, et qui porte, attachés à ses extrémités, les câbles de manœuvre du gouvernail.

Le corps de l'aéroplane, qui porte le siège du pilote et auquel est fixé le moteur, est placé entre les deux surfaces sustentatrices et se trouve supporté par un châssis relié au dispositif de départ et d'atterrissage.

Le moteur F, du type Gnôme ou du type Anzani, a une puissance de 50 chevaux. Il actionne une hélice G de 2^m,70 de diamètre, à pas variable.

par une poutre armée, dont la section avait une forme quadrangulaire à l'avant et triangulaire à l'arrière.

Les ailes étaient formées par du papier parcheminé tendu sur des membrures faites en acajou et en peuplier. Leur envergure était de 9 mètres et leur surface de 26 mètres carrés. A l'extrémité de chaque aile était monté un aileron de stabilisation latérale pouvant osciller autour d'un axe horizontal. A l'arrière de la poutre armée étaient placés une surface d'empennage fixe et un plan mobile faisant office de gouvernail de profondeur. A l'arrière aussi et verticalement, se trouvait le gouvernail de direction.

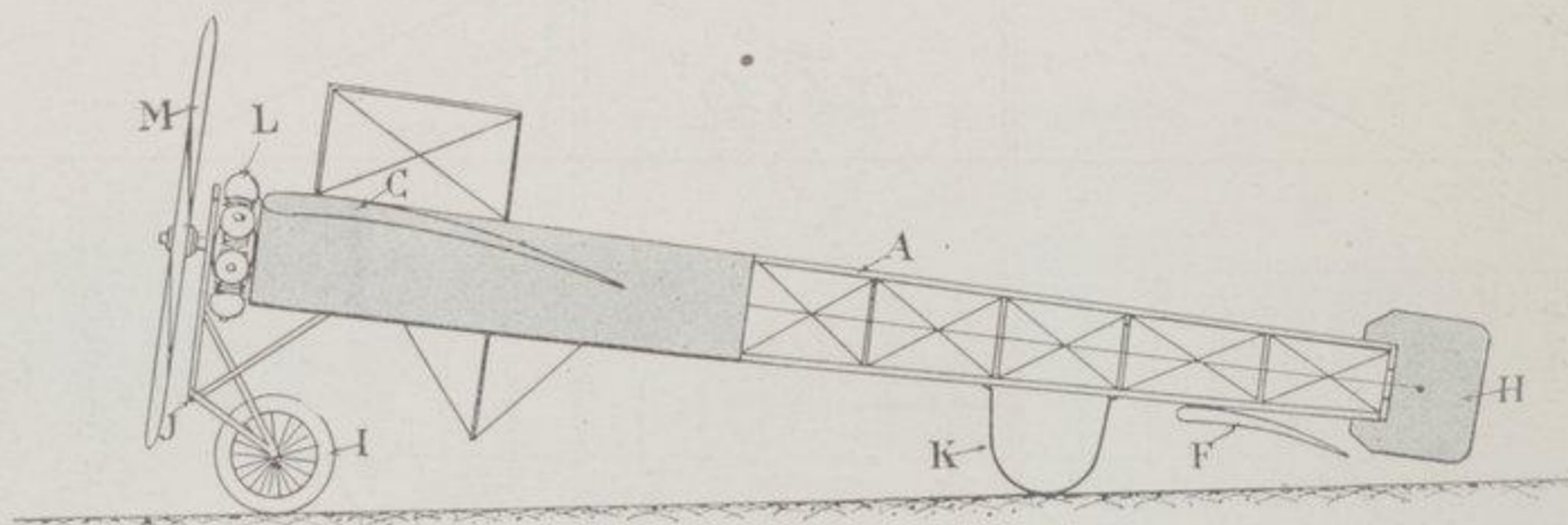


Fig. 545. — Monoplan Blériot. Vue de profil.

Cette hélice tourne à 1.100 tours par minute et est placée en avant de l'aéroplane.

Le train porteur de l'appareil se compose de deux paires de roues H disposées, par paire, à cheval sur chacun des deux patins I. Ces patins, formés par les longerons inférieurs de la queue, se recourbent en avant et sont entretoisés avec le corps de l'appareil.

Le biplan Caudron a une longueur totale de 8 mètres de l'avant à l'arrière.

Monoplan Blériot Nous avons précédemment indiqué les transformations successives subies par les aéroplanes Blériot avant la construction du type *Blériot IX*, avec lequel fut effectué le premier voyage en monoplane à travers la campagne.

Cet appareil, le *Blériot IX*, était constitué

Tous ces organes étaient commandés par l'intermédiaire d'une *cloche* montée sur un seul levier, et que le pilote a devant lui lorsqu'il est assis sur le siège disposé entre les deux ailes.

Le dispositif moto-propulseur du *Blériot IX* était un moteur Antoinette de 50 chevaux, placé en avant, qui commandait directement une hélice métallique à 4 branches flexibles, d'un diamètre de 2 mètres 10 et du pas de 1 mètre 40.

L'aéroplane était supporté par un train à deux roues montées élastiquement.

Après ce modèle de monoplane, M. Blériot commença l'étude d'un type de biplane qui devint le *Blériot X*, et dont les essais ne furent pas poursuivis.

Le monoplane construit aussitôt après, le

Blériot XI, qui devait devenir à jamais fameux par sa traversée de la Manche, est le type du monoplan Blériot, et s'il a subi quelques transformations, ainsi que nous le verrons plus loin, pour l'adapter à des conditions spéciales d'utilisation, le principe de disposition des organes et de leur fonction est resté le même.

Le monoplan *Blériot XI* (Fig. 545 à 549) se compose d'une poutre A constituée par quatre longerons en bois, entretoisés par des montants et des traverses. Cette poutre, qui a une section quadrangulaire et qui s'effile vers l'arrière, est rendue rigide et indéformable par des haubans en cordes de

par une seule de leurs extrémités avec le fuselage, elles sont maintenues à leur position normale par des haubans. Ces haubans, attachés vers l'extrémité de l'aile, aboutissent à des montants débordant en dessus et en dessous du fuselage. Les haubans supérieurs D qui ne servent qu'à supporter les ailes lorsque l'appareil est au repos, sont des câbles métalliques.

Les haubans inférieurs E doivent offrir une grande résistance pour maintenir les ailes en place malgré la pression exercée par l'air sous elles pour assurer la sustentation de l'appareil. Ces haubans sont en fil d'acier.

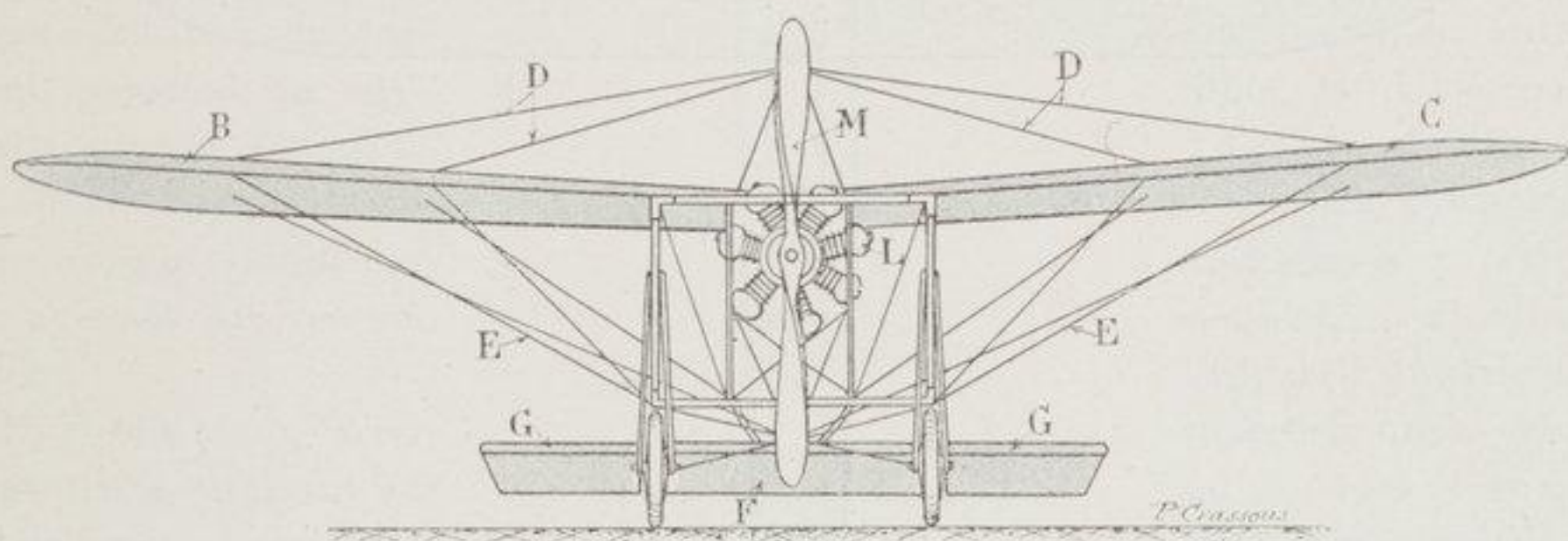


Fig. 546. — Monoplan Blériot. Vue de face.

piano reliés par des étriers spéciaux qui suppriment les tendeurs.

La poutre, qui forme le corps ou fuselage de l'appareil, a une longueur de 8 mètres. Elle supporte les ailes B et C ou surfaces sustentatrices disposées une de chaque côté de cette poutre, sur un même plan. Ces ailes sont constituées chacune par deux longerons disposés perpendiculairement au fuselage. L'un des longerons est cylindrique et s'enfonce dans un tube porté par le fuselage, l'autre est assemblé avec un des montants de ce fuselage. Les deux longerons supportent une série de nervures en bois assemblées qui sont recouvertes au-dessus et au-dessous avec du tissu caoutchouté.

La structure des ailes permet leur gauchissement. Comme les ailes sont solidaires

Les ailes ont une forme concave en dessous. Vues en projection horizontale, elles ont une forme trapézoïdale, les angles extrêmes en arrière étant fortement arrondis. La longueur totale, de bout en bout des ailes, est de 7^m,20 et leur superficie est de 12 mètres carrés. Elles sont disposées pour présenter un angle d'attaque de 7 degrés.

Le fuselage, qui est entoilé sur une partie de sa longueur, en avant, porte à son extrémité postérieure un plan fixe F formant empennage. Ce plan sert à assurer la stabilité longitudinale. De chaque côté de ce stabilisateur fixe est disposé un aileron G qui est mobile et qui peut osciller autour d'un axe horizontal parallèle à l'arête longitudinale du plan F. Ces ailerons mobiles G servent à assurer la stabilité d'altitude; ils

font fonction de gouvernails de profondeur et leur mouvement est combiné avec le mouvement de gauchissement des ailes qui assure la stabilité transversale.

En arrière de ces surfaces de stabilisation est monté le gouvernail de direction H mobile autour d'un axe vertical.

une pièce en aluminium fixée à un levier O, monté à la cardan sur un support solide du plancher de l'appareil. La cloche porte, sur sa tranche inférieure, quatre crochets Q diamétralement opposés deux à deux et également espacés.

A ces crochets sont attachés les bouts

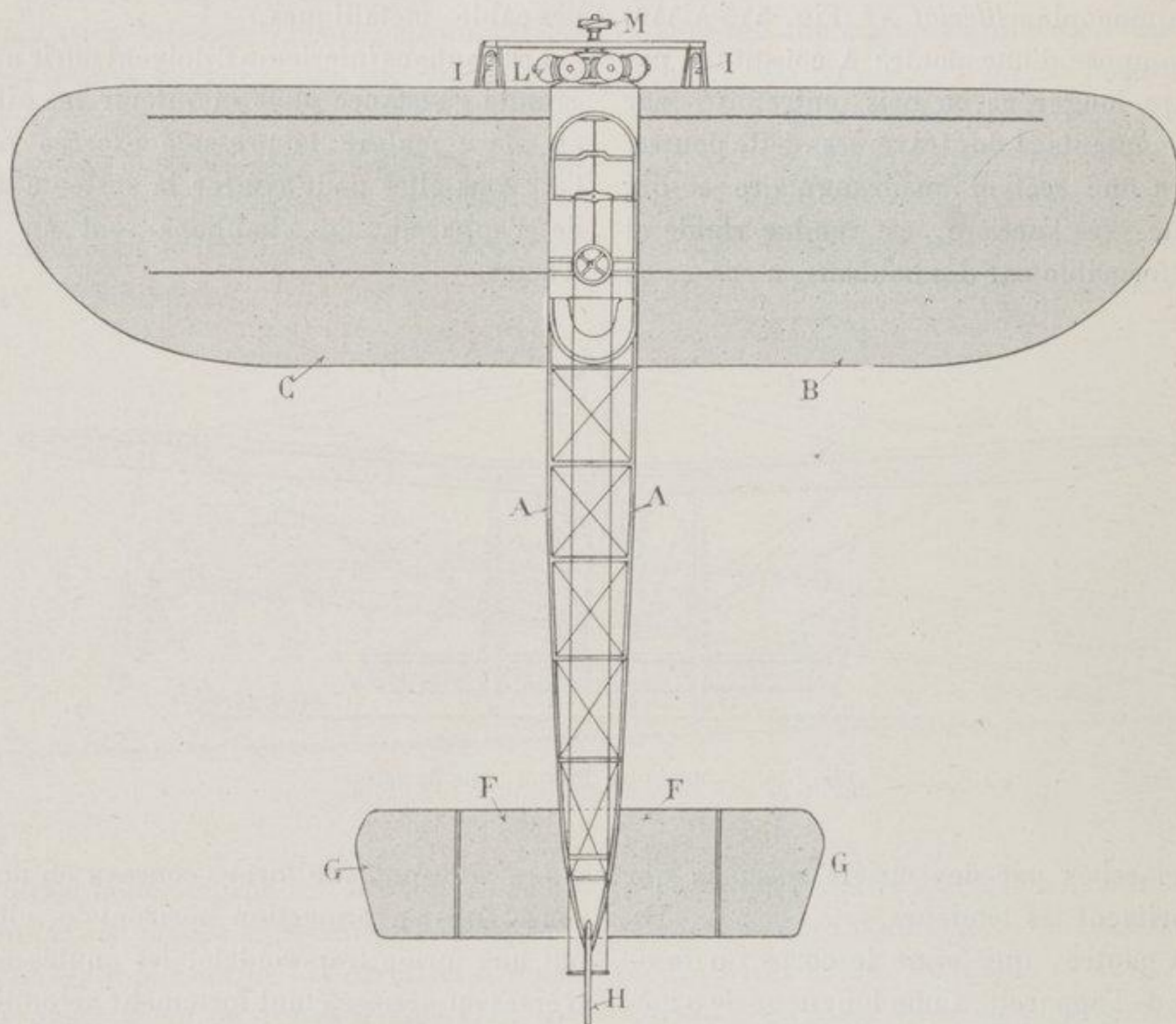


Fig. 547. — Monoplan Blériot. Vue en plan.

La commande de ces divers organes est faite pour les stabilisateurs et pour le gauchissement des ailes par la manœuvre d'un seul levier solidaire d'une cloche portant les câbles, et pour le gouvernail de direction par l'intermédiaire d'un palonnier placé sous les pieds du pilote, sorte de balancier horizontal pivotant en son milieu et dont chaque extrémité porte un câble qui aboutit au gouvernail de direction.

La cloche de commande N (Fig. 548) est

de câbles qui commandent d'une part, le gauchissement des ailes, et d'autre part, la manœuvre du gouvernail de profondeur.

Lorsque le levier, terminé à sa partie supérieure par un volant P, est déplacé dans le sens latéral, de gauche à droite ou inversement, les ailes sont gauchies par la traction d'un câble d'un côté, tandis que le mou donné au câble diamétralement opposé permet aux extrémités des ailes correspon-

dantes de prendre une position contraire à celle des ailes, qui sont gauchies par traction.

Quand le levier est manœuvré de l'avant vers l'arrière ou inversement, ce sont les ailerons arrière de stabilisation qui oscillent pour faire monter ou descendre l'appareil.

Comme le levier de la cloche est monté à la cardan, on peut donner à ce levier toutes les inclinaisons et combiner ainsi les mouvements de gauchissement des ailes et de manœuvre des gouvernails de profondeur.

Au levier de la cloche sont adjoints deux leviers auxiliaires qui doivent, pendant la manœuvre même des plans de stabilisation, faire varier le régime du moteur en agissant sur ses organes.

La cloche et son levier sont placés en avant du pilote, qui est assis sur un siège disposé dans le fuselage, entre les deux ailes.

Le moteur L placé en avant du pilote est fixé

sur le fuselage. Il actionne une hélice Chauvière M à deux branches, de 2^m,08 de diamètre et de 1^m,15 de pas.

Le monoplan *Blériot XI* qui a fait, le 25 juillet 1909, la traversée de la Manche, piloté par son constructeur, portait un moteur Anzani de 25 chevaux.

On peut aussi monter sur ce type d'aéroplane un moteur Esnault-Pelterie et un moteur Gnôme.

Le train porteur servant au départ et à l'atterrissage est, ainsi que nous l'avons précédemment indiqué, composé de deux roues orientables, I, accouplées parallèlement et montées élastiquement par rapport

au châssis support J; il est rendu solidaire du fuselage.

A l'arrière du fuselage est fixé un patin élastique K sur lequel repose l'appareil au moment de son départ. Aussitôt que l'aéroplane, en roulant, acquiert une certaine vitesse, le patin d'arrière ne touche plus le sol; l'appareil ne roule alors que sur ses deux roues jusqu'au moment où sa vitesse acquise est suffisante pour provoquer son envol.

Le *Blériot XI*, qui a été appelé type *Traversée de la Manche*, ou encore, type *Channel*, du nom donné en Angleterre au détroit du Pas-de-Calais, pesait, en ordre de route, 340 kilogrammes.

Le *Blériot XII*, construit après, comporte des dispositions à peu près semblables à celles de l'appareil précédent. La superficie totale des ailes est de 15 mètres carrés et leur envergure est de 9 mètres. L'empennage arrière, au lieu d'être un plan rectangulaire, a une forme en queue d'aronde et le gouvernail de

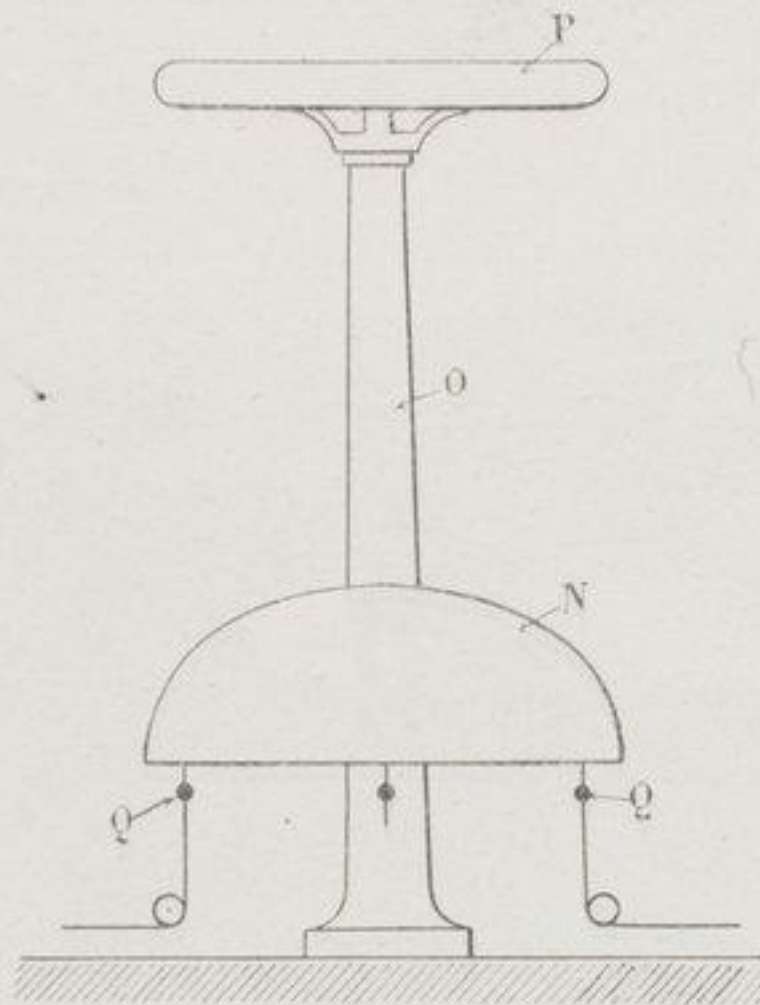


Fig. 548. — Cloche de commande du monoplan Blériot.

profondeur fait suite à ce plan stabilisateur fixe, divisé, toujours, en deux parties disposées de part et d'autre et au-dessous du gouvernail de direction. Un autre monoplan du même type à deux places a été établi avec une superficie totale des ailes de 25 mètres carrés, une envergure de 11 mètres et une largeur d'ailes de 2^m,30.

Le fuselage de l'appareil est complètement recouvert de toile.

Enfin, un *Blériot XIII* a été construit pour remplir des conditions spéciales. Cet appareil monoplan, piloté par Lemartin, qui a été victime en juin 1911 d'un accident mortel d'aéroplane, enleva, le 2 février

1911, sept passagers, puis, deux jours plus tard, dix passagers, représentant un poids utile de 500 kilogrammes environ, l'appareil pesant, au total, 1.103 kilog. 500,

La superficie totale des surfaces sustentatrices est de 40 mètres carrés et le moteur qui actionne l'appareil a une puissance de 90 chevaux.

Les monoplans Blériot ont obtenu, comme

Voici comment est constitué le monoplane à deux places qui est le type le plus récent. Le monoplane à une place n'en diffère que par les dimensions.

L'appareil comporte un fuselage métallique (Fig. 550 à 552). Il est fait en tubes d'acier étiré. Ces tubes sont rendus solidaires par des raccords soudés; des haubans raidissent l'ensemble et le rendent indéformable.



Fig. 549. — Départ d'un monoplane Blériot monté par Leblanc.

nous l'indiquerons plus loin, de nombreux succès dans les divers meetings et circuits d'aéroplanes, et accompli, sous la direction d'audacieux et habiles pilotes, des prouesses remarquables que nous résumerons.

Monoplane Robert Esnault-Pelterie, R. E. P. M. Esnault-Pelterie construit plusieurs types d'aéroplanes monoplans : le monoplane à

une place muni d'un moteur de 50 à 60 chevaux et le monoplane à deux places comportant un moteur de même puissance.

Le fuselage, à l'extrémité avant, est très rétréci. Il porte quatre pattes qui servent à fixer le moteur. Il s'élargit ensuite pour recevoir les deux sièges du pilote et du passager ainsi que les divers organes de commande et de manœuvre.

Puis, derrière les sièges, le fuselage a une section en forme de losange dont les dimensions diminuent de plus en plus à mesure que l'on se rapproche de l'extrémité arrière. C'est à cette extrémité que sont disposés les organes de stabilisation et de direction.

Le fuselage est, en entier, tendu de tissu caoutchouté, pour diminuer le plus possible la résistance à l'avancement.

vient se raccorder avec le tissu enveloppant le fuselage.

Les ailes ne sont pas fixées d'une manière

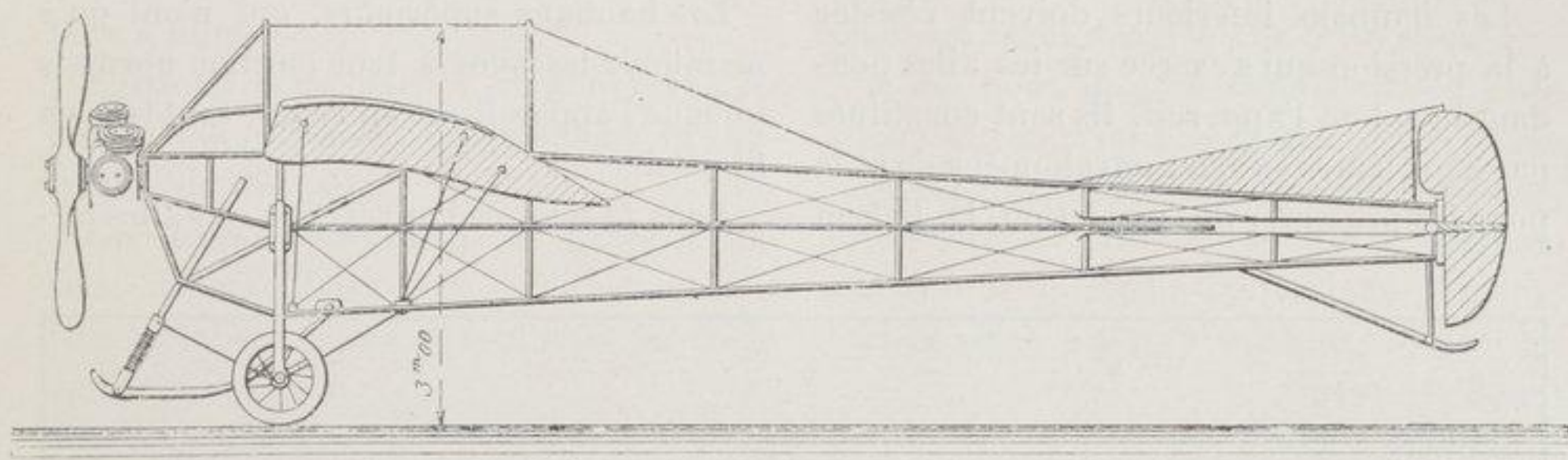


Fig. 550. — Monoplan R. E. P. à deux places. Vue de profil.

Les surfaces sustentatrices ou ailes sont disposées sur les côtés du fuselage, au droit de la partie élargie où se trouvent les sièges des aviateurs, de sorte que ceux-ci sont assis entre les deux ailes.

rigide au fuselage. Chacune des deux poutres qui forment la charpente d'une aile

est reliée au corps de l'appareil par l'intermédiaire d'un raccord articulé. Ce sont les haubans qui maintiennent l'aile dans la position qu'elle doit occuper, et le réglage de cette position est rendu facile par le montage articulé des ailes.

Ces ailes ont, en projection horizontale, une forme trapézoïdale; les bords arrière sont légèrement incurvés. Elles sont, chacune, formées par deux poutres en frêne d'une seule pièce, réunies par des nervures en bois dont la section est carrée pour les unes et

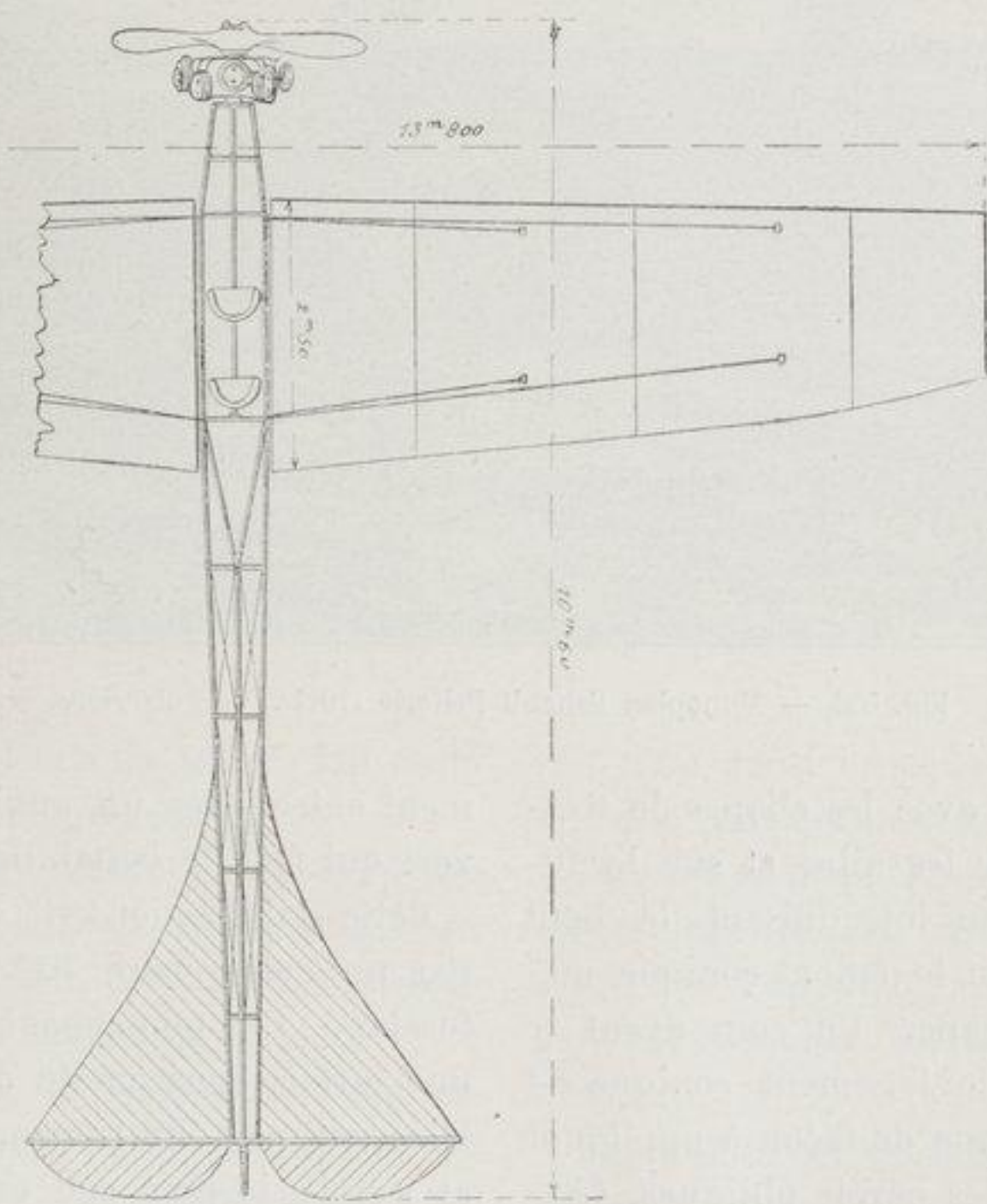


Fig. 551. — Monoplan R. E. P. à deux places. Vue en plan.

en forme de double T pour les autres.

haubans qui aboutissent à la poutre arrière ne sont pas, à leur autre extrémité, fixés directement au fuselage. Ils sont rendus

Les haubans sont au nombre de huit par aile, deux disposés en dessus et deux en dessous pour chacune des deux poutres de cette aile. Les

solidaires de l'appareil par l'intermédiaire d'une pièce oscillante, montée sur billes, et qui peut être actionnée par le levier qui produit le gauchissement.

Les haubans inférieurs doivent résister à la pression qui s'exerce sur les ailes pendant le vol de l'appareil. Ils sont constitués par deux lames en acier enveloppées de toile pour les préserver de l'oxydation. La liaison

plus les extrémités de ces lames, en tirant sur les coins, sont appliquées énergiquement contre les parois de la chape de fixation.

Ce mode de liaison est simple et efficace.

Les haubans supérieurs, qui n'ont qu'à maintenir les ailes à leur position normale lorsque l'appareil est au repos, sont faits en fil d'acier.

Dans le sens de l'envergure, les ailes for-



Fig. 552. — Monoplan Esnault-Pelterie (1911). Vue d'arrière.

de ces deux lames avec les chapes de fixation disposées sur les ailes et sur le fuselage s'effectue en introduisant le bout des lames dans un logement conique ménagé dans la chape. Un coin ayant le même angle que le logement conique est placé dans la chape de façon à appliquer les lames contre les parois obliques. Chaque bout de lame est ensuite retourné sur le coin et ces bouts peuvent être soudés. Il s'ensuit que plus la pression est grande sur l'aile et alors que, par conséquent, la traction s'exerce plus forte sur les lames-haubans,

ment entre elles un angle dièdre très ouvert qui facilite la stabilisation.

Cette stabilisation est, en outre, assurée par un empennage fixé vers l'arrière du fuselage. Cet empennage est constitué par une surface horizontale de forme triangulaire qui part du tiers arrière du fuselage et s'étale jusqu'à son extrémité. De plus, au-dessous de ce plan horizontal est disposée une quille verticale de longueur moindre et ayant également une forme triangulaire.

A l'arrière de l'empennage horizontal est

placé le gouvernail de profondeur, formé de deux segments de cercle recouverts d'étoffe. Ces plans sont mobiles autour de leur côté rectiligne et sont montés sur des paliers à billes.

Entre les deux parties du gouvernail de profondeur est placé, verticalement, le gouvernail de direction.

Les châssis constituant ces diverses surfaces de stabilisation et de direction sont faits en tubes d'acier et sont fixés au corps de l'aéroplane au moyen de boulons.

La commande du gouvernail de profondeur se fait au moyen d'un levier placé à la gauche du pilote, levier qu'il manœuvre, pour cela, d'avant en arrière ou inversement. Le même levier actionné de droite à gauche, ou inversement, commande le gauchissement des ailes.

Un second levier, placé à la droite du pilote, fait mouvoir le gouvernail de direction.

Le jeu de leviers est double. Chacun des deux passagers peut, en les manœuvrant, commander les divers organes, les liaisons étant faites d'une façon appropriée.

Le train porteur de l'aéroplane comporte deux roues garnies de pneumatiques de gros diamètre. Ces roues sont reliées chacune au fuselage par deux tubes qui forment, avec celui des châssis, une sorte d'ensemble triangulaire qui peut se déformer, le tube inférieur de la roue étant monté à articulation et l'autre tube pouvant se dépla-

cer, à sa partie supérieure, dans une glissière, tout en étant maintenu en position par des ressorts en caoutchouc.

Un patin en bois de grande largeur est placé en avant des roues et entre elles.

Il est donc disposé dans l'axe de l'appareil et, en avant, solidaire d'un piston faisant partie d'un frein oléo-pneumatique.

En arrière, le patin est monté à glissière sur le tube inférieur du fuselage. Lorsque l'atterrissage est trop brusque et que les

roues ne suffisent pas à amortir le choc, le patin frotte à son tour sur le sol et agit en freinant par l'intermédiaire du frein oléo-pneumatique.

Le patin sert aussi à empêcher l'appareil de capoter à l'atterrissage, dans le cas de la rencontre d'une aspérité prononcée de terrain. Le patin, en effet, peut glisser sur l'obstacle et préserver l'appareil

d'un arrêt brusque qui pourrait produire le renversement en avant.

Une crosse-béquille est placée à l'arrière du fuselage et à la partie inférieure pour supporter l'appareil au repos et protéger les organes de stabilisation et de direction.

Le moteur est du type Esnault-Pelterie, que nous avons décrit dans notre précédent volume ; les figures 463, 464 et 553 de celui-ci en donnent des vues d'ensemble. Sa puissance est de 50 à 60 chevaux. Le moteur est muni d'un dispositif d'avance à l'allumage et d'un dispositif de mise en route

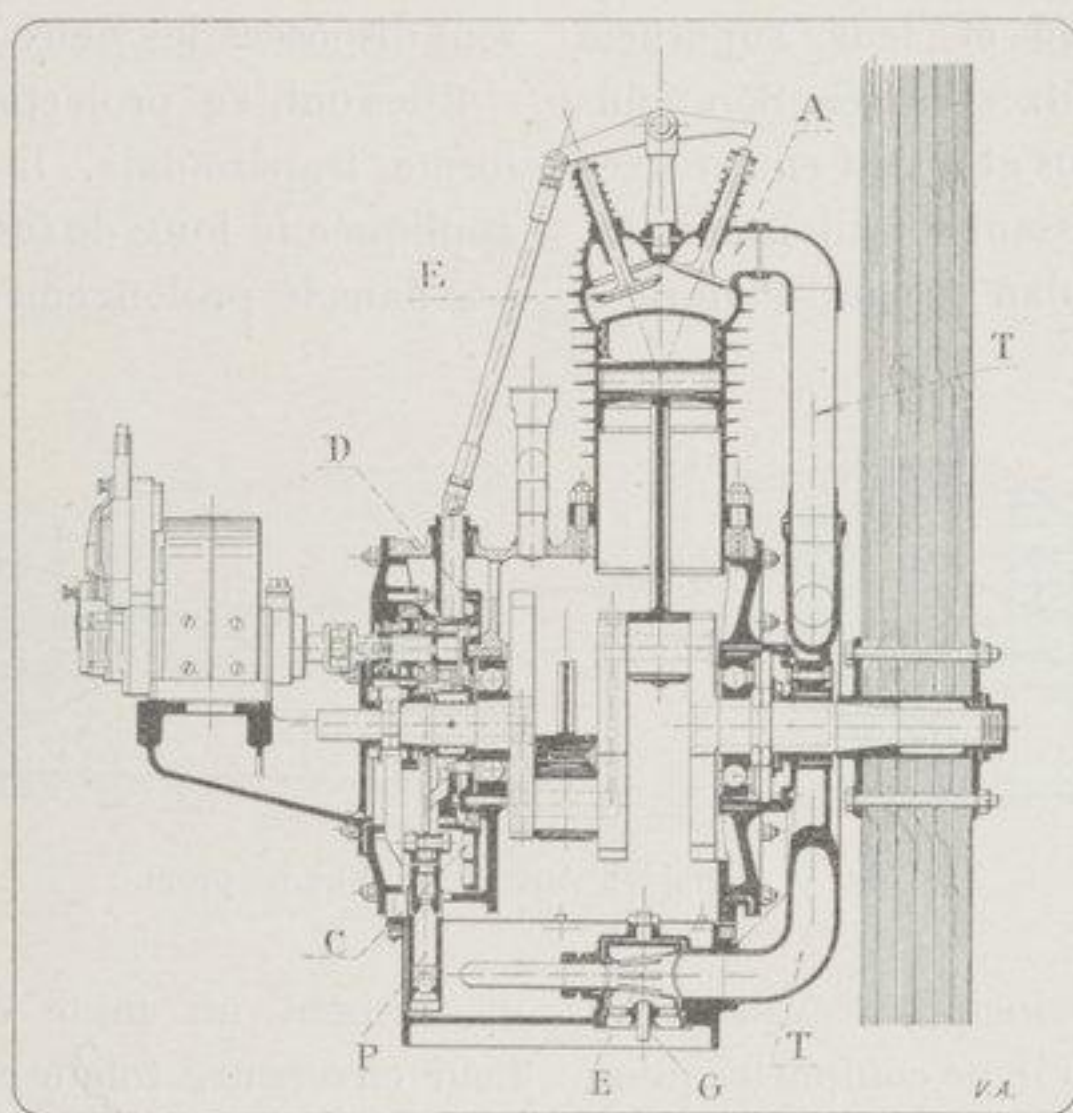


Fig. 553. — Coupe du moteur Esnault-Pelterie.

commandé du siège du pilote. Il comporte aussi un réglage d'admission des gaz au moyen de deux pédales placées sous les pieds du pilote. Une pédale provoque, par sa manœuvre, l'accélération, l'autre le ralentissement du moteur.

Le moteur actionne une hélice en bois à deux branches placée à l'avant de l'aéroplane.

Le monoplan Esnault-Pelterie à deux places que nous venons de décrire, a une longueur de 10 mètres. Les ailes ont une envergure de 12^m,70 et leur superficie totale est de 25 mètres carrés. Son poids à vide est de 500 kilos et il s'est enlevé avec une charge utile dépassant 300 kilogrammes.

Le type de monoplan Esnault-Pelterie à

semblable à celui que nous avons décrit dans le volume précédent, actionne le monoplan Antoinette.

Ce monoplan se compose d'un fuselage A formé par une poutre, dont la section a une forme triangulaire, rendue rigide et indéformable par des assemblages de montants et de traverses. A l'avant, ce fuselage est effilé pour diminuer la valeur de la résistance de l'air pendant la marche; à l'arrière, la poutre s'amincit également.

Au droit de la partie élargie du fuselage sont disposées les deux ailes B et C.

Elles ont, en projection horizontale, une forme trapézoïdale, la grande base étant appliquée le long du fuselage. Elles ne sont pas dans le prolongement l'une de l'autre,

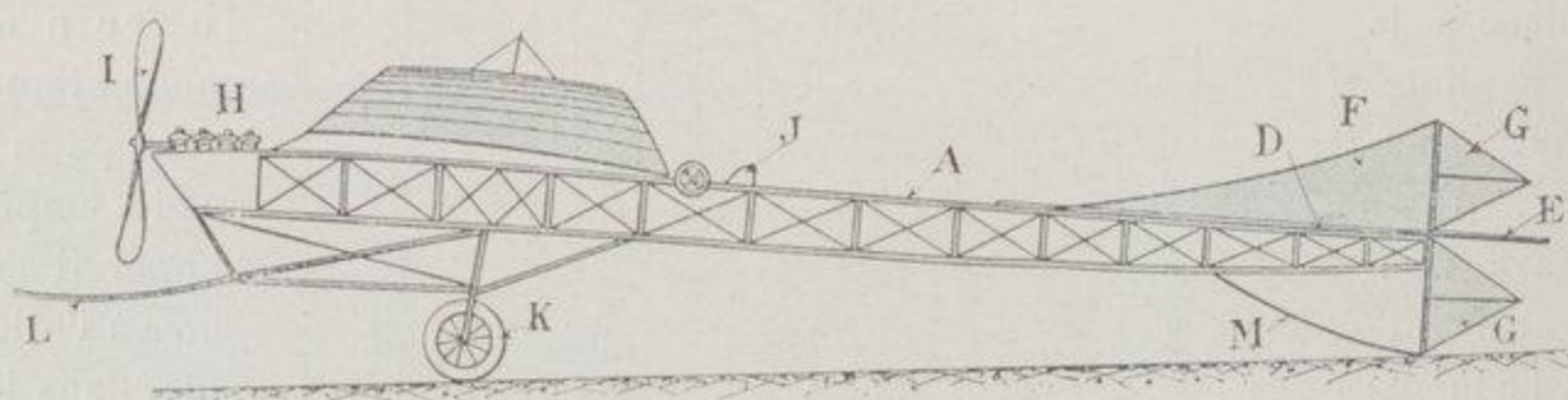


Fig. 554. — Monoplan Antoinette. Vue de profil.

une place est, en principe, semblable au type précédent, mais il ne comporte qu'un siège de pilote; sa longueur est de 9^m,50. Les ailes ont une envergure de 12^m,80, et une surface de 25 mètres carrés. Son poids à vide est de 480 kilos; en pleine charge, monté, il est d'environ 600 kilos. Le moteur a aussi une puissance de 50 à 60 chevaux. On voit que les caractéristiques des deux appareils ne sont pas très différentes.

Monoplan Antoinette (Fig. 554 à 557.) La Société Antoinette avait, avant de

construire des aéroplanes, établi des moteurs légers, dont les premiers appareils à voler ont presque tous été munis au début. Un de ces moteurs étudié par l'éminent ingénieur de cette Société, M. Levavasseur, et

et forment un angle dièdre très ouvert. Leur envergure totale est de 15 mètres et leur surface de 35 mètres carrés. Elles sont disposées de façon que l'angle d'attaque soit de 4 degrés.

La carcasse des ailes est constituée par des membranes disposées dans le sens de l'envergure et par des nervures en forme de poutres entretoisées. Ces ailes sont rendues assez souples pour qu'elles puissent être gauchies à la volonté du pilote afin d'assurer la stabilité transversale. Sur la carcasse des ailes est tendu, en dessous et en dessus, un tissu caoutchouté.

Les ailes encastrées dans le fuselage sont maintenues à leur position par des haubans supérieurs et inférieurs.

A la partie arrière du fuselage est disposé un empennage horizontal fixe D qui est

constitué par deux plans triangulaires placés un de chaque côté du fuselage. A la suite de cet empennage se trouve un plan stabilisateur mobile E faisant office de gouvernail de profondeur.

Enfin, un gouvernail de direction G, en deux parties, est monté à l'arrière de cette

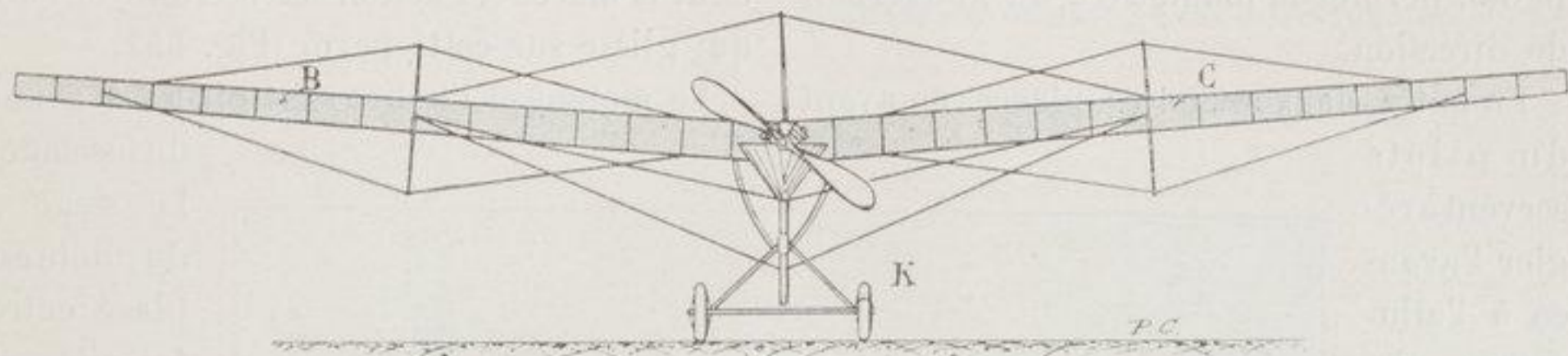


Fig. 555. — Monoplan Antoinette. Vue de face.

quille et disposé de façon à pouvoir osciller autour d'un axe vertical. Les manœuvres de ces divers organes

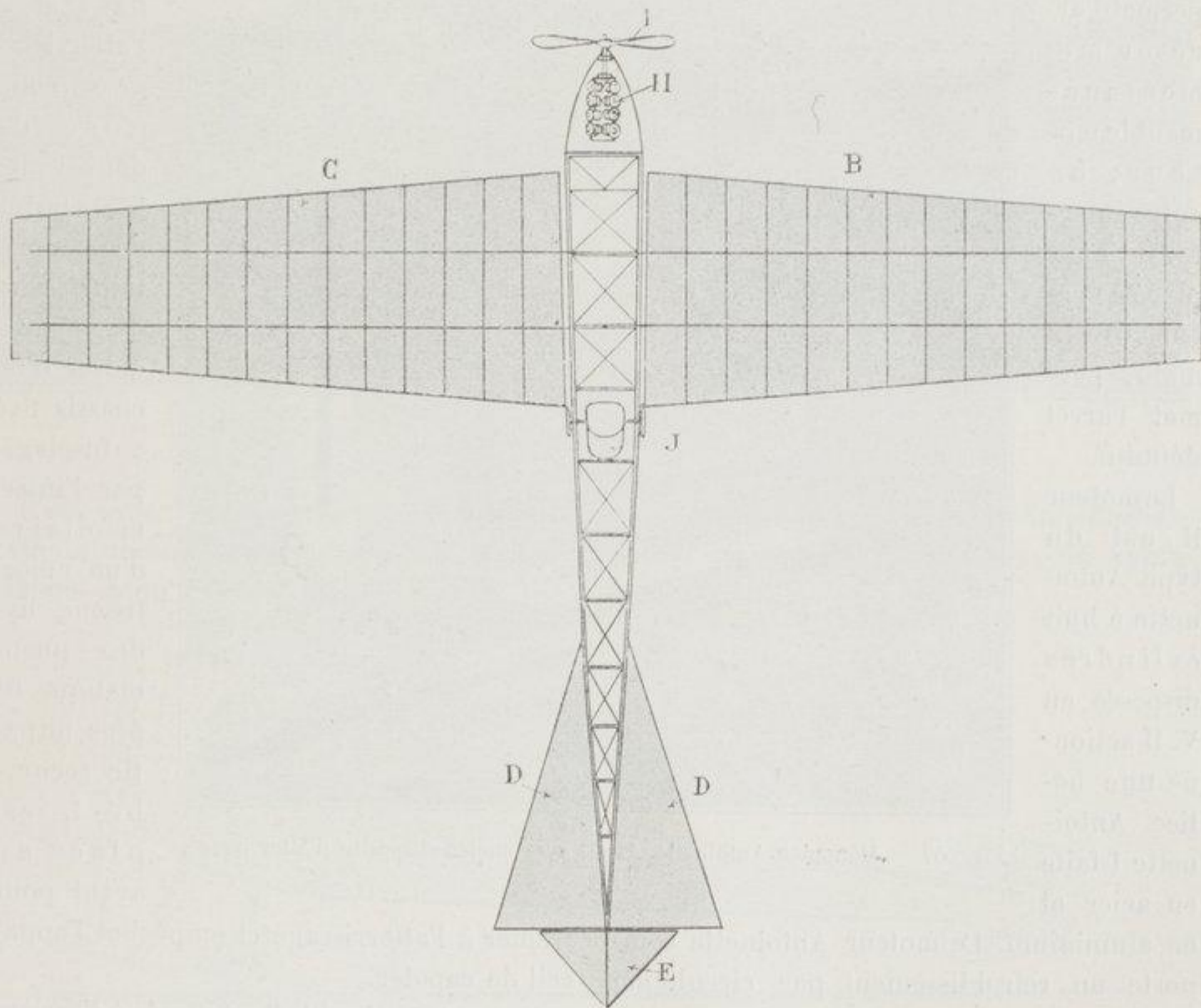


Fig. 556. — Monoplan Antoinette. Vue en plan.

Entre les deux plans d'empennage est placée verticalement une quille F, surface de forme triangulaire, qui complète l'empennage stabilisateur de queue.

s'effectuent au moyen de deux volants et d'un palonnier. L'un des volants, celui de droite, commande la manœuvre du gouvernail de profondeur; l'autre volant, placé à

gauche, commande le gauchissement des ailes. Le palonnier, placé sous les pieds du pilote, permet la manœuvre du gouvernail de direction.

En outre, deux manettes, placées en avant du pilote servent à régler l'avance à l'allumage du moteur et sa carburation. Un interrupteur à pédale permet d'arrêter momentanément le moteur; un autre interrupteur placé à portée de la main, permet l'arrêt définitif.

Le moteur H est du type Antoinette à huit cylindres disposés en V. Il actionne une hélice Antoinette I faite en acier et en aluminium. Le moteur Antoinette comporte un refroidissement par circulation d'eau.

Ce dispositif nécessite un radiateur. Cet organe est constitué par des tubes très minces à grande surface de refroidissement disposés sous la forme d'un panneau de 1 centimètre d'épaisseur, 0^m,60 de large et

3 mètres de long. Ce panneau est placé sur l'un des côtés du fuselage où il reçoit, pendant la marche, l'action réfrigérante de l'air qui glisse sur cette paroi (Fig. 557).

Le moteur et l'hélice sont placés en avant du fuselage.

Le siège J du pilote est placé entre les ailes et en arrière d'elles.

Le train porteur servant au départ et à l'atterrissage se compose de deux roues K garnies de pneumatiques, rendues solidaires d'un châssis fixé au fuselage, par l'intermédiaire d'un amortisseur hydro-pneumatique. De plus, un patin recourbé L est placé en avant pour

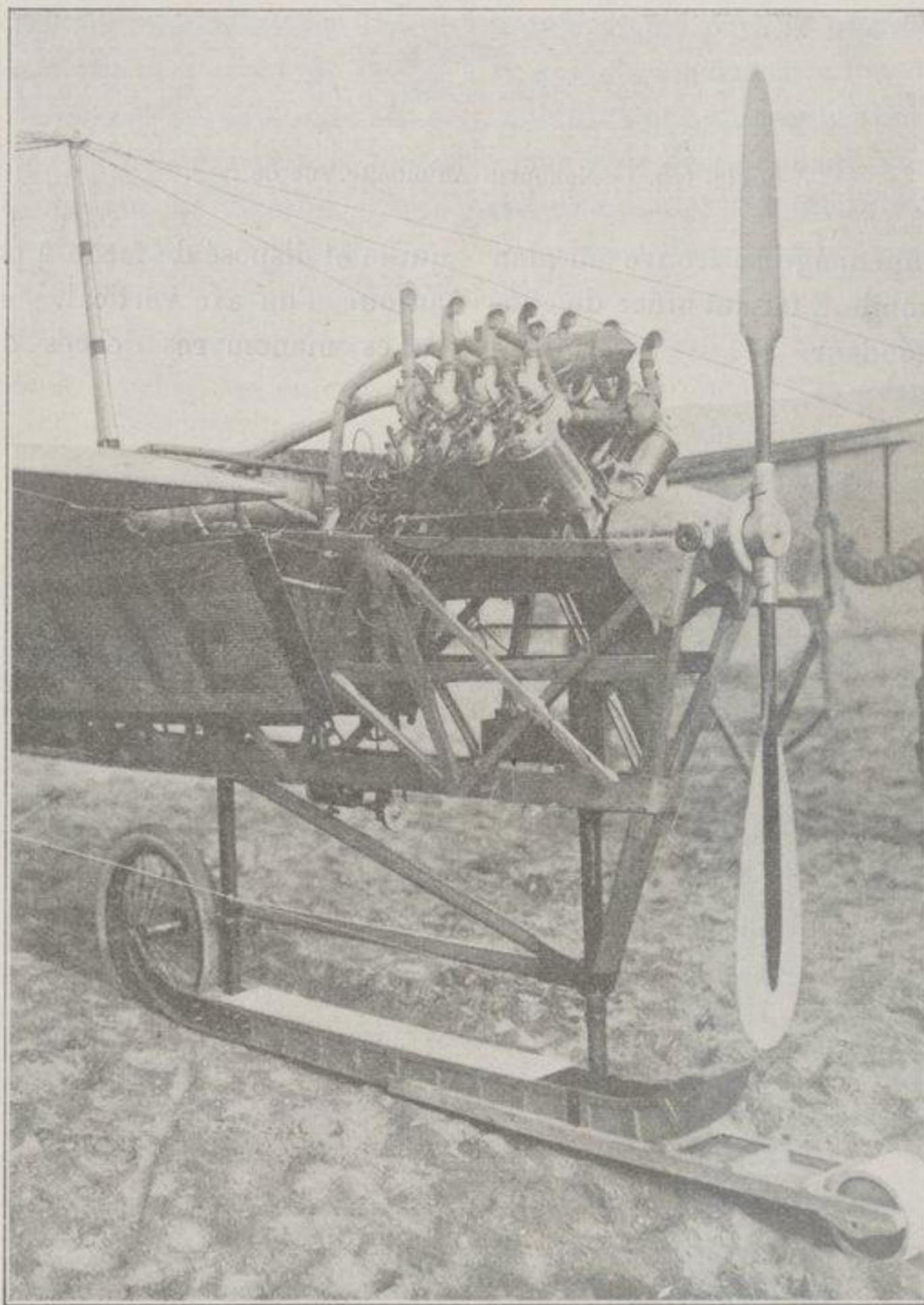


Fig. 557. — Monoplan Antoinette. Avant avec ancien dispositif d'atterrissage.

freiner à l'atterrissage et empêcher l'appareil de capoter.

Une crosse-béquille M est placée à l'arrière du fuselage et en dessous pour servir de point d'appui à l'appareil, au repos.

Le premier dispositif d'atterrissage ne comportait qu'une roue à pneumatique, conjuguée avec un patin muni en bout d'un

petit rouleau (Fig. 557). Le monoplan Antoinette, en ordre de marche, pèse 520 kilogrammes.

Monoplan Nieuport (Fig. 558 à 561.) Ce monoplan a montré de grandes qualités de vitesse; c'est avec lui que Wey-

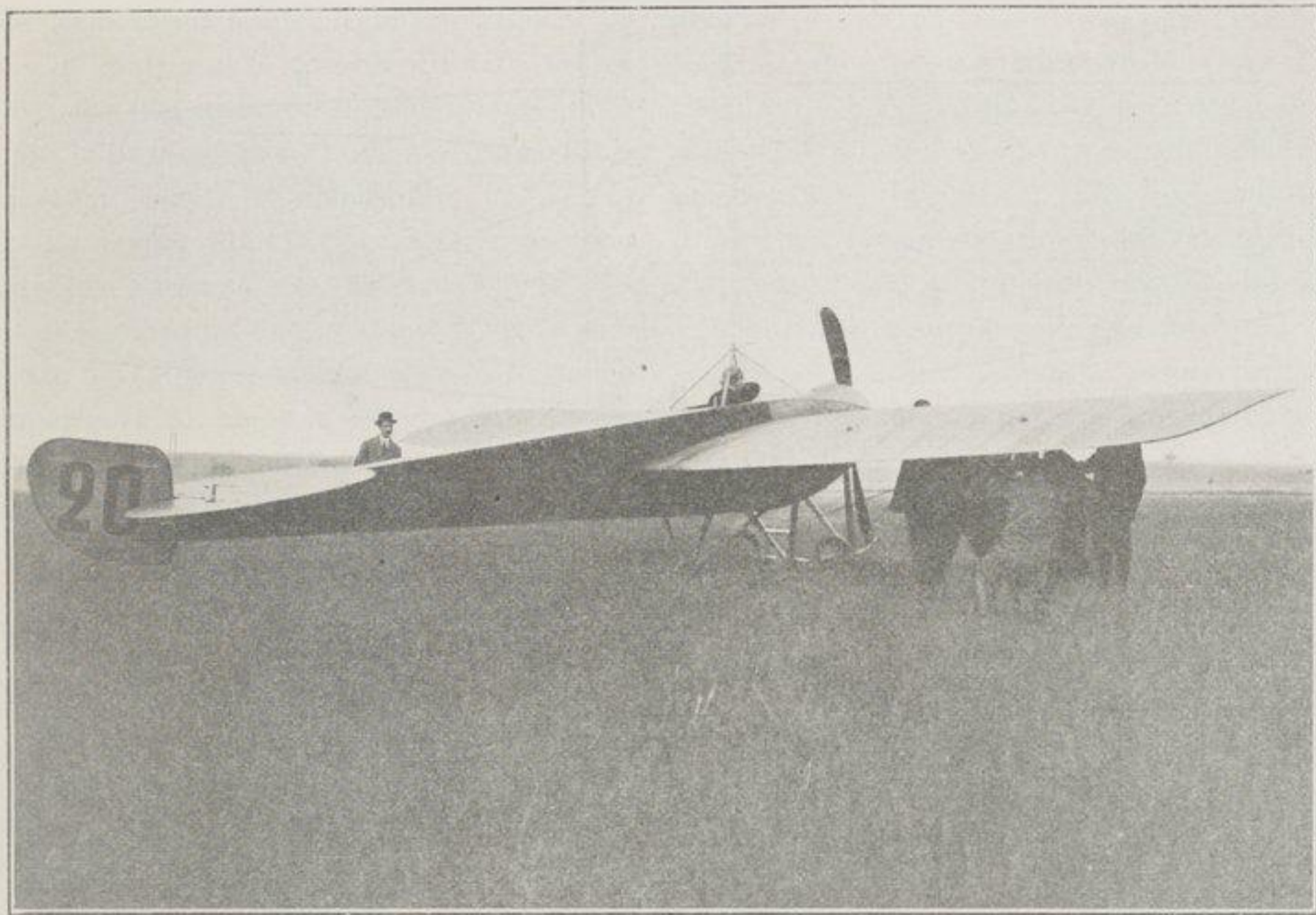


Fig. 558. — L'aviateur Weymann sur monoplan Nieuport.

C'est avec cet appareil que l'aviateur Latham accomplit ses merveilleux exploits aériens et qu'il tenta, le premier, de tra-

verser le détroit du Pas-de-Calais. Sa tentative, on le sait, échoua, et Latham fut recueilli en mer, assis dans son appareil qui flottait à la surface de l'eau.

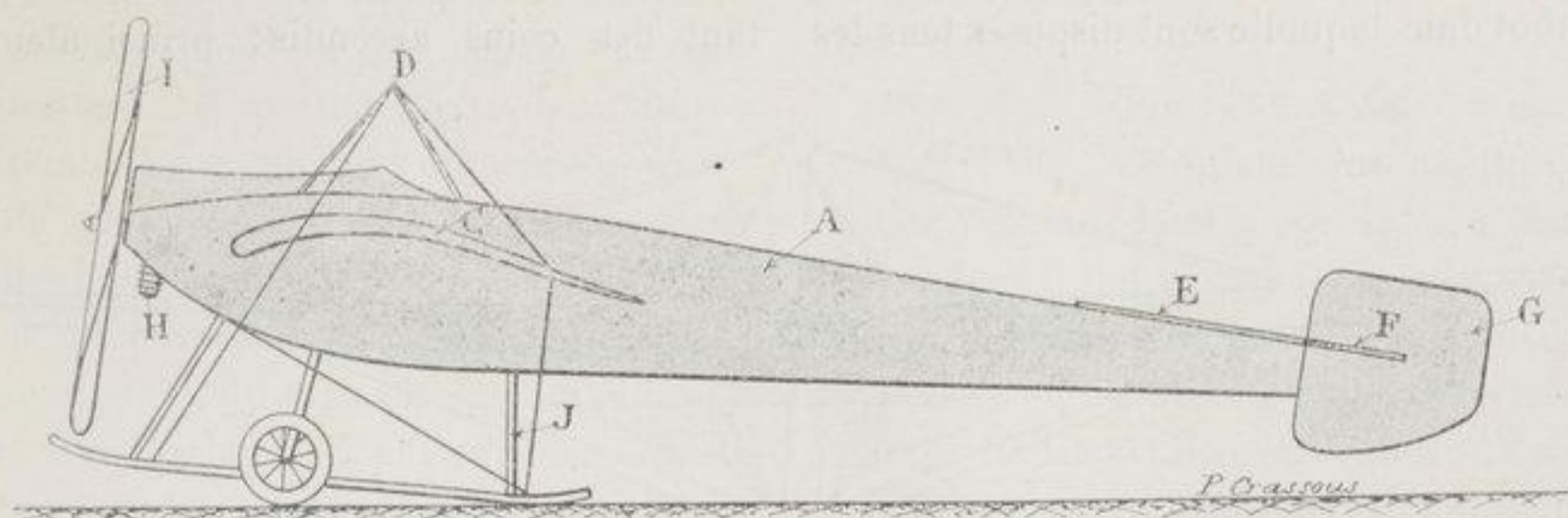


Fig. 559. — Monoplan Nieuport. Vue de profil.

verser le détroit du Pas-de-Calais. Sa tentative, on le sait, échoua, et Latham fut recueilli en mer, assis dans son appareil qui flottait à la surface de l'eau.

Il se compose d'un fuselage A constitué par une poutre armée et rigide, recouverte entièrement d'étoffe. Ce fuselage est en forme de sabot en avant et effilé vers l'ar-

rière. Le pilote, assis sur son siège entre les ailes, est complètement protégé de tous

Les ailes B et C ont une forme trapézoïdale, la grande base du trapèze appliquée

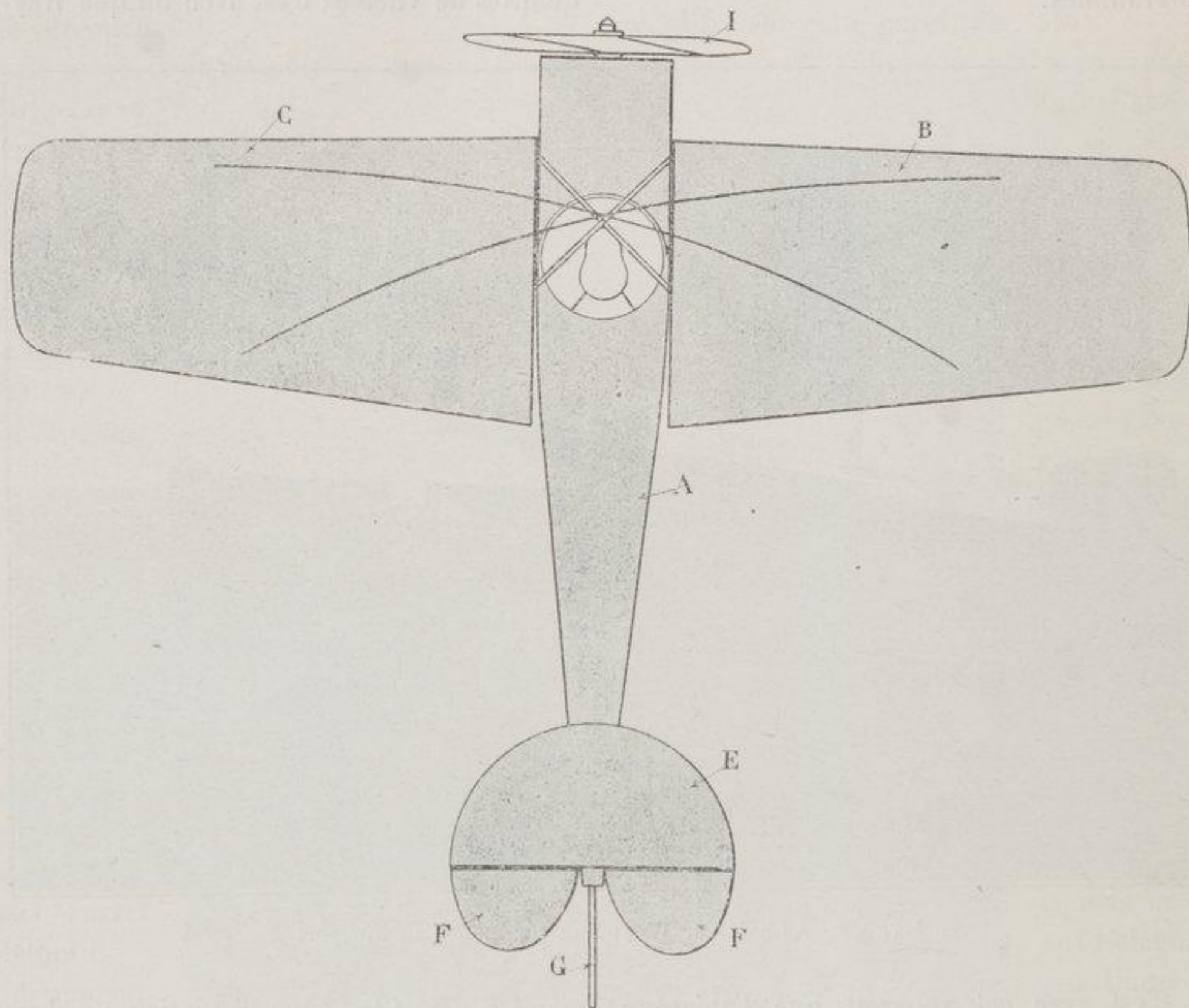


Fig. 560. — Monoplan Nieuport. Vue en plan.

côtés, étant placé dans cette nacelle en forme de sabot dans laquelle sont disposés tous les

contre le fuselage et l'autre extrémité portant des coins arrondis, principalement

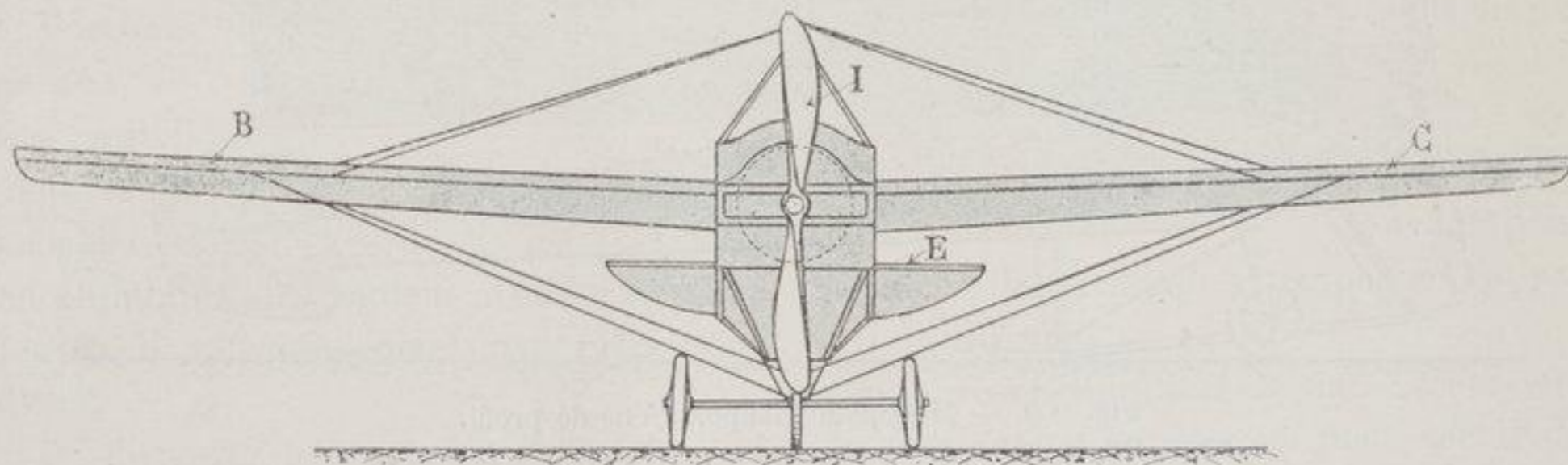


Fig. 561. — Monoplan Nieuport. Vue de face.

organes de commande et de manœuvre de l'appareil.

celui d'arrière qui l'est fortement.

Les ailes ont une section spéciale en

forme incurvée. Elles sont constituées par une charpente solide et souple qui permet leur gauchissement.

Elles sont tendues au-dessus et au-dessous de tissu caoutchouté; leur envergure est de 10 mètres et leur surface totale est de 18^m,36. Ces ailes ne sont pas tout à fait dans le prolongement l'une de l'autre. Elles forment, par leur disposition, un V très grand ouvert. Elles sont réglées en position par des haubans. Ces haubans supérieurs et inférieurs sont fixés d'une part sur la carcasse de l'aile et, d'autre part, à la partie supérieure, au point de jonction D de quatre montants réunis au fuselage. A la partie inférieure, ils sont fixés au châssis.

recourbé en avant et se prolongeant, en arrière, de façon à supporter l'appareil quand il est au repos.

Ce longeron fait office de patin à l'atterrissage. Il est rendu solidaire, par l'intermédiaire de ressorts à lames, de deux roues L garnies de pneumatiques. Ce sont ces deux roues qui, à l'atterrissage, prennent d'abord contact avec le sol. Le choc est d'abord amorti par les pneumatiques qui garnissent les roues, puis, s'il est trop grand, par la flexion des roues sur les ressorts-lames qui les relie au châssis. Le patin, enfin, prend contact à son tour avec le sol et freine énergiquement.

Le monoplan Nieuport a une longueur de

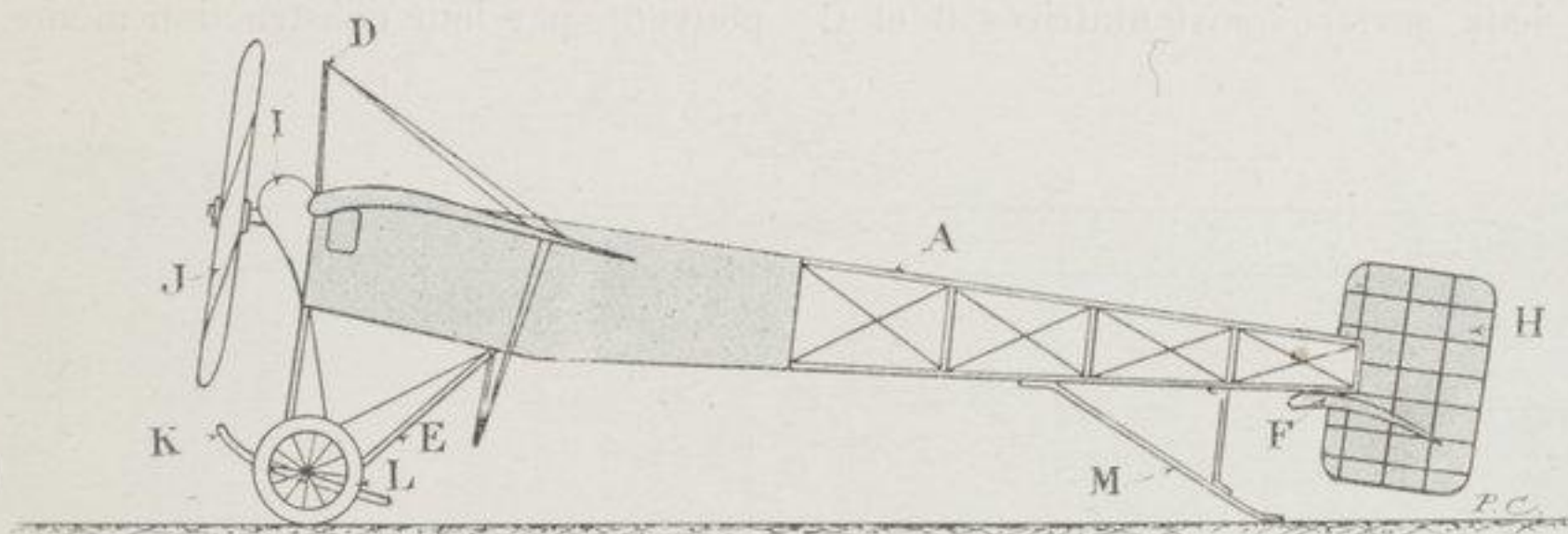


Fig. 562. — Monoplan Morane. Vue de profil.

Le fuselage porte, à l'extrémité arrière, les organes de stabilisation et de direction. Un empennage horizontal fixe E est placé à la partie supérieure du fuselage. Ce plan stabilisateur est prolongé par deux autres plans mobiles F qui font office de gouvernail de profondeur. Entre les deux plans mobiles peut osciller le gouvernail de direction G qui tourne autour d'un axe vertical.

Le moteur H, du type Gnôme, est placé en avant du fuselage. Il a une puissance de 70 chevaux et actionne une hélice *intégrale Chauvière* I d'un diamètre de 2^m,70, de 2 mètres de pas, tournant, comme le moteur, à la vitesse de 1.200 tours par minute.

Le train porteur de l'appareil se compose d'un châssis J, terminé à sa partie inférieure par un longeron K de grande longueur.

7^m,50. Son poids à vide est de 340 kilogrammes, et en ordre de marche il est de 550 kilogrammes.

Monoplan Morane (Fig. 562 à 565.) C'est cet aéroplane que montait l'aviateur Védrières dans la course Paris-Madrid et avec lequel il a gagné le prix de 100.000 francs en arrivant le premier à Madrid, le 26 mai 1911 au matin, ayant effectué un parcours de 1.205 kilomètres en trois étapes.

Le monoplan Morane se compose d'un fuselage A fait en frêne, à section quadrangulaire, dont les dimensions diminuent de 0^m,60 de côté à l'avant, à 0^m,25 à l'arrière.

L'avant du fuselage, qui porte le siège du pilote, est seul entoilé pour faciliter le glissement des filets d'air; l'arrière est

ouvert pour éviter une trop grande résistance de l'air lors des virages.

L'extrémité avant de la poutre A porte un

constituées chacune par deux longerons de frêne distants de $0^m,65$, portant des nervures placées perpendiculairement et espa-

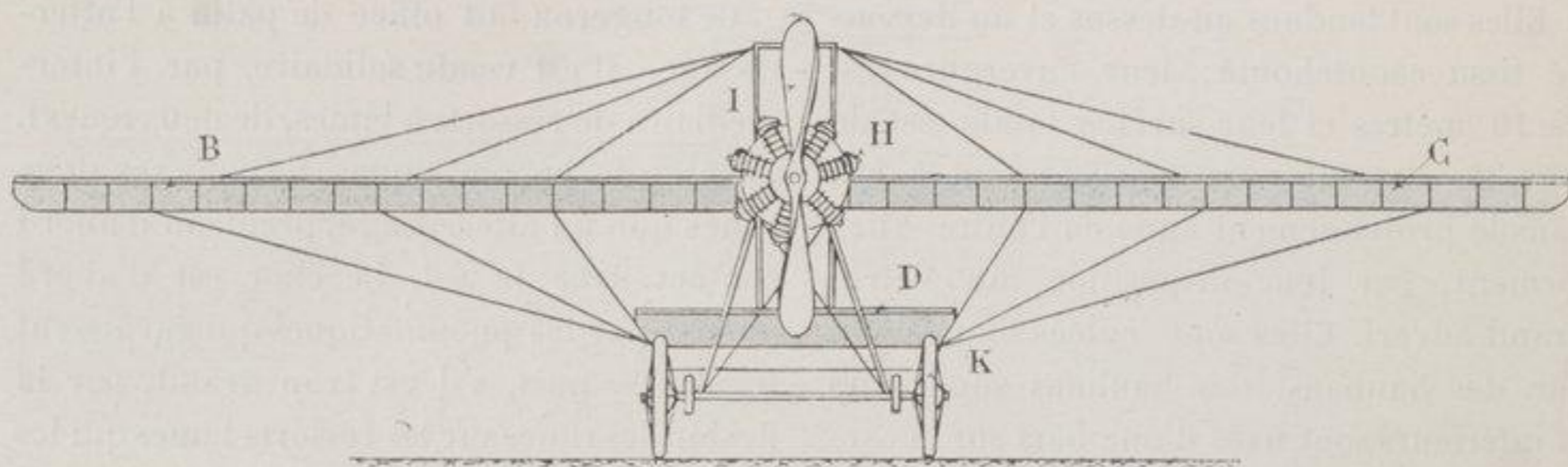


Fig. 563. — Monoplan Morane. Vue de face.

capot qui fait saillie au-dessus et qui abrite l'aviateur pendant la marche.

Les deux surfaces sustentatrices B et C

sont constituées chacune par deux longerons de frêne distants de $0^m,35$. Leur envergure est de $9^m,30$ et leur surface totale est de $17^m^2,5$. Elles peuvent, par leur construction même, être

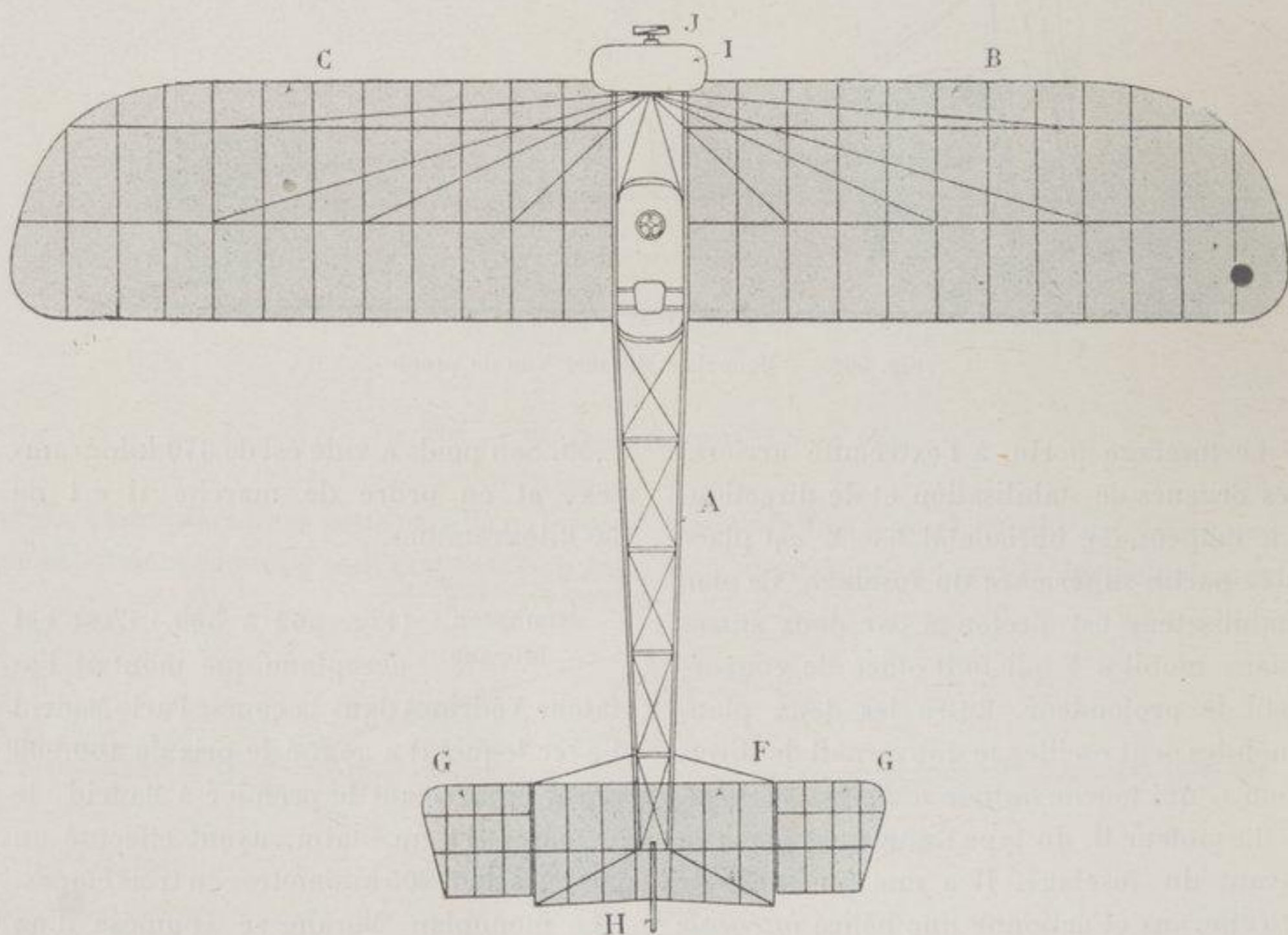


Fig. 561. — Monoplan Morane. Vue en plan.

sont disposées une de chaque côté du fuselage dans le prolongement l'une de l'autre, ne formant aucun angle dièdre.

Ces ailes, qui ont $1^m,90$ de largeur, sont

gauchies pour assurer la stabilisation transversale.

Les ailes sont supportées par des haubans. Les haubans supérieurs s'attachent

au sommet D d'une pyramide faite en tubes; les haubans inférieurs sont fixés au châssis porteur E solidaire du fuselage.

La poutre A formant le corps de l'aéroplane porte, à l'arrière, une surface d'empennage fixe F prolongée à droite et à gauche par deux ailerons mobiles G, pouvant osciller autour d'un axe horizontal et qui constituent le gouvernail de profon-

vers l'arrière actionne le gouvernail de profondeur, tandis que le mouvement vers la droite ou vers la gauche commande le gauchissement des ailes.

Le gouvernail de direction est commandé par la manœuvre de deux pédales placées sous les pieds du pilote.

Le moteur Gnôme I, d'une puissance de 50 chevaux, est monté à l'avant du fuselage.

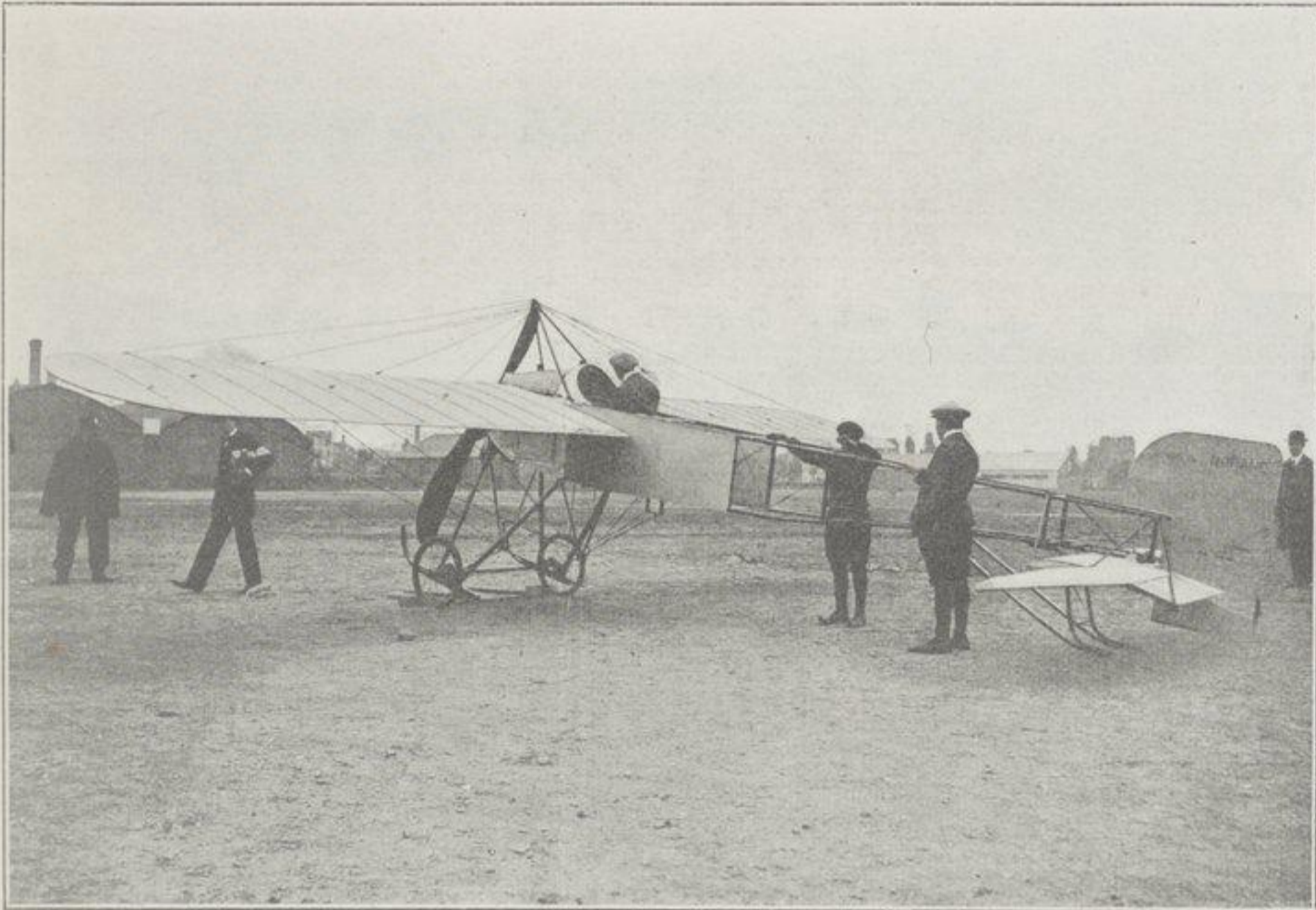


Fig. 565. — Monoplan Morane 1911. Vue d'arrière.

deur. L'envergure de ce système stabilisateur est de 3^m,50 et sa largeur est de 0^m,80.

Le gouvernail de direction H est placé dans l'axe de l'appareil, au bout de la poutre, à l'extrémité arrière. Il pivote autour d'un axe vertical et est fait en deux parties rendues solidaires, entre lesquelles prend place le plan d'empennage fixe F.

La commande du gauchissement des ailes et la manœuvre du gouvernail de profondeur s'effectuent au moyen d'un seul levier muni d'un volant.

Le mouvement du levier vers l'avant ou

Il commande directement une hélice Chauvière J de 2^m,60 de diamètre, d'un pas de 1^m,80, tournant à la vitesse de 1.100 tours par minute.

Le chariot de départ et d'atterrissage se compose d'un châssis E, fait en tubes d'acier entretoisés. Ce châssis est terminé, à sa partie inférieure, par deux patins K, relevés vers l'avant et de faible longueur. Entre les deux patins est monté un essieu horizontal portant, à chaque extrémité, une roue L garnie d'un pneumatique. Ces roues non orientables sont reliées élas-

tiquement au châssis du train porteur.

Une crosse-béquille M, placée à l'arrière du fuselage et en dessous, sert d'appui au monoplan lorsqu'il est au repos ; elle protège, lors de l'atterrissage, les organes de stabilisation et de direction du danger d'un choc contre le sol.

La longueur totale du monoplan Morane est de 6^m,70. Son poids à vide est de 225

l'avant, par une coque marine qui peut se démonter et dans laquelle est placé le siège du pilote, en même temps que les divers réservoirs et les organes de commande de l'appareil.

La coque a des parois pleines qui contribuent à diminuer la résistance de l'air pendant l'avancement : le reste du fuselage est complètement entoilé.

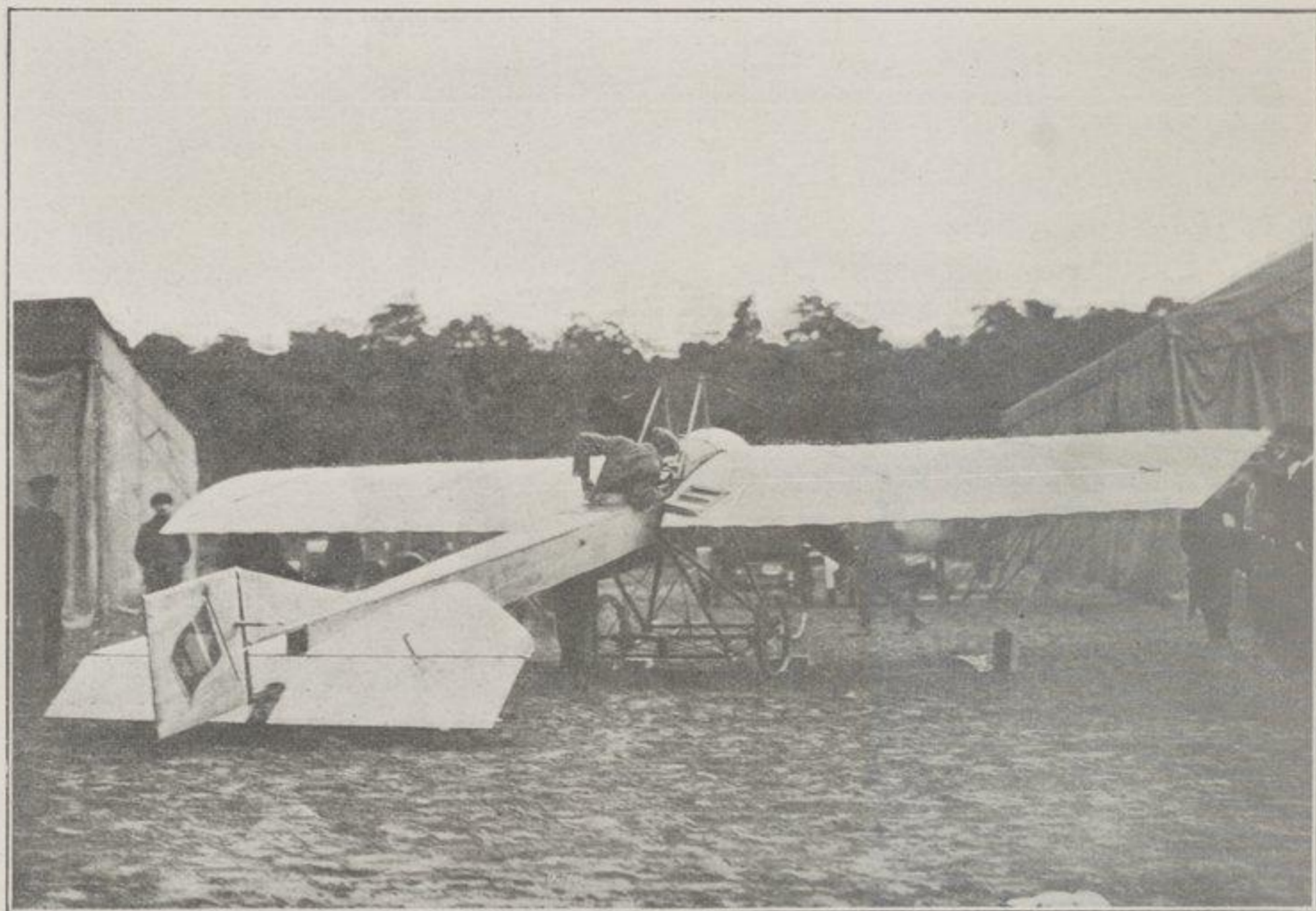


Fig. 566. — Vidart sur monoplan Deperdussin, 1911.

kilogrammes et, en ordre de marche il est de 430 kilogrammes.

Monoplan Deperdussin (Fig. 566 à 569.) Cet appareil, établi l'un des derniers, a donné, déjà, dans les diverses courses d'aéroplanes qui ont été effectuées, de remarquables résultats. C'est un appareil à grande vitesse avec lequel des aviateurs en renom ont pu établir de magnifiques vols.

Le monoplan Deperdussin comporte un corps ou fuselage A, composé d'une poutre à treillis de faible largeur, entretoisée, à

Les deux surfaces sustentatrices, ou ailes, B et C sont placées dans le prolongement l'une de l'autre de chaque côté de la coque. Leur carcasse est constituée par deux longerons entretoisés par des nervures. Les nervures sont faites en frêne et les longerons en *hickory*, bois spécial très résistant qu'on utilise assez souvent dans la fabrication des roues d'automobiles.

Les ailes ont une faible largeur ; leur partie arrière est souple ; leur section a une forme légèrement incurvée ; elles sont disposées de façon à permettre leur gauchisse-

ment à la volonté du pilote. La charpente des ailes est recouverte au-dessus et au-dessous d'une toile de lin sur laquelle est étendu un vernis spécial empêchant l'action de l'humidité.

Les haubans supérieurs et inférieurs maintenant les ailes dans leur position normale

monté à articulation sur le plancher de la coque. Ce levier porte, à sa partie supérieure, un volant.

En poussant ou en tirant le levier, on effectue la manœuvre du gouvernail de profondeur. En tournant le volant, on provoque le gauchissement des ailes par une

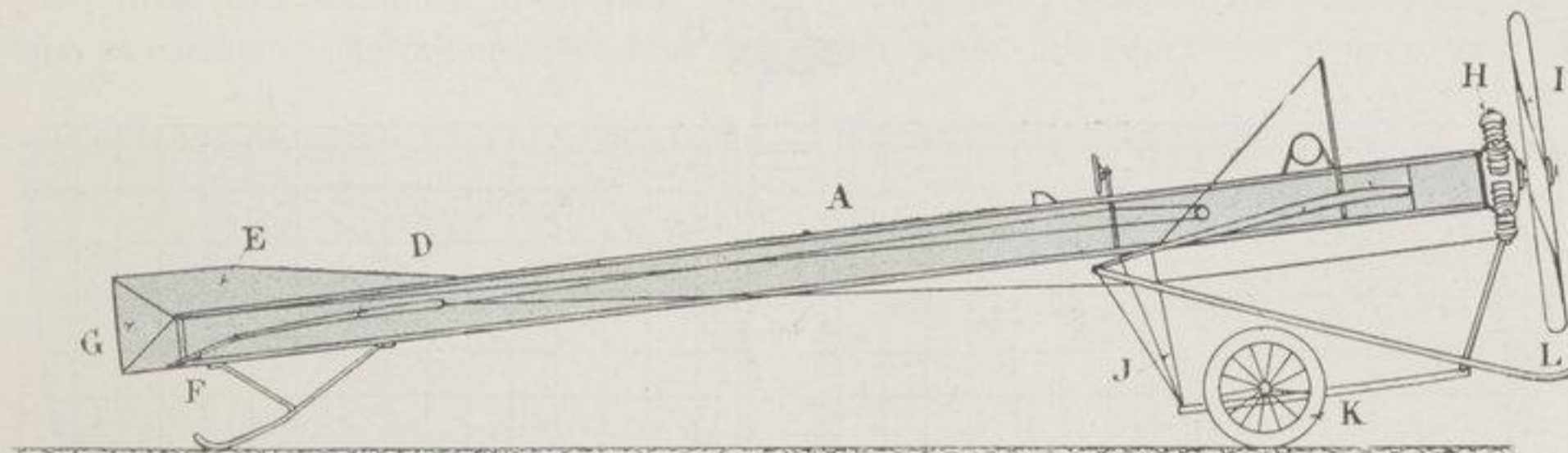


Fig. 567. — Monoplan Deperdussin. Vue de profil.

au repos et pendant le vol, sont faits en fils d'acier très résistants. A l'arrière du fuselage sont disposés des plans d'empennage fixes; l'un, D, est horizontal; il est en deux parties disposées, chacune, sur un des côtés du fuselage; l'autre, E, est vertical et disposé

action exercée sur toute la longueur du longeron arrière de chaque aile. Le palonnier placé sous les pieds du pilote permet la manœuvre du gouvernail de direction.

Les câbles de commande sont, comme

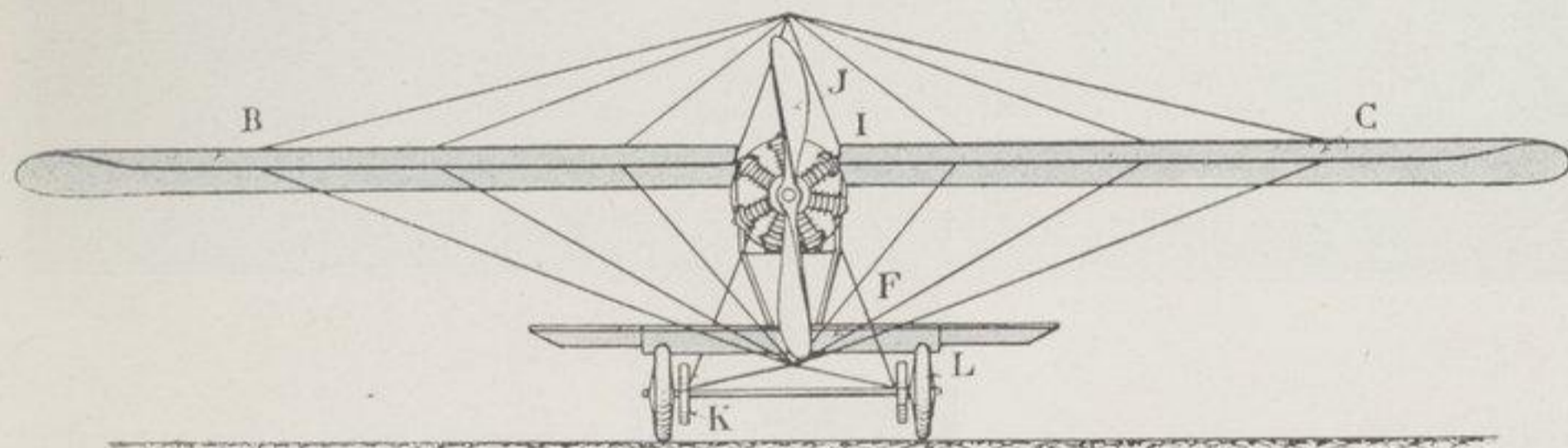


Fig. 568. — Monoplan Deperdussin. Vue de face.

au-dessus de ce fuselage. A la suite du plan d'empennage horizontal est disposé le gouvernail de profondeur F pouvant osciller autour de l'arête transversale du plan d'empennage D. A l'extrémité arrière et pouvant pivoter autour d'un axe vertical, est placé le gouvernail de direction G.

La commande de la manœuvre de l'aéroplane se fait à l'aide d'un levier et d'un palonnier. Le levier a la forme d'un pont

dans la plupart des appareils, doublés par mesure de sécurité.

Le moteur H est du type Gnôme, d'une puissance de 50 chevaux. Il est placé en avant de l'appareil et actionne une hélice I de 2^m,50 de diamètre, d'un pas de 1^m,60, tournant à la vitesse de 1.100 tours par minute.

Le monoplan est supporté par un châssis J robuste, terminé à sa partie inférieure par

deux patins très courts, sur lesquels prennent point d'appui deux roues K garnies de pneumatiques. Deux crosses obliques L, sont, en outre, disposées à l'avant de l'appareil et réunies à la coque par deux montants entretoisés. Ces montants sont

sustentatrices est de 16 mètres carrés. Son poids, en ordre de marche, est de 350 kilogrammes et, avec un moteur de 50 chevaux, on peut obtenir une vitesse de 100 kilomètres à l'heure.

Il existe d'autres types de monoplan De-

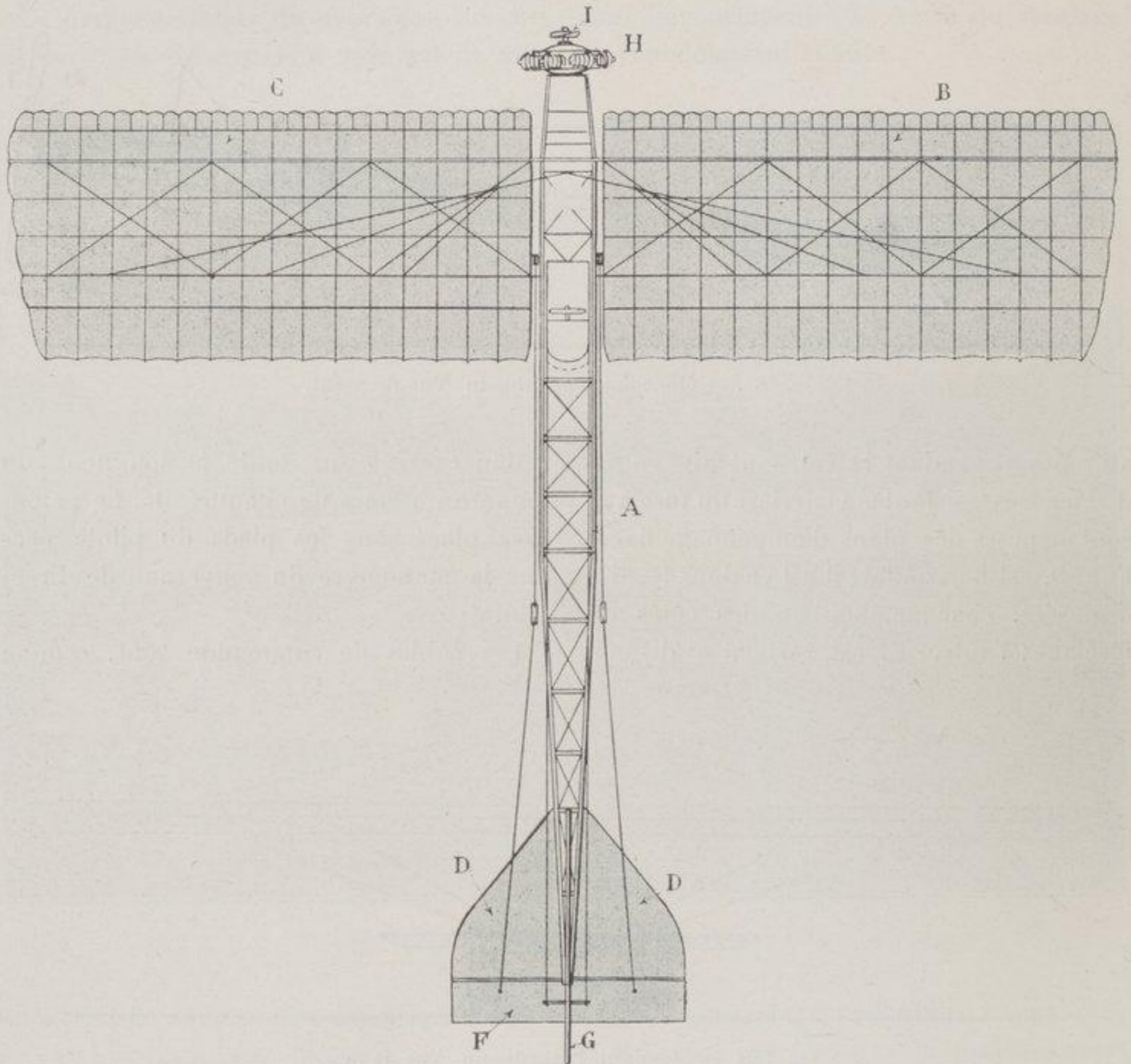


Fig. 569. — Monoplan Deperdussin. Vue en plan.

reliés à la coque par l'intermédiaire d'une ceinture de câbles souples, placée autour d'elle.

A l'arrière, une béquille protège les organes de stabilisation en appuyant sur le sol, lorsque l'appareil est au repos.

Le monoplan Deperdussin à une place a une longueur de 9 mètres, une envergure de 9 mètres; la superficie totale des surfaces

perdussin. Le monoplan à deux places disposées côte à côte, a une envergure de 12^m,50, une longueur de 12 mètres. La surface des ailes est de 24 mètres carrés, et avec un moteur de 70 chevaux cet appareil peut donner une vitesse de 100 kilomètres à l'heure. Son poids, en ordre de marche, est de 480 kilogrammes.

Un autre monoplan muni d'un moteur de

100 chevaux, de 15 mètres d'envergure et de 30 mètres carrés de surface, peut enlever quatre passagers.

Monoplan Train (Fig. 570 et 571.) Ce monoplan comporte quelques dispositions originales. Il a été conçu pour être utilisé aux Colonies. C'est pour cela que sa carcasse a été faite entièrement mé-

Ces ailes sont constituées chacune par une charpente métallique recouverte au-dessus et au-dessous de tissu. Elles font entre elles un angle dièdre très ouvert et n'offrent, du fait de la disposition spéciale du poste du pilote, aucune interruption de la surface portante dans toute leur longueur. Elles constituent, pour ainsi dire, une seule aile dont les deux extrémités

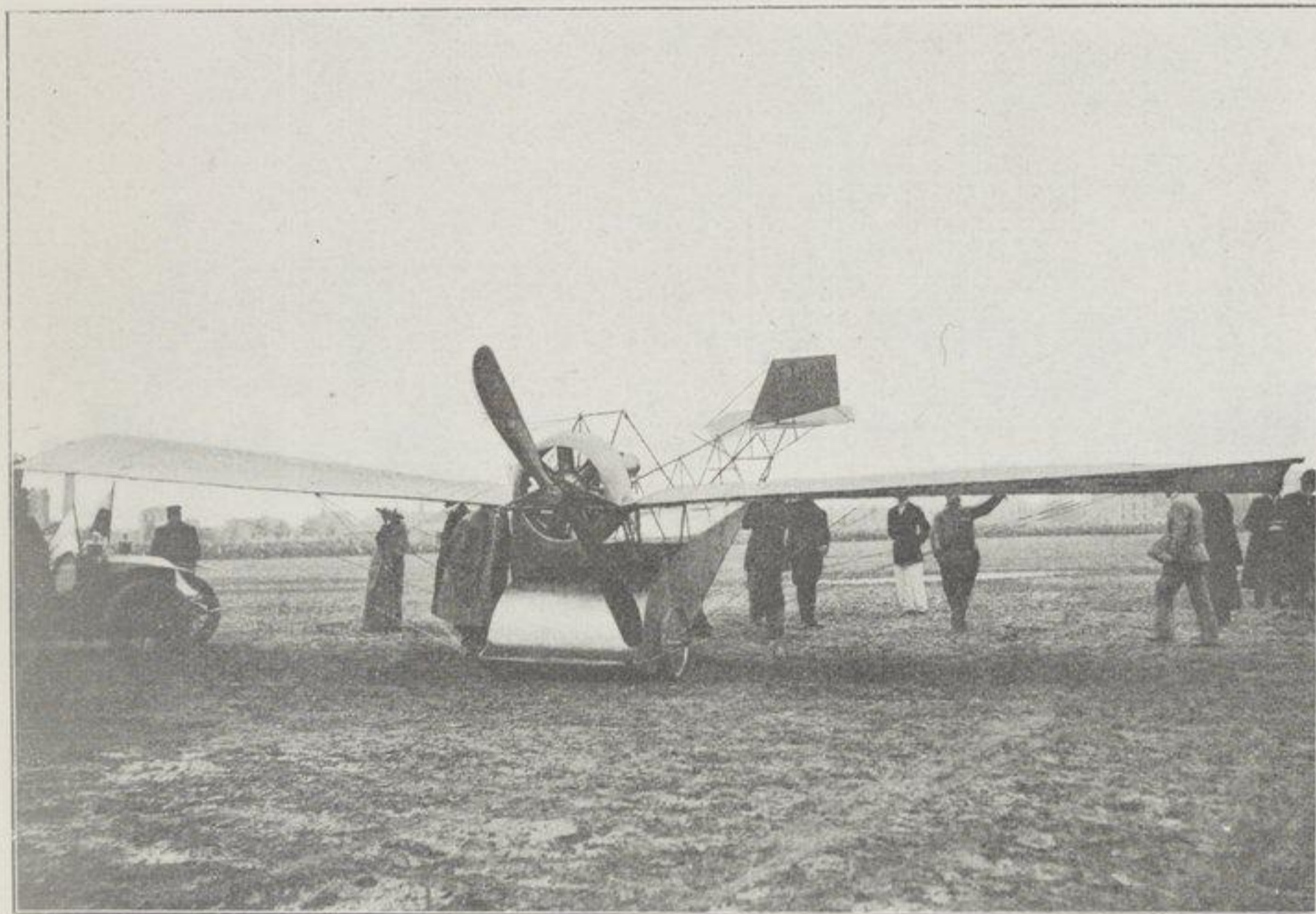


Fig. 570. — Monoplan Train. Vue d'avant.

talique et que le corps même de l'aéroplane où prend place le pilote, est complètement blindé.

L'appareil est composé d'une poutre armée, métallique, qui soutient, à l'arrière, les organes de stabilisation et de direction et qui porte, en avant, le poste du pilote. Ce poste blindé contient tous les organes de manœuvre et est placé à la partie inférieure du fuselage. Les deux surfaces sustentatrices sont disposées au-dessus de ce corps blindé, de sorte que le pilote est placé complètement sous les ailes.

sont légèrement relevées en forme de V.

Le longeron supérieur de la poutre de fuselage aboutit à la partie supérieure des surfaces sustentatrices, dans l'axe de l'appareil. C'est à l'extrémité avant de cette poutre et sur le bord avant des ailes qu'est monté le moteur. C'est un moteur Gnôme donnant directement le mouvement de rotation à une hélice à deux branches placée en avant. Le moteur est logé dans un carter cylindrique.

Les ailes sont maintenues à leur position par deux séries de haubans. Les haubans

supérieurs sont fixés à un chevalet qui fait saillie au-dessus des plans sustentateurs. Les haubans inférieurs sont attachés à la partie inférieure de la coque blindée.

A l'arrière de la poutre armée sont disposés deux plans d'empennages stabilisateurs : un plan horizontal fixe divisé en deux parties, de forme triangulaire, placées chacune d'un côté de la poutre, et une

crosse-béquille sert de point d'appui à l'appareil au repos.

Le monoplan reposant sur le sol est, de la sorte, très bas; il a un aspect ramassé qui le fait paraître lourd et qui le différencie nettement des autres monoplans généralement élevés sur leur châssis porteur.

Le constructeur, M. Train, pilotant son

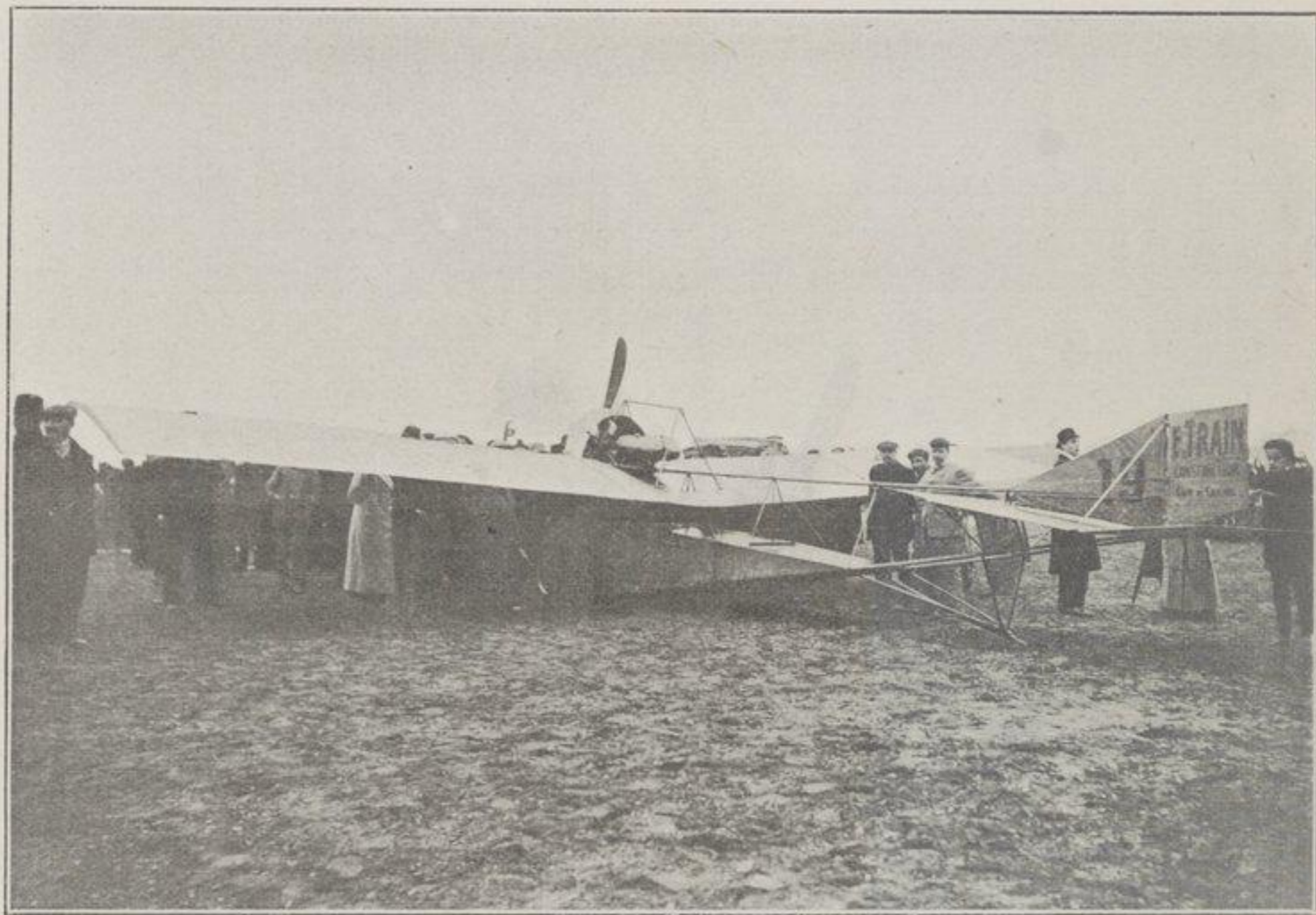


Fig 571. — Monoplan Train. Vue d'arrière.

quille verticale de forme également triangulaire placée au-dessus du plan d'empennage horizontal. A l'arrière de ce dernier plan est disposé le gouvernail de profondeur pouvant osciller autour d'un axe horizontal. Faisant suite à la quille verticale se trouve le gouvernail vertical de direction.

Le train porteur est constitué par deux roues garnies de pneumatiques qui sont placées à la partie inférieure du corps même de l'aéroplane et reliées à lui élastiquement. A l'arrière de la poutre, une

monoplan, a participé à plusieurs courses d'aéroplanes de longue durée, dans lesquelles ont été mises en relief les qualités de l'appareil et l'énergie du pilote, desservi, assez souvent, par de pénibles circonstances.

Monoplan Sommer (Fig. 572.) M. Sommer, qui a construit le biplan ayant enlevé 653 kilogrammes de poids utile avec un moteur d'une puissance de 70 chevaux, a établi également un monoplan.

Ce monoplan se compose d'une poutre

entretoisée par des montants et des traverses, d'une longueur totale de 9 mètres, faite en frêne. A l'avant de cette poutre et de chaque côté est disposée une des deux surfaces sustentatrices. Ces ailes ont une envergure de 10 mètres 50 et une superficie de 17 mètres carrés. Elles sont formées, chacune, par une charpente en frêne assemblée de façon à permettre son gauchissement,

A l'arrière de chacune de ces deux surfaces peut se mouvoir, autour d'un axe horizontal, un autre plan faisant office de gouvernail de profondeur.

En bout de la poutre est monté le gouvernail de direction, plan vertical pouvant osciller autour d'un axe vertical.

La commande des organes de stabilisation se fait au moyen d'un levier qui, manœu-

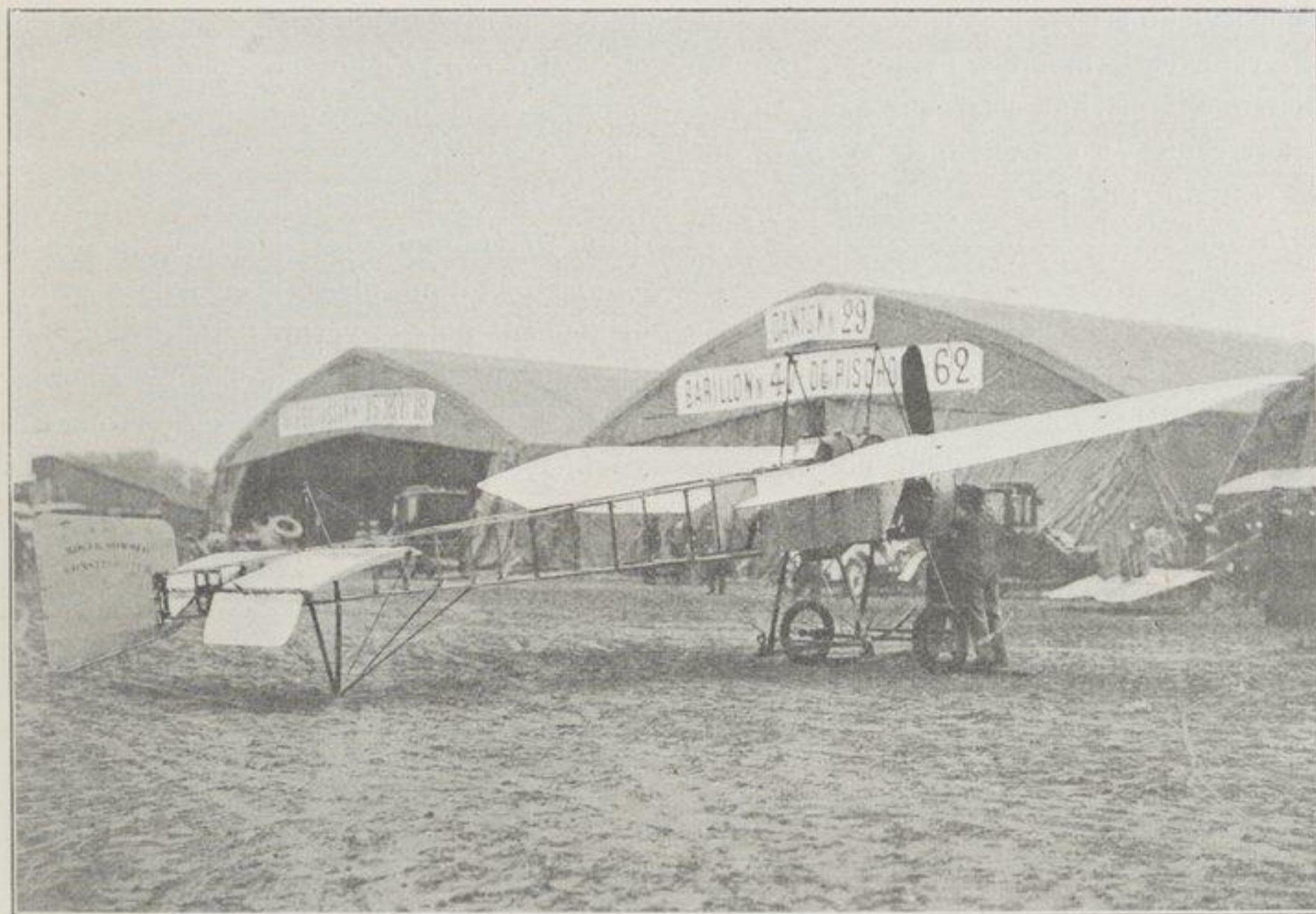


Fig. 572. — Monoplan Sommer. Vue d'ensemble.

pour assurer la stabilité transversale. Leur forme est trapézoïdale en projection horizontale, le grand côté du trapèze étant appliqué contre le fuselage. Leur section a une forme incurvée.

Les ailes sont maintenues par des haubans fixés à un chevalet, à la partie supérieure, et au châssis porteur, à la partie inférieure.

L'arrière du fuselage porte un empennage fixe constitué par deux surfaces placées une de chaque côté de la poutre. Cet empennage, quoique destiné à rester fixe, peut être réglé, comme position, par le pilote pendant le vol.

vré en avant ou en arrière, actionne le gouvernail de profondeur et, manœuvré à droite ou à gauche, provoque le gauchissement des ailes. Le gouvernail de direction est commandé par l'intermédiaire d'un palonnier placé sous les pieds du pilote.

Les transmissions par câbles sont doublées par mesure de sécurité.

Le moteur du type Gnôme est monté à l'avant du fuselage et commande directement une hélice en bois, à deux pales.

Le train porteur se compose d'un châssis entretoisé placé sous le poste du pilote et

dont les deux longerons inférieurs, recourbés en avant, font office de patins. Sur ces deux patins est monté élastiquement un axe transversal supportant, à chacune de ses extrémités, une roue garnie d'un pneumatique. L'appareil roule sur ces deux roues au départ et prend contact avec le sol par leur intermédiaire lors de l'atterrissage.

Une béquille pyramidale placée à l'arrière du fuselage sert de point d'appui à l'appareil au repos.

C'est avec le monoplan Sommer que l'aviateur Kimmerling a fait quelques voyages intéressants et a participé, avec succès, au Circuit Européen d'aviation, en juin 1911.

Appareils divers En dehors des aéroplanes que nous venons de décrire, il existe encore un certain nombre de biplans et de monoplans dont nous n'avons pas parlé et qui se différencient peu d'un des appareils précédents, de sorte que l'on peut toujours aisément, le cas échéant, par un rapide examen, déterminer les caractères d'un de ces appareils et voir de quelle façon sont réalisées les stabilisations et la direction.

Nous ne prolongerons donc pas la description de ces aéroplanes se rapprochant d'un des types que nous venons d'examiner.

Mais on a construit, en outre, des appareils à voler qui ont des caractères tout spéciaux et dont il nous paraît utile de dire quelques mots.

Parmi ces appareils on peut citer l'aéroplane Coanda, le biplan du capitaine Doraud, l'hydroaéroplane Fabre, les hélicoptères Bertin et Cornu, le gyroplane Bréguet-Richet.

Nous allons examiner chacun de ces appareils dont les caractères sont très différents les uns des autres.

Aéroplane Coanda (Fig. 573.) L'aéroplane Coanda est un biplan, mais les deux

plans sustentateurs superposés sont, pour ainsi dire, indépendants l'un de l'autre, n'étant réunis que par deux paires de montants faits en tube d'acier.

Ces montants assez rapprochés les uns des autres servent à soutenir le fuselage. Ce fuselage, dont la longueur est de 12^m,50, a une forme arrondie et effilée en allant vers l'arrière. Il est métallique et plaqué d'acajou bien poli et verni pour diminuer la résistance de l'air pendant l'avancement de l'appareil. Le fuselage est placé à la moitié de la distance qui sépare les surfaces sustentatrices.

Les ailes sont constituées par des charpentes métalliques recouvertes en-dessus et en-dessous d'un placage en bois d'acajou également poli et verni. Cette disposition, remplaçant le tissu caoutchouté généralement employé, a pour but de diminuer le coefficient de frottement de l'air sur les ailes pendant le vol de l'aéroplane. Le poids de l'appareil se trouve, de ce fait, un peu augmenté.

L'aile a un profil assez incurvé vers l'avant, mais la courbure diminue à mesure que l'on approche de l'arrière. Sous les ailes sont disposées des nervures saillantes qui font entre elles des sortes de rigoles permettant la canalisation de l'air.

L'envergure de la surface sustentatrice supérieure est de 10^m,30; celle de la surface inférieure est plus petite. La largeur de l'aile supérieure est de 1^m,75 et la surface totale des ailes est de 32 mètres carrés.

Les ailes peuvent se gauchir automatiquement, indépendamment l'une de l'autre, par leur montage sur des roulements à billes placés dans l'axe. L'aile supérieure a son gauchissement commandé par des pédales différentielles.

Lorsque ces pédales sont simultanément actionnées, l'arrière de l'aile se trouve tout entier abaissé, ce qui permet de faire frein.

Le gauchissement assure la stabilité transversale. La stabilité longitudinale est

obtenue par un empennage formé d'un plan disposé à l'arrière du fuselage. En outre, un empennage, en forme de croix de Saint-André, est placé en arrière de ce plan. Les plans de l'empennage cruciforme sont inclinés normalement à 45 degrés et chacun d'eux est terminé par un panneau triangulaire mobile autour d'un des côtés.

Ce sont les gouvernails qui sont comman-

les panneaux sont abaissés; l'extrémité arrière du fuselage tend à se relever et l'appareil descend.

On voit que l'aéroplane Coanda ne manque pas de particularités ingénieuses et intéressantes, mais la plus curieuse consiste dans le remplacement de l'hélice par un *turbo-propulseur* pour actionner l'appareil.

Le turbo-propulseur est situé à l'extrémité

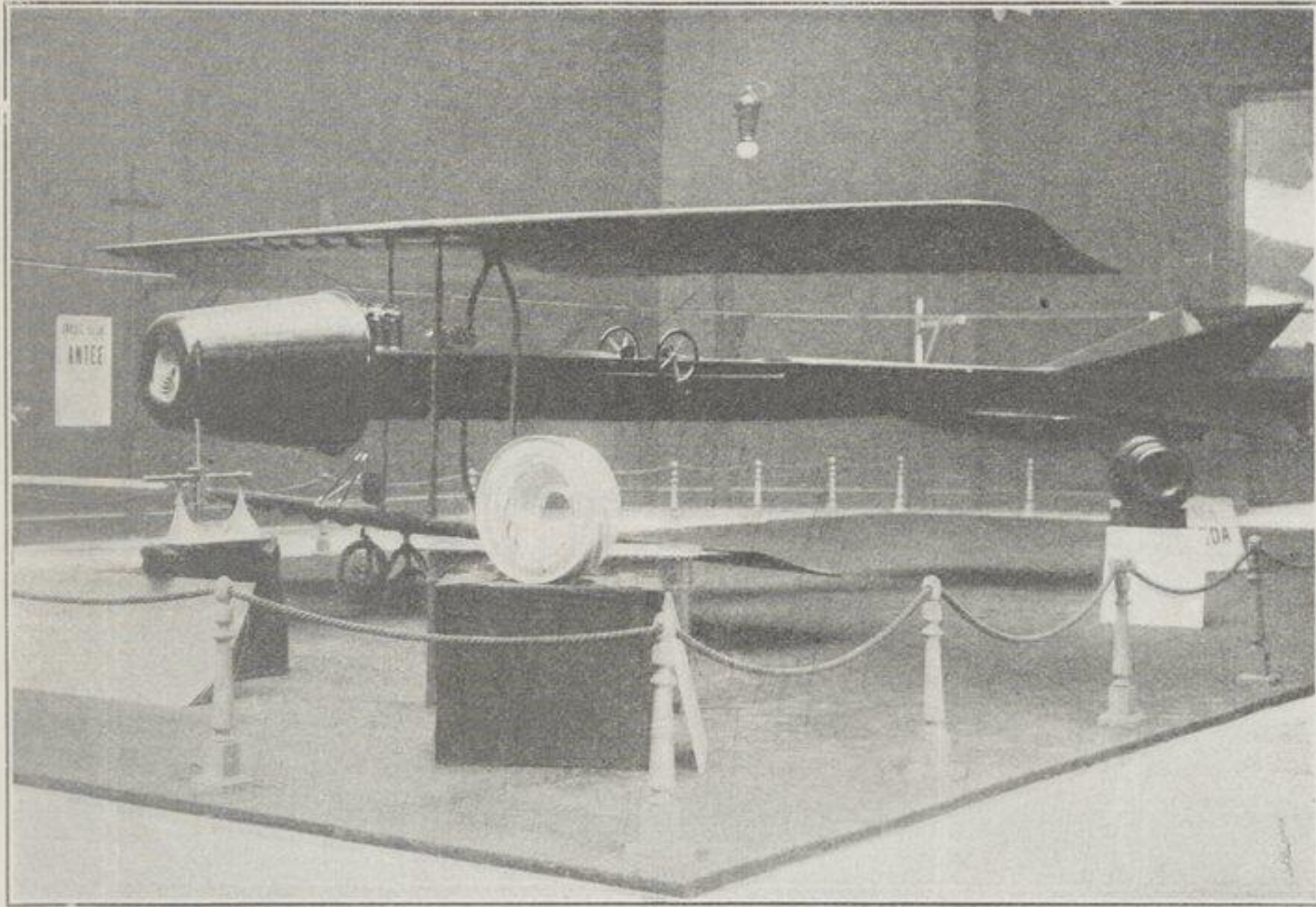


Fig. 573. — Aéroplane Coanda.

dés par deux volants différentiels. En agissant sur le volant de droite, par exemple, les panneaux de droite se redressent et l'appareil tourne à droite; en agissant sur le volant de gauche, c'est la manœuvre inverse qui se produit. Lorsque les deux volants sont simultanément tirés vers l'arrière, tous les panneaux se relèvent et présentent à l'action de l'air une résistance placée au-dessus de l'axe; l'extrémité arrière du fuselage s'abaisse et l'appareil monte.

C'est le mouvement inverse qui se produit lorsque les volants sont poussés vers l'avant;

avant du fuselage; dans une sorte de capot conique. A l'arrière de ce capot est placé un moteur de 50 chevaux fixé dans le fuselage en avant du siège du pilote. Ce moteur donne le mouvement de rotation à une petite turbine qui tourne à raison de 4.000 tours par minute. Les aubes de cette turbine ont trois courbures : la courbure d'aspiration, de raccord et de propulsion.

A l'avant de la turbine est placé un *distributeur* comportant des aubes hélicoïdales et, à l'arrière, un *diffuseur* conique qui rejette à l'arrière l'air détendu par son passage

dans la turbine. Comme du fait de cette détente, l'air se trouve refroidi, pour éviter ce refroidissement, les gaz d'échappement du moteur sont envoyés dans les aubes du distributeur d'avant, ce qui permet de réchauffer l'air admis dans la turbine.

L'effort de traction du turbo-propulseur est indépendant du mouvement de translation de l'appareil.

Cet aéroplane se compose d'une poutre, sorte de châssis disposé verticalement, assez semblable à un châssis de bicyclette mais de dimensions plus grandes.

A l'arrière de ce châssis sont fixées les surfaces sustentatrices au nombre de deux, placées une de chaque côté du châssis.

Ces ailes sont constituées chacune par une poutre armée qui forme l'unique longeron

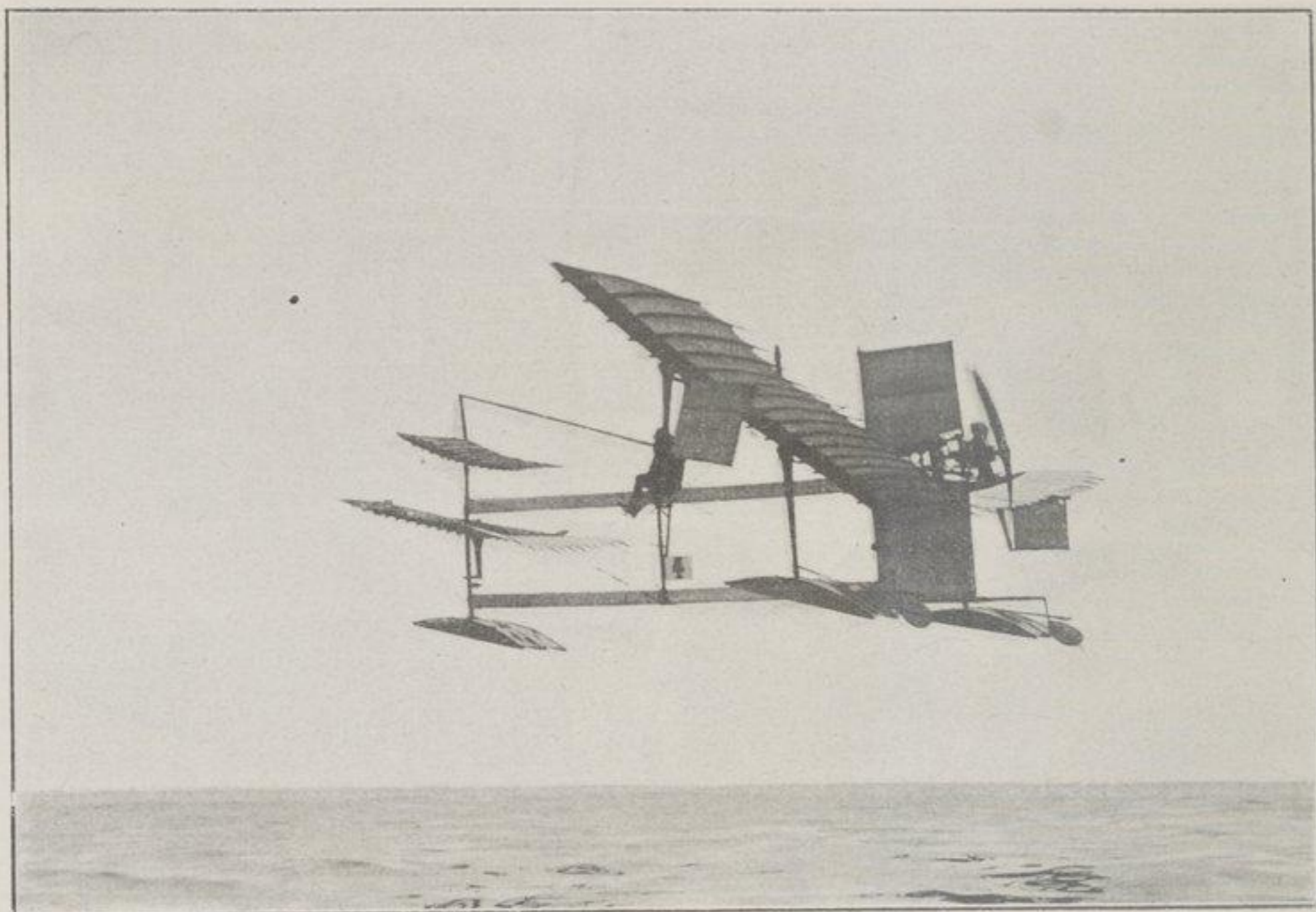


Fig. 574. — Hydroaéroplane Fabre en vol.

L'admission d'air en avant est réglable par le jeu d'un dispositif à iris qui permet d'obtenir une ouverture plus ou moins grande. On peut ainsi produire un changement de vitesse progressif de l'appareil.

Le train porteur est constitué par des roues montées sur des ressorts plats, deux en avant et une en arrière du fuselage.

Hydroaéroplane Fabre (Fig. 574.) Il s'agit d'un aéroplane spécial disposé pour pouvoir naviguer, prendre son essor en partant de l'eau et venir s'y reposer.

de l'aile. Cette poutre est très rigide et permet à des flotteurs, ainsi que nous allons le voir, de s'appuyer sur elle.

Dans la poutre armée formant la carcasse de l'aile viennent s'encaster, par l'intermédiaire de brides spéciales démontables, des lames de bois en plusieurs épaisseurs superposées et collées. Ces lames sont libres à l'autre bout et donnent à l'aile de la souplesse.

Au-dessus de cette charpente est tendu un tissu en simili-soie fixé à la façon des voiles de navires que l'on peut carguer. Ce

tissu constitue la voilure, que l'on peut, à volonté, étendre ou replier.

Des béquilles solidement encastrées dans la poutre armée servent à fixer des câbles d'acier, ou haubans destinés à maintenir l'aile dans sa position normale, ou servant à produire son gauchissement.

A l'avant du châssis constituant le corps de l'appareil sont disposés : un stabilisateur fixe, un stabilisateur mobile servant de gouvernail de profondeur, et un gouvernail de direction.

Au milieu de la longueur du châssis est disposé le siège du pilote ; en arrière des ailes se trouve le moteur actionnant l'hélice propulsive, placée par conséquent tout à fait à l'arrière de l'appareil.

L'ensemble ainsi constitué repose sur trois flotteurs. Un de ces flotteurs est disposé à l'avant du châssis et les deux autres sont placés chacun sous une des ailes. Cette disposition permet de ne laisser aucun des flotteurs dans le sillage des deux autres, et comme les flotteurs d'arrière, qui sont sous les ailes, peuvent être placés à une distance assez grande l'un de l'autre, la stabilité latérale est assurée lorsque l'appareil flotte sur l'eau. La stabilité longitudinale, dans ce même cas, est également assurée par l'écartement qui sépare le flotteur d'avant des flotteurs d'arrière. En réalité, l'appareil repose sur l'eau par les trois flotteurs qui forment les sommets d'un triangle.

Les flotteurs sont des sortes de coffres ayant leur surface inférieure plane et leur surface supérieure de forme cylindrique. Comme du fait de la vitesse de l'appareil, la surface plane, qui est en contact avec l'eau, pourrait donner lieu à des chocs assez dangereux à la rencontre de vagues, cette surface a été constituée par une lame de bois faite en trois épaisseurs et rendue très souple. Les chocs dus aux vagues sont ainsi amortis par l'élasticité de la membrane flottante. L'appareil est d'ailleurs établi

de façon que les parties lourdes soient reliées élastiquement avec le châssis et les flotteurs qui reçoivent le choc de la vague.

Les flotteurs ont un tirant d'eau de 25 centimètres. Leur surface inférieure se présente dans la position normale, inclinée par rapport au niveau de l'eau, de sorte qu'ils peuvent aisément passer au-dessus d'obstacles rencontrés, tels que corps flottants, herbes, etc.

A mesure que l'appareil prend de la vitesse, les flotteurs reçoivent une poussée de bas en haut qui aide à son essor et, lorsque la vitesse est suffisante, l'aéroplane perd le contact de l'eau et progresse dans l'air. Pour revenir se poser sur l'eau, les flotteurs commencent à prendre contact avec l'eau, et à mesure que la vitesse de l'appareil diminue ils s'enfoncent de plus en plus jusqu'au moment où ils supportent seuls l'aéroplane.

L'hydroaéroplane Fabre fit, le 28 mars 1910, ayant à bord son inventeur, des essais intéressants. Dans l'anse de la Mède, près de Martigues (Bouches-du-Rhône), l'appareil put prendre son vol, par ses propres moyens, en partant de la surface de l'eau et en y revenant après avoir parcouru 400 mètres entre 2 et 3 mètres de hauteur.

D'autres vols ont été faits depuis avec cet appareil ; à la suite de l'un d'eux, il se coucha sur le côté en venant se poser à la surface de l'eau.

Les quelques appareils suivants sont, principalement, des machines à voler d'études, qui ont été établies lors de la période passionnante de recherches pendant laquelle on essayait de donner à l'appareil plus lourd que l'air qui, on le savait, pouvait se soutenir par ses propres moyens, sa forme définitive et pratique. Ils marquent donc des étapes intéressantes et contemporaines de l'histoire de l'aviation, et c'est à ce titre que nous les signalons.

Triplan du capitaine Dorraud Pendant les années 1908 et 1909 deux avions militaires ont été étudiés, établis et essayés au laboratoire de recherches du parc d'aérostation de Chalais-Meudon.

L'un des appareils était dû au capitaine Lucas Girardville, l'autre au capitaine Dorraud.

Ce dernier appareil se distingue par des dispositions originales. C'est un *triplan*. Les surfaces sustentatrices sont, en effet, disposées suivant trois plans superposés. Ces surfaces ont une forme légèrement concave et sont placées en retrait les unes par rapport aux autres.

Les trois plans sustentateurs sont supportés par une poutre armée de section triangulaire. A l'avant et à l'arrière de cette poutre sont placées entre le plan supérieur et le plan médian, deux cellules en forme de V. Ces cellules, tout en donnant de la rigidité à l'ensemble, assurent la stabilisation transversale.

Toute la partie de l'appareil comprenant les surfaces sustentatrices est reliée au reste, comportant le poste du pilote, le moteur et le propulseur, par un dispositif de liaison élastique et déformable, de façon que la stabilisation automatique de l'appareil puisse être obtenue.

Le dispositif de liaison élastique comprend deux cadres articulés à leurs sommets et placés de chaque côté de l'appareil. Une barre horizontale relie ces deux cadres et porte, suspendu, le moteur, qui peut osciller autour d'elle. L'hélice, qui est fixée en bout de l'axe du moteur, en avant de l'appareil, peut donc osciller autour de cette barre et cette disposition est utilisée pour provoquer le mouvement de montée ou de descente de l'appareil. Un levier permet, en effet, par sa manœuvre, de faire osciller le moteur autour de sa barre de suspension, ce qui donne à l'axe de l'hélice une inclinaison plus ou moins grande soit vers le bas, soit vers le haut et détermine le changement d'altitude de l'avion.

Une quille très solide faisant partie de la poutre triangulaire sert à suspendre les cadres articulés et à leur permettre de se mouvoir dans tous les sens. Des tirants en diagonale munis de ressorts sont disposés dans les cadres pour que les surfaces sustentatrices, puissent automatiquement, se placer suivant un angle d'attaque variable dans le cas de perturbations momentanées pouvant troubler l'équilibre longitudinal de l'appareil. Un gouvernail de direction est disposé à l'arrière; il est manœuvré par un volant placé en bout du levier qui commande le basculement du moteur.

Le siège du pilote est suspendu à la quille au moyen de ressorts; deux roues porteuses montées élastiquement sont placées à l'avant sous les cadres articulés. Deux autres roues, mises à l'arrière, supportent l'appareil au repos.

Le moteur employé dans cet avion est un moteur Anzani de 40 chevaux tournant à 1.200 tours. L'hélice est du type Renard. Elle a un diamètre de 2^m,70 et tourne à 600 tours par minute.

Le *triplan*, fait en bambou et en calicot verni, pèse 520 kilogrammes y compris le poids du pilote.

Cet appareil a effectué plusieurs vols d'essais à Satory, mais on n'a pas poussé plus loin les études à son sujet, en raison des succès remportés par les biplans et les monoplans.

Hélicoptère Paul Cornu Depuis l'année 1906, des études se poursuivaient sur des appareils à voler différents des avions que nous venons d'examiner et il a été établi plusieurs modèles d'*hélicoptères* qui sont, comme nous le savons, des appareils munis d'hélices sustentatrices.

A la suite des expériences faites à Lisieux en octobre 1906 par M. Cornu, avec un modèle réduit d'hélicoptère, un groupe d'amis et d'admirateurs de l'inventeur mit à sa disposition une somme de 12.500 francs

pour construire un appareil capable d'enlever un homme.

Cet appareil a été construit. Il se compose d'un bâti en forme de V très ouvert constitué par des tubes d'acier entretoisés. Sa longueur est de 6^m,20. Au milieu de cette poutre est placé le siège du pilote ayant devant lui le moteur, qui commande, par l'intermédiaire d'une courroie plate, le mouvement de rotation de deux hélices, dont les axes sont disposés verticalement aux deux extrémités du bâti.

Chaque hélice se compose d'une poulie en tôle d'acier fondu de 1 millimètre d'épaisseur, de 100 ^m/_m de largeur et d'un diamètre de 1^m,80. Cette poulie, montée avec des rayons tangents, comme les roues de bicyclettes, sur des moyeux en aluminium, porte des palettes constituées par des tubes d'acier aplatis de plus en plus en allant vers le bord extérieur et se prolongeant jusqu'au moyeu où ils sont fixés. Sur les carcasses des palettes ainsi formées est tendue, de chaque côté, de la soie caoutchoutée.

Les hélices sont à deux branches et ont un diamètre de 6 mètres.

Au-dessus des hélices sont disposés deux plans de 2^m,50 de long, 0^m,60 de large, faits en tubes d'acier aplatis sur lesquels est tendu du tissu de soie. Ces deux plans sont montés sur deux supports articulés au prolongement de l'axe des hélices; ils peuvent ainsi pivoter par la manœuvre de deux leviers placés un de chaque côté du pilote.

La sustentation est obtenue par la rotation des hélices et la propulsion par la réaction produite par l'air que refoulent ces hélices sur les plans, lesquels peuvent être, à volonté, orientés par le pilote.

L'appareil repose sur quatre roues montées sur un châssis rendu solidaire du bâti.

Des essais ont été effectués en novembre 1907 avec l'appareil pesant en ordre de marche 260 kilos. Cet appareil s'est soulevé, les hélices tournant à 90 tours. Les diffi-

cultés des commandes par les courroies qui patinaient sur les poulies, ont retardé les expériences et l'hélicoptère, qui avait été construit en vue de concourir pour le Grand Prix Deutsch-Archdeacon, n'était pas au point lorsque ce grand prix fut gagné.

On avait pu effectuer des essais de propulsion l'appareil roulant sur le sol. Lorsque les hélices tournaient à 70 tours l'hélicoptère se déplaçait soit en avant, soit en arrière, suivant le sens d'inclinaison des plans.

Le moteur employé était un moteur Antoinette de 24 chevaux.

En résumé, comme pour les autres appareils d'études les recherches sur l'hélicoptère Cornu ne furent pas poursuivies par suite des progrès rapides faits en aviation au moyen des biplans et des monoplans.

Hélicoptère Bertin C'est encore un appareil dont la construction a été abandonnée.

Il se compose d'un châssis de forme rectangulaire, disposé horizontalement et fait en tubes d'acier. Ce châssis, d'une longueur de 3 mètres, supporte le moteur Bertin à 8 cylindres horizontaux, muni de dispositions spéciales pour faciliter le démontage et l'allumage.

Le moteur commande, par l'intermédiaire d'arbres horizontaux et de roues d'engrenage coniques, deux arbres verticaux d'une hauteur de 1^m,80 portant, chacun à leur extrémité supérieure, une hélice.

Les deux hélices qui tournent, par conséquent, dans un plan horizontal, sont métalliques. Elles comportent deux branches, ont un diamètre de 2^m,40 et tournent à 1.200 tours.

Les hélices peuvent être, à la volonté du pilote, mises en marche ou arrêtées.

Une troisième hélice de 0^m,70 de diamètre est placée à la partie inférieure du châssis; elle est commandée par un des arbres horizontaux. Cette hélice, qui tourne

à 2.500 tours, est orientable dans tous les sens, de sorte qu'elle sert à la fois à assurer la propulsion de l'appareil et sa direction. Les deux autres hélices sont destinées à assurer la sustentation.

Le poids total de l'appareil est de 300 kilos.

chaque côté, et sont commandées par le moteur, au moyen d'engrenages d'angle spéciaux. Les ailes fixes sont placées en deux groupes comprenant chacun deux ailes superposées. L'un des groupes est placé en avant; il a une envergure de 10 mètres; l'autre est placé à l'arrière et a

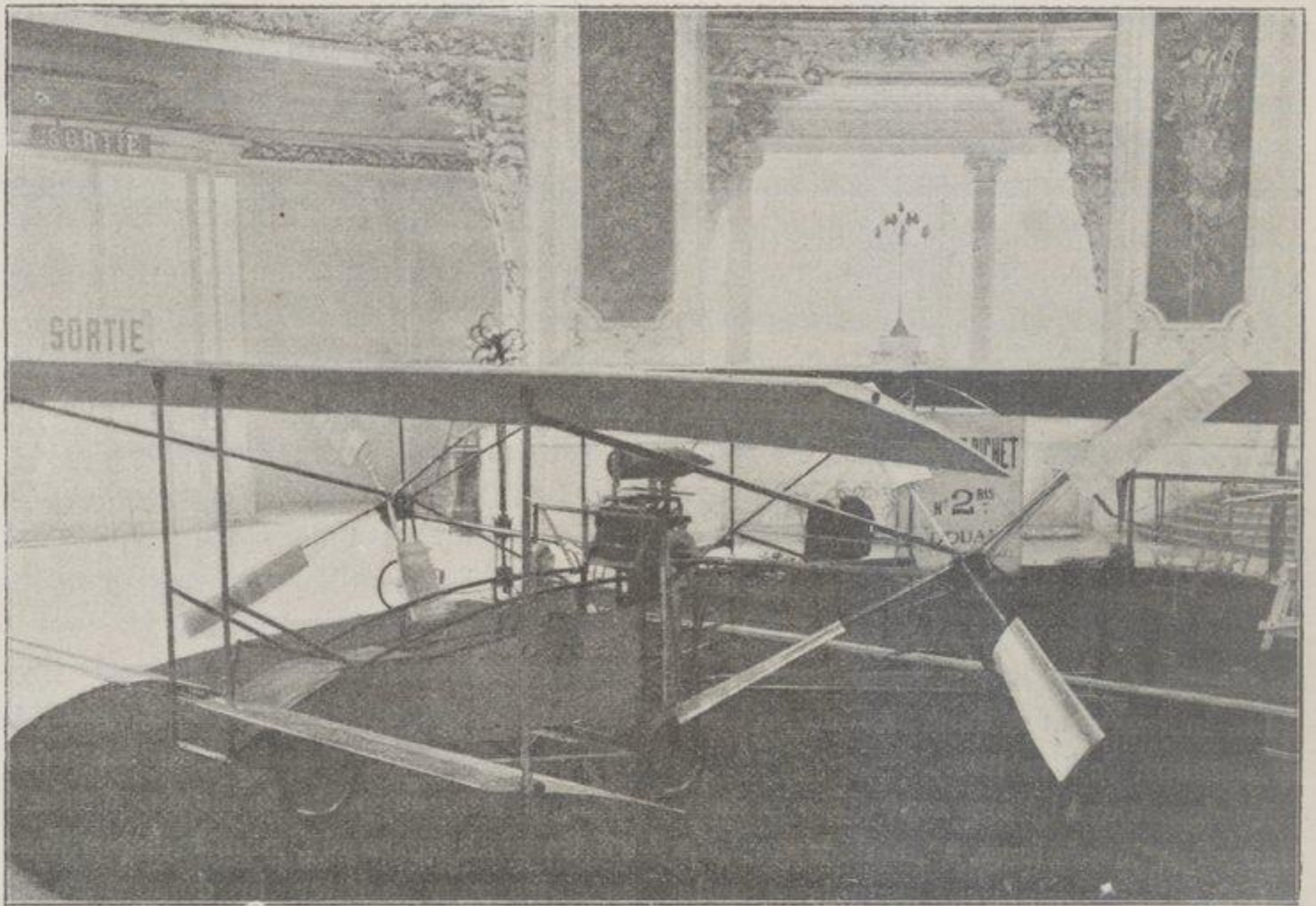


Fig. 575. — Gyroplane Bréguet-Richet.

Gyroplane Bréguet-Richet (Fig. 575.) Cet appareil, sorte d'hélicoptère, dont la figure 575 représente le modèle n° 2 bis, exposé au Salon aéronautique de Paris de 1908, comporte deux systèmes gyrotoires constitués par deux hélices de 4^m,25 de diamètre inclinées de 40 degrés par rapport à la verticale. Ces hélices sont métalliques. Elles ont quatre pales souples qui sont articulées dans tous les sens, de façon à pouvoir faire varier le pas et à orienter les hélices.

Le corps qui porte les axes des hélices est fait en tubes d'acier. Les hélices sont placées vers le milieu du corps, une de

une envergure de 14 mètres. Les ailes ont une surface totale de 60 mètres carrés et sont établies pour permettre leur gauchissement automatique sous l'action de remous, ou à la volonté pilote.

Les ailes d'avant font office d'équilibreur; celles d'arrière forment empennage.

A l'arrière du corps est placé un gouvernail de direction de grandes dimensions, constituant aussi une quille verticale de stabilisation.

Le moteur est placé vers le milieu de la longueur du corps, derrière le siège du pilote.

L'ensemble de l'appareil repose sur des

roues solidaires du châssis par l'intermédiaire d'une suspension amortissante constituée par deux corps de pompe dans lesquels on place de l'huile et où se déplacent des pistons reliés au châssis rigide et munis de ressorts.

A l'arrière et à l'avant, l'appareil est supporté par deux roues qui aident au départ.

Quelques essais intéressants de vol ont été effectués avec cet appareil, dont M. Bréguet a abandonné l'étude pour établir le biplan que nous avons précédemment décrit.

Nous arrêterons là la description des appareils à voler.

Il nous reste, pour terminer ce volume, à indiquer les résultats obtenus avec les divers aéroplanes dans les nombreux mee-

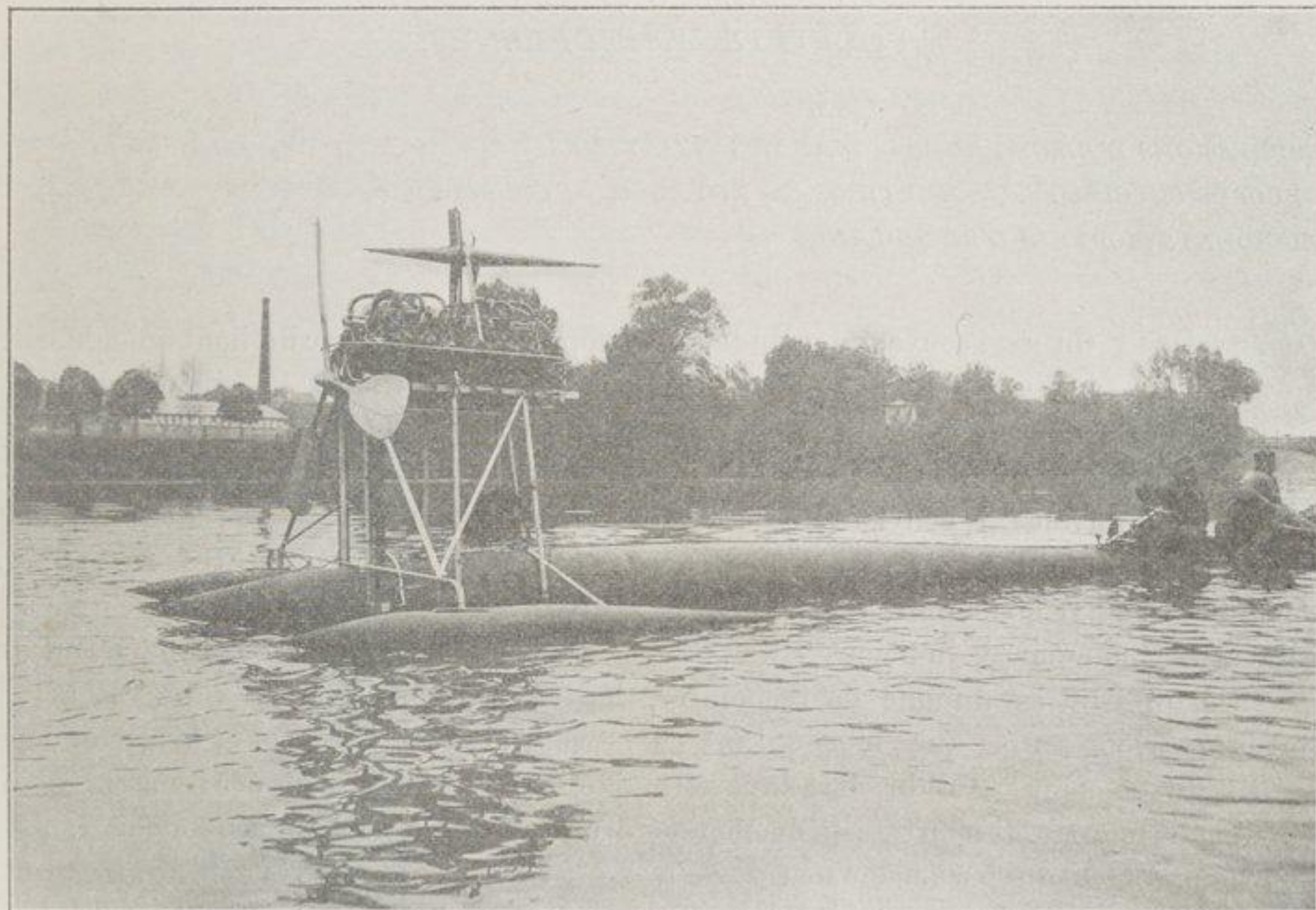


Fig. 576. — Hydroplane *Santos-Dumont*.

Le poids du gyroplane est de 550 kilos non monté. Avec un moteur de 45 chevaux, les hélices donnent, essayées au point fixe, une traction horizontale de 250 kilos et une poussée verticale de 300 kilos. L'allègement ainsi obtenu, combiné avec la force tractive de 250 kilos, permet à l'appareil de prendre son envolée après un faible parcours sur le sol.

tings, courses et circuits, qui ont été organisés pour encourager l'industrie de l'aviation et qui lui ont donné un essor considérable. Nous trouverons aussi de remarquables performances accomplies par des aviateurs et nous aurons, hélas! à donner une trop longue liste de victimes de l'aviation, tribut de héros payé au progrès sans cesse croissant de ce progrès.



RECORDS, VOYAGES ET COURSES D'AÉROPLANES. — ACCIDENTS
MORTELS D'AÉROPLANES.

IMPRESSIONS D'AÉROPLANE. — MAL DES AVIATEURS.

RECORDS SUCCESSIFS. — MEETINGS. — VOYAGES. — COURSES.

ACCIDENTS MORTELS D'AÉROPLANES.

Impressions d'aéroplane On s'est souvent demandé, à la nouvelle des vols successifs effectués en aéroplane, quelle pouvait être l'impression éprouvée par l'aviateur pendant son envolée. Il convient de remarquer que le pilote d'un aéroplane est tellement absorbé par la conduite de son appareil et la manœuvre judicieuse de ses organes, qu'il lui est difficile de recueillir des impressions autres que celles qui intéressent directement l'équilibre de l'appareil et sa bonne marche. Il n'en est pas de même pour le passager, qui n'a aucune de ces préoccupations et qui peut observer autour de lui et éprouver des émotions nouvelles qu'il note.

C'est donc à un passager que nous allons emprunter le récit des impressions de voyage en aéroplane. M. Momméja, rédacteur du journal le *Temps*, en donna la jolie relation suivante, à la suite d'un voyage en aéroplane, fait à bord d'un biplan Sommer, piloté par son hardi et habile constructeur :

« Le public est, dit-il, familiarisé avec la forme générale et même avec les détails de l'armature. Au milieu de l'enchevêtrement des baguettes du fuselage, des fils métalliques, je m'arcboute de mon mieux et finis par m'asseoir au centre géométrique de

l'appareil, sous la toile du haut qui m'abrite comme une marquise. Le pilote s'installe à son poste, devant moi, encadré par mes genoux, le bonnet rabattu sur les oreilles.

« Derrière, un mécanicien cherche à mettre en branle l'hélice. Atttt... Kchiss. Atttt... Kchiss!...

« Une seule recommandation avant le départ : assujettissez bien votre casquette. Le vent pourrait l'enlever et la rejeter dans l'hélice. Et cela dit, Sommer a mis la main droite sur la poignée de son levier de manœuvre, ce levier qui est l'âme de l'appareil. Deux, trois secondes s'écoulent, et soudain un coup de tonnerre éclate derrière ma tête.

« C'est le moteur qui part et c'est l'hélice qui tourne avec un bruit assourdissant. Il me semble qu'une batterie de mitrailleuses vient d'ouvrir le feu à cinquante centimètres de mes oreilles et tire sans relâche. J'imagine que le pilote entend à peine cette effroyable mousqueterie, son tympan étant protégé par l'épaisseur de la calotte. Mais ma casquette de cycliste ne me préserve pas d'une seule détonation.

« Le biplan frémit de toute sa carcasse, prêt à s'élancer.

« Cependant Sommer a fait un signe de tête et déclenché sa *commande*. Nous voilà

partis. Nous roulons à vive allure sur le gazon ras; et c'est un roulement infiniment doux, comme s'il s'effectuait sur une épaisse moquette.

« Le pilote, dont j'épie les moindres mouvements, s'est penché en avant. Sa main droite appuie sur le levier; la toile d'avant — un petit foc qui serait horizontal — a légèrement relevé sa bordure. Et nous avons quitté le sol. Maintenant nous volons.

« L'oiseau monte progressivement, mais il m'est impossible d'évaluer la vitesse ascensionnelle, faute de repère. Là-bas, à ma droite, j'aperçois bien les tribunes; mais elles semblent défiler rapidement, fuir.

« Le courant d'air provoqué par l'hélice qui se *visse* dans l'atmosphère s'engouffre entre les deux plans, fait vibrer la voilure et nous fouette rudement le visage. De la main droite, le pilote manœuvre son foc-gouvernail qu'il ne quitte pas du regard, tandis que de l'autre, il tâte derrière lui, sans doute pour régler l'alimentation de son moteur. A la vitesse d'un train express, nous filons dans la rafale: une rafale apparente, puisque sous nos pieds nulle brise ne courbe les épis de blé, nulle houle ne fait onduler les moissons jaunissantes.

« Longtemps, je cherche à situer notre route aérienne. Autour de nous, la campagne est plate et dénudée, et quant aux pylônes de la piste d'aviation, je fouille en vain l'abîme pour les reconnaître. C'est donc que nous avons quitté l'aérodrome. Mais alors où allons-nous?

« Soudain, un gros point noir apparaît dans le ciel. C'est un autre biplan, un Sommer également, qui s'avance droit sur nous. Un demi-virage me permet de le voir par le travers et je reconnais le pilote Legagneux qui vient de promener sur Reims M. Painlevé.

« Legagneux et l'académicien ont disparu. Le soir tombe. Au loin, des lueurs apparaissent dans le crépuscule: c'est Reims allumant ses réverbères, autour de la cathé-

drale, masse formidable, qui m'apparaît teintée de bleu, avec, à l'angle des tours, des filets mauves.

« Dans la banlieue rémoise, je distingue nettement les maisonnettes des cités ouvrières et les maisonnettes des jardiniers, posées comme des cabanes au milieu des potagers symétriques. Des cheminées d'usines s'élancent, droites et fières, des colonnes de fumée et, plus loin, les phares multicolores de la gare dessinent d'étranges constellations dans un rectangle noir.

« Chose curieuse: il me semble que la batterie de mitrailleuses qui m'assourdissait tout à l'heure, s'atténue; le fracas du moteur me produit maintenant l'effet d'un gros ronron et ne me déchire plus les oreilles. Seul, l'air qui me cingle la figure produit une sensation de froid légèrement désagréable.

« D'ailleurs, le voyage doit se poursuivre dans d'excellentes conditions; nous ne devons pas rencontrer de remous dangereux, puisque Sommer, nonchalamment appuyé du bras gauche contre le fuselage, se borne à manœuvrer légèrement, d'un geste imperceptible, le levier de commande.

« Pas une fois il ne cherchera à savoir ce que son compagnon de voyage fait derrière lui. Il est vrai que la pression de mes genoux sur son torse redressé lui indique que je reste figé dans mon immobilité du départ, mais que je suis avec intérêt les phases de notre promenade.

« Nous voici à la lisière d'un petit bois. Ici, nous gagnons en hauteur pour atteindre le niveau auquel évolue le biplan qui a émergé tout à l'heure de la brume. C'est le pilote Legagneux, qui, ayant déposé M. Painlevé, fait un tour de piste avec une passagère. L'imprévu de ces rencontres dans les airs me semble si piquant, que j'oublie le ronflement du moteur et me penche sur le pilote pour lui communiquer mon impression. Mais celui-ci ne m'a pas entendu et m'eût-il entendu qu'il n'aurait pas bronché. En effet, à

la hauteur où nous sommes, une assez forte brise vient de nous prendre par le travers, et la manœuvre devient un instant plus difficile.

« Combien de temps avons-nous volé ainsi sur les boquetaux, sur les champs, sur les gares de chemins de fer, sur les routes que sillonnaient d'interminables théories d'automobiles, phares étincelants? Longtemps!

« La nuit était venue et nous franchissions encore la grande route qui va de Reims à Bourgogne. Enfin l'oiseau a voulu regagner son nid et, à ce moment, j'ai vécu, sans exagération, une des minutes les plus exquis de ma vie. Par un vol plané, nous sommes descendus à terre devant le hangar même qui abrite le biplan. Cette descente silencieuse dans les airs est la phase de l'expédition qui m'a laissé la plus forte impression; j'avais souvent volé en songe, et mes rêves se trouvaient réalisés. »

Mal des aviateurs En dehors des impressions que peuvent éprouver les voyageurs de l'air, il est des phénomènes physiologiques qui se manifestent chez l'aviateur pendant les différentes phases du vol, comme ils se produisent lorsqu'on fait l'ascension d'une montagne, ou quand on effectue un voyage en aérostat.

Ces phénomènes, que l'on désigne d'une façon générale sous le nom de *mal des aviateurs*, ont été l'objet d'observations des docteurs Cruchet et Moulinier, de Bordeaux, qui ont soumis les résultats qu'ils ont obtenus, à l'Académie des sciences, le 24 avril 1911.

Les observations physiologiques ont été faites sur les aviateurs qui ont participé à la grande semaine de Bordeaux, en septembre 1910.

« Dans la *montée*, la respiration devient plus courte aux environs de 1.500 mètres; par conséquent, à une hauteur moindre qu'avec les sphériques, le cœur bat plus vite, mais

habituellement il n'a pas de palpitations; il n'existe pas, à proprement parler, de nausées ou de sensations de gonflement du ventre, comme dans certaines ascensions en montagne, mais un léger malaise que Morane attribue à l'angoisse et à la grande solitude que l'on ressent. Vers 1.200 mètres, l'*hyppoacusie* apparaît: le crépitement du moteur diminue et ce phénomène, très net par temps sec, augmente par temps nuageux ou brumeux. Les bourdonnements d'oreilles, d'ailleurs légers, ne se montrent qu'à une altitude plus élevée, exactement vers 1.800 mètres (Morane); toutefois Legagneux accusa des *claquements d'oreilles* à une altitude plus basse (il est vrai que c'était la première fois qu'il s'élevait à pareille hauteur) et un passager qui, lui aussi, montait pour la première fois sur un biplan qui s'éleva à 300 ou 400 mètres, éprouva le même phénomène; il y a évidemment une question d'accoutumance, mais même à 1.800 mètres, ce phénomène se produit plus bas que dans les ascensions ordinaires en montagne. Les vertiges ne sont accusés par aucun aviateur.

« La vue est toujours très nette, écrit Morane. Ce qui laisserait croire le contraire, c'est la rapidité avec laquelle les objets et les choses diminuent ou s'éloignent. De plus, par temps clair et légère brume, le soleil, en se reflétant sur la brume comme sur une glace, rend comme aveugle et gêne considérablement, surtout dans les remous, la direction du monoplan. »

« Un autre aviateur a présenté de véritables hallucinations visuelles pendant la durée d'un de ses raids: il voyait à chaque instant se dresser à sa droite les flèches de la cathédrale Notre-Dame, alors qu'il en était à plusieurs centaines de kilomètres.

« Une légère *céphalée* encerclant les tempes se montre à partir de 1.500 mètres chez les aviateurs entraînés; chez les novices, elle apparaît au-dessous de cette altitude.

« Le froid devient vite pénible, à partir de 2.000 mètres; il le fut particulièrement à Bordeaux. A Bordeaux, en septembre, nous écrit Morane, je n'avais pas froid jusqu'à 1.500 mètres; passé cette hauteur, la température descendait très rapidement, et à 2.000 mètres, elle était certainement vers 15 degrés au-dessous de zéro.

« Quand on dépasse 1.500 mètres, on est pris d'une envie violente d'uriner.

le séjour dans l'altitude, il n'existe pas plus de vertige qu'en aérostat. Les aviateurs éprouvent une tension nerveuse et ressentent un essoufflement léger, même aux moyennes altitudes. La sensation de froid est plus vive qu'en aérostat étant donné la translation rapide de l'aéroplane.

« Pendant la descente, dit le rapport, le cœur bat beaucoup plus fort sans s'accélérer, mais les palpitations, qui ne tardent

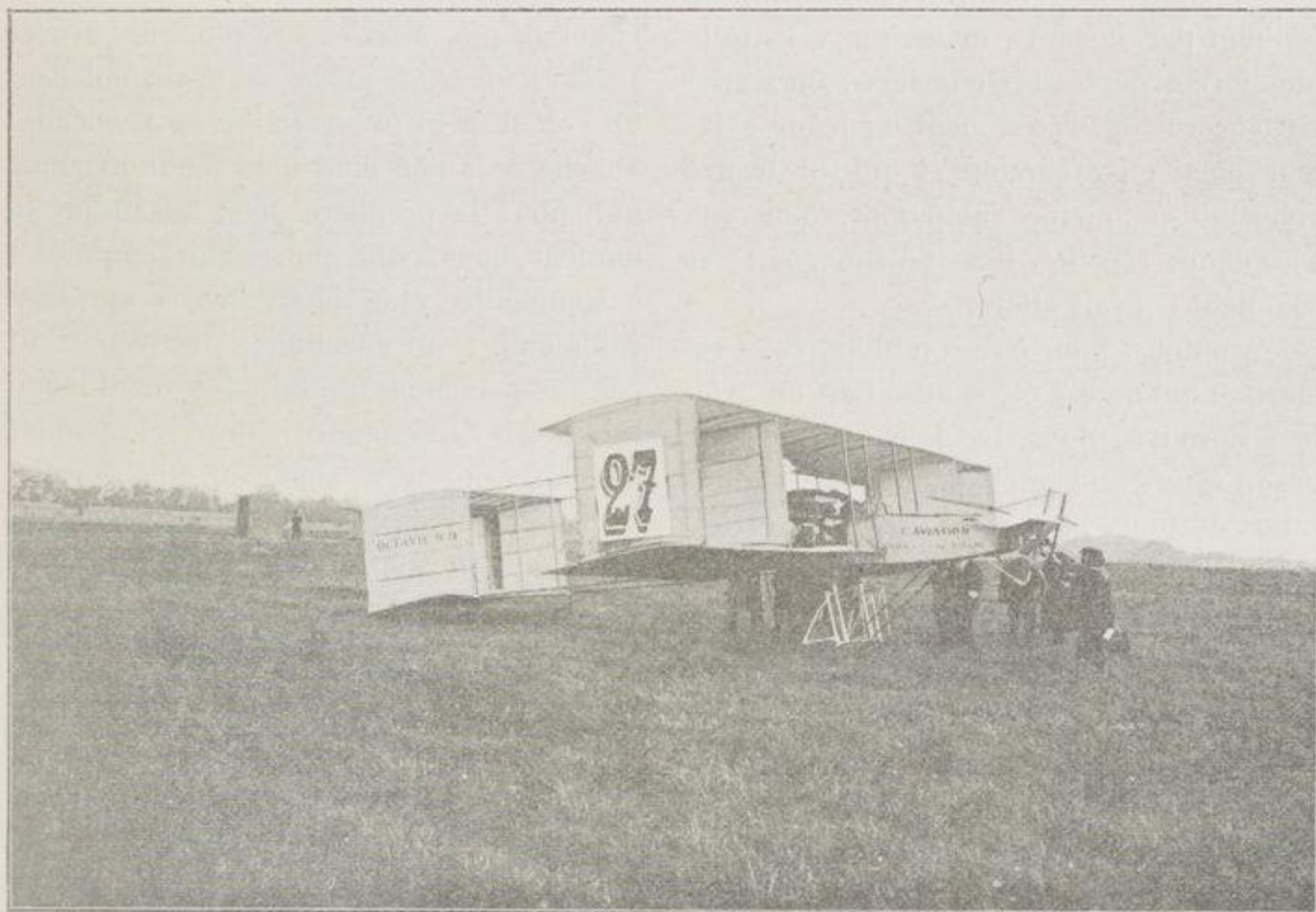


Fig. 577. — Biplan Voisin, à cellules, monté par Paulhan, à Reims.

« Au-dessus de 1.000 mètres, surtout au delà de 1.500 mètres, les mouvements volontaires sont plus nerveux et saccadés, les mouvements réflexes ont plus d'amplitude; le froid, l'essoufflement léger qui se produit à ce moment, les contractions plus rapides du cœur, la réverbération du soleil et les troubles de l'ouïe, auxquels il faut adjoindre la tension nerveuse et la fatigue, suffisent à expliquer ces modifications motrices. »

Le compte-rendu constate que pendant

pas à être ressenties, augmentent à mesure que la descente se précipite. Il est difficile de se rendre compte de ce qui se passe du côté de la respiration, à cause de la rapidité de la chute en vol plané, qui fait parcourir 3 à 400 mètres à la minute et provoque une sorte d'angoisse, comparable à la sensation de vide qu'on éprouve quand on se trouve dans un ascenseur qui descend très vite. Les bourdonnements et sifflements d'oreilles tendent à s'accroître vers la fin de la descente, et il en est de même de l'envie

d'uriner, qui devient de plus en plus impérieuse; mais les phénomènes particulièrement intenses, qui augmentent et dominent nettement à mesure qu'on se rapproche du sol, sont : 1° La sensation de cuisson à la figure, de rougeurs et de très forte chaleur de la face; les yeux piquent, sont injectés, les narines sont humides sans *épistaxis* (saignement de nez) à proprement parler; 2° la *céphalée*; 3° une très grande tendance au sommeil, si invincible que les yeux se ferment par instants, malgré la volonté la plus ferme de les tenir ouverts. On signalait encore tout récemment un jeune aviateur parti en excursion et qui fut trouvé endormi en pleine campagne, dans son aéroplane; réveillé, il ne se souvenait pas comment il avait atterri.

« Ajoutons, pour être complets, cette remarque qui nous a été confiée par un aviateur éprouvé, dont la mâle énergie et le grand sang-froid ont toujours fait l'admiration de tous. Dans cette descente vertigineuse l'angoisse étreint l'homme le plus fort; la peur elle-même l'étreint à certaines secondes; elle est heureusement, presque toujours, de courte durée, mais la pensée et l'image de la mort sont constamment présentes à l'esprit, rendues plus douloureuses encore par la demi-torpeur semi-consciente dans laquelle on se trouve.

« Les mouvements volontaires sont lents, paresseux, d'une maladresse qui fait opposition à la vivacité physique et intellectuelle du sujet. Certains aviateurs ont conscience de cet engourdissement psychique et de cette nonchalance, qui ne leur permet pas d'exécuter aussi rapidement qu'ils le voudraient, les actes mécaniques nécessaires. D'autres, au contraire, n'en ont pas conscience.

« A l'atterrissage, l'aviateur, malgré toute son énergie, saute de son aéroplane avec une lourdeur évidente; il se rend néanmoins d'un pas ferme, quoiqu'un peu lent, à son hangar situé à quelques mètres de là; mais,

à ce moment, les bourdonnements et les sifflements d'oreilles prennent une intensité qu'ils n'avaient pas eue jusque-là; le héros est comme sourd.

« Il entend vaguement ceux qui lui parlent ou les acclamations dont il est l'objet; parfois, il est pris de vertiges et la tête lui tourne, ainsi qu'il arriva à un aviateur qui tomba presque dans nos bras en rentrant sous sa tente.

« La *céphalée* persiste non seulement à l'atterrissage, mais encore plusieurs heures après; il en est de même de la somnolence. Un commissaire du meeting de Bordeaux, attaché à la personne d'un jeune aviateur qui, pour la première fois, faisait de la hauteur, nous confia que son sujet continuait à sommeiller cinq ou six heures après les raids qu'il avait effectués; il ne répondait pas aux personnes qui lui adressaient la parole, avait l'air engourdi, ahuri, et, à table, ne mangeait pas, ne songeant qu'à dormir.

« Les mouvements respiratoires tendent, dès que l'on a atterri, à reprendre leur rythme normal; mais il n'en est pas de même de l'appareil circulatoire, sur l'examen duquel nous insisterons plus particulièrement.

« On observe de la cyanose des extrémités; les doigts sont violacés. Winjmalen, qui atteignit 2.780 mètres, dit « sentir le sang couler de ses ongles dans ses gants fourrés, et des perles rouges venir mouiller ses lèvres.

« Morane n'a jamais constaté pareil phénomène, qui, d'ailleurs, peut être en relation avec la température basse des hautes régions atmosphériques que rend encore plus accusée la vitesse de l'aéroplane; cette réfrigération est très pénible, et tous les aviateurs s'en plaignent. Nous n'avons pas constaté d'*épistaxis*, mais presque toujours de l'*hyperémie* des conjonctives. Les yeux sont cependant bien protégés par des lunettes appropriées. »

Voilà cette analyse intéressante des phé-

nomènes physiologiques qui se manifestent chez l'homme-volant.

Records d'aviation Dans l'historique de l'aviation, nous avons successivement indiqué les principales performances obtenues avec des aéroplanes. Nous croyons utile de donner, pour compléter cet historique, la liste des principaux records qui ont été successivement réalisés en France. Nous ferons partir cette liste des premiers résultats obtenus en aviation, de telle sorte qu'elle synthétisera, malgré sa forme un peu sèche, les progrès accomplis dans cette science jusqu'à ces derniers jours :

Le 14 octobre 1897, Ader quitte le premier le sol sur son appareil l'*Avion*, vol qui n'a pas été officiellement enregistré.

Longtemps après, en 1906, on commence à effectuer en France des vols officiellement chronométrés.

Voici les records se rapportant à la durée des vols, l'aéroplane n'enlevant que le pilote :

Le 12 novembre 1906, à Bagatelle, Santos-Dumont vole 21 sec. 1/5.

Le 26 octobre 1907, à Issy-les-Moulineaux, Henry Farman vole 52 sec. 3/5.

Le 31 décembre 1908, au camp d'Auvours, Wilbur Wright vole 2 h. 20 m. 30 sec. 1/5.

Le 3 novembre 1909, à Mourmelon, Henry Farman vole 4 h. 17 m. 53 sec. 2/5.

Le 18 décembre 1910, à Étampes, Henry Farman vole 8 h. 12 m. 47 sec. 2/5.

Pour la distance avec le pilote seul, aux dates que nous venons d'indiquer :

Santos-Dumont, en 1906, parcourt 220 mètres ;

Henry Farman, en 1907, parcourt 770 mètres.

Wright, en 1908, parcourt 124 kil. 700.

Henry Farman, en 1909, parcourt 234 kil. 212.

Tabuteau, à Étampes, le 30 décembre 1910, parcourt 582 kil. 745.

Olieslagers, le 17 juillet 1911, couvre 625 kil. 200.

Loridan, le 21 juillet 1911, fait 702 kil.

Védrines, le 9 août 1911 parcourt 810 kil.

Les records de la vitesse sont ainsi établis :

Le 12 novembre 1906, Santos-Dumont fait du 41 kil. 292 à l'heure.

Le 26 octobre 1907, Henry Farman fait du 52 kil. 700.

Le 28 août 1909, Blériot fait du 76 kil. 955.

Le 29 octobre 1910, Leblanc fait du 115 kil. 300.

Le 11 mai 1911, Nieuport, à Mourmelon, parcourt 100 kilomètres, à la vitesse de 119 kil. 680 à l'heure.

Le 12 juin 1911, à Étampes, Leblanc parcourt 125 kilomètres au bout d'une heure de vol.

Le 16 juin 1911, à Mourmelon, Nieuport portait le record de vitesse à 130 kil. 57 à l'heure.

Le record de la plus grande distance dans un temps donné est de :

Pour 1/4 d'heure :

12 kil. 500, le 20 mai 1909, à Pont-Long, par Tissandier ;

20 kilomètres, le 3 juillet 1910, à Reims, par Leblanc.

26 kil. 199 m. le 12 avril 1911, à Belmont-Park, par Leblanc ;

Pour 1/2 heure :

22 kilomètres, le 21 septembre 1908, à Auvours, par Wright ;

27 kil. 500, le 20 mai 1909, à Pont-Long, par Tissandier ;

40 kilomètres, le 3 juillet 1910, à Reims, par Leblanc ;

53 kil. 424, le 12 avril 1911, à Belmont-Park, par Leblanc ;

Pour 1 heure :

55 kilomètres, le 20 mai 1909, à Pont-Long, par Tissandier ;

Les Merveilles de la Science.

90 kilomètres, le 9 septembre 1910, à Bordeaux, par Morane ;

108 kil. 424 mètres, le 12 avril 1911, à Belmont-Park, par Leblanc ;

125 kilomètres, le 12 juin 1911, à Étampes, par Leblanc.

Pour 2 heures :

108 kil. 930, le 3 novembre 1909, à Mourmelon, par Henri Farman.

407 kil. 675, le 31 décembre 1910, à Buc, par Bournique.

Pour 6 heures :

490 kilomètres, le 31 décembre 1910, à Buc, par Bournique.

Pour 7 heures :

390 kilomètres, le 18 décembre 1910, à Étampes, par H. Farman.

Pour 8 heures :

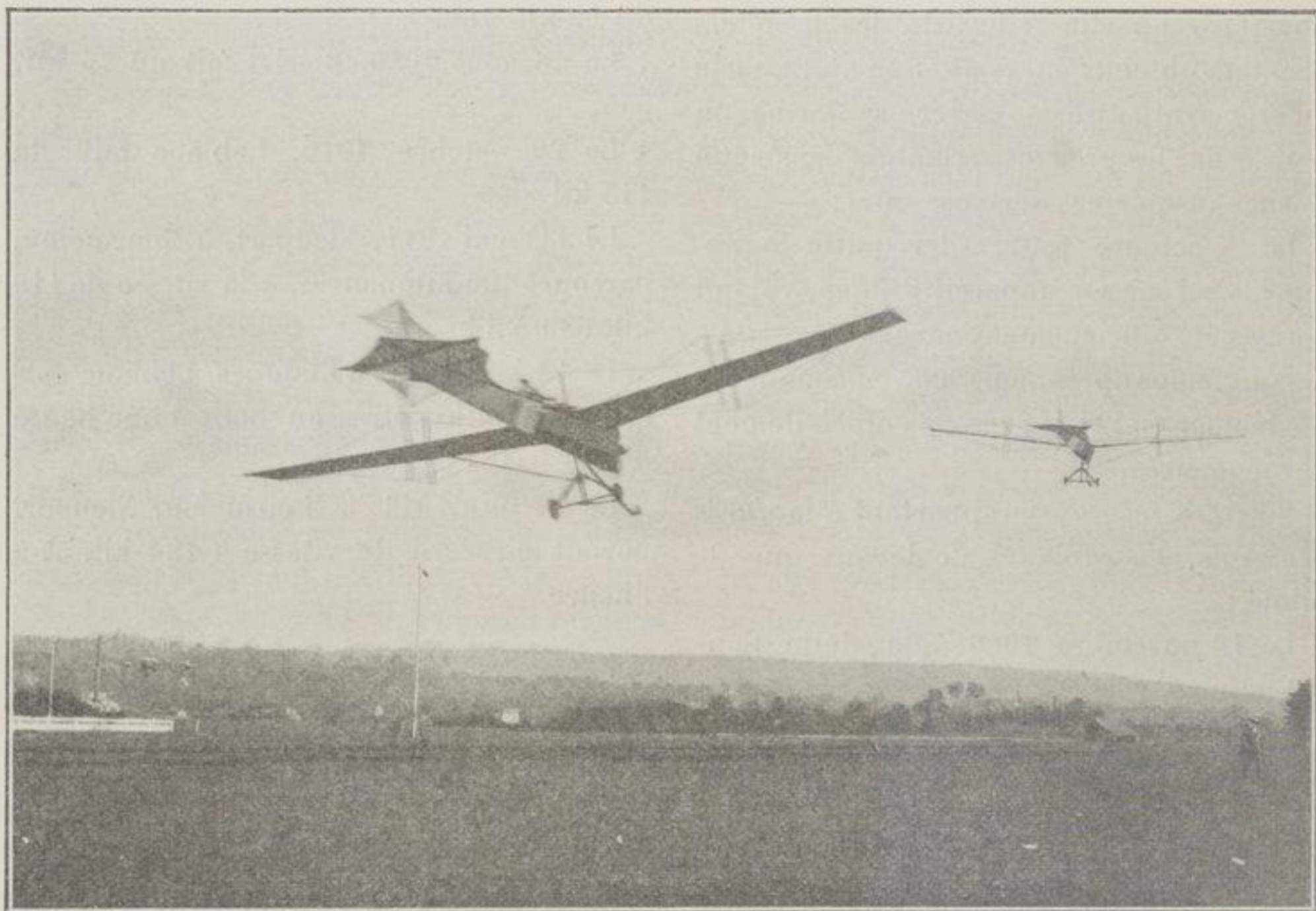


Fig. 578. — Monoplan Antoinette, Latham et Kuhler à Juvisy.

167 kilom. 500, le 9 septembre 1910, à Bordeaux, par Aubrun.

Pour 3 heures :

162 kil. 276, le 3 novembre 1909, à Mourmelon, par Henry Farman.

252 kil. 500, le 9 septembre 1910, à Bordeaux, par Aubrun.

Pour 4 heures :

215 kil. 622, le 3 novembre 1909, à Mourmelon, par Henry Farman.

325 kil. 905, le 31 décembre 1910, à Buc, par Bournique.

Pour 5 heures :

451 kilomètres le 18 décembre 1910, à Étampes, par H. Farman.

Le record de la hauteur détenu en 1908 par Wright, qui s'était élevé à 120 mètres, était successivement porté à :

155 mètres par Latham à Reims, en août 1909, puis à 300 mètres par le comte de Lambert dans son voyage au-dessus de Paris ; à 453 mètres par Latham, le 1^{er} décembre 1909, à Châlons, puis à 1.000 mètres par le même aviateur.

Morane vole ensuite à 2.282 mètres,

Chavez à 2.587, Winjmalen à 2.780, Legagneux à 3.100, Loridan à 3.180 et, le 5 août 1911, un officier français, le capitaine Félix, atteint une hauteur de 3.350 mètres.

Voilà les principaux records établis en aéroplane avec un seul aviateur à bord. En voici quelques autres faits avec 2 aviateurs dans l'appareil.

728 à l'heure ; et Vidart, à Châlons, le 31 décembre 1910, fait du 80 kilom. 898 à l'heure, toujours avec un passager, tandis que Laurens, à Buc, le 21 décembre 1910, parcourt 100 kilomètres effectifs en 1 heure 16 min. 51 sec.

Le 9 mars 1911, Nieuport avec un passager fait du 103 kilomètres à l'heure et, le 12 juin 1911, à Mourmelon, il parcourt 150



Fig. 579. — Monoplan Esnault Pelterie, type Circuit Européen (1911), vue d'avant.

Le 10 octobre 1908, Wilbur Wright, au camp d'Auvours, vole avec un passager pendant 1 heure 9 minutes 45 secondes $\frac{3}{5}$, parcourant une distance de 58 kilomètres.

Le 18 décembre 1910, H. Farman, à Étampes, vole avec un passager pendant 8 heures 12 minutes 47 secondes $\frac{2}{5}$.

Le 9 juillet 1910, à Reims, Aubrun parcourt 137 kilom. 125 avec un passager.

Au point de vue de la vitesse, H. Farman, à Reims, le 28 août 1909, fait du 60 kilom.

kilomètres en 1 heure 28 min. $\frac{2}{5}$ sec. $\frac{2}{5}$, réalisant dans une heure une vitesse effective moyenne de 150 kilom. 500, pendant que, le 15 mai 1911, le lieutenant Féquant, avec un passager, vole pendant 10 minutes à 162 kilomètres à l'heure.

Avec trois aviateurs à bord de l'aéroplane, Mamet, à Reims, le 9 juillet 1910, vole pendant 1 heure 38 min. 40 sec., parcourant 92 kil. 750, faisant du 58 kil. 177 à l'heure.

Le 6 mars 1911, Bréguet, avec trois per-

sonnes à bord, lui compris, parcourt 100 kilomètres en 1 heure 15 min. 17 sec. $\frac{2}{5}$, marchant à près de 80 kilomètres à l'heure.

Le 9 mars 1911, à Mourmelon, Nieuport emmenant deux passagers fait 110 kilomètre en 1 heure 4 min. 58 sec. $\frac{1}{5}$, atteignant ainsi une vitesse de 102 kilom. 855 à l'heure.

Avec, au total, quatre aviateurs à bord, le 10 mars 1911, à Bétheny près de Reims, Busson a parcouru 50 kilomètres à une vitesse de 95 kilomètres à l'heure et ensuite en emmenant quatre passagers, ce qui faisait, au total, cinq personnes à bord, il a parcouru 25 kilomètres en volant 17 minutes 28 sec. $\frac{1}{5}$.

Le 26 janvier 1911, Sommer avec cinq passagers, au total six, fit un voyage à travers champs, comprenant une double traversée de la Meuse.

Lemartin, le 2 février 1911, vola sur son monoplan Blériot avec au total huit personnes, pendant 8 minutes à l'aérodrome de Pau et le 4 février avec dix personnes.

Le 30 mars 1911 Sommer, emmenant avec lui sept enfants, constituant une charge utile de 454 kilogr., vola entre 20 et 30 mètres de hauteur pendant 1 heure 30 min. 3 sec.

Le 22 mars, à Douai, Bréguet enlevait six passagers, au total sept personnes et atteignait une vitesse de près de 100 kilomètres à l'heure et le lendemain, avec au total douze personnes à bord de son biplan, ce qui représentait une charge utile de 632 kilogr. 950, il parcourut une distance de 5 kilomètres à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure.

Le 24 mars 1911, Sommer battait ce record en emmenant douze passagers à bord de son aéroplane, soit, au total treize personnes, formant ainsi un poids utile de 653 kilogr. et parcourant 800 mètres.

Meetings d'aviation

En 1909, par suite de la construction d'un grand nombre d'aéroplanes biplans et monoplans, et de leur mise en ligne en vue de s'attribuer les divers prix donués par de généreux Mécènes,

on songea à créer des *meetings d'aviation*, ayant pour but de donner aux aviateurs le moyen d'effectuer des vols autour d'une grande piste, c'est-à-dire dans des conditions spéciales de sécurité tout en participant au gain de prix en espèces. En outre, les meetings d'aviation permettaient au public qui ignorait les aéroplanes de venir voir voler ces engins merveilleux et de participer pécuniairement aux frais de ces courses en piste.

Les premiers meetings d'aviation eurent lieu à Douai et à Vichy, puis à Reims en août 1909. Celui-ci, qui dura une semaine et que l'on appela la semaine de Reims, eut un succès considérable et fut une manifestation grandiose en faveur de l'aviation.

C'est là que les principaux champions de l'air se firent apprécier et où on applaudit les prouesses de Blériot, Latham, Farman, Lefebvre, Paulhan, comte de Lambert, Sommer, Tissandier, Delagrangé, Curtiss, Rougier, etc.

Puis, ce fut le meeting de Juvisy ou « quinzaine de Paris », en octobre 1909; à ce meeting prirent part le comte de Lambert, Paulhan, Gobron, Brégi, etc.

A l'étranger, des meetings étaient aussi organisés.

Celui de Los Angeles, en Amérique, en janvier 1910, fut l'occasion de vols superbes de Curtiss et de Paulhan qui battit le record de la hauteur.

Celui d'Héliopolis, près du Caire (Égypte), qui eut lieu au commencement de février 1910, réunit les aviateurs Latham, Rougier, Balsan, Hauvette-Michelin, Le Blon, etc.

Puis viennent les meetings de Monaco, avec Rougier, de St-Sébastien avec Mamet et Le Blon qui fit une chute mortelle.

En France, de nombreux meetings étaient successivement tenus à Nice, avec les aviateurs Latham, Chavez, Van den Born, Rolls, Effimoff, etc.; à Rouen, avec Morane, Chavez, Latham, Dubonnet, etc.; à Reims, pour la deuxième fois, en juillet 1910, avec les avia-

teurs Morane, Latham, Leblanc, Aubrun, Weymann, Martinet, etc.; à Caen en juillet 1910, à Lille, à Nantes, à Bordeaux, au Havre.

En outre, des meetings spéciaux étaient créés à l'occasion des coupes Gordon-Bennet d'aviation. La coupe de 1910 fut gagnée par l'aviateur anglais Graham White et la coupe de 1911, qui a eu lieu en Angleterre à Belmont-Park, a été gagnée par Weymann.

Tous ces meetings donnaient un essor considérable à l'aviation; des pilotes habiles et audacieux se révélaient; les records étaient successivement battus, car le désir de conduire leur appareil à la victoire créait entre les pilotes une émulation profitable au progrès de l'aviation et préparait une autre série d'exploits extraordinaires accomplis par les aviateurs isolément, en volant de ville à ville à travers la campagne, ce qui bientôt eut comme conséquence, la création de véritables courses d'aéroplanes à travers le pays.

Résumons ces deux dernières phases de l'histoire de l'aviation qui marquent les progrès les plus récents : les voyages, et les courses d'aéroplanes.

Voyages en aéroplane En juin 1909, Blériot, nous l'avons dit, avait volé à travers champs de Toury à Arthenay; H. Farman avait volé aussi au-dessus des obstacles. Puis Latham, Paulhan, Van den Born, Chavez accomplissent de véritables *rallies* aériens. Maurice Farman va de Buc à Chartres et de Chartres à Orléans. Mais le plus glorieux voyage effectué à cette époque, celui qui eut le retentissement le plus considérable, est la traversée de la Manche en aéroplane.

Le 19 juillet 1909, Latham, qui depuis quelques jours se préparait à effectuer la traversée du Pas de Calais de France en Angleterre, part à 6 h. 47 de la falaise du Blanc-Nez, près de Boulogne-sur-Mer et de Calais. Après avoir parcouru environ 12 kilomètres au-dessus de l'eau, le moteur ra-

lentit, s'arrête, et le monoplan Antoinette descend sur la mer, flotte, heureusement, ce qui permet à Latham, qui fume héroïquement une cigarette, d'attendre que les secours arrivent. Un remorqueur sauve Latham et tire l'appareil de l'eau.

Le 25 juillet, Blériot qui, après l'insuccès de Latham, s'était engagé pour la traversée de la Manche, part, à 4 h. 41 du matin, des Baraques, près de Calais, et franchit les 35 kilomètres de mer pour atterrir à Douvres, après un vol de moins d'une demi-heure.

Blériot fut très fêté en Angleterre et fut reçu triomphalement à son retour en France. Le monoplan de sa construction qu'il pilotait, lors de cette mémorable traversée, a été déposé au musée du Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris.

Au mois d'avril 1910, Paulhan effectue le voyage Londres-Manchester, gagnant un prix de 250.000 francs offert par le journal anglais, le *Daily-Mail*. Le 24 avril, l'aviateur anglais Graham White avait fait une tentative pour gagner le prix, mais pendant une escale son appareil fut endommagé par le vent.

Le 27 avril, Paulhan, montant un biplan H. Farman, part de Londres à 4 h. 31 du soir, parcourt 188 kilomètres en 2 h. 39 et atterrit à Lichfield, où l'appareil passe la nuit, campé. Le lendemain 28, Paulhan part à 4 h. 15 du matin pour Manchester où il arrive à 5 h. 32, ayant volé malgré le vent violent et la pluie. Son concurrent anglais Graham White, qui avait réparé son appareil, s'était remis en route de Londres le 27 avril au soir pour rejoindre Paulhan. Il était obligé d'atterrir à 7 h. 55, à 96 kilomètres de Londres, à cause de l'obscurité et du froid. Repartant en pleine nuit à 2 h. 50, il atterrissait à 5 h. 12, à environ 120 kilomètres de Manchester, sans avoir pu rejoindre Paulhan.

Cette victoire de Paulhan fut l'objet de réceptions enthousiastes faites au vainqueur en Angleterre et en France.

Le 1^{er} septembre 1910, l'aviateur Bielvucie, pilotant un biplan Voisin, part d'Issy-les-Moulineaux à 6 h. 5 du soir. Il atterrit à Orléans à 7 h. 15. Le lendemain, il quitte Orléans à 7 h. 10 du matin, descend à 11 h. 30 aux environs de Châtellerault, déjeune et repart à 3 h. 30 pour venir atterrit à Angoulême à 5 h. 12. Le 3 septembre, il part d'Angoulême à 10 h. 48 et arrive à Bordeaux, but de son voyage, à midi 25, ayant parcouru le trajet de Paris à Bordeaux en quatre étapes et 6 h. 15 de vol effectif.

Les voyages se multiplient et les aviateurs deviennent de plus en plus audacieux. Ils tentent la traversée des Alpes, et l'un d'eux réussit ce formidable exploit. Le 19 septembre 1910, cinq aviateurs, Chavez, Weymann, Wienczien, Cattaneo, Paillette, sont prêts à tenter l'épreuve. Chavez part à 6 h. 16 du matin mais est obligé de revenir, à cause du vent violent qui souffle. A 6 h. 35 Weymann part à son tour, mais doit également revenir.

Pendant quatre jours la brume et le vent empêchent les aviateurs de partir. Enfin le 23 septembre Chavez part à 1 h. 29 du Briegen-Berg; il s'élève, en tournant, à 1.000 mètres, passe au-dessus du Simplon à 1 h. 48 et descend le versant italien en volant au-dessus des gorges sauvages du Gondo. Il va atterrit au contrôle de Domodossola, lorsque, à 10 mètres du sol, la descente se transforme subitement en chute brutale, pour une raison mal définie, et Chavez est très grièvement blessé. Transporté à l'hôpital, il meurt des suites de ses blessures, le 27 septembre 1910.

L'Automobile-Club de France avait institué un Grand Prix ayant pour but le voyage de Paris à Bruxelles et retour en moins de 36 heures.

Plusieurs fois, ce voyage a été tenté. Legagneux et Mahieu étaient arrivés à Bruxelles, mais n'avaient pu revenir dans le délai imposé, Winjmalen parvint à effec-

tuer le voyage dans les conditions voulues.

Un autre prix, de 100.000 francs, donné par le baron de Forest et consistant à faire le voyage le plus long en aéroplane d'Angleterre au continent, a été gagné par l'aviateur anglais Sopwith. Parti de l'île de Sheppey, dans l'estuaire de la Tamise, le 18 décembre 1910, à 8 h. 16 du matin, il atterrissait après avoir traversé le Pas de Calais, à Beaumont, en Belgique, ayant parcouru 295 kilomètres, en 3 h. 1/2.

Un autre aviateur anglais, Cecil Grace, part le 22 décembre de Douvres, concourant pour le même prix. Il arrive au-dessus de Calais et est obligé d'atterrir.

L'épreuve étant à recommencer, Cecil Grace veut retourner en Angleterre en retraversant la Manche en aéroplane, mais il est entraîné dans la mer du Nord et périt dans les flots.

Un aviateur militaire, le capitaine Bellanger, a effectué en février 1911 le voyage de Vincennes à Pau. Parti le 1^{er} février de Vincennes à 8 h. 35 du matin, il atterrit le même jour à 5 h. 3 du soir à Bordeaux, après s'être arrêté deux fois en cours de route, aux points qu'il avait d'avance désignés. Le lendemain, 2 février, il partait de Bordeaux à 2 h. 52 du soir et arrivait à Pau à 4 h. 45, après avoir parcouru 684 kilomètres en 7 h. 15 de vol effectif.

Le 5 mars 1911, le lieutenant Bague, parti de Nice pour se rendre en Corse, parcourt 204 kilomètres au-dessus de la Méditerranée et atterrit à l'île Gorgona, au large de Livourne (Italie). Lors d'une deuxième tentative faite quelques mois après dans des conditions aussi audacieuses, le lieutenant Bague devait disparaître, englouti dans la mer.

Une autre épreuve, le Grand Prix Michelin, a fourni l'occasion d'un beau voyage en aéroplane, avec passager, de Saint-Cloud au sommet du Puy-de-Dôme. Ce prix de 100.000 francs devait être attribué au pi-

lote qui parcourrait dans un temps maximum de 6 heures la distance de Saint-Cloud au sommet du Puy-de-Dôme, en emmenant un passager à bord de son aéroplane.

La première tentative pour gagner le prix fut faite le 7 septembre 1910, par l'aviateur Weymann, sur biplan H. Farman, ayant comme passager M. Fay.

rissait à Nevers pour se ravitailler et parvenait au sommet du Puy-de-Dôme à 2 h. 23 min. 20 sec., ayant gagné le grand Prix Michelin.

Les traversées de la Manche se renouvelèrent après Blériot.

En dehors de Sopwith et de Cecil Grace dont nous avons parlé, dans le courant de l'année 1910, Jacques de Lesseps traversa de France en Angleterre le détroit, et un

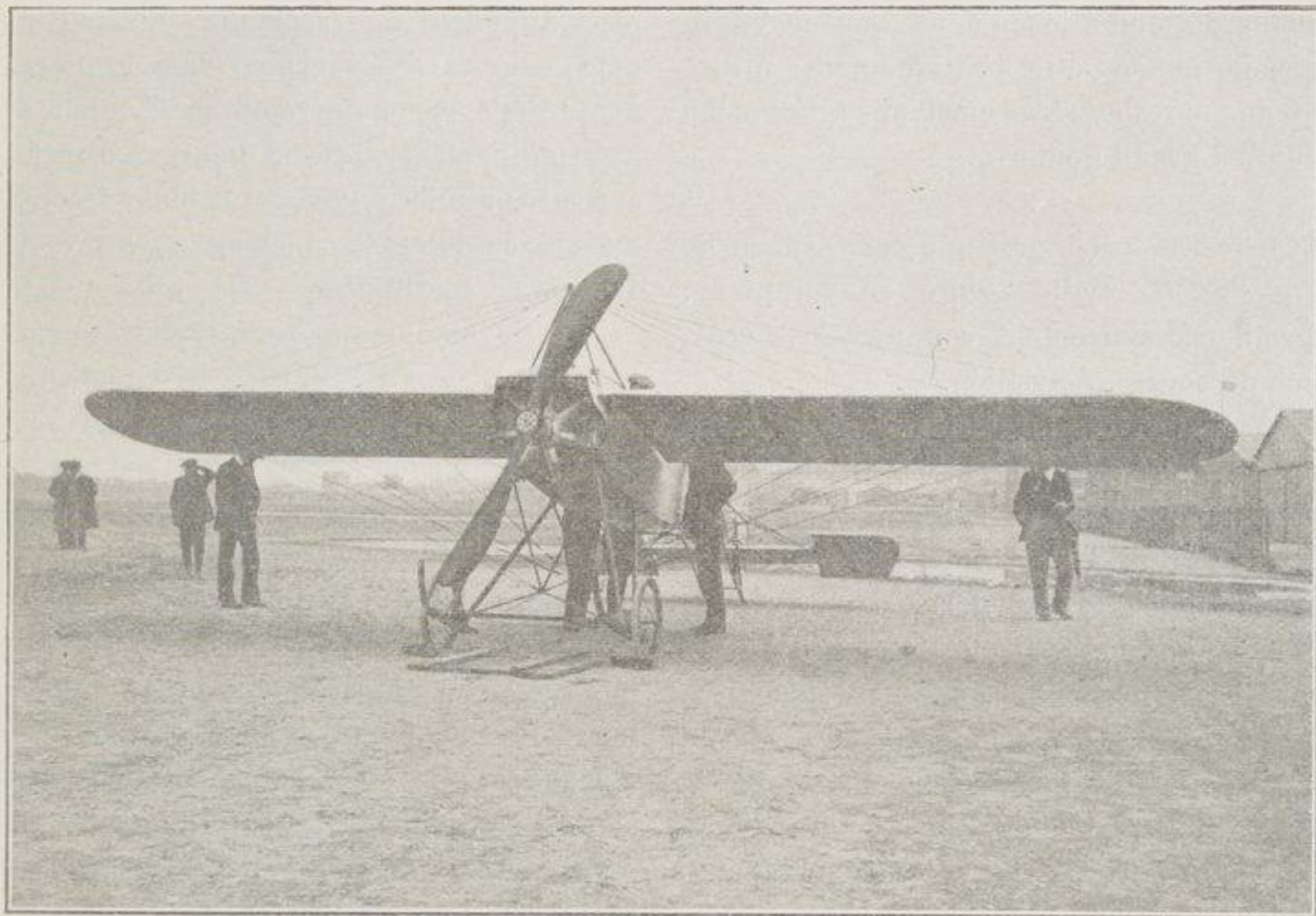


Fig. 580. — Monoplan Morane, type Circuit Européen (1911), vue d'avant.

Elle échoua de bien peu, car Weymann atterrit à la nuit à Volvic, à 20 kilomètres seulement du Puy-de-Dôme.

La seconde tentative, faite, le 5 octobre 1910, par les frères Morane sur monoplane Blériot, faillit être fatale aux aviateurs, qui firent une chute dans laquelle ils furent tous deux très grièvement blessés.

La troisième tentative réussit. Elle eut lieu le 7 mars 1911. L'aviateur Renaux sur biplan H. Farman, ayant à bord comme passager M. Senouque, après avoir pris le départ à Buc et être passé à Saint-Cloud à 9 h. 12, atter-

riait à Nevers pour se ravitailler et parvenait au sommet du Puy-de-Dôme à 2 h. 23 min. 20 sec., ayant gagné le grand Prix Michelin.

La traversée fut effectuée encore une fois, le 12 avril 1911, par l'aviateur Prier, pendant son voyage de Londres à Paris, fait d'une seule traite à bord d'un monoplane Blériot, en 3 h. 56 min. seulement, et le 4 août 1911, Védrynes la traversait aussi pendant son voyage de Londres à Paris avec escale à Dieppe.

L'aviation militaire fournit aussi l'occasion de nombreux voyages de ville à ville, parmi lesquels on peut citer celui d'une escadrille de trois aéroplanes de Pau à Vin-

cennes; celui de Pau à Villacoublay par étapes, effectué par l'enseigne de vaisseau Conneau qui, sous le nom de Beaumont, devait, peu après, gagner les principales grandes courses d'aéroplanes; celui du lieutenant Remy allant de Mourmelon à Besançon en deux étapes, etc.

L'ère des voyages, est ouverte pour les aéroplanes; ces voyages seront de jour en jour plus nombreux et ils nous étonneront de moins en moins jusqu'à ce que cet engin aérien puisse être pratiquement utilisé comme moyen de transport mis à la portée du plus grand nombre.

Courses d'aéroplanes La pratique des voyages de ville à ville, en aéroplane, devait nécessairement conduire à la création de courses d'aviation.

C'est ainsi que furent instituées les courses suivantes dont nous allons dire quelques mots: le circuit de l'Est, la course Paris-Madrid, la course Paris-Rome, le circuit européen et le tour d'Angleterre.

Le circuit de l'Est a été une course d'aéroplanes de ville à ville comprenant six étapes. Elle a été organisée par le journal le *Matin*.

Le départ de la course a été donné, le 7 août 1910, au champ de manœuvres d'Issy-les-Moulineaux. La première étape était Issy-Troyes, soit une distance à parcourir de 135 kilomètres. Leblanc arrivait le premier sur monoplan Blériot, ayant couvert la distance en 1 h. 33 min. 20 sec. sans escale.

Le deuxième était Aubrun sur monoplan Blériot, avec un temps de 1 h. 37 m. 25 sec.

Le troisième était Lindpaintner sur biplan Sommer; le quatrième Legagneux pilotant un biplan H. Farman; puis venaient Weymann et Mamet.

Le lendemain 8 août, eut lieu le meeting de Troyes et le départ de la 2^e étape fut donné le 9 août. Cette étape Troyes-Nancy comportait une distance à couvrir de 160 kilomètres. Leblanc arrivait le premier, suivi d'Aubrun et de Legagneux. Au-dessus de

certaines vallées ces aviateurs sont fortement secoués, mais luttent victorieusement.

Dans la troisième étape, le 11 août, de Nancy à Mézières, 160 kilomètres, Leblanc arrive le premier et Aubrun le second. C'est encore la lutte contre le vent, la brume et les averses.

Le 13 août, quatrième étape Mézières Douai, 140 kilomètres. Le temps est affreux; le vent souffle en tempête. Leblanc et Aubrun attendent une accalmie pour partir; Legagneux, arrêté en route dans la précédente étape, part pour rejoindre. Leblanc et Aubrun partent après 3 heures; Aubrun arrive le premier à Douai et Leblanc second, malgré la tempête. Legagneux arrive le 14 août au matin.

Dans la cinquième étape Douai-Amiens, 80 kilomètres, arrivent successivement, Leblanc, Aubrun, Legagneux.

Dans la sixième et dernière étape faite le 17 août, comportant le parcours Amiens-Paris, de 110 kilomètres, Leblanc arrive le premier à Issy-les-Moulineaux, Aubrun le second et Legagneux le troisième. Le classement général est ainsi établi et Leblanc gagne le prix de 100.000 francs offert par le *Matin*.

L'année 1911 a été l'année des grandes courses d'aéroplanes.

Le 21 mai avait lieu le départ, à Issy-les-Moulineaux, de la course Paris-Madrid organisée par le *Petit Parisien* et comportant trois étapes:

Issy-Angoulême, 400 kilomètres, Angoulême-Saint-Sébastien, 335 kilomètres, et Saint-Sébastien-Madrid, 435 kilomètres.

Au départ de la course, le dimanche 21 mai, se produisit une effroyable catastrophe. L'aviateur Train ayant pris le départ, revint atterrir sur le champ de manœuvres, son moteur ayant un fonctionnement défectueux.

Pour éviter un peloton de cuirassiers qui traversait la piste, l'aéroplane s'abattit en arrière sur un groupe de personnages parmi lesquels se trouvaient M. Monis, président du

Conseil des ministres, M. Berteaux, ministre de la guerre, M. Deutsch de la Meurthe. M. Berteaux fut effroyablement mutilé, et mourut aussitôt, M. Monis fut grièvement blessé et M. Deutsch fortement contusionné. Après un désarroi bien explicable, la course, sur l'ordre même de M. Monis, continua.

A la fin de la première étape Védrines montant un monoplan Morane était classé le premier, Garros second et Gibert troisième, ces deux derniers aviateurs pilotant chacun un monoplan Blériot.

A la fin de la deuxième étape à St-Sébastien, le classement était toujours le même.

Dans la troisième étape, la plus dure, il fallait franchir la Sierra de Guadarrama, d'une hauteur de 1.700 mètres; Védrines effectua le parcours, arriva à Madrid, gagnant la course après 14 heures 55 minutes 8 secondes de vol réel.

La course Paris-Rome, organisée par le *Petit Journal*, eut lieu une semaine après la course Paris-Madrid. Elle comportait sept étapes et le départ était donné, le 28 mai, de l'aérodrome de Buc. Les étapes étaient : Buc-Dijon, 265 kilomètres; Dijon-Lyon, 175 kilomètres; Lyon-Avignon, 205 kilomètres; Avignon-Nice, 220 kilomètres; Nices-Gênes, 170 kilomètres; Gênes-Pise, 170 kilomètres; Pise-Rome, 170 kilomètres.

Le départ était donné officiellement à chaque aviateur, qui pouvait partir au moment qui lui convenait le mieux et devait effectuer le trajet en s'arrêtant aux escales prévues.

Après avoir essuyé du mauvais temps en Provence et dans le golfe de Gênes pendant la traversée de la Méditerranée, quatre aviateurs arrivèrent à Rome dans cet ordre, après avoir parcouru 1.465 kilomètres : premier Beaumont (enseigne de vaisseau Conneau), en 82 heures, 5 minutes; Garros, second, en 106 heures 16 minutes; Frey, troisième, en 132 heures 41 minutes; Vidart, quatrième, en 171 heures 41 minutes.

La course Paris-Rome devait comporter, comme suite une course Rome-Turin; mais par suite des difficultés à surmonter pour atteindre Turin, un seul des concurrents, Frey, prit le départ, mais fit une chute dans un bois qui lui occasionna de très graves blessures.

Le Circuit Européen, grande course d'aéroplanes organisée par le *Journal*, comptait neuf étapes : Paris-Liège, 325 kilomètres avec escale à Reims; Liège-Spa et retour, 60 kilomètres; Liège-Utrecht, 205 kilomètres avec escale à Venloo; Utrecht-Bruxelles, 155 kilomètres avec escale à Bréda; Bruxelles-Roubaix, 85 kilomètres; Roubaix-Calais, 103 kilomètres; Calais-Londres, 230 kilomètres avec escale à Douvres et Brighton; Londres-Calais et Calais-Paris, 245 kilomètres avec escale à Amiens.

La course traversait donc quatre nations : la France, la Belgique, la Hollande, l'Angleterre et comportait la double traversée du détroit du Pas de Calais. C'était, semblait-il, un programme un peu dur pour les engins aériens. Ils firent, cependant, merveille; l'habileté, l'énergie et le courage de leurs pilotes fut au-dessus de tout éloge. Le Circuit Européen obtint un grand succès et fit entrevoir tout le parti que l'on peut tirer de l'aéroplane.

A la première étape les concurrents sont ainsi classés : Vidart, Védrines, Weymann, Beaumont, Barra, Duval, Garros, Renaux et son passager Senouque.

Le temps, pendant la plus grande partie de la course fut exécrable; on dut remettre parfois le départ des étapes, mais la persistance du vent, de la pluie et du brouillard obligea les aviateurs à voler malgré la tempête et là s'accomplirent des exploits merveilleux et des vols qui étaient réputés impossibles.

Après la deuxième étape, les aviateurs furent classés dans cet ordre : Vidart, Védrines, Beaumont, Garros, Duval, Weymann, Barra, Renaux, Gibert, Kimmerling, Amé-

rigo, Prévost, Verupt, Le Lasseur, Train.

Après la troisième étape, pour les sept premiers, l'ordre est le suivant : Vidart, Beaumont, Garros, Weymann, Védrines, Gibert, Renaux, etc. Après la quatrième, l'ordre est : Beaumont, Garros, Vidart, Védrines, Gibert, Renaux, Kimmerling, etc. La cinquième ne fait pas varier le classement des sept premiers. La sixième ne fait qu'in-

Vidart, Védrines, Gibert, Kimmerling, Renaux, Barra, Tabuteau.

Beaumont, le vainqueur de la course Paris-Rome, est aussi le vainqueur du Circuit Européen.

Il devait être d'ailleurs, quelques semaines plus tard, le vainqueur du Tour d'Angleterre, course d'aéroplanes organisée par le journal le *Daily-Mail* et ayant pour

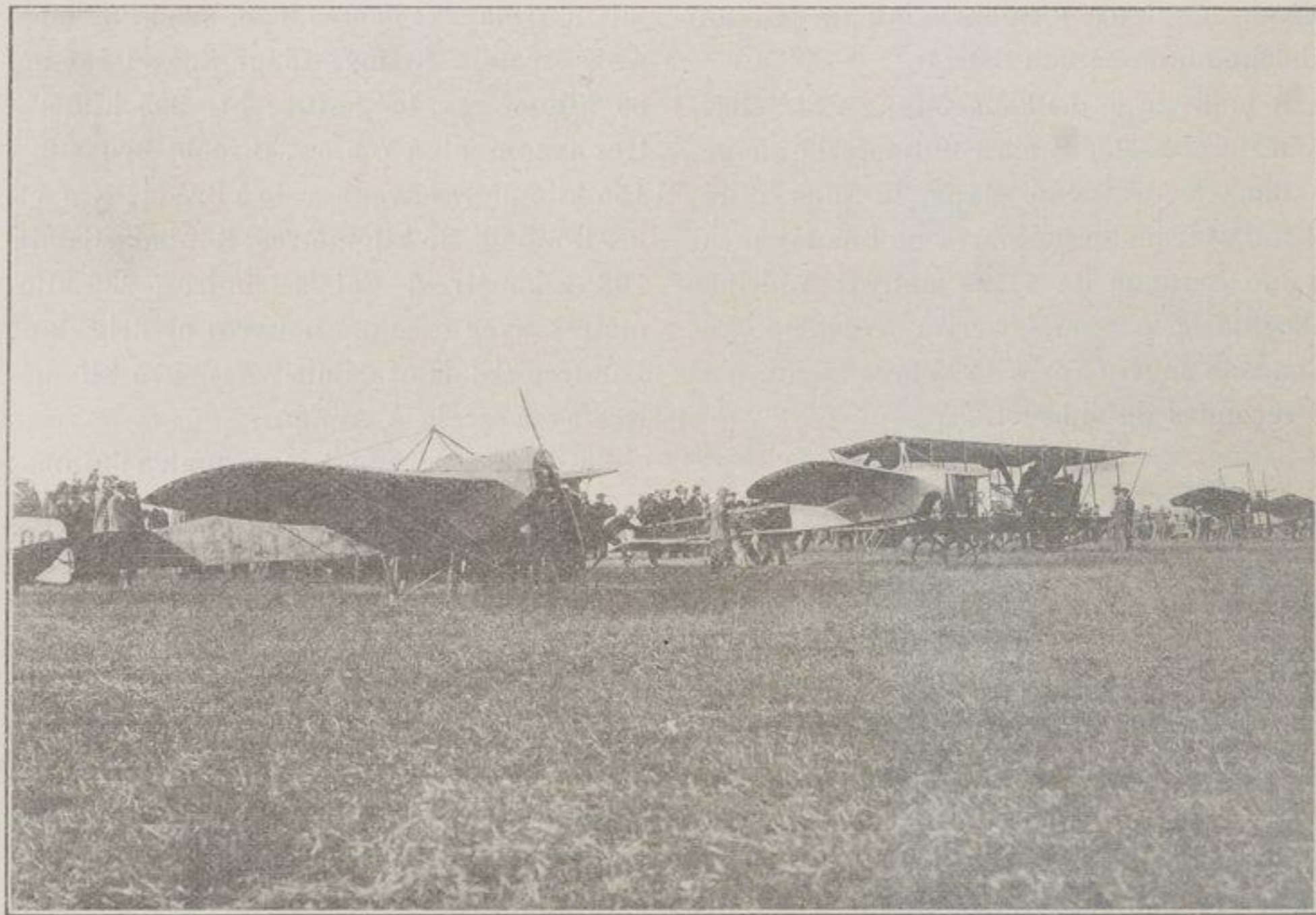


Fig. 581. — Sur la ligne de départ de la course Paris-Rome (mai 1911).

tervertir les places de Kimmerling et Renaux.

La septième étape comportait la traversée de la Manche de Calais à Douvres. On vit alors, pour la première fois, ce fait fantastique et émouvant : 11 aéroplanes traversant le détroit presque en même temps. Le classement, après cette étape ne différait pas, pour les premiers, du classement de l'étape précédente.

A la huitième étape, 9 aviateurs retransversèrent sans incident le Pas de Calais et enfin, à l'arrivée à Paris, le classement définitif est ainsi établi : Beaumont, Garros,

but de faire, en plusieurs étapes, le tour de l'Angleterre. Un seul prix de 250.000 francs était destiné au premier arrivé. Deux aviateurs français, Beaumont et Védrines, terminèrent le trajet et luttèrent jusqu'au bout pour obtenir la première place, qui revint à Beaumont.

*Accidents
mortels
d'aéroplanes*

Les victoires de l'aviation que nous venons de signaler n'ont pas été remportées, sans qu'il y ait eu, malheureusement, des victimes. Le nombre de ces victimes, évidem-

ment trop grand, est cependant bien faible par rapport au nombre considérable de vols effectués quotidiennement avec les nombreux avions qui ont déjà été construits, à l'heure actuelle. Il convient donc à la fois d'honorer ces victimes, soldats tombés au champ d'honneur dans la lutte pour le Progrès et d'envisager avec la plus grande espérance l'avenir de l'Aviation.

18 juin, *Robl*, à Stettin; le 3 juillet, *Wachter*, à Bétheny; le 10 juillet, *Daniel Kinet*, à Gand; le 12 juillet, *Rools*, à Bournemouth; le 3 août, *Nicolas Kinet*, à Bruxelles; le 20 août, le lieutenant italien *Vivaldi*, à Civita-Vecchia; le 27 août, *Van Maasdyk*, à Arnhem; le 25 septembre, *Poillot*, à Chartres; le 27 septembre, *Chavez*, à Domodossa; le 29 septembre, *Blochmann*, à Habs-



Fig. 582. — Sur la ligne de départ du circuit Européen (juin 1911).

Voici la liste des aviateurs mortellement blessés en avion :

En l'année 1908 : le lieutenant *Selfridge*, le 17 septembre, à Fort-Myers (États-Unis).

En l'année 1909 : le 7 septembre, *Lefebvre*, à Juvisy; le 22 septembre, le capitaine *Ferber*, à Boulogne-sur-Mer; le 6 novembre, *Fernandez*, à Antibes.

En l'année 1910 : le 4 janvier, *Dela-grange*, à Croix d'Hins (Gironde); le 2 avril, *Le Blon*, à Saint-Sébastien (Espagne); le 13 mai, *Hauvette-Michelin*, à Lyon; le

18 juin, *Robl*, à Stettin; le 1^{er} octobre, *Haas*, à Wellen; le 7 octobre, le capitaine russe *Matziewitch*, à Saint-Petersbourg; le 23 octobre, le capitaine *Madiot*, à Douai; le 25 octobre, le lieutenant allemand *Mente*, à Magdebourg; le 26 octobre, *Blanchard*, à Issy-les-Moulineaux; le 27 octobre, le lieutenant italien *Saglietti*, à Centocelle (Italie); le 17 novembre, *Johnstone*, à Deuver (Colorado); le 3 décembre, *Cammarota* et *Castellani*, à Centocelle; le 22 décembre, *Cecil Grace*, perdu dans la mer du Nord; le 26 décembre, *Piccolo*, à Sao Paulo (Brésil); le

28 décembre, *Laffont et Pola*, à Issy-les-Moulineaux; le 30 décembre, le lieutenant *de Caumont*, à Saint-Cyr; le 31 décembre, *Moisant*, à Harahan (N^{lle}-Orléans) et *Hoxsey*, à Los Angeles (Californie).

En l'année 1911 : le 9 janvier, *Roussian*, à Belgrade, le 6 février, le lieutenant allemand *Stein*, à Doberitz; le 8 février, *Noël et de la Torre*, à Douzy; le 28 mars, *Ceï*, près de Suresnes; le 14 avril, le lieutenant de vaisseau *Byasson*, à Coignières (Seine-et-Oise); le 18 avril, le capitaine *Tarron*, à Villacoublay; le 20 avril, *Lièrè*, à Châlons; le 6 mai, *Vallon*, à Sanghaï; le 18 mai, *Pierre-Marie Bournique et Dupuis*, à Reims; le même jour, *Hartle*, à San Antonio (Californie); le 23 mai, *Lemmeling*, à Strasbourg; le 25 mai, *Benson*, à Hendon (Angleterre); le 27 mai, *Smith*, à Saint-Petersbourg; le 28 mai, *Cirro-Cirri*, à Voghera; le 5 juin, le lieutenant *Bague*, perdu dans la Méditerranée; le 8 juin, *Marra*, à Rome; le 9 juin, *Schendel et Voss*, à Johannisthal; le 18 juin, le lieutenant *Princeteau*, à Issy; *Lemartin*, à Vincennes et *Landron*, à Épièdes; le 29 juin, le lieutenant *Truchon*, à Mourmelon; le 21 juillet l'aviatrice *Denise Moore*, à Étampes, la première femme blessée mortellement en aéroplane; le 2 août *Napier*, à Brooklands (Angleterre).

Si nous ne pouvons pas, malheureusement, compter que la liste des accidents mortels d'aéroplanes soit ainsi définitivement close, exprimons, cependant, le ferme espoir de voir ces accidents devenir de plus en plus rares, grâce à la connaissance plus approfondie des appareils, des organes qui les constituent et des conditions mêmes du vol, grâce à la perfection de plus en plus grande de ces organes et de leur construction, et grâce aussi à la prudence, qui n'exclut ni l'habileté, ni le courage, des hardis pilotes aériens.

Adressons avec émotion, aux continuateurs de cette conquête des airs le sublime souhait du poète :

Aux jeunes, aux vaillants, aux forts!
A ceux qu'enflamme leur exemple,
Qui brûlent d'entrer dans le temple,
Et qui mourront comme ils sont morts!

CONCLUSION

Nous voilà parvenus au terme de la tâche que nous nous étions proposée en écrivant ce Tome *Aérostation-Aviation*.

Aucun de ceux qui composent notre série « de reconstitution » ne se sera plus conformé *ipso facto*, au programme général que nous nous sommes tracé et qui est, rappelons-le, de « reprendre l'œuvre de Louis Figuière où il l'avait laissée, de la continuer, de la rendre absolument actuelle ».

Labeur énorme! si l'on considère avec quelle rapidité a évolué ce prodigieux progrès pendant la période même où, sur une base historique certaine et contrôlée, nous étageons ses perfectionnements et ses succès incessants.

Nous avons eu soin de conserver son *historique*, tout en le réduisant beaucoup dans ses proportions. Il paraît plus intéressant et plus instructif que jamais à l'heure présente. Avec quelle foi dans l'avenir, avec quelle audace, avec quel génie, tant de précurseurs, en tête desquels brillent les Montgolfier, ont poursuivi ce qui, après avoir pendant si longtemps paru devoir rester un idéal mythologique, est devenu la plus prestigieuse de toutes les réalités!

Le ballon libre, précurseur des témérités futures, éclaireur des immensités qui nous entourent, tend à s'effacer au point de vue de l'utilisation pratique : mais on a plaisir à se remémorer ses héroïques services dans la paix et dans la guerre.

Il ouvrait la voie au « ballon dirigeable » qui, malgré le succès passionnant de l'aéroplane, est une formule de transport aérien désormais assurée et que l'on lance sur ses chantiers spéciaux, comme on lance les navires sur les Chantiers de la Construction navale.

Dans une large mesure le « dirigeable » est devenu maître de lui, maître de sa manœuvre, que les perfectionnements des moteurs rendent de plus en plus aisée et régulière.

Deviendra-t-il le moyen de « transport en commun » que rêvent ses adeptes ?

On ne saurait dire qu'il n'y parviendra pas. Mais, ce nouveau progrès est lié intimement à la solution d'un problème primordial : réaliser l'incombustibilité du gaz, remplissant l'enveloppe. Des recherches ont été entreprises à ce sujet, notamment en ce qui concerne l'hélium : peut-être les verra-t-on aboutir un jour ou l'autre.

Quoi qu'il en soit, on peut dire que le problème de « la dirigeabilité » est résolu, et l'on peut aisément se rendre compte du progrès accompli en se reportant à une belle conférence que faisait un précurseur, le commandant Renard, à la séance publique de la Société des amis des Sciences, le 8 avril 1886 : « Sommes-nous donc à la veille de naviguer librement dans l'air, disait-il, et l'heure si longtemps attendue va-t-elle bientôt sonner ? Oui certes : et selon toute probabilité, c'est dans la patrie des Montgolfier qu'elle sonnera tout d'abord, et c'est notre pays qui possédera la première *flotte de l'air*. »

Done, *il y a vingt-cinq ans seulement*, un de ceux qui ont le plus contribué à créer la navigation aérienne dirigeable ne pouvait encore émettre que des souhaits en sa faveur.

Il ajoutait cependant d'une façon, en vérité, prophétique, ceci : « Oui, le temps travaille avec l'inventeur et lui apporte chaque jour les éléments de succès nouveaux qui manquaient à ses devanciers : toutes les découvertes sont solidaires et, sans s'en douter, des myriades de modestes chercheurs, en perfectionnant dans un tout autre but l'outillage de la Science et de l'Industrie, ont rendu peu à peu abordable, possible, et bientôt facile, la solution du

grand problème que Montgolfier nous a légué, sans pouvoir songer à le résoudre malgré tout son génie. »

Le regretté colonel Renard, prématurément enlevé à la Science et à la France, pourrait aujourd'hui voir évoluer dans l'espace cette *flotte de l'air* qu'il espérait et à laquelle, avec Dupuy de Lôme, avec Giffard, avec les frères Tissandier, il a tant contribué. Nous ne citons ici que quelques noms déjà inscrits au livre d'or de l'Histoire. Nos lecteurs trouveront au cours de notre volume ceux des nombreux et vaillants coopérateurs de la grande œuvre française qui s'étend maintenant dans tous les pays du Monde.

Pendant que « le dirigeable », parfaitement gréé, muni du moteur léger que demandaient ses créateurs, arrivait au degré de perfectionnement voulu pour son entrée définitive dans la pratique, l'*aviation*, le « plus lourd que l'air », l'*aéroplane*, prenait sa forme et rendait effectives une longue série de recherches persévérantes. Nous en avons aussi donné l'historique : il est instructif et émouvant. Combien de dispositions dont les inventeurs ont été méconnus, parfois bafoués et traités de visionnaires, font d'ores et déjà partie de l'outillage des magnifiques aéroplanes qui volent au-dessus de l'Europe dans d'audacieux circuits, traversent la Manche, accumulent « les records » d'espace, de hauteur, et de durée ! Pendant le temps même que nous écrivions ce Tome « Aérostation-Aviation » des *Merveilles de la Science*, chaque jour quelque difficulté était vaincue aux applaudissements du Monde : à peine avions-nous le loisir d'inscrire une victoire remportée par les aviateurs, qu'une autre, plus étonnante, plus curieuse, plus profitable, nous était annoncée.

Est-ce à dire que si cela continue avec cette prodigieuse accélération, notre livre se trouvera démodé à bref délai ?

Nous ne le pensons pas et voici pourquoi :

il aura été, conformément à la méthode générale que Louis Figuiet avait instituée et que nous continuons, l'*historiographie* de la création des *aéroplanes*. Nous aurons eu la bonne fortune de pouvoir en donner la classification *up to date*, de constituer, dans une mesure aussi large que possible, cette base théorique solide sur laquelle pourront s'établir les conceptions et les créations futures, admirées un jour, dépassées le lendemain, mais dont il est précieux de conserver les dispositions, ne fût-ce que pour ne pas être tenté de rechercher, et même « de retrouver » fallacieusement des choses déjà trouvées et déjà faites.

Pourra-t-on appliquer à l'*aéroplane*, par rapport au *dirigeable*, l'impitoyable formule donnée par le grand poète : « Ceci tuera cela ? »

Nous ne le croyons pas. Il y aura encore de beaux jours pour les dirigeables si parfaitement étudiés ; mais ils portent en eux un terrible germe d'impuissance, l'énormité du volume, la prise donnée au vent, et le danger d'explosion.

Par contre, l'*aéroplane* doit résoudre la grosse et importante difficulté de la *stabilisation*. Tant que ce problème de la stabilisation, ardemment cherché, ne sera pas complètement et formellement résolu, l'*aéroplane* restera dangereux pour ses pilotes isolés, même pour les plus habiles, et ce qu'il pourra réaliser de « transport en commun » sera scabreux, car il avoisinera l'acrobatie.

Ce n'est pas le moment, après ce que l'on a appris dans notre livre des utopies réalisées par « l'Aérostation-Aviation », qu'il convient de laisser entendre que le problème de la *stabilisation* ne sera pas de sitôt résolu. Il le sera bientôt sans doute et peut-être d'après quelque principe auquel on ne pense pas encore.

Déjà d'intéressants systèmes ont été ima-

ginés, celui du regretté Paul Regnard et de M. Bouchaud-Praceig, fondés sur l'emploi du gyroscope, celui tout récent de M. Doutré, fondé sur un dispositif mécanique. Une question aussi nettement posée et d'une telle importance sera nécessairement menée à bien.

Il nous reste, pour terminer ce chapitre des MERVEILLES, à remercier les savants aviateurs qui ont bien voulu, avec autant de science que de courtoisie, nous communiquer les plus précieux renseignements sur leurs recherches et sur la construction de leurs appareils.

Remercions aussi les constructeurs qui nous ont documenté sur leurs merveilleux moteurs, sur leurs hélices, sur les divers détails des beaux appareils qui, grâce à leurs soins, s'envolent de plus en plus nombreux chaque jour, dans l'immensité, sous l'arc-en-ciel tricolore de la France !

Nous exprimons notre gratitude à M. G. Eiffel, l'illustre Ingénieur qui a mis à notre disposition le compte rendu et les dessins de ses belles recherches « sur la résistance de l'air et l'aviation » effectuées dans son Laboratoire du Champ-de-Mars. Les ondes hertziennes de télégraphie sans fil qui s'envolent du haut de sa Tour de 300 mètres, monument unique au Monde, ne cessent d'annoncer en tous lieux les triomphes de nos aviateurs.

Les problèmes multiples et d'extrême importance que suggère la mise en pratique du « dirigeable » et de « l'aéroplane » sont de nature à captiver et à motiver les efforts de tous les savants et de tous les chercheurs. Les MERVEILLES DE LA SCIENCE s'estimeront heureuses si elles ont pu, en résumant un passé d'une science et d'une vaillance incomparables, encourager les espérances et les succès d'un admirable avenir.

FIN





TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS..... 1

CHAPITRE I

AÉROSTATION

Montgolfières. — Historique de la découverte des aérostats. — Les frères Montgolfier. — Expérience d'Annonay. — Aérostat à gaz hydrogène. — Premier voyage aérien. — Ascension de Pilâtre de Rozier et d'Arlandes. — Ascension de Charles et Robert. — Troisième voyage aérien. — Quatrième voyage aérien. — Expériences aérostatiques diverses. — Ascension de Blanchard. — Ascension de Pilâtre de Rozier et Proust. — Ascensions diverses. — Traversée de la Manche en ballon. — Mort de Pilâtre de Rozier et Romain..... 12

CHAPITRE II

UTILISATION DES PREMIERS AÉROSTATS

Emploi des aérostats aux armées. — Création de l'aérostation militaire. — Siège de Maubeuge. — Transport de l'aérostat à Charleroi. — Bataille de Fleurus. — Création de l'École aérostatique de Meudon. — Siège de Mayence. — Campagne du Rhin. — Expédition d'Égypte. — Fermeture de l'école aérostatique. — L'aérostation militaire jusqu'au milieu du XIX^e siècle..... 55

CHAPITRE III

PREMIÈRES ASCENSIONS SCIENTIFIQUES

Ascensions de Robertson. — Ascensions de Biot et Gay-Lussac. — Ascensions de Barral et Bixio. — Ascensions de Welsh et Green. — Ascensions de Glaisher et Coxwell..... 71

CHAPITRE IV

ASCENSIONS DIVERSES

Drames aériens. — Madame Blanchard. — Zambeccari. — Harris. — Autres drames aériens... 89

CHAPITRE V

PREMIERS GRANDS VOYAGES AÉRIENS

Voyage de Green. — Voyage de « la Ville de Paris. »
Voyage du « Géant »..... 100

CHAPITRE VI

AÉROSTATS DU SIÈGE DE PARIS... 110

CHAPITRE VII

PARACHUTES

Expériences de Lenormand. — Garnerin et Drouet.
— Descentes en parachute..... 122

CHAPITRE VIII

OCÉAN AÉRIEN

Atmosphère. — Air atmosphérique. — Phénomènes atmosphériques. — Eau atmosphérique : *Nuages, Brouillards, Neige, Grêle.*
— Vents. — Anémomètre. — Girouette et Anémoscope. — Dépression atmosphérique. — Cyclones et Anticyclones. — Zones de vents. — Température de l'air. — Phénomènes électriques..... 130

CHAPITRE IX

AÉROSTATS LIBRES

Force ascensionnelle. — Gaz légers : *Hydrogène. — Gaz d'éclairage.* — Variations de la force ascensionnelle. — **Équilibre des aérostats. — Organes des aérostats. — Soupapes. — Engins divers spéciaux. — Confection des enveloppes. — Gonflement. — Conduite d'une ascension..... 148**

Table des matières.

	Pages.
CHAPITRE X	
<i>AÉROSTATS LIBRES SPÉCIAUX BALLONS SONDES. — MONTGOLFIÈRES MODERNES</i>	
Ballons sondes : Historique : Applications : Appareils enregistreurs : Étude de l'atmosphère : Ascensions internationales. — Montgolfières modernes : Montgolfière Godard : Rénovation de la montgolfière.....	218
CHAPITRE XI	
<i>UTILISATION DES AÉROSTATS LIBRES</i>	
Ascensions militaires . — Photographie en aérostat. — Détermination du point. — Ascensions scientifiques . — <i>Le Zénith</i> . — <i>Observations physiologiques</i> . — Voyages en aérostat : <i>Expédition au Pôle Nord</i> : <i>Voyages divers</i> : <i>Traversée des Alpes</i> : <i>Coups Gordon-Bennett</i> . — <i>Drames aériens</i>	234
CHAPITRE XII	
<i>AÉROSTATS CAPTIFS</i>	
Emploi des aérostats captifs . — Grément des aérostats captifs . — Suspensions : <i>Giffard</i> , <i>Yon</i> , <i>Godard</i> , <i>Renard</i> . — Aérostats captifs militaires. — <i>Câbles</i> : <i>Treuil</i> . — <i>Parcs aérostatiques militaires</i> . — <i>Aérostats captifs divers</i>	282
CHAPITRE XIII	
<i>HYDROGÈNE</i>	
Hydrogène industriel . — Préparation chimique de l'hydrogène : <i>Appareil à tonneaux</i> : <i>Appareil Tissandier</i> : <i>Appareil à circulation Renard</i> : <i>Appareil Yon</i> : <i>Appareils mobiles</i> . — Préparation électrolytique de l'hydrogène . — Autres procédés de fabrication : <i>Procédé de l'hydrolithe</i> : <i>Procédé de l'hydrogénite</i> : <i>Procédé au silicol</i> . — Liquéfaction et solidification de l'hydrogène. — Emmagasinement et transport de l'hydrogène. — Détermination du poids spécifique de l'hydrogène.....	301
CHAPITRE XIV	
<i>AÉROSTATS DIRIGEABLES</i>	
Historique . — Projets divers d'aérostats dirigeables. — Aérostats : <i>Meusnier</i> , <i>Petin</i> , <i>Giffard</i> , <i>Dupuy de Lôme</i> , <i>Tissandier</i> . — « <i>La France</i> » de <i>l'École aérostatique de Meudon</i> . — Autre expérience de l'aérostat <i>Tissandier</i> . — Sorties de l'aérostat <i>la France</i> . — Projets d'aérostats à	
vapeur : de <i>Woelfert</i> , <i>Yon</i> . — Aérostats à moteurs à explosion : de <i>Woelfert</i> , <i>Schwartz</i> , <i>Severo</i> , de <i>Brasky</i>	324
CHAPITRE XV	
<i>DIRECTION. — PROPULSION. — STABILITÉ DES AÉROSTATS DIRIGEABLES</i>	
Sustentation . — Direction. — Zone abordable. — Propulsion . — Rayon d'action. — Forme des enveloppes. — Confection des enveloppes. — Permanence de la forme. — <i>Ballonnets</i> . — Liaison de l'enveloppe à la nacelle . — Suspension de la nacelle. — <i>Nacelle</i> . — Orientation. — Stabilité : <i>statique</i> , <i>dynamique</i> , <i>d'altitude</i> , <i>longitudinale</i> , <i>transversale</i> , <i>de direction</i>	364
CHAPITRE XVI	
<i>AÉROSTATS DIRIGEABLES DIVERS</i>	
Aérostats dirigeables : <i>Santos-Dumont</i> , <i>Lebaudy</i> , <i>Patrie</i> , <i>République</i> , <i>Liberté</i> , <i>Ville de Paris</i> , <i>Bayard-Clément</i> , <i>De la Société de construction Astra</i> , <i>Belgique</i> , <i>Zodiac</i> . — Aérostats dirigeables étrangers : <i>Zeppelin</i> , <i>Parseval</i> , <i>Gross</i> , <i>Italia</i> , <i>Nulli Secundus</i> . — <i>Aérostats dirigeables divers</i>	404
CHAPITRE XVII	
<i>MATÉRIEL DE DIRIGEABLES</i>	
<i>Hangars</i> . — <i>Campement de dirigeable</i> . — <i>Installation d'un poste de télégraphie sans fil à bord d'un dirigeable</i> . — <i>Tir contre dirigeable</i> . — <i>Parallèle entre le sous-marin et le dirigeable</i>	488
CHAPITRE XVIII	
<i>AVIATION</i>	
Historique du plus lourd que l'air	500
CHAPITRE XIX	
<i>ÉTUDES DIVERSES CONCERNANT L'AVIATION</i>	
Étude sur le vol des oiseaux . — Différentes sortes de vols. — <i>Vol ramé</i> . — <i>Vol à voile</i> . — <i>Vol plané</i> . — <i>Ailes des oiseaux</i> . — Observations diverses . — <i>Cerfs-volants</i> . — <i>Équilibre du cerf-volant</i> . — <i>Types divers de cerfs-volants</i> . — Travaux sur la résistance de l'air . — <i>Appareils</i> : <i>Hagen</i> , <i>Dines</i> , <i>Langley</i> , <i>Renard</i> , <i>Cailletet</i> et <i>Colardeau</i> , <i>Eiffel</i> . — <i>Laboratoires aérodynamiques</i> : <i>Eiffel</i> . — <i>Distribution des pressions</i>	534

Table des matières.

CHAPITRE XX

SUSTENTATION. — PROGRESSION.
STABILITÉ DE L'AÉROPLANE

Sustentation et équilibre de l'aéroplane.
— Gouvernail de profondeur. — **Stabilité de l'aéroplane** : Stabilité longitudinale, Stabilité latérale, Stabilité de route. — Virages. — **Stabilisateurs mécaniques** : Regnard, Marmonnier, Boutbien. — Dégyroscopage..... 583

CHAPITRE XXI

ORGANES D'AÉROPLANES

Organes d'aéroplanes. — Ailes. — Tendeurs. — Fuselages. — Moteur. — Hélice. — Organes de lancement. — Organes d'atterrissage. — Organes auxiliaires..... 616

CHAPITRE XXII

APPAREILS D'AVIATION

Aéroplanes : Santos Dumont, Vuia, Delagrange,

Pages.

Farman, Voisin, Ferber, Blériot, Esnault-Pelterie..... 658

Biplans : Wright, H. Farman, M. Farman, Sommer, Paulhan, Bréguet, Caudron..... 677

Monoplans : Blériot, Esnault-Pelterie, Antoinette, Nieuport, Morane, Deperdussin, Train, Sommer, Coanda..... 708

Triplans-Hydroplanes : Fabre..... 732

Hélicoptères : Bertin-Cornu..... 734

Gyroplanes : Bréguet, Richet..... 736

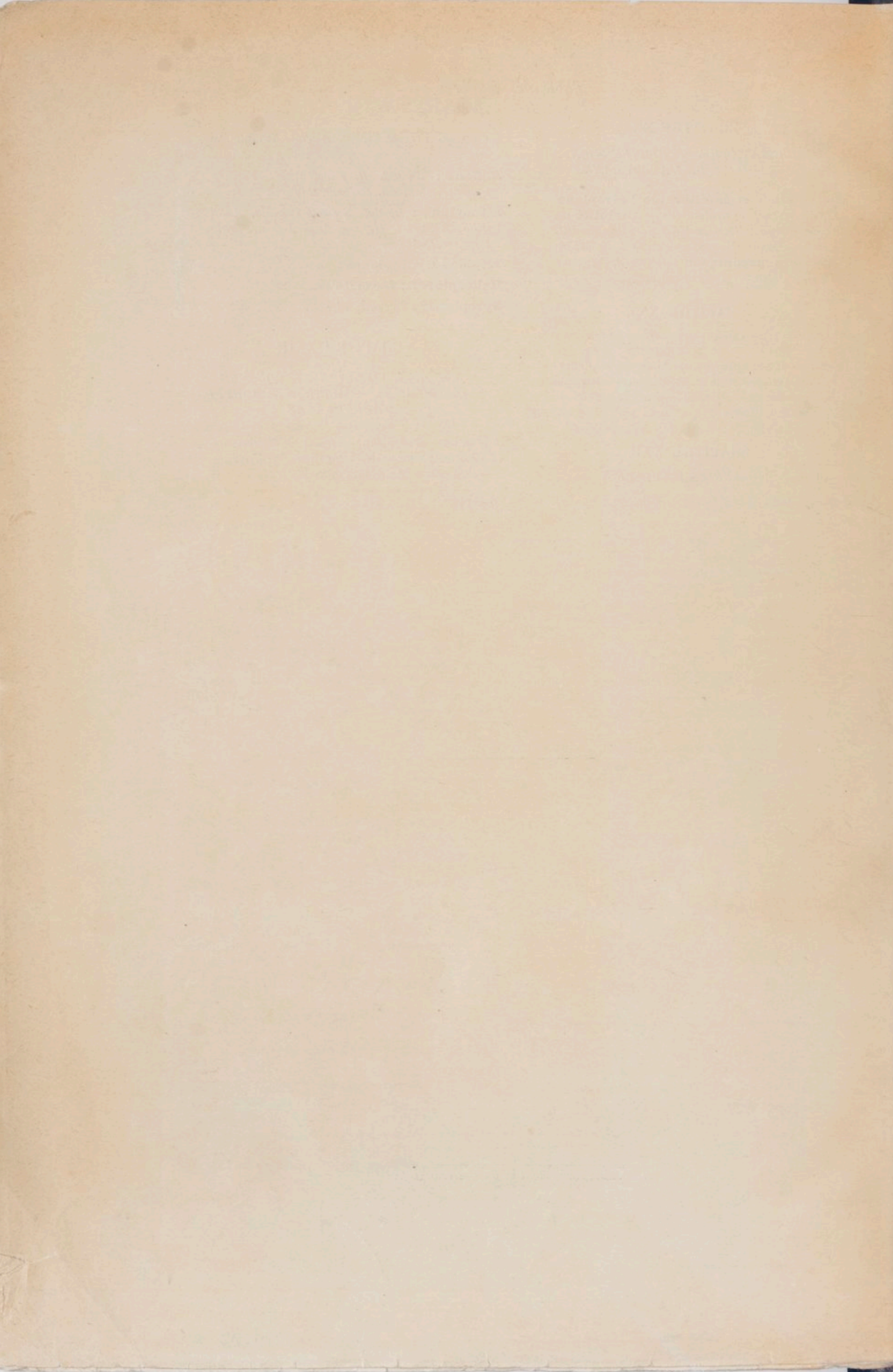
CHAPITRE XXIII

RECORDS, VOYAGES ET COURSES
D'AÉROPLANES. — ACCIDENTS MORTELS
D'AÉROPLANES

Impressions d'aéroplane. — Mal des aviateurs.
— Records successifs et meetings. — Voyages.
— Courses. — Accidents mortels..... 738

CONCLUSION..... 754







BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE
3 7531 00259325 0