

Zeitschrift: Revue Militaire Suisse
Herausgeber: Association de la Revue Militaire Suisse
Band: 52 (1907)
Heft: 10

Artikel: Les progrès récents de l'aéronautique
Autor: Manceau, Emile
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-338623>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

LES

Progrès récents de l'aéronautique

(Pl. XLIV-XLVI.)

Il n'est question, en ce moment, que de ballons dirigeables et d'appareils d'aviation. En France, en Allemagne, en Angleterre, des expériences retentissantes ont été faites desquelles il résulte qu'on tient enfin la solution pratique du problème de la direction des aérostats. Et il n'est pas de jour que les journaux n'annoncent quelque nouvelle tentative — le plus souvent malheureuse — pour faire voler dans l'espace un « plus lourd que l'air ». Sur ce point, on reste encore éloigné des résultats satisfaisants, et c'est sur lui pourtant que se porte avec plus de passion l'effort des inventeurs. Un Santos-Dumont, qui a acquis une légitime et considérable notoriété en s'occupant des dirigeables, ne rêve plus aujourd'hui que de s'illustrer par la découverte de quelque aéroplane. Il n'est pas certain que tant d'ardeur dans les recherches n'aboutisse bientôt et ne donne ce qu'on attend. Et il y a des raisons théoriques excellentes pour que l'aviation semble préférable à l'aérostation par ballons.

Mais aujourd'hui on n'entrevoit pas encore nettement les applications qui pourront être faites des aéroplanes ou des hélicoptères. Au contraire, on se fait déjà une idée assez nette des services que pourront rendre les dirigeables. On est presque unanime à penser que l'industrie n'est pas appelée à en tirer un grand profit. Ils constitueront plutôt une distraction à l'usage de dilettantes amoureux de sports et qui se reposeront des trépidations de l'automobile et du vertige de la vitesse par l'émotion du plein air et la frénésie de l'altitude. La science aussi pourra utiliser ce nouveau mode de locomotion : n'a-t-on pas déjà songé à l'utiliser pour explorer les régions polaires ? Mais ce ne sont là que des applications restreintes et hypothétiques. Au contraire, il n'est pas douteux que l'armée profitera grandement de l'invention nouvelle. Aussi est-ce surtout par elle et pour elle que les récents progrès ont été réalisés. Ils sont dus,

pour la plus grande part, à des officiers ; ils ont été vivement encouragés par les autorités militaires. Et on se préoccupe partout du parti que la défense nationale pourra tirer de leur concours.

Sur ce point, à la vérité, tout le monde n'est pas d'accord. Et, par exemple, on conteste que les aérostats puissent servir de batteries aériennes. L'idée de laisser tomber des projectiles de haut est une idée séduisante. Malheureusement la force ascensionnelle est absorbée presque en entier par le transport de la nacelle, des voyageurs, du lest, du moteur, des appareils de direction ou de stabilité, des organes de commande et de liaison. Il en reste bien peu pour le transport des munitions. Si peu que ce soit, c'est assez tout de même pour que l'on conçoive l'intérêt qu'on aurait pu avoir à disposer à Casablanca d'un engin de cette sorte, capable de s'éloigner rapidement de son point de départ, de voyager impunément au-dessus des territoires hostiles, d'y découvrir les repaires des tribus et d'y jeter des obus dont l'effet destructeur s'ajouterait à l'effroi de cette énorme machine volante d'un aspect insolite et dont le bruit même a quelque chose de terrifiant. Avec une moindre dépense on pourrait attendre de ce moyen des résultats plus grands que de tout le petit corps expéditionnaire qu'on a dû mobiliser (ou plutôt immobiliser !) pour la circonstance. Encore faudrait-il alors que le maniement de ces aérostats fût assez assuré pour que l'éventualité d'un accident fût négligeable. Il est bien évident qu'une panne, qu'une chute, qui mettrait ballon et équipage à la merci des Marocains aurait les conséquences les plus graves. Ce serait la mort des hommes, une mort affreuse. Ce serait la destruction de l'engin qui servirait de trophée de victoire. Ce serait la ruine du prestige de la France.

Pareils inconvénients ne seraient pas à craindre si la pratique avait montré que l'on court peu de risques de ce genre, si au lieu d'un seul vaisseau aérien, on en possédait toute une flottille, si enfin cet engin de combat était employé dans une campagne contre une nation civilisée. Il est vrai que, dans ce cas, il serait exposé à être contre-attaqué par des engins similaires, ce qui semble être le seul danger qui puisse menacer un objectif de dimensions relativement restreintes, doué de mobilité, et que sa position dominante met à l'abri du tir normal des canons et des fusils.

Aussi bien le rôle des ballons comme batterie reste encore sujet à conteste. Mais il est hors de doute que si on se refuse à compter sur ses effets meurtriers, on peut d'ores et déjà envisager son emploi dans l'exploration et dans les communications du genre de celles qui doivent s'établir entre une place forte investie et les troupes de campagne amies, pour concerter leur action, par exemple, ou — tout simplement — pour se renseigner mutuellement. L'histoire du siège de Paris prouve l'utilité que présenterait un tel moyen de liaison, un tel trait d'union, en pareilles circonstances. N'empêche que l'avenir nous apprendra si le dirigeable possèdera bien les propriétés que nous lui attribuons, s'il se prêtera aux applications que nous rêvons pour lui, et si, par contre, il ne servira pas commodément à d'autres fins que nous n'entrevoyons même pas. Il n'est pas rare que la pratique déçoive ou surpassé les prévisions des théoriciens. L'inventeur de la poudre sans fumée, pour ne citer que ce seul cas, a été tout le premier surpris des conséquences de son invention; celle-ci a eu sur la tactique des répercussions que personne ne soupçonnait au début. Et, donc, si nous sentons confusément que l'art de la guerre est intéressé aux progrès de l'aéronautique, nous ne savons pas précisément quelle sorte d'intérêt il pourra en tirer.

Aussi bien ne s'agit-il pas ici de se lancer dans le domaine des spéculations. Mon dessein est de montrer à quel point on en est arrivé, quelles sont, grâce aux récentes études sur la matière, les limites d'action soit des dirigeables, soit des appareils d'aviation, dans l'état actuel des choses. C'est aussi de montrer comment, par quels moyens matériels ou en vertu de quels principes, on a pu obtenir ces résultats. Sans doute, il y a dans tout cela des parties qui restent enveloppées de mystère; bien des détails sont tenus secrets. Mais on connaît dans leurs grandes lignes les dispositions principales et caractéristiques par quoi les ballons français se distinguent des ballons anglais ou allemands, et les traits essentiels qui différencient le *Patrie du France*.

La direction des ballons.

Le ballon va où le vent le mène, s'il n'est pas muni d'une source de propulsion qui lui permette de lutter contre le vent.

Il doit posséder un moteur capable de lui donner une vitesse égale à celle des plus violents courants atmosphériques, si on admet qu'il doive aborder de front leur hostilité. Car il lui reste la ressource de biaiser avec celle-ci, en courant des bordées.

En résumé, donc, la direction des ballons n'est possible qu'avec des moteurs capables de fournir une grande force propulsive sans absorber une part excessive de la force ascensionnelle, laquelle est toujours relativement faible. C'est pourquoi l'idée d'employer la force musculaire de l'homme comme foyer d'énergie est une idée malheureuse. Et le problème n'a pu être résolu que lorsque l'industrie a pu fournir beaucoup de puissance sous un faible poids.

Or, justement, elle vient de réaliser ce difficile problème, de concilier ces deux conditions contradictoires. Le développement de l'automobilisme, et surtout la limitation à 1000 kilogrammes du poids des voitures de course, avait dirigé les esprits vers la recherche d'un transformateur d'énergie à la fois léger et pratique. On le trouva dans le moteur à explosion.

Les constructeurs, poussés par la concurrence à créer des moteurs de plus en plus puissants pour le même poids, étaient arrivés, en 1900, à en établir qui ne pesaient pas plus de 7 kg. par cheval-vapeur, tout en étant d'un fonctionnement parfaitement sûr¹, ne consommant que 350 grammes d'essence par cheval et par heure, et avec lesquels on pouvait n'employer, comme agent de refroidissement, qu'un tiers de litre d'eau sans renouvellement. (*La conquête de l'air*, par le capitaine L. Sazerac de Forge, page 84.)

A cette condition d'ordre général s'en superpose une autre d'un caractère particulier, provenant du danger des explosions. Même si on se sert pour le ballon d'enveloppes ignifugées ou métalliques, — en aluminium, par exemple, comme dans le modèle de l'Autrichien David Schwartz, expérimenté en Allemagne, — le gaz dont cette enveloppe est rempli risque de prendre feu, s'il est trop voisin d'une flamme ou d'un foyer d'étincelles. Beaucoup de moteurs sont donc à écarter pour cette raison. Si on les emploie pourtant, faute de mieux, on est tenu de prendre les plus minutieuses précautions, en les éloignant beaucoup du ballon — ce qui rend difficile la liaison de celui-ci avec la nacelle, — ou en les munissant soit d'un foyer bien clos, soit d'un

¹ On arrivait même à des rendements bien plus brillants encore, mais il faut remarquer que, pour un véhicule aérien, la sécurité, le parfait fonctionnement, importent beaucoup plus que pour les voitures qui roulent à terre.

pot d'échappement à fonctionnement sûr. Et il faut éviter les poches où s'accumulent les gaz comburés dans l'enveloppe.

Cet inconvénient n'est pas le seul que présentent les moteurs à vapeur. Même s'il y a condensation de la vapeur, leur fonctionnement entraîne un délestage continu, à mesure que brûle le combustible par lequel celle-ci est produite. Ce fonctionnement produit des trépidations; la mise en marche est laborieuse; le réglage, délicat. A cet égard, les moteurs électriques sont préférables¹. Mais on a délaissé les uns et les autres pour en venir aux moteurs à mélange détonant, dont on possède des modèles remarquables depuis que le principe du cycle à quatre temps a été indiqué par Beau de Roches. Le poids de 7 kg. par cheval-vapeur a été réduit de moitié depuis 1900. On arrive aujourd'hui à 3 ou $3\frac{1}{2}$, ce qui est un progrès énorme. (Il y a lieu toutefois d'observer une grande circonspection dans la comparaison des poids des différents types, ainsi que le font justement remarquer MM. E. Girard et A. de Rouville: trop souvent les constructeurs négligent de comprendre dans leurs

¹ Il en résulte que leur parallèle n'a plus guère qu'un intérêt rétrospectif. Cependant, on ne lira pas sans quelque profit la conclusion de l'étude comparative que leur consacrent MM. E. Girard et A. de Rouville, ingénieurs des ponts et chaussées en même temps qu'officiers de réserve du génie, dans le traité qu'ils ont publié sur la question des ballons dirigeables, et qui a paru à la librairie Berger-Levrault, ainsi d'ailleurs que le volume de vulgarisation du capitaine A. Sazerac de Forge.

On y lit, à la page 194 :

« Les dynamos présentent de grands avantages quand il s'agit de réaliser la direction pendant un temps relativement court, une heure et demie à deux heures; mais elles sont dépassées par les machines à vapeur, quand il s'agit d'évoluer pendant une journée, but vers lequel doit tendre la navigation aérienne.

» On pourra évidemment réduire encore le poids des dynamos; mais il semble difficile d'obtenir des piles beaucoup plus légères que celles du colonel Renard, parce que le progrès est forcément très lent, quand on est parvenu à un certain degré de perfection. Quant aux accumulateurs, leurs poids sont toujours considérables, et l'on ne songe pas à les utiliser comme générateurs légers.

» On a cherché un dispositif donnant, dans une machine à vapeur, le mouvement de rotation directement, au lieu du mouvement de va-et-vient du piston. Les turbomoteurs, les turbines de Laval, Parson, etc., tournent à des vitesses dont les plus faibles avoisinent 5 à 6000 tours par minute; et les engrenages nécessaires pour arriver aux vitesses des hélices actuelles diminueraient les avantages de ces moteurs.

» C'est au générateur, surtout, nous le savons, qu'il faut demander l'allègement. Remarquons que le poids par cheval de la chaudière vide diminue, comme celui du moteur, quand la puissance augmente; au contraire, le poids par cheval de la pile non chargée est à peu près constant, puisque le nombre des éléments est sensiblement proportionnel à la puissance: c'est un avantage en faveur de la machine à vapeur pour les grandes puissances motrices. »

évaluations tous les organes accessoires, — volants, réfrigérant, réservoir à eau et à essence, — qui font réellement partie du moteur. Le chemin parcouru depuis quelques années n'en est pas moins immense. Et il ne semble guère possible qu'on puisse obtenir le même rendement dans des conditions sensiblement meilleures. On touche à l'extrême limite.)

L'aérostation emploie les mêmes modèles que l'automobilisme sans qu'il y ait à exiger de dispositif spécial, si ce n'est cependant un pot d'échappement bien aménagé qui empêche le retour des flammes vers le ballon, et si ce n'est aussi une mise en marche facile, même en cours de route.

La consommation des moteurs à pétrole entraîne un délestage très faible, et ils transportent leur combustible sous une forme très commode. Bref, ils présentent un tel ensemble de qualités qu'on les emploie, à l'exclusion de tous autres, pour communiquer le mouvement aux hélices, celles-ci étant le seul organe de propulsion auquel on ait recours à l'heure actuelle.

Cet organe est, en général, porté par la nacelle : dans ce cas, les transmissions de force qui déterminent sa rotation sont réduites au minimum. Cependant il serait peut-être plus rationnel de le placer sur l'axe même du ballon, comme l'avait fait Severo d'Albuquerque pour son *Pax*, ou tout au moins de l'en rapprocher : c'est ce que le comte de La Vaulx a réalisé en plaçant entre celui-ci et la nacelle une vergue longitudinale sur l'axe de laquelle tourne l'hélice. La sécurité se trouve alors augmentée, puisque les foyers de chaleur peuvent être notablement éloignés des gaz inflammables. D'ailleurs, en mettant une grande distance entre le ballon et la nacelle, on donne de la stabilité à l'ensemble.

On comprend en effet facilement que ce soit une condition à rechercher.

Un aérostat réunit deux forces contraires qui s'équilibrent : l'une de bas en haut due au ballon, l'autre de haut en bas due à la pesanteur, qui s'applique surtout à la nacelle. Plus ces deux parties sont distantes, plus elles ont de tendance à ne pas s'éloigner d'une même verticale, c'est-à-dire à rester en équilibre stable. Elles constituent ce qu'on appelle en mécanique un couple de rappel. Si elles étaient très rapprochées, elles favoriseraient au contraire le balancement et le renversement. (*La conquête de l'air*, page 25.)

C'est d'ailleurs pour une raison analogue qu'on empile le plus lourd du fret aussi près que possible de la quille d'un navire. Mais, ici, il s'agit d'une quille qui ne serait pas absolument so-

lidaire de la carcasse. Si on veut qu'elle joue le rôle que joue un volant dans une machine, en assurant la régularité de la marche, si on veut qu'elle calme, pour ainsi dire, les impatiences et les fantaisies du ballon, soumis à une foule d'influences perturbatrices qui produisent un incessant tangage, il faut que la nacelle soit intimement reliée au ballon, il faut qu'elle subisse immédiatement le contre-coup des secousses de celui-ci, secousses que sa plus grande masse contribuera à amortir ; il faut, en retour, qu'elle lui communique aussi intégralement que possible le mouvement qu'elle reçoit de l'appareil propulseur et des organes de direction, en évitant les déperditions de force qui résultent des déformations.

Il est nécessaire que le dirigeable forme une sorte de bloc rigide et que la nacelle obéisse immédiatement aux mouvements du ballon (et *vice versa*).

Pour réaliser cette condition, on s'appuie sur cette remarque qu'un triangle est une figure indéformable, tandis qu'un quadrilatère ne l'est pas.

Nous voulons dire que trois points conserveront toujours leurs positions relatives s'ils sont liés deux à deux par des cordes travaillant constamment à la tension.

Appliquons ce principe au ballon représenté schématiquement par la ligne AB (fig. 1-2). Relions un point P de la nacelle aux points A et B par deux cordes PA et PB. Supposons que notre aérostat s'incline ; le triangle APB restera invariable tant que la verticale PV du point P sera comprise dans l'angle APB. En effet, le point P ne peut se déplacer que pour obéir à la pesanteur, c'est-à-dire pour descendre ; et il ne peut descendre sans tendre l'une ou l'autre des deux cordes, ou toutes les deux à la fois. Voilà donc un mode de liaison qui, tout en étant constitué par des cordages souples, possède la même rigidité, entre certaines limites d'inclinaison, qu'une construction faite avec des barres de fer ou d'acier.

Considérons maintenant le ballon AB et la nacelle PQ (fig. 3). Si nous voulons relier invariablement ces deux corps, il suffira de rattacher séparément P et Q aux deux points A et B au moyen de quatre suspentes.

Les suspentes extérieures constituent le *filet porteur* ; les suspentes intérieures, le *filet des balancines*. Si on venait à supprimer ce dernier, on aurait un trapèze déformable ; car, si la barre supérieure s'inclinait, les milieux des deux barres tendraient à rester sur la même verti-

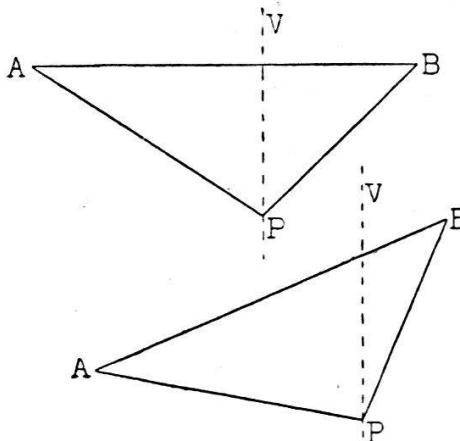


Fig. 1-2.

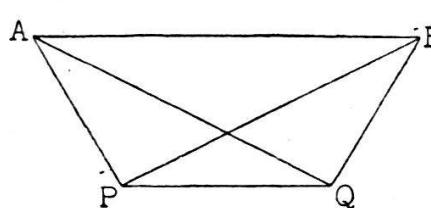


Fig. 3.

cale, sous l'action de la pesanteur ; tandis que, dans le trapèze, la ligne des centres, invariablement liée au système, s'écarteraient de la perpendiculaire au sol et ferait naître un couple de redressement.

C'est une des gloires de Dupuy de Lôme d'avoir magistralement exposé les avantages de ces deux filets. C'est le progrès qui perpétuera son nom dans l'histoire de la navigation aérienne. Son système possède la même rigidité que s'il était formé de barres métalliques solidement rivées à leurs articulations, tant que les inclinaisons latérales ne dépassent pas 30°, et les inclinaisons longitudinales 28°. (*Les ballons dirigeables*, page 69.)

On n'est donc pas fondé à compter parmi les progrès récents de l'aéronautique l'idée d'une suspension funiculaire à rigidité complète. On y est d'autant moins fondé qu'elle avait été déjà émise par Meusnier en 1784, près d'un siècle plus tôt. Mais elle avait été perdue de vue jusqu'en 1871, époque où le gouvernement français chargea son plus célèbre ingénieur des constructions navales d'appliquer son art à la construction d'un navire aérien. Au surplus, si elle avait subi cette longue éclipse, l'idée de rendre le ballon étroitement solidaire de la nacelle a été de nouveau perdue de vue depuis qu'elle a été reprise avec sa grande autorité par un savant comme Dupuy de Lôme. Des ignorants comme Santos-Dumont l'ont méconnue, et c'est à cette audacieuse méconnaissance qu'ils ont dû leurs graves accidents. Mais c'est à ces graves accidents qu'il faut attribuer l'unanimité avec laquelle on admet aujourd'hui la nécessité d'employer la suspension indéformable, nécessité dont certains aéronautes doutaient encore hier. Et c'est pourquoi on peut inscrire ce mode de suspension parmi les récentes acquisitions, sinon de la science, du moins de la pratique.

Le capitaine L. Sazerac de Forge a fort bien exposé les vices des modèles Santos-Dumont qui, tous, ont manqué de stabilité : chaque fois qu'ils ont marché à plus de 4 mètres par seconde, ils ont éprouvé des mouvements de tangage qui, plusieurs fois, ont amené des chutes terribles. L'aéronaute ne s'en est tiré que parce que la fortune sourit aux audacieux. Encore, s'il a eu la vie sauve, lui est-il arrivé de ne pas sortir entièrement indemne de ces accidents, dont la cause n'est pas difficile à comprendre.

En effet, le ballon très volumineux rencontre de la part de l'air une résistance qui s'oppose au mouvement en avant, celui-ci s'exerçant à l'endroit où sont les organes propulseurs, c'est-à-dire, en général, fort bas : à hauteur de la nacelle. Ceux-ci tiennent, et le ballon a de la peine à suivre le mouvement de halage.

De là, deux forces de sens opposé qui ne sont point dans le prolongement de l'axe du mouvement, et dont l'antagonisme tend à déséquilibrer l'ensemble. Si leur lutte était absolument régulière, si la différence de leurs intensités était constante, on pourrait y remédier plus ou moins facilement. Mais leurs incessantes variations sont le pire danger. La propulsion donnée par le moteur n'est pas toujours exactement la même, pas plus d'ailleurs que la résistance opposée par l'air, car on peut rencontrer des courants, se trouver au milieu de remous, avoir le vent à dos ou l'avoir pour soi. De là, des déviations par rapport à la position d'équilibre. Puis, quand la cause déviatrice a cessé, retour à la position d'équilibre, laquelle n'est pas définitivement atteinte du premier coup, mais au contraire dépassée. Donc, il y a balancement. Et, comme les causes perturbatrices ne manquent pas de se reproduire, ce balancement s'aggrave au point d'avoir souvent des conséquences terribles.

En effet, il se produit un nouveau phénomène qui ne tend qu'à l'augmenter.

On sait que, pour diminuer autant que possible la résistance de l'air, on est obligé d'employer non des ballons ronds comme des ballons libres, mais des ballons allongés. Quand le ballon se trouvera incliné par suite d'une cause quelconque, s'il n'est pas assez plein pour que le gaz qu'il renferme le remplisse parfaitement, ce gaz, qui tend à monter par suite de sa légèreté, se porte vers la pointe la plus élevée, ce qui ne fait que la relever.

Ce mouvement de balancement, au lieu de diminuer, risque donc parfois d'augmenter au point de rompre l'équilibre d'un appareil forcément assez fragile : le ballon plie et crève, ou bien les cordes de suspension, dont quelques-unes, dans la position anormale du ballon très incliné, supportent seules tout l'effort de traction, se rompent.

C'est ce qui est arrivé au deuxième ballon de Giffard, à plusieurs des dirigeables de Santos-Dumont et à un certain nombre d'aéronautes¹ étrangers.

Il faut remarquer que ce danger est d'autant plus grand que le ballon a une forme plus allongée et que, d'autre part, il croît avec la vitesse et beaucoup plus vite qu'elle : le calcul et l'expérience montrent qu'avec une vitesse double cette tendance au balancement est quadruple, c'est-à-dire qu'elle augmente avec le carré de la vitesse. C'est ce qui explique que ce fâcheux phénomène ne se soit que peu manifesté, tant que l'imperfection des propulseurs a condamné les aéronautes à des vitesses faibles, et qu'il soit devenu terrible dès que l'apparition du moteur à pétrole a permis de filer à plus de 5 ou 6 mètres à la seconde.

C'était donc dans la question de la stabilité de marche une nouvelle difficulté dont on n'avait pas pu se douter dans les débuts, et qui se révélait tout à coup comme un des éléments les plus gênants du problème, au moment où l'on se croyait sur le point d'atteindre le but. (*La Conquête de l'air*, page 48).

¹ Cette expression est de plus en plus employée pour désigner les dirigeables, le terme « aérostat » s'appliquant aux ballons de toutes sortes.

Pour y remédier, le colonel Renard, le créateur du premier dirigeable, le *France*, songea à employer un empennage analogue à celui des oiseaux. Les ailes de ceux-ci, les nageoires des poissons, semblent avoir pour but ou pour résultat de faciliter le glissement dans l'air ou dans l'eau, en s'opposant à toute déviation hors de la ligne de marche. N'est-ce pas par des appendices du même genre qu'on arrive à maintenir les flèches dans leur direction initiale et qu'on leur donne une trajectoire régulière ? Et il n'est pas besoin de donner à ces plans stabilisateurs une grande surface. On sait quelle action puissante exerce sur l'orientation de navires énormes des gouvernails de dimensions restreintes.

Le colonel Renard pensait que l'empennage a, sur les autres moyens de stabilisation, une supériorité très grande provenant de ce que, contrairement à eux, il produit un effet stabilisateur proportionnel au carré de la vitesse, tout comme le sont les effets perturbateurs. Si donc il est suffisant pour les allures qui ne dépassent que de peu la vitesse critique — celle à partir de laquelle l'aéronat deviendrait instable, — il reste suffisant pour toutes les autres, même les plus grandes.

C'est en quelque sorte par hasard que M. Julliot, l'éminent ingénieur de la maison Lebaudy, a été conduit à s'occuper d'aéronautique et à se livrer aux beaux travaux qui ont abouti au type *Patrie*, le modèle le plus parfait qui existe en France. Il ignorait donc les théories du colonel Renard, et il est remarquable que, sans les connaître, il soit arrivé aux mêmes conclusions que lui, sans d'ailleurs être parti des mêmes prémisses. En tous cas, il a obtenu pratiquement une stabilité remarquable par l'emploi d'un système de plans d'empennage dont les uns sont fixes et les autres mobiles.

Caractères du dirigeable français.

C'est le *Patrie* qui résume, en France, le plus complet ensemble de perfection, à l'heure actuelle, et il suffirait d'en faire la description pour présenter le tableau des derniers progrès de l'aéronautique. Malheureusement, on fait mystère des dispositions essentielles par quoi il se différencie du *Lebaudy*, son frère ainé, dont il est une copie très améliorée. Force est donc de se borner à indiquer les caractéristiques de l'aéronat dont les pre-

mières ascensions (1902-1903) furent couronnées d'un tel succès que les grandes puissances militaires redoublèrent dès lors d'efforts pour arriver à des résultats analogues.

Le ballon est allongé, comme l'étaient déjà ceux de Meusnier et de Dupuy de Lôme. La forme en « cigare », en « poisson », s'est imposée lorsqu'on a voulu imprimer à l'aérostat une vitesse propre qui pût lui permettre de lutter contre celle du milieu au sein duquel il évoluait.

Son avant est très pointu ; son arrière, au contraire, forme calotte ellipsoïdale d'assez faible rayon. Cette disposition, il faut bien le dire, semble assez irrationnelle. Certaines théories conduisent, en effet, à un tracé exactement contraire. Dans leur savante étude, MM. E. Girard et A. de Rouville arrivent à cette conclusion par une série de raisonnements très probants, mais qui ont le malheur d'être démentis par la pratique.

Un point semble acquis, en tous cas : c'est qu'il n'y a pas de raison pour que le ballon soit symétrique par rapport à son maître-couple, c'est-à-dire par rapport à sa plus grande section transversale. Pourquoi y aurait-il identité entre la poupe et la proue, étant donné qu'elles ne jouent pas le même rôle, qu'elles ne tiennent pas la même place par rapport au sens du mouvement ?

Sans vouloir tirer argument de l'imitation de la nature, M. Soreau fait remarquer (*Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France*) que toutes les espèces d'oiseaux ont leur plus grande section près de l'avant. Or, on est instinctivement poussé à s'inspirer des exemples qu'on a sous les yeux. Il ne viendra à l'idée de personne de mettre à l'avant d'un bateau une surface plane ou concave qui retiendrait l'eau et ne pourrait que la comprimer à l'avant sans la déplacer transversalement. Au contraire, on donnera du coupant à la proue, afin que, abordant le fluide sous un certain angle, elle l'écarte doucement, progressivement, sans provoquer de remous.

Si le ballon était terminé à l'arrière par un plan, il se formerait, sur cette face postérieure, une aspiration qui augmenterait la compression à l'avant ; il faut remplir ce vide partiel créé par le passage de la proue, et le remplir par un solide d'une grande longueur se moultant en quelque sorte sur le sillage du fluide à l'arrière. Cet effilement de la poupe contribuera à re-

tarder le retour de l'air déplacé, tandis que la proue en a uniformément accéléré le mouvement jusqu'à ce que le maître-couple ait été franchi. En résumé, donc, les molécules gazeuses auront été séparées, puis se seront réunies avec le moindre travail, condition qui est la plus favorable pour le bon rendement mécanique. Il y a plus : les veines fluides que l'avant a écartées tendent à se rapprocher ; aussi serrent-elles, à la façon d'un coin, la surface en « pain de sucre » de l'arrière, ce qui provoque une composante dans le sens de la marche et récupère ainsi une partie de la vitesse absorbée par la résistance de l'air. N'est-ce pas de cette manière qu'on lance un noyau lisse en le serrant entre le pouce et l'index ?

« Pour toutes ces raisons, et pour des raisons de stabilité encore plus importantes, concluent MM. E. Girard et A. de Rouville, tout corps en mouvement dans un fluide doit se transporter le gros bout en avant. »

Des considérations du même genre avaient conduit le général Piobert à donner la même forme théorique au projectile idéal, et cette conception avait été réalisée dans la balle du premier fusil à aiguille prussien (Dreyse). Ce qui n'empêche que les ballons actuels ont un tracé précisément inverse, que les vaisseaux ont la proue plus pointue que la poupe, et que le *Patrie* se termine à l'arrière par une calotte de faible rayon. Elle a bien l'inconvénient de produire quelques remous, mais ils sont de très peu d'importance, et elle a l'avantage de se prêter à l'adaptation d'un « papillon de queue » qui est un très utile organe de stabilisation.

Le ballon est ensellé, en ce sens que ses deux extrémités se relèvent. Mais cette courbure ne se produit que par l'effet du poids de la nacelle. Elle n'existe pas par le fait de la construction. Le ballon est, en effet, un volume de révolution ayant pour axe la ligne qui relie ses pointes. Si toute la charge avait été uniformément répartie sur toute la carène au lieu de se trouver concentrée au milieu, la déformation qu'on observe ne se produirait pas. Elle est d'ailleurs très peu marquée et ne présente pas d'inconvénients sensibles. On lui trouve même des avantages... après coup.

Le gaz employé pour le gonflement est de l'hydrogène pur. C'est le gaz le plus léger de ceux qui sont d'une fabrication pratique et pas trop onéreuse. Il n'est pas dangereux à respirer ;

il est, en outre, inodore à ce point que, pour reconnaître sa présence et rechercher les fuites, il a fallu le parfumer avec de la muronine.

La confection de l'enveloppe exige des soins spéciaux et minutieux : choix d'une matière solide, imperméable, souple, légère et économique, forme favorable à donner aux panneaux d'étoffe, précautions à prendre pour réunir ces feuillets en assurant la solidité et l'étanchéité des joints. Il n'est pas jusqu'à la couleur qui demande à être rationnellement déterminée. Les rayons lumineux ayant une action sur le tissu caoutchouté qu'emploie M. Julliot, celui-ci a choisi, pour en former l'enduit extérieur, une couleur préservatrice et inoffensive au bichromate de plomb, d'un jaune caractéristique.

A l'intérieur du ballon se trouve un ballonnet, organe compensateur imaginé par Meusnier et réinventé, comme la suspension rigide, par Dupuy de Lôme. Son rôle est de conserver au ballon sa forme extérieure, de façon à l'empêcher de se dégonfler, de se rider, ce qui arrive lorsqu'une partie du gaz s'est échappée. Les aéronauts ne sauraient avoir une enveloppe flasque, sous peine d'avoir une marche irrégulière, cahotante et incertaine. Le gonflement, complet au moment de l'ascension, ne fait que s'augmenter tout d'abord, puisque le milieu ambiant devient de moins en moins dense. L'excès de pression intérieure pourrait même amener une explosion si une soupape ou une manche d'appendice ne permettait de le maintenir constant et très faible. Il n'y a donc rien à craindre pendant la montée.

Mais, si on se trouve ensuite dans des couches d'air plus denses, leur pression devient plus forte que celle du gaz. Celui-ci s'accumule à la partie supérieure, tandis que le bas de l'enveloppe se plisse. Pour lui rendre sa tension et sa forme, il faut y introduire un volume de gaz qui compense la contraction produite par la descente. On n'a pas trouvé d'autre moyen que d'y insuffler de l'air.

Si on introduisait brutalement celui-ci dans le ballon en le mélangeant au gaz léger, ce gaz, de combustible qu'il est, deviendrait explosif, et le danger déjà existant ne ferait qu'augmenter. D'ailleurs, on ne se réservera pas, pour une montée ultérieure, la faculté de perdre à volonté du gaz ou de l'air. C'est donc dans une poche spéciale qu'on envoie celui-ci, quand il y a lieu, au moyen d'un ventilateur porté par la nacelle et

actionné soit par un petit moteur auxiliaire (dynamo), soit par le moteur à essence de pétrole qui sert à la propulsion.

Comme je l'ai déjà dit, le corollaire de la grande vitesse obtenue est un double mouvement de tangage et de roulis que contrarient des plans stabilisateurs horizontaux et verticaux. La principale de ces surfaces planes est une grande plate-forme elliptique qui, placée sous le ventre de la carène, joue un autre rôle capital : c'est à elle, en effet, que sont reliés d'une part le ballon, d'autre part la nacelle.

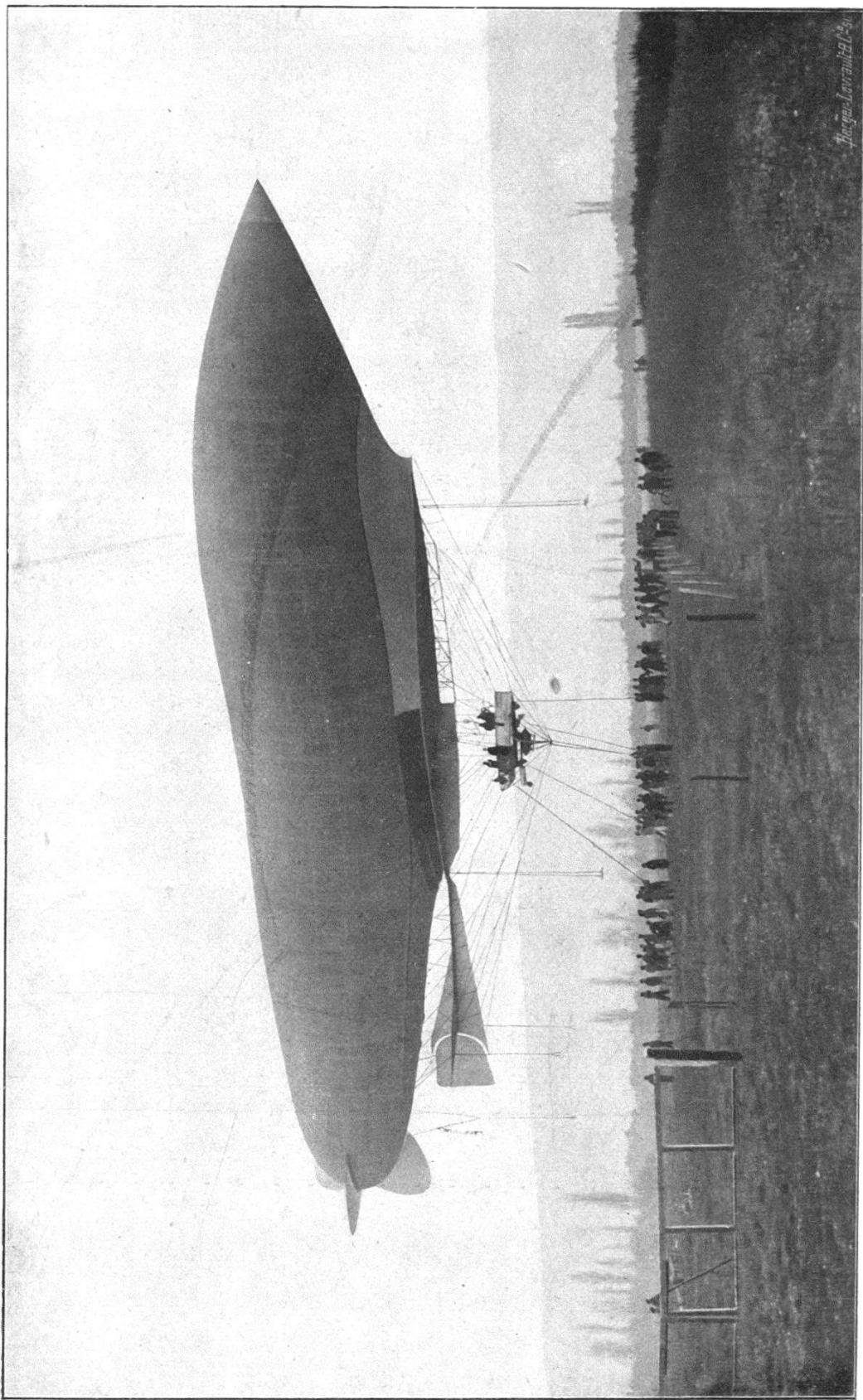
Un gouvernail à axe horizontal, un autre vertical, comme celui d'un bateau, des plans d'empennage fixes, d'autres qu'on peut dérouler comme des stores, une quille, une poutre armée, d'autres dispositifs encore (papillons en forme de queue de poisson), donnent à l'aéronat une remarquable stabilité et une grande docilité.

La propulsion se fait à l'aide d'une paire d'hélices à deux branches, actionnées par un moteur Panhard et Levassor de 70 chevaux et pouvant tourner à 1000 tours par seconde. Une pareille vitesse de rotation n'a pas permis de les faire en toile plus ou moins solidement encadrée. On les a fabriquées en tôle d'acier spécial, mince et lisse. Le métal se prête d'ailleurs mieux que l'étoffe à la précision et à la régularité dans le fonctionnement.

Suspendue par le triangle indéformable dont nous avons vu les mérites, la nacelle a la forme d'une embarcation à fond plat, à étrave verticale. Sa carcasse est en tubes d'acier au nickel, formant un treillage métallique qui est en partie revêtu d'une tôle d'aluminium. Six passagers peuvent y prendre place.

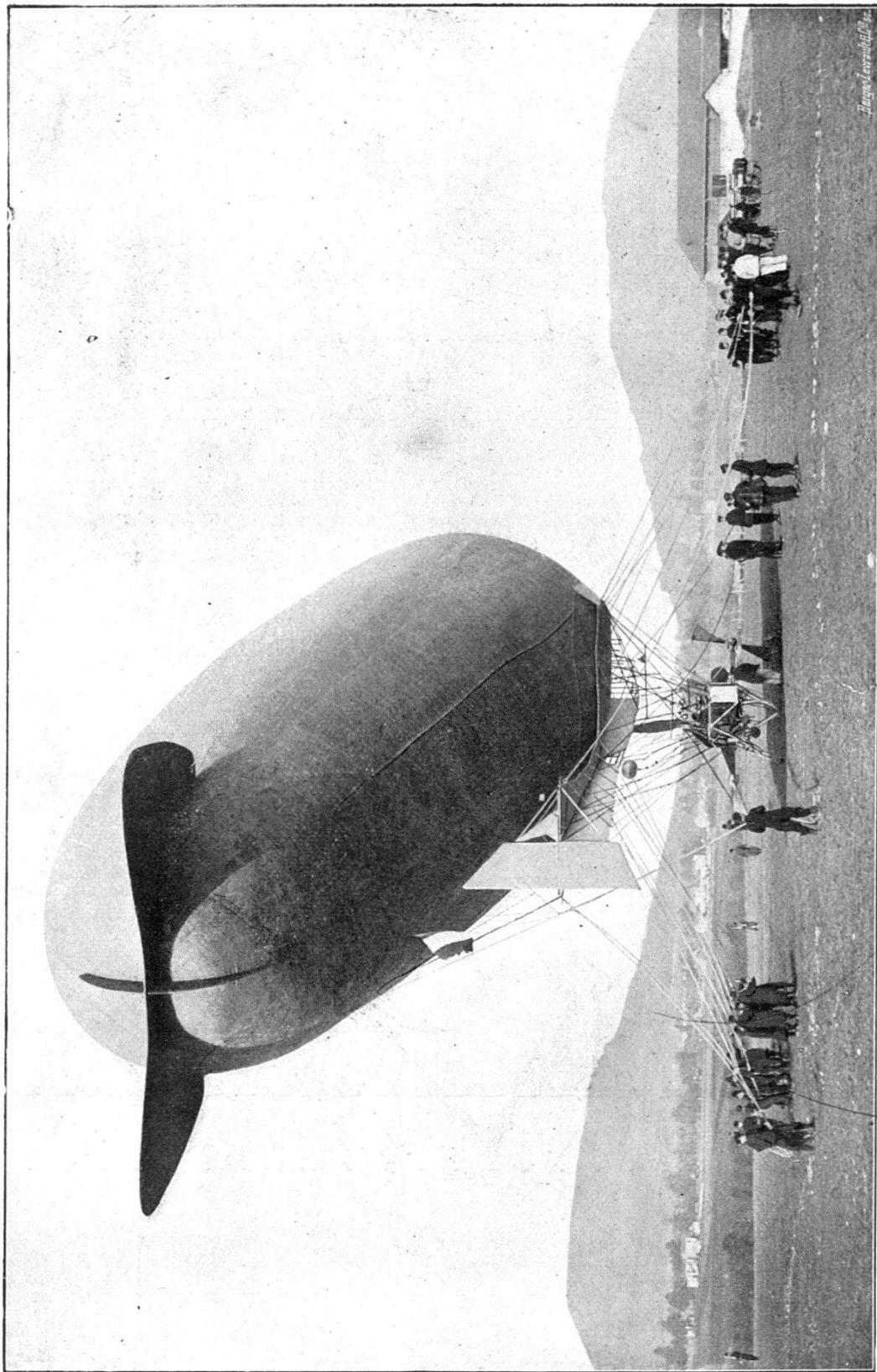
En dessous de la nacelle se trouve un faisceau de tube d'acier formant une pyramide dont la pointe est en bas. C'est la « bêquille » dont la conception est une des principales originalités du type Julliot.

D'abord, elle empêche les hélices de venir toucher le sol et de se fausser, lorsqu'on atterrit. Ensuite, elle constitue une sorte de pivot lorsque le dirigeable est à terre. Il repose sur cette pointe, ce qui lui permet de tourner facilement autour d'elle et de prendre telle orientation que l'on veut. Lorsqu'on a à le manœuvrer à bras, il importe de le placer dans la direction où il offre au vent la moindre résistance. Or, la direction du vent est très variable, surtout au ras du sol, à cause des nombreux



Cliché de la maison Berger-Levrault, Paris.

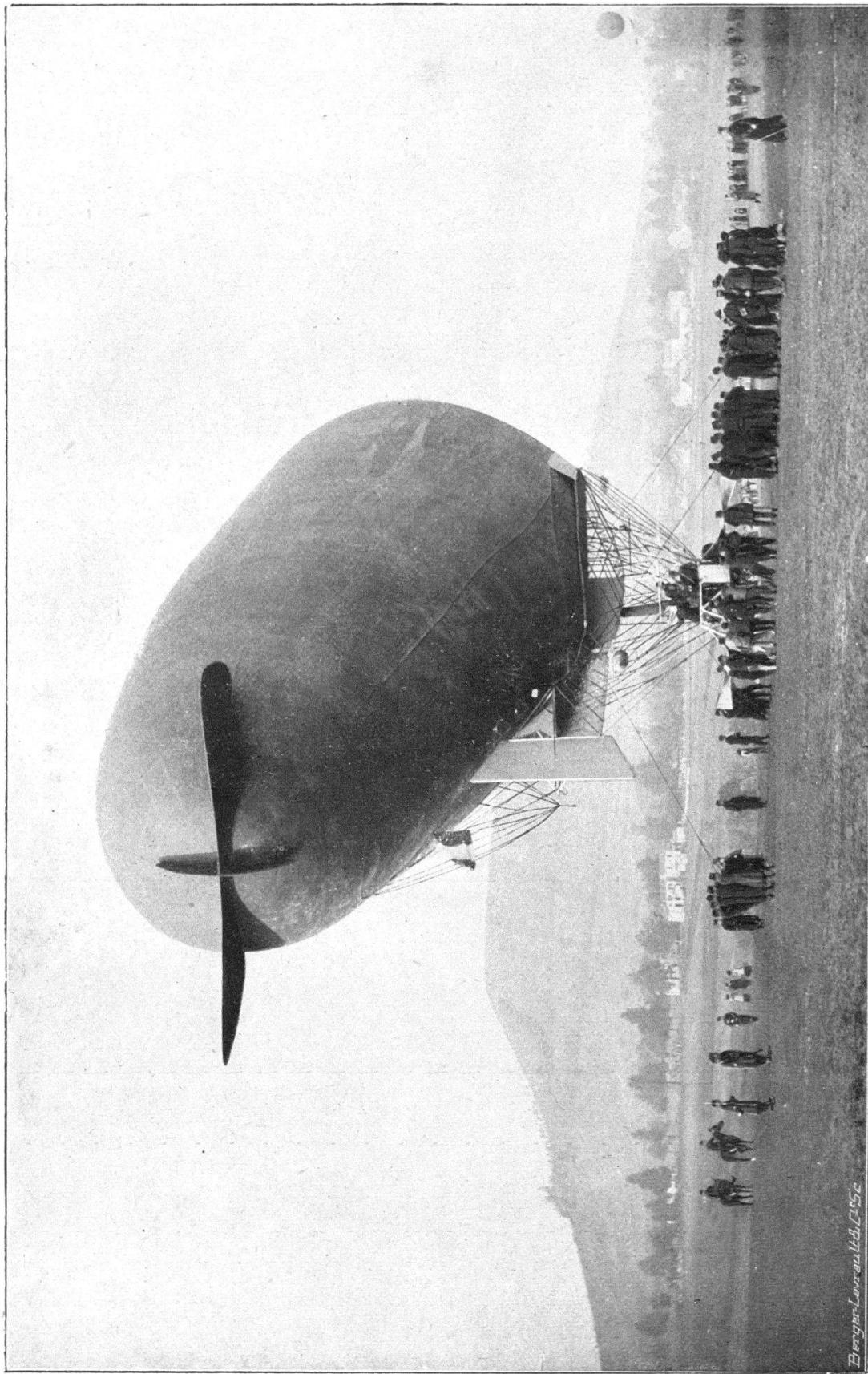
Le « Patrie ».



Cliché de la maison Berger-Levrault, Paris.

Les plans stabilisateurs et le papillon de queue.

Berger-Levrault



Cliché de la maison Berger-Levrault, Paris.

Au départ.

Berger-Levrault 1852

obstacles qui le dévient et qui produisent des remous. Grâce à la béquille, il est très facile de faire tourner toute la masse autour de la pointe sur laquelle elle porte, pointe qui est naturellement placée sur la verticale du centre de gravité, et qui se trouve un peu en avant du centre de résistance des surfaces au vent, afin que celui-ci ait pour effet d'agir sur lui comme sur une girouette et de le placer dans la position la plus favorable pour le mouvement.

Il est intéressant de constater que, lorsque la béquille est en contact avec le sol, quelle que soit la force du vent, jamais le ballon ne verse ni ne se couche ; si personne ne retient l'aéronat, cet ensemble se transporte sans versement, tandis que la béquille laboure de temps à autre le sol, sans qu'il se produise aucune avarie. Cette constatation montre combien est parfaitement assuré l'équilibre général du système. (*La conquête de l'air*, page 158.)

Il y aurait bien des accessoires encore à énumérer, bien des dispositions de détail à décrire, bien des données numériques à fournir, pour renseigner exactement sur le *Patrie*, dont l'apparition à la revue de Longchamp, le 14 juillet dernier, a produit une si profonde impression sur les assistants, émerveillés de la facilité avec laquelle évolue ce requin aérien.

Mais mon dessein ne saurait être de faire plus que donner une idée de ce qui différencie un dirigeable d'un ballon sphérique. Je crois en avoir dit assez pour que l'on comprenne et de quelle nature était le problème à résoudre et quelle complexité il présentait.

Il nous reste à voir de quoi est capable le nouvel aéronat de l'armée française, quel parcours il peut accomplir, quelle force ascensionnelle il donne. Quand nous connaîtrons ses états de service, et que nous saurons les résultats qu'il a donnés, nous examinerons dans les mêmes conditions les modèles qui ont réussi à l'étranger, et nous terminerons par quelques mots sur les appareils d'aviation.

(A suivre.)

Commandant Emile MANCEAU.